วารสาร ISBN 0125-0369

วิทยาศาสตร์เกษตร
AGRICULTURAL SCIENCE JOURNAL

ปีที่ 41 ฉบับที่ 3/1 (พิเศษ) กันยายน-ธันวาคม 2553 Vol. 41 No.3/1 (Suppl.) September-December 2010

การประชุมวิชาการ
และเสนอผลงานวิจัย
พืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 4

วันที่ 22-23 กรกฎาคม 2553 ณ โรงแรม เอส.ดี. อเวนิว กรุงเทพฯ

จัดโดย โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

www.crdc.kmutt.ac.th

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรฉบับพิเศษนี้ สมาคมวิทยาศาสตร์เกษตรฯ ได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและงานวิชาการเกษตรสู่สาธารณะ ประกอบด้วยเรื่องเต็มจากการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 4 ที่จัดขึ้นระหว่างวันที่ 22-23 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ณ โรงแรม เอส.ดี อเวนิว, กรุงเทพมหานคร ซึ่งดำเนินการโดย โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในงานวิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน เพื่อเปิดโอกาสในการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในงานวิจัย และเพื่อร่วมฉลองงานครบรอบ 50 ปี ของการก่อตั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรฯ ใคร่ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมและผู้มีส่วนร่วมในการประชุมทุกท่าน โดยเฉพาะคณะกรรมการการจัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 4 โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสถาบันอาหาร และแหล่งทุนที่ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการจัดพิมพ์วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรฉบับนี้ และใคร่ขอเชิญชวน นักวิชาการ นักวิจัย และนักศึกษาผู้สนใจด้านการพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน สมัครเป็นสมาชิกสมาคมฯ และเสนอบทความฉบับเต็ม เพื่อลงพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรของสมาคมฯ ในโอกาสต่อไป

รศ.ดร. นิพนธ์ ทวีชัย
บรรณาธิการ

คำนำ

ปัจจุบันงานวิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน เช่น ข้าว พืชไร่ ไม้ผล ผัก พืชสมุนไพร เครื่องเทศ ไม้ดอกและไม้ประดับ มีความสำคัญมากขึ้น เห็นได้จากการพัฒนาเทคโนโลยีทั้งในด้านการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว การแปรรูป การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและสรีรวิทยา ตั้งแต่ในระดับแปลงปลูกของเกษตรกร ระดับห้องปฏิบัติการ จนถึงในระดับอุตสาหกรรม โดยงานวิจัยต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษานั้น บางส่วนได้มีโอกาสนำมาเผยแพร่แก่นักวิจัยนักวิชาการ ตลอดจนผู้ประกอบการในภาคเอกชนที่มีความสนใจ และติดตามความก้าวหน้าของงานวิจัยด้านการเกษตรของประเทศ และจากจุดเริ่มต้นของการจัดการประชุมพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนในครั้งที่ 1 ในปี พ.ศ. 2550 ที่เปิดโอกาสให้มีการเสนอผลงานวิจัยอย่างหลากหลายเป็นครั้งแรกนั้น ทำให้ทราบว่ายังคงมีงานวิจัยที่มีศักยภาพที่จะนำมาเผยแพร่อีกเป็นจำนวนมาก จึงเป็นเหตุให้เกิดการประชุมอย่างต่อเนื่องประกอบกับได้รับการตอบรับจากผู้เข้าร่วมการประชุมที่มีการเสนอผลงานเป็นจำนวนมากในทุกครั้ง ดังนั้นทางโครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) จึงได้ร่วมมือกับ สถาบันอาหาร จัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 4 ขึ้นในวันที่ 22-23 กรกฎาคม 2553 ณ โรงแรม เอส.ดี อเวนิว, กรุงเทพมหานคร เพื่อให้ อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการเกษตร และนักศึกษาได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในงานวิจัยร่วมกับหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งถือเป็นการสร้างความร่วมมือ และขยายขอบเขตในการพัฒนางานวิจัยให้กว้างยิ่งขึ้น และการจัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 4 นี้ยังเป็นการร่วมฉลองงานครบรอบ 50 ปีของการก่อตั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีอีกด้วย

คณะกรรมการจัดการประชุม ขอขอบคุณผู้ที่เข้าร่วมการประชุมและเสนอผลงานทั้งภาคบรรยาย และ ภาคโปสเตอร์ วิทยากรบรรยายพิเศษ ตลอดจนแขกผู้มีเกียรติและผู้สนับสนุนทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมทำให้การประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีทุกประการ และได้ดำเนินการรวบรวมผลงานทางวิชาการทั้งภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ที่ผ่านการพิจารณาและแก้ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำไปเผยแพร่และนำไปใช้ประโยชน์กับนักวิจัย นักศึกษา และผู้สนใจ สำหรับการพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนของประเทศไทยต่อไป

คณะทำงาน
www.crdc.kmutt.ac.th
crdc2007@hotmail.com

วารสาร ISSN 0125-0369
วิทยาศาสตร์เกษตร
AGRICULTURAL SCIENCE JOURNAL

ปีที่ 41 **ฉบับที่** 3/1 **(พิเศษ) กันยายน-ธันวาคม** 2553 Vol.41 No.3/1 (Suppl.) September-December 2010

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 4

1 สมรรถภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของฟักข้าวแหล่งพันธุ์ไทยและเวียดนามในการเก็บเกี่ยวปีแรก
ยุทธนา บรรจง มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์ เกษม หฤทัยธนาสันติ์ และ วิชัย หฤทัยธนาสันติ์

5 การตรวจพิสูจน์อาหารฉายรังสีที่อายุการเก็บต่างๆ ด้วยเทคนิค Photo-Stimulated Luminescence
เสาวพงศ์ เจริญ สุรศักดิ์ สัจจบุตร และ จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ

9 ผลของการทดแทนน้ำตาลด้วยไอโซมอลทูโลสต่อคุณภาพของคุกกี้
ธีรารัตน์ อิทธิโสภณกุล ยิ่งวิทย์ เจริญสุวรรณกิจ และ วิชชุณี ปิ่นเกตุ

13 การทำให้เอนไซม์เบต้ากลูคาเนสจากดอกเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) บริสุทธิ์บางส่วนโดยการสกัดแบ่งชั้นของเหลวและการย่อยผนังเซลล์เห็ด
ศรัณยา สถิตย์มั่นวิวัฒน์ กนก รัตนะกนกชัย ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ คิน เลย์ คู

17 การวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการนำพืชในประเทศไทยมาใช้เป็นอาหารฟังก์ชัน
พิชญอร ไหมสุทธิสกุล และ เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์

21 การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. โดยน้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชย
ภัสจนันท์ หิรัญ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

25 การพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุน
ศุภกิตต์ สายสุนทร ปัณณธร ภัทรสถาพรกุล วีณา ชาลียุทธ เยาวลักษณ์ พัสดุ และ นรินทร์ จันทวงศ์

29 การตรวจสอบค่าความหวานผลลองกองด้วยเครื่องวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านใกล้อินฟราเรด
อาทิตย์ จันทร์หิรัญ วารุณี ธนะแพสย์ ศุมาพร เกษมสำราญ และ จิราพร อนุสรณ์วงศ์ชัย

33 การทำให้บริสุทธิ์ และคุณสมบัติของเอนไซม์ไซลาเนส A จากเชื้อชอบร้อน *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12
จิตรลดา ฐิติกรอม คิน เลย์ คู และ กนก รัตนะกนกชัย

37 อิทธิพลของต้นตอต่างพันธุ์ต่อปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูน
สุรศักดิ์ นิลนนท์ รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ และ จิระนิล แจ่มเกิด

41 การกำจัดน้ำบางส่วนในสับปะรดด้วยวิธีออสโมซิสโดยใช้สารละลายซูโครส-กลีเซอรอลภายใต้สภาวะสุญญากาศ
สุริเชษฐ์ บิลหีม สรายุทธ ปลุกใจราษฎ์ และ สิริมา ชินสาร

45 อิทธิพลของต้นตอต่างพันธุ์ต่อปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Chardonnay ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูน
สุรศักดิ์ นิลนนท์ รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ และ จิระนิล แจ่มเกิด

49 อิทธิพลของต้นตอต่างพันธุ์ต่อปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูน
สุรศักดิ์ นิลนนท์ รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ และ จิระนิล แจ่มเกิด

53 ผลของวิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ
ดารารัตน์ นาคละออ อาภัสรา แสงนาค และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์

57 การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืช
ร่วมจิตร นกขา ถิรายุทธ์ วิจิตรภาพ และ สตางค์ หัสนันท์

61 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์มแบบไม่ทำลายด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี
ศุมาพร เกษมสำราญ อาทิตย์ จันทร์หิรัญ วารุณี ธนะแพสย์ และ วิทยา ปั้นสุวรรณ

65 การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี
ศุมาพร เกษมสำราญ ณัฐภรณ์ สุทธิวิจิตรภักดี จริยา ประศาสน์ศรีสุภาพ วารุณี ธนะแพสย์ และ ซาโตรุ มิยาตะ

69 การลดต้นทุนการผลิตอาหารเทียมเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้โดยใช้กากน้ำตาลทดแทนน้ำตาลทราย
สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ ทศพล แทนรินทร์ วณิช ลิ่มโอภาสมณี และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์

73 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าในโครงการวิจัยถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ธีรเดช เกลียวกลม วันชัย จันทร์ประเสริฐ จุฑามาศ ร่มแก้ว และ สุปรานี งามประสิทธิ์

77 อิทธิพลของสัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และ ไนโตรเจนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะโรงเรียน
ศุภฤกษ์ พ้นภัย และ สมชาย กล้าหาญ

81 ผลของสารสกัดสมุนไพรบางชนิดในการป้องกันกำจัดโรคจุดดำของส้มโอ
สุธามาศ ณ น่าน และ ศศิธร วรปิติรังสี

85 การตรวจสอบคุณภาพอ้อยด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด
จิราพร อนุสรณ์วงศ์ชัย ศุมาพร เกษมสำราญ วีระพล พลรักดี ทักษิณา ศันสยะวิชัย วารุณี ธนะแพสย์ และ ซาโตรุ มิยาตะ

89 ผลของสารสกัดอย่างหยาบจากเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชบางชนิด
นาตยา มนตรี จุฑามาศ สุวรรณจันทร์ และ พรประพา คงตระกูล

93 อิทธิพลของซีลีเนียมต่อรูปแบบแสดงออกของโปรตีนในถั่วเขียว
ภัทร์ลดา สุธรรมวงศ์ พนิดา อติเวทิน อภิเดช แสงดี และ วรัญญู แก้วดวงตา

97 การประเมินความแปรปรวนของลักษณะฟีโนไทป์ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น
พยุดา ยอดฉุน รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ และ จุฑามาศ ร่มแก้ว

101 ความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตคลองบางกรวย จังหวัดนนทบุรี
สิทธิ กุหลาบทอง และ สาวิกา กัลปพฤกษ์

105 ความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในห้วยกวาง จังหวัดกาญจนบุรี
สิทธิ กุหลาบทอง และ สาวิกา กัลปพฤกษ์

109 ความไวต่อการขาดน้ำและการสำลักน้ำในระหว่างการงอกของถั่วเหลืองต่างพันธุ์
วันชัย จันทร์ประเสริฐ ศิรินทิพย์ เหล่าวานิชกุล อัจฉราวรรณ ตังสุวรรณ์ และ สุปรานี งามประสิทธิ์

113 สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ที่ผสมกับข้าวปทุมธานี1 และกข6 ก่อนหุงต้ม
ภัทราพร คำผล ศศิวิมล จิตรากร ปวีนา น้อยทัพ และ เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์

117 ผลของอายุและตำแหน่งช่อผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ
ธีระพงศ์ จันทร์พริ้ม ปริยานุช จุลกะ พิจิตรา แก้วสอน และ ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา

121 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อปริมาณและคุณภาพรากของกล้วยไม้ดินใบหมากลูกผสม เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางเซลล์วิทยา
ศิวพร แก้วชุ่มชื่น และ เฉมอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์

125 รูปแบบการตัดแต่งสับปะรดพร้อมบริโภคพันธุ์ตราดสีทองต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา
ธนิตชยา พุทธมี เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์ และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์

129 ผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบการปลูกแบบ Nutrient Film Technique
อังคณา โชติช่วง ปริยานุช จุลกะ พิจิตรา แก้วสอน ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์ และ ประธาน โพธิสวัสดิ์

133 การเปรียบเทียบการอบแห้งชาโมโรเฮยะด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและอากาศร้อนที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง
สันติ แนวทอง ศิริธร ศิริอมรพรรณ ศักดิ์ชัย ดรดี และ นเรศ มีโส

137 อิทธิพลของระยะปลูกและเวลาเก็บเกี่ยวต่อผลผลิตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักขจร
เกศศิรินทร์ แสงมณี และ ปริยานุช จุลกะ

141 การศึกษาสภาพพื้นฐานของเกษตรกรในพื้นที่รับน้ำชลประทานผ่านอุโมงค์ผันน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์
สุภาภรณ์ เลิศศิริ และ ปพิชญา จินตพิทักษ์สกุล

145 ผลของการลวก กรดซิตริกและกลีเซอรอลต่อคุณภาพของมะพร้าวอบแห้ง
พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ มณฑิรา นพรัตน์ จุฑารัตน์ แจ้งกระจ่าง ญาดา แสงพริ้ง และ วันดี อยู่เจริญสุข

149 การเปรียบเทียบผลผลิตของเนื้อไม้ และค่าพลังงานความร้อนของกระถิน 5 พันธุ์/สายพันธุ์ อายุ 3 ปี เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน
กานต์รวี ศรีพวงผกาพันธุ์ สายัณห์ ทัดศรี ประภา ศรีพิจิตต์ และ เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์

153 ผลของสารสกัดจากใบกระโดนบกต่อลักษณะทางกายภาพ ประสาทสัมผัสและการเกิดออกซิเดชันของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
วิชชุดา สังข์แก้ว

157 การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ต่าง ๆที่ปลูกบนดินกรดจัด จังหวัดปทุมธานี
ภูรินทร์ อัครกุลธร และ สมพร คนยงค์

161 ผลของความชื้นต่อการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนาง
วาริษา รอดน้อย ศิวาพร ธรรมดี และ ฉันทลักษณ์ ติยายน

165 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเหนียว (อาราเร่) จากข้าวเหนียวดำ
นวรัตน์ เศรษฐสุวรรณ น้ำตาล เนื่องจำนงค์ และ อโนชา สุขสมบูรณ์

169 ผลของเวลาการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและผลผลิตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อชะลอการเก็บเกี่ยว
ศรัญญา ใจพะยัก และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ

173 การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรบางประการในถั่วเหลือง
พรทิพย์ มังกรแก้ว รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ และ ชูศักดิ์ จอมพุก

177 การศึกษาอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องและสมุนไพรสำหรับการผลิตชาข้าวกล้องสมุนไพร
ควพร พุ่มเชย สุพัตรา สุวรรณธาดา ปวีนา น้อยทัพ และ เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์

181 การเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมพริกขี้หนูสวนด้วยสารโคลชิซิน
พรพิรุณ เปลี่ยนคง ผดุงศักดิ์ สุขสะอาด และ สุรวิช วรรณไกรโรจน์

185 การเปรียบเทียบความชื้นและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวโพดระหว่างการอบแห้งด้วยอินฟราเรดและลมร้อน
จักรมาส เลาหวณิช และ สุพรรณ ยั่งยืน

189 การเปลี่ยนแปลงสีและค่าน้ำอิสระของข้าวเคลือบกระเจี๊ยบแดงภายใต้การอบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ
ภานุมาตย์ พัฒโท ศิริธร ศิริอมรพรรณ และ นเรศ มีโส

193 เชื้อยีสต์ที่สามารถควบคุมเชื้อราสีเทา (*Botrytis cinerea*)
ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล วิมลพรรณ รุ่งพรหม และ ศานิต สวัสดิกาญจน์

197 การสำรวจการยอมรับมังคุดฉายรังสีแกมมาของผู้บริโภคในประเทศสหรัฐอเมริกา
ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย วาริช ศรีละออง อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

201 ธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายูคาลิปตัสภายหลังการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่า
สาวิตรี วีระเสถียร ประภาพร ตั้งกิจโชติ และ กวิศร์ วานิชกุล

205 ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว
โศรดา วัลภา กุลรภัส วชิรศิริ ดำรงชัย สิทธิสำอางค์ และ ฐิติชญา สุวรรณทัพ

209 ผลของอุณหภูมิและภาวะแล้งต่อการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนาง
ลมรัก จิรวัฒน์จรรยา ฉันทลักษณ์ ติยายน และ ศิวาพร ธรรมดี

213 ผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน
กฤษฎา หงษ์ทอง และ ศิวาพร ธรรมดี

217 ผลของเพกตินต่อสมบัติด้านเคมีกายภาพของแบตเตอร์และการลดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบน้ำมันท่วม
ฤทธิชัย ใจประเสริฐ สุวิมล ดีพร้อม และ อรสา สุริยาพันธ์

221 การศึกษาความคงตัวของรำข้าว กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของรำข้าวและสมุนไพร
ศศิวิมล จิตรากร แพรจันทร์ สังขะจันทร์ นิติพงศ์ จิตรีโภชน์ และ เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์

225 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเร่วโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ ฝนทิพย์ ธรรมตะศิลา และ วารินทร์ บุตรศรี

229 ผลของการเตรียมขั้นต้นและสภาวะการอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้นต่อคุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบแห้ง
วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และ พรนภา น้อยพันธ์

233 การผลิตแก้วมังกรเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกด้วยวิธีการแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ
อรพิมพ์ ภิรมย์หวาด จิดาภา เทพมงคล และวิชมณี ยืนยงพุทธกาล

237 การผลิตแยมสับปะรดผสมสมุนไพรโดยการใช้สับปะรดที่ผ่านการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสและสารละลายออสโมติกที่ใช้แล้ว
นันทิยา ชัยชาติสุตานนท์ ปรีดาวรรณ จันทร์กระจ่าง และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล

241 การตอบสนองต่อช่วงแสงและพันธุศาสตร์ของข้าวหอมสายพันธุ์กลายออกรวงเร็วจากการชักนำให้กลายพันธุ์ด้วยอนุภาคนิวตรอนเร็ว
กนกพร บุญศิริชัย กาญจนา กล้าแข็ง วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์ ศิริลักษณ์ ชูแก้ว และ วรารัตน์ คำหวาน

245 การประเมินศักยภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู
เบญญา มะโนชัย กรแก้ว สุภาภรณ์ และ พิจิตรา แก้วสอน

249 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวแก่นตะวันสดภายหลังการเก็บเกี่ยว
สมพิศ สายแก้ว รัชฎา ตั้งวงค์ไชย และ อัมพร แซ่เอียว

253 ผลของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดต่อคุณภาพของขนมเมล็ดขนุนกวน
ชนิดา ครูส่ง และ อรสา สุริยาพันธ์

257 การอบแห้งใบหม่อนโดยใช้ตัวกลางที่แตกต่างกันในปั๊มความร้อน
วิทธวัช ทิพย์แสนพรหม ละมุล วิเศษ และ ณัฐพล ภูมิสะอาด

261 ผลของฤดูการเก็บเกี่ยว และพันธุ์ ต่อปริมาณแป้งทนย่อย และ คุณสมบัติด้านเพสท์ของแป้งเผือก และสตาร์ช
สิริลักษณ์ ภักดีศรีพันธ์ และ จันทนี อุริยะพงศ์สรรค์

265 ผลของปัจจัยในกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของทุเรียนทอดกรอบ
ปสรร ถิรกวิน และ จุฬารัตน์ หงส์วลีรัตน์

269 การสำรวจจุลินทรีย์ท้องถิ่นจากพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดอ่างทอง
เนาวรัตน์ ประดับเพ็ชร์ สุวิทย์ เทียรทอง ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์

273 ผลของวัสดุปลูกร่วมกับการพรางแสงต่อการอนุบาลต้นกล้ากล้วยไม้เพชรหึง
นาตยา มนตรี ผัสโสภาคย์ รัตนบันดาล และ กนกพร บุญญะอติชาติ

277 การอบแห้งใบตะไคร้ภายใต้อุณหภูมิและตัวกลางแตกต่างกัน
ละมุล วิเศษ และ ณัฐพล ภูมิสะอาด

281 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านโภชนาการของถั่วเหลืองภายใต้การอบแห้งด้วยฟลูอิไดซ์เบดร่วมกับการแผ่รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้น
ศักดิ์ชัย ดรดี ศิริธร ศิริอมรพรรณ และ นเรศ มีโส

285 การศึกษาสมบัติและคุณลักษณะของพื้นผิวของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดที่เตรียมแบบ 1 ขั้นและ 2 ขั้น
ภควดี สุขอนันต์

289 การสกัดไลโคปีนจากกากมะเขือเทศโดยใช้เอนไซม์และสารทำละลายอินทรีย์ต่างชนิด
กัญญรัตน์ กัญญาคำ และ จันทนี อุริยะพงศ์

293 อิทธิพลของสภาวะการอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของถั่วเหลือง
ชลิดา เนียมนุ้ย มะลิ นาชัยสินธุ์ จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา

297 สมการอบแห้งเอมไพริคเคิลของใบหอมภายใต้การอบแห้งแบบปั๊มความร้อนโดยใช้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง
ธานินทร์ รัชโพธิ์ ละมุล วิเศษ และ ณัฐพล ภูมิสะอาด

301 สารยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้บำบัดโรคเบาหวาน
วิมลพรรณ รุ่งพรหม ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล สัญญา เขียวไสว และ มุกดา ทรงไตรย์

305 ผลของสารสกัดมะรุมและฟ้าทะลายโจรต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริก
สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์ และ ศานิต สวัสดิกาญจน์

309 ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงโชคอนันต์ต่อลักษณะทางเคมี กายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังขาไก่
กุลรภัส วชิรศิริ โศรดา วัลภา ดำรงชัย สิทธิสำอางค์ และ ฐิติชญา สุวรรณทัพ

313 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม
พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์ ยุวดี ชัยสุริยะพันธ์ และ การุณย์ ศุภพิพัฒน์

317 การคัดเลือก *Bacillus* spp. ที่ผลิตเอนไซม์โปรติเอสและไคติเนสจากดิน
จาตุรงค์ จงจีน และ สุพรรนี แก่นสาร อะโอกิ

321 อิทธิพลของลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่มีต่อคุณภาพของเผือกแผ่นอบแห้ง
จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์

325 โครงสร้างระดับจุลภาคและลักษณะเนื้อสัมผัสของเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ
สิรินทร เนินชัด สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และ จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์

329 การศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากต้นพันงูเขียว
ชัชฎาพร องอาจ และ ปวีณา ดารา

333 ความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และ พุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม
สิทธิ กุหลาบทอง และ สาวิกา กัลปพฤกษ์

337 โปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค กรณีศึกษา อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี
เศรษฐชัย ชัยสนิท และ รัชฎาวรรณ นิ่มนวล

341 ผลการใช้ปุ๋ยเคลือบสารยับยั้งไนตริฟิเคชันในการปลูกข้าวโพด
สมปอง ลิ่มพงศ์พันธุ์ วิทยา ชมพูพวง เจษฎา ชูบำรุง และ ดุสิต จิตตนูนท์

345 ผลของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศออกซิเจนต่ำต่อคุณภาพของผลพุทรา
พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์

349 ผลของการเสริมใบมะรุมต่อคุณภาพของขนมปัง
อรรถพร แสงฉาย กัญศิญา กาวีระ และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์

353 ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่แปลงเกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ
จิรภา ออสติน เสาวนี เขตสกุล สุดใจ ล้อเจริญ และ สมพงษ์ สุขเขตต์

357 ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ
จิรภา ออสติน เสาวนี เขตสกุล สุดใจ ล้อเจริญ และ สมพงษ์ สุขเขตต์

361 ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่แปลงเกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ
จิรภา ออสติน เสาวนี เขตสกุล สุดใจ ล้อเจริญ และ สมพงษ์ สุขเขตต์

365 ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ
จิรภา ออสติน เสาวนี เขตสกุล สุดใจ ล้อเจริญ และ สมพงษ์ สุขเขตต์

369 Effect of Potassium Sorbate on Microbial Decontamination and Shelf Life of Fresh Cut Cabbage
Rosidah, G., Jitareerat, P., Uthairatanakij, A., Sri-laong, V. and Samphanvejsopha, S.

373 การใช้โซเดียมคาร์บอเนตและไคโตแซนเพื่อควบคุมโรคแอนแทรกโนสของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน
ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และ ทรงศิลป์ พจนชนะชัย

377 ผลของการรมกรดอะซิติกต่อการควบคุมโรคและคุณภาพของลำไย
นิธิภัทร บุญปก ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ วาริช ศรีละออง และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย

381 การศึกษาคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ที่รับประทานได้
อรสุรินทร์ ฮวบบางยาง มัณฑนา บัวหนอง เฉลิมชัย วงษ์อารี ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร และ วาริช ศรีละออง

385 ความแปรปรวนของปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในประเทศไทย
อำภา คงสุวรรณ วาริช ศรีละออง และ สุทธิวัลย์ สีทา

389 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารและอาการส้มผิวมะกรูดในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง
เสาวรส สวาสนุช และ สุทธิวัลย์ สีทา

393 ผลของเจลาทิไนเซชันที่มีต่อสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้อง
เพชรรัตน์ ใจบุญ สมเกียรติ ปรัชญาวรากร สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์

397 ผลกระทบของตัวกลางการอบแห้งและอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก
นฤบดี ศรีสังข์ สมเกียรติ ปรัชญาวรากร สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และ วารุณี วารัญญานนท์

401 การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ อี.โคไลและซาลโมเนลลาในใบกะเพรา
จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์

405 ผลของการทำ priming ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวา
ชณิตรา โพธิคเวษฐ์ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และ ภาณุมาศ ฤทธิไชย

409 ความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกร
อรุษา เชาวนลิขิต ประเสริฐ เตชชีวพงศ์ และ ปริญญา ตั้งเจริญกิจ

413 การเก็บรักษาลูกเดือยภายใต้การเป่าอากาศ
ธีรานันท์ ขันงาม ละมุล วิเศษ และ บพิธ บุผโชติ

417 ผลของอายุการเก็บรักษาและชนิดของตัวทำละลายที่มีต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกมังคุด
นิภาดา ประสมทอง มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย มงคล วงศ์สวัสดิ์ ประภัสสร บุษหมั่น และ วรภัทร ลัคนทินวงศ์

421 การตอบสนองของผลองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless ต่อการฉีดพ่น GA_3
รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ สุรศักดิ์ นิลนนท์ และ วาสินี ศิริโภค

425 การพัฒนาสีย้อมผมจากพืชสมุนไพร
สุมนต์ทิพย์ คงตัน จันทร์ฟัก

429 ผลของอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อความชื้น และค่าสีขิงแห้ง
ยาตรา ยมสูงเนิน เยาวภา ไหวพริบ รังสิมา สูตรอนันต์ และ อนันต์ ทองทา

433 การทำให้บริสุทธิ์เอนไซม์แอกทินิเดนจากผลกีวี (*Actinidia chinensis*)โดยโควาเลนท์โครมาโตกราฟี : การศึกษาการจำลองแบบโมเลกุลและโมเลคิวลาร์ด๊อกกิ้ง
สุรพงษ์ พินิจกลาง รัชนี ไสยประจง ทศพร ดุษฎี กัลยา วอแพง พัชราภรณ์ พูลเพิ่ม และ กนก รัตนะกนกชัย

437 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gleosporioides* จากผลไม้ 4 ชนิด ด้วยสารสกัดหยาบข่า
เนตรนภิส เขียวขำ บัณฑิต โสภณ และ สมัคร แก้วสุกแสง

441 ผลของแคปป้าคาราจีแนนร่วมกับกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพโรตีแช่เยือกแข็ง
จันทร์เพ็ญ มะลิพันธ์ และ ปิยธิดา สุดเสนาะ

445 ระบบการให้คุณค่าเกษตรอินทรีย์ในมุมมองของเกษตรกรรายย่อยในภาคเหนือ
บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และ ยุภาพร ศิริบัติ

449 ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกระถินในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร
ศิริพร ภู่แพร ประภา ศรีพิจิตต์ สายัณห์ ทัดศรี และ ธานี ศรีวงศ์ชัย

453 ระยะการตัดดอกที่เหมาะสมและการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวของหน้าวัวตัดดอก
ณัชชา ชัยพันธ์วิริยาพร และ มัชฌิมา นราดิศร

457 ผลของน้ำตาลซูโครสร่วมกับเอทานอลและสารลดแรงตึงผิวต่ออายุการปักแจกันของดอกหน้าวัว
ณัชชา ชัยพันธ์วิริยาพร และ มัชฌิมา นราดิศร

461 ลักษณะการเจริญเติบโตของไผ่ 5 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี
จรัล เห็นพิทักษ์

465 การออกแบบและพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรด
อภินันท์ วัลภา ศุภกิตต์ สายสุนทร พฤกษา สวาทสุข และ โศรดา วัลภา

469 การผลิต การตลาดและการวิจัยวานิลลาในประเทศไทย
สิริพร สีแดง ธิติมา วงษ์ชีรี สุเมธ ท่านเจริญ วันเพ็ญ วรวงศ์พงศา และ ชนะ พรหมทอง

473 ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลมอคคารา ‘บุญหลง’ ในหลอดทดลอง
กุลนาถ อบสุวรรณ และ สุณิษา อยู่ดี

477 ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ *Dendrobium* Queen Pink
กุลนาถ อบสุวรรณ และ กรกช สว่างศรี

481 คุณสมบัติและปริมาณของสารเมลานินจากเชื้อรา *Colletrotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วง
ธิติมา วงษ์ชีรี ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ เฉลิมชัย วงษ์อารี และ เตชค์ฐสิณป์ เพียซ้าย

485 ความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ศานิต สวัสดิกาญจน์

489 ผลของการขาดน้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ศานิต สวัสดิกาญจน์

493 ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ สุนันทา อินทสุวรรณ์

497 ผลของการขาดน้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว
ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ วริสรา ปลื้มฤดี

501 ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง
ศานิต สวัสดิกาญจน์ วริสรา ปลื้มฤดี และ สุนันทา อินทสุวรรณ์

505 ลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของเมล็ดข้าวปลูกและข้าววัชพืช
ศานิต สวัสดิกาญจน์ สุวิทย์ เฑียรทอง เนาวรัตน์ ประดับเพ็ชร์ และ สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์

509 ผลของฟิล์มพลาสติกต่อคุณภาพการเก็บรักษาลำไย
เบญจมาส รัตนชินกร ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ และ ปรางค์ทอง กวานห้อง

513 การเก็บรักษาลำไยในสภาพบรรยากาศดัดแปลง
เบญจมาส รัตนชินกร ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ และ ปรางค์ทอง กวานห้อง

517 คุณภาพลำไยที่ส่งออกไปประเทศออสเตรเลียโดยทางเรือ
เบญจมาส รัตนชินกร ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ และ ปรางค์ทอง กวานห้อง

521 ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไผ่อายุ 1 ปี และการเจริญของหน่อไผ่ 6 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี
จรัล เห็นพิทักษ์

525 ผลของการฉีดพ่นไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของพริก 6 สายพันธุ์
อรรจนา ด้วงแพง อนันต์ เพชรเกลื่อน และ นิเทศ บุตรดี

529 การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของชมพู่ทับทิมจันท์จากตลาดปฐมมงคลจังหวัดนครปฐม
กวิศร์ วานิชกุล และ ปรียารัฐ ภูสุวรรณ

533 การเจริญของผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร
กวิศร์ วานิชกุล และ ประคองสิน กลั่นแก้ว

537 ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเติบโตทางกิ่งใบของมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร
กวิศร์ วานิชกุล ประภาพร ตั้งกิจโชติ และ ยศกร สายสร้อย

541 การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของผลน้อยหน่า
ปรัชญาพันธ์ นนทา กวิศร์ วานิชกุล และ เรืองศักดิ์ กมขุนทด

545 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียเพื่อชุมชนบริเวณอ่าวปัตตานี
อมมี เบญจมะ ระพีพร เรืองช่วย โชคชัย เหลืองธุวปราณีต นิรัติศัย เพชรสุภา และ พายัพ มาศนิยม

549 การปรับปรุงการงอกเมล็ดพันธุ์แฟงที่พักตัวด้วยวิธี Scarification
ณกัญญา พลเสน ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย

553 ความเกี่ยวข้องของ antioxidant enzymes และ lipid peroxidation กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ hydropriming
ภภัสสร วัฒนกุลภาคิน คิน เลย์ คู กนก รัตนะกนกชัย ภาณุมาศ ฤทธิชัย และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย

557 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟท์ของพืชในวงศ์ *Stemonaceae* ในการควบคุมแบคทีเรียทำให้เกิดโรคในพืช : สูตรอาหารที่เหมาะสม
ชัยวัฒน์ บุญมากาศ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ศันสนลักษณ์ รัชฎาวงศ์ และ ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล

561 การศึกษาการใช้น้ำร้อนและการฉายรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ # 4
ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ วาริช ศรีละออง อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

565 การยืดอายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยบรรจุภัณฑ์ชนิด Clamshell
ดุษฎี ทรัพย์บัว ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ วาริช ศรีละออง และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

569 การสำรวจการยอมรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ # 4ฉายรังสีของชาวอเมริกัน
วาริช ศรีละออง ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

573 ผลของสารสกัดจากมะเขือพวงในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhimurium*
ศรัญญา พรศักดา มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย กิตติ ศรีสะอาด มัณฑนา นครเรียบ ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล และทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย

577 ฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นของส่วนต่าง ๆ ของผลกาแฟอาราบิก้า และกากกาแฟ
ชุติมณฑน์ พลอยประดับ พุทธพร เจียมศุภกิตต์ และ นิรมล ปัญญ์บุศยกุล

581 ผลของการจุ่มน้ำร้อนและระยะสุกแก่ต่อคุณภาพมะเขือเทศอินทรีย์พันธุ์ทับทิมแดง
ปิระมิด จิตรมาตร ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์ และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

585 การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำธัญพืชกับน้ำนมวัว
ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส อุมาพร วรรณเขตร์ และ สุริยาพร สารกุล

589 การเปลี่ยนแปลงสารอาหาร และสารพฤษเคมีในถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมัก
อิงฟ้า คำแพง อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

593 อิทธิพลของ K-คาร์ราจีแนน ต่อคุณสมบัติทางเชิงกลและการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มแป้ง
ภูริสา ทัศวิล อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

597 คุณสมบัติของฟิล์มประกอบ Biopolymer จากแป้งและเพคติน
ภูริสา ทัศวิล อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

601 อิทธิพลของภาวะการทำแห้งที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพ-เคมี ของผงปรุงรสไก่
ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

605 การพัฒนาฟิล์มบริโภคได้ที่มีคุณสมบัติป้องกันไอน้ำเพื่อเป็นสารเคลือบผลิตภัณฑ์บิสกิต
กษิดิศ อิ่มประไพ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

609 การศึกษาคุณสมบัติทางกลและกายภาพของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง
กษิดิศ อิ่มประไพ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

613 สารประกอบฟีนอลิคจากสารสกัดเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา
ธีระพงษ์ ขันทเจริญ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

617 ประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์คาร์ดินัล
ธีระพงษ์ ขันทเจริญ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

621 สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากชะคราม (*Suaeda maritima*)
วริศรา ชื่นอารมย์ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

625 การใช้น้ำมันหอมระเหยเพื่อยับยั้งเชื้อราที่เจริญบนวัสดุที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสูง
วริศรา ชื่นอารมย์ อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป

629 เทคนิคการเอนแคปซูเลชั่นกลิ่นรสไก่จากโปรตีนไฮโดรไลเซต
ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

633 องค์ประกอบทางเคมีและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหย 5 ชนิด
ดวงฤดี หวั้นหนู อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป

637 ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชะคราม (*Suaeda maritima*)
ดวงฤดี หวั้นหนู อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป

641 การวิเคราะห์องค์ประกอบของ *Michelia alba* DC. ด้วยเทคนิค Solid-Phase Micro Extraction Head Space Gas Chromatography Mass Spectrometry
อาภาพรรณ ชัฏไพศาล ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

645 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสาร catechins ของชาอัสสัมที่ได้รับสารโซเดียมซีลีเนตและอะลูมิเนียมซัลเฟต
นภาภรณ์ แซ่ลี้ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

649 อิทธิพลของปุ๋ยยูเรียต่อเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในต้นอ่อนข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
อรทัย ขำค้า อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

653 การเพอร์แวบเพอเรชันสารหอมระเหยของสารสกัดใบเตย
นริศา เหละดุหวิ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ โศรดา วัลภา

657 การวิเคราะห์รงควัตถุของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นของไทย 3 ชนิด
ปานทิพย์ บุญส่ง ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

661 ผลของพีเอชและเวลาการสกัดต่อไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp.
อัครเดช นครเสด็จ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ โศรดา วัลภา

665 สมบัติทางกายภาพของไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp.
อัครเดช นครเสด็จ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ โศรดา วัลภา

669 การพัฒนาถาดโฟมจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด
ณัติฐพล ไข่แสงศรี อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง

673 ผลของสาร TINT-1, การฉายรังสี และกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมังคุด
นภาภรณ์ แซ่ลี้ อัครเดช นครเสด็จ อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์ และ บุญญา สุดาทิศ

677 การเปรียบเทียบพอลิแซคคาไรด์ของ *Enteromorpha intestinalis* โดยการสกัดด้วยด่างและน้ำร้อน
นภัสสร เพียสุระ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ โศรดา วัลภา

681 คุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของไบโอพอลิแซคคาไรด์จาก *Enteromorpha intestinalis*
นภัสสร เพียสุระ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ โศรดา วัลภา

685 คุณลักษณะของโปรตีนไฮโดรไลเซทกากงาที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์โปรติเอส
รัชฎาภรณ์ คะประสบ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

689 ผลของความเข้มข้นและเวลาในการย่อยสลายด้วยกรดต่อคุณสมบัติทางกายภาพ – เคมี และสารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา
รัชฎาภรณ์ คะประสบ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

693 คุณลักษณะทางกายภาพเคมีและสารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่าย ที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์โปรติเอส
อรพรรณ เสลามาศสกุล ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ ปนิดา บรรจงสินศิริ

697 การผลิตซอสปรุงรสจากโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่ายจากการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด
อรพรรณ เสลามาศสกุล ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ ปนิดา บรรจงสินศิริ

701 การประเมินประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของธัญพืชหมักด้วยเชื้อแลคติค
วรัมพร วงศ์สุดิน ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

705 การเปลี่ยนแปลงสารอาหารของธัญพืชหมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum*
วรัมพร วงศ์สุดิน ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

709 ผลของน้ำตาลซูโครสต่ออายุการใช้งานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลมอคคารา
นิรชรา ปรัชญารัตนเมธี ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

713 ผลของรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดและการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวปลี
กฤษณา บุญศิริ อุดม กลิ่นหอมอุทิศ เกวลี กิตติมานนท์ และ วสันต์ ฤทธิ์ศิริ

717 การยืดอายุการเก็บรักษาของดอกรัก
กาญจนา เหลืองสุวาลัย ศิริชัย อริยานนท์ภิญโญ และ นิพนธ์ ทรัพย์ทิพย์

721 ดัชนีชื่อผู้แต่ง

726 ดัชนีคำสำคัญ

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน
(ฉบับปกติ)

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (Agriculture Science Journal) ของสมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้เปลี่ยนชื่อจากข่าวสารวิทยาศาสตร์การเกษตร (Asst Newsletter) ตั้งแต่ฉบับที่ 1 ปีที่ 30 (มกราคม 2540) มีวัตถุประสงค์เพื่อพิมพ์เผยแพร่เรื่องที่น่าสนใจในวงการวิทยาศาสตร์การเกษตร ซึ่งสมาชิกได้จัดส่งมาลงพิมพ์

เรื่องที่ผู้เขียนจะส่งมาลงพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรครอบคลุม :

1. **งานวิจัย** (Technical Paper) เป็นเอกสารวิทยาการเพื่อเสนอผลงานวิจัยในด้านวิทยาศาสตร์การเกษตร

2. **บทความ** (Articles) เป็นเอกสารวิทยาศาสตร์ที่รวบรวมข้อมูล ความคิดเห็นและประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์การเกษตร

3. **จดหมาย** (Letters) เป็นจดหมายถึงกองบรรณาธิการเพื่อเสนอความคิดเห็นสนับสนุน หรือโต้แย้งความคิดเห็นของนักวิจัยอื่นๆ ตลอดจนความรู้และประสบการณ์ที่น่าสนใจ

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ต้นฉบับ** ควรพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิรด์ (Microsoft Word) แล้วส่งต้นฉบับ จำนวน 4 ชุด พร้อมด้วยดิสก์เก็ต ถ้าพิมพ์ดีดธรรมดา ให้เว้นบรรทัดห่าง และพิมพ์หน้าเดียวความยาว 25 บรรทัดต่อหน้า มีความยาวทั้งหมดไม่ควรเกิน 10 หน้า

2. **ชื่อเรื่อง** ควรจะกะทัดรัด ไม่ยาวเกินไป แต่อธิบายสาระของเรื่องได้ดีพอสมควร และควรกำหนดชื่อเรื่องอย่างย่อเพื่อใช้เป็นหัวเรื่อง (Running heads) ด้วย ควรมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3. **ชื่อผู้เขียน** เป็นชื่อเต็ม ใช้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งสถานที่ทำงาน ระบุจังหวัดและรหัสไปรษณีย์ด้วย

4. **บทคัดย่อ** (Abstract) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งจะปรากฏนำหน้าตัวเรื่อง เป็นการสรุปสาระสำคัญของเรื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัตถุประสงค์ วิธีการและผล ไม่ควรเกิน 200 คำ หรือ 3% ของตัวเรื่อง และให้ระบุคำสำคัญ (Keywords) เป็นภาษาอังกฤษท้าย abstract จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ด้วย

5. **เนื้อหา** (Text) สำหรับเรื่องประเภทงานวิจัย ควรประกอบด้วยหัวข้อ ดังต่อไปนี้

ก. คำนำ (introduction) เพื่อกล่าวถึงปัญหาและวัตถุประสงค์ และอาจรวมถึงการตรวจเอกสาร (Literature review)

ข. อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ควรประกอบด้วย

- คำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยไม่ต้องระบุหมายเลขแยกเป็นข้อ
- คำอธิบายถึงวิธีการที่ใช้ทดลอง แต่ไม่จำเป็นต้องอธิบายวิธีการที่ถือว่าเป็นแบบฉบับ ซึ่งเป็นที่เข้าใจอันดีโดยทั่วไปอยู่แล้ว การเขียนอุปกรณ์และวิธีการให้เขียนเป็นส่วนเดียวกันไม่ต้องแยกหัวข้อ

ค. ผล (Results) เป็นการเสนอผลของการวิจัยแต่ไม่ควรอธิบายยืดยาว ถ้าเป็นไปได้ ควรควบคู่ไปกับการใช้ตารางกราฟ หรือภาพประกอบ ซึ่งกำกับด้วยคำอธิบายที่กะทัดรัด และเป็นอิสระกับเนื้อเรื่อง

ง. บทวิจารณ์ (Discussion) เป็นการวิจารณ์ผลการวิจัย (1) เพื่อให้คล้อยตามถึงความสัมพันธ์หรือหลักการที่มาจากผล (2) สนับสนุนหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีผู้เสนอมาก่อน (3) เปรียบเทียบกับผลการวิจัยและการตีความหมายของผู้อื่น (4) สรุปสาระสำคัญและประจักษ์พยานของผลการวิจัย ผู้เขียนควรพยายามเน้นถึงปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญของเรื่องที่กำลังพูดถึง ตลอดจนข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต และลู่ทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์

จ. คำขอบคุณ (Ackowledgements) อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือให้งานวิจัย และการเตรียมเอกสารลุล่วงไปด้วยดี แต่มิได้เป็นผู้ร่วมงานด้วย

ฉ. เอกสารอ้างอิง (Literature cited) การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องใช้ระบบชื่อและปี (name-and-year system) เช่น จินดา (2536) รายงานว่า... หรือ (จินดา, 2536) ในกรณีเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาใดๆ ที่เขียนด้วยภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อสกุลเป็นภาษาอังกฤษทุกคน เช่น Murashige and Skoog (1962) หรือ (Murashige and Skoog,1962)

ในตอนรายการเอกสารอ้างอิง ซึ่งปรากฏอยู่ท้ายเรื่องให้เรียงอักษรตามชื่อตัว ชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก ถ้าเป็นคนไทย แต่ถ้าเป็นชาวต่างประเทศให้ใช้ชื่อสกุลขึ้นต้นและชื่อตัวโดยไม่ต้องใส่เลขที่ แสดงเฉพาะเอกสารที่นำมาอ้างอิงในเนื้อเรื่องเท่านั้น ไม่ควรอ้างเอกสารใดๆ ที่ยังมิได้มีการจัดพิมพ์

สำหรับวารสาร (Periodicals) **ควรเรียงลำดับ ดังนี้**

ผู้แต่ง (ชื่อตัว ชื่อสกุล) ปี (พ.ศ.) ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ใช้ชื่อย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

ตัวอย่าง :

ศิวาพร ศิวเวช และสลักจิต สืบพงษ์ศิริ. 2536. ข้าวเกรียบข้าวฟ่าง. ว.วิทย.กษ.26 : 80-87.

Tekrony, D. M., D. B. Egli and A. D. Phillips. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seeds. Agron. J.72 : 749-753.

สำหรับตำรา (Text books) **ควรเรียงลำดับดังนี้**

ผู้แต่ง (ชื่อตัว ชื่อสกุล) ปี (พ.ศ.) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์ หน้า

ตัวอย่าง :

ทักษิณา สวนานนท์. 2536. การใช้โปรแกรม Page Maker 4.0. พิมพ์ครั้งที่ 2. บ.ไฮเทค พริ้นติ้ง จก. กรุงเทพมหานคร. 346 น.

Villadsen, J. and M. L. Michelsen. 1978. Solution of Differential Equation Models by Polynomial Approximation. Prentice-Hall. New Jersey. 445p.

สำหรับเอกสารประกอบรายงาน (Reports and Proceedings)

ผู้แต่ง (ชื่อตัว ชื่อสกุล) ปี (พ.ศ.) ชื่อเรื่อง ชื่อรายงาน หรือการประชุม สถานที่ หน้า

ตัวอย่าง :

ธวัช ลวะเปารยะ. 2513. การผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน. รายงานความก้าวหน้า, โครงการวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 42น.

Noda, K., L. Chaiwiratnukul, S. Kanjanajirawong and M. Teerawatsakul. 1985. Some biological characteristics of *Pennisetum* spp. in Thailand. Proc. the 10th Conf. of Asian-Pacific Weed Science Society, Bangkok, Thailand. p. 75-80.

Tongpan, S., T. Panayotou, S. Jetanavanich, K. Faichampa and C. Mehl. 1990. Deforestation and poverty : Can commercial and social forestry break the vicious circle? Research report No. 2. The 1990 TDRI Year-End Conference. Chon Buri, Thailand. 176p.

Thainugul, W. and S, Photiwattautum. 1988. Soil conservation under rubber in Thailand pp. 859-868. *In* S. Rimwanich (ed.). Proc. the 5th International Soil Conservation Conf. Vol 2. January 1988. Bangkok, Thailand.

6. **ภาพประกอบ** (Illustration)

ก. ภาพถ่าย ควรเป็นภาพขาว-ดำ สำหรับภาพสีถ้าจำเป็นจึงใช้ ขนาดภาพอย่างต่ำควรเป็น 9.0 x 13.5 ซม. หรือเท่าตัวจริงที่ปรากฏในหนังสือผิวเรียบ เขียนคำอธิบายแยกไว้ต่างหาก อย่าเขียนลงในภาพ อย่าหนีบด้วยคลิปหรือกลัดด้วยเข็มหมุด

ข. ภาพเขียน เขียนด้วยหมึกสีดำ จัดบนกระดาษอาร์ตหนาพอควร ควรเขียนตัวหนังสือด้วย Lettering guide หรือ Letter press

7. **การเขียนคำไทยเป็นภาษาอังกฤษอักษรโรมัน** ให้ใช้ระบบของราชบัณฑิตยสถาน

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน
(ฉบับพิเศษ)

รายละเอียดและรูปแบบข้อกำหนดต่างๆ สำหรับเตรียมต้นฉบับต้องเป็นดังนี้

ต้นฉบับเรื่องเต็ม จำนวนไม่เกิน 4 หน้ากระดาษ ส่ง hard copy จำนวน 4 ชุด พร้อมดิสก์เก็ตหรือซีดี 1 แผ่น โดยพิมพ์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด (Microsoft Word for Windows) เวอร์ชัน 97 หรือ 2000 หรือ xp โดยใช้รูปแบบฟอนต์เป็น Cordia New ทั้งฉบับ (ขนาดของตัวอักษรให้ดูในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ)

ขนาดกระดาษต้นฉบับ ใช้กระดาษขนาด A4 สีขาว พิมพ์แบบ Portrait โดยตั้งค่าหน้ากระดาษ (page setup) ส่วนระยะขอบ (Margins) ดังนี้ ด้านบน (Top) 1 นิ้ว ด้านล่าง (Bottom) 0.75 นิ้ว ด้านซ้าย (Left) 1 นิ้ว ด้านขวา (Right) 0.75 นิ้ว ขอบเย็บกระดาษ (Gutter) ไม่ต้องใส่ค่า Gutter หรือ 0 นิ้ว หัวกระดาษ (Header) 0.5 นิ้ว ท้ายกระดาษ (Footer) 0.5 นิ้ว

โดยมีลำดับดังนี้

ชื่อเรื่อง : อยู่ชิดขอบบนของหน้า มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (แยกกันคนละบรรทัด) ชื่อเรื่องแต่ละภาษามีความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด แต่ให้อธิบายสาระของเรื่องได้ดี กำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 15 points พิมพ์ตัวหนา (bold) และจัดให้อยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ

ชื่อผู้เขียนและคณะ : เว้น 1 บรรทัดจากชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อเต็ม มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (แยกคนละบรรทัด) ให้ครบทุกคน และต้องใส่เชิงอรรถ (Footnote) (รายละเอียดเชิงอรรถให้ดูย่อหน้าถัดไป) เป็นแบบลำดับตัวเลข (ยกกำลัง) กำกับไว้ท้ายนามสกุลให้ครบทุกคน ชื่อผู้เขียนกำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 12 points พิมพ์ตัวหนา (bold) จัดชิดขอบขวาของหน้ากระดาษ

การแทรกเชิงอรรถ (Footnote) ให้ใช้แบบลำดับตัวเลขอัตโนมัติ (1, 2, 3, …) โดยใช้ฟอนต์แบบ Cordia New ขนาด 10 points และจัดข้อความชิดขอบซ้ายของหน้ากระดาษ

บทคัดย่อ (Abstract) : มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยขึ้นด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษก่อนแล้วจึงตามด้วยบทคัดย่อภาษาไทย โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำว่า “Abstract” และ “บทคัดย่อ” ให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points และพิมพ์ตัวหนา (Bold) จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

ส่วนเนื้อหาของตัวบทคัดย่อ ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points บรรทัดแรกของย่อหน้าให้เยื้องมาทางขวา 0.5 นิ้ว และจัดข้อความในแต่ละย่อหน้าแบบข้อความชิดขอบ (Justified) บทคัดย่อเป็นการสรุปสาระสำคัญของเรื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัตถุประสงค์ วิธีการและผล ไม่ควรเกิน 300 คำ

เนื้อหา (Text) : ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ผล วิจารณ์ผล สรุป และเอกสารอ้างอิง ทุกส่วนให้ทำตามข้อกำหนดดังนี้คือ

เมื่อขึ้นส่วนเนื้อหน้าใหม่ ให้เว้น 1 บรรทัดเสมอ (ย่อหน้าต่างๆ ในส่วนเดียวกันไม่ต้องเว้นบรรทัด) โดย คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ผล วิจารณ์ผล สรุป และเอกสารอ้างอิง กำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points พิมพ์ตัวหนา (Bold) จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

ส่วนของเนื้อหาข้อความในแต่ละย่อหน้า กำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points บรรทัดแรกของแต่ละย่อหน้าให้เยื้องเข้ามาทางขวา 0.5 นิ้ว และจัดข้อความแต่ละย่อหน้าแบบข้อความชิดขอบ (Justified)

เนื้อหาส่วนต่างๆ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. **คำนำ** (Introduction) : เพื่อกล่าวถึงปัญหา ที่มา วัตถุประสงค์การวิจัย และรวมถึงการตรวจเอกสาร (Literature review) ด้วย

2. **อุปกรณ์และวิธีการ** (Materials and Methods) : ควรประกอบด้วย คำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยไม่ต้องระบุหมายเลขแยกเป็นข้อ คำอธิบายถึงวิธีการที่ใช้ทดลอง การเขียนอุปกรณ์และวิธีการ ให้เขียนเป็นส่วนเดียวกันไม่ต้องแยกหัวข้อ

3. **ผล** (Results) : เป็นการเสนอผลของการวิจัย แต่ไม่ควรอธิบายยืดยาว ถ้าเป็นไปได้ ควรควบคู่ไปกับการใช้ตาราง กราฟ หรือภาพ ประกอบการอธิบาย คำอธิบายควรกะทัดรัด และเป็นอิสระกับเนื้อเรื่อง คำอธิบายและตัวอักษรต่างๆ ใน ตาราง กราฟ และภาพ ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น โดยใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points (หรือเล็กกว่า แต่ยังต้องสามารถอ่านได้อย่างชัดเจน)

4. **วิจารณ์ผล** (Discussion) : เป็นการวิจารณ์ผลการทดลองหรือการวิจัย โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

(1) เพื่อให้คล้อยตามถึงความสัมพันธ์หรือหลักการที่มาจากผล

(2) สนับสนุนหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีผู้เสนอมาก่อน

(3) เปรียบเทียบกับผลการวิจัยและการตีความหมายของผู้อื่น

(4) ชี้ให้เห็นประเด็นที่เด่นหรือสำคัญของผลการวิจัย

ควรพยายามเน้นถึงปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญของเรื่องที่กำลังพูดถึง ตลอดจนข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคตและลู่ทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์

5. **สรุป** (Summary) : เป็นการย่อสาระสำคัญและประจักษ์พยานของผลการวิจัย

6. **คำขอบคุณ** (Acknowledgements) : อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือให้งานวิจัยและการเตรียมเอกสารลุล่วงไปด้วยดี แต่มิได้เป็นผู้ร่วมทำงานวิจัยด้วย

7. **เอกสารอ้างอิง** (Literature cited) : ดูรายละเอียดในคำแนะนำสำหรับผู้เขียนฉบับปกติ

8. **ภาพประกอบ** (Illustration) : ดูรายละเอียดในคำแนะนำสำหรับผู้เขียนฉบับปกติและ

การแทรกภาพควรมีการจัดรูปแบบภาพ (Format picture) ดังนี้ รูปแบบ (Layout), ลักษณะการตัดคำ (Wrapping style), แบบข้างหลังข้อความ (Behind text)

9. **การเขียนคำไทยเป็นภาษาอังกฤษหรืออักษรโรมัน** : ให้ใช้ระบบของราชบัณฑิตยสถาน

สมรรถภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของฟักข้าวแหล่งพันธุ์ไทยและเวียดนามในการเก็บเกี่ยวปีแรก

Growth Performance and Productivity of Gac (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng.) Thai and Vietnam Provenance in the First Year

ยุทธนา บรรจง[1] มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์[1] เกษม หฤทัยธนาสันติ์[1] และ วิชัย หฤทัยธนาสันติ์[2]

Banchong, Y.[1], Haruthaithanasan, M.[1], Haruthaithanasan, K.[1] and Haruthaithanasan, V.[2]

Abstract

Gac (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. is a perennial climber in *Cucurbitaceae* family. It is indigenous in the South and Southeast Asia. The seed membrane of ripe Gac fruit is bright red contains high content of lycopene and beta-carotene. The objective of this study is to find out the planting system, growth and yield performances of the two provenances of Gac, the Native Thai Provenance (NTP) and the Commercial Vietnam Provenance (CVP). The experimental site is located in Amphoe Kabinburi, Prachinburi province. Data was collected during October 2008 to October 2009. The result reveals that the NTP provided the higher growth rate than the CVP. The average length of climbing stems (L) and diameter at ground level (D_0) of the 1 year old NTP were 8.33 m and 5.24 cm, respectively. While, the average L and D_0 of the 1 year old CVP were 6.12 m and 3.19 cm, respectively. The yield performance showed that the NTP yielded all year, its productivity (ripe fruit) was 134.97 kg. Whereas, the CVP fruited only in April to July, its productivity was 17.55 kg. The difference comparison by t-test presented the significant higher rate of growth and yield in the NTP than those in the CVP ($p \leq 0.05$).

Keywords: Gac, *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng., growth, productivity

บทคัดย่อ

ฟักข้าว *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. เป็นไม้เถาอายุหลายปีอยู่ในวงศ์แตง พบการกระจายพันธุ์เฉพาะในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลสุกมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีแดงเข้ม ซึ่งอุดมไปด้วยสารไลโคพีนและบีตาแคโรทีน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการปลูก การเจริญเติบโต และผลผลิตของฟักข้าวแหล่งพันธุ์พื้นเมืองของไทยและแหล่งพันธุ์ที่มีการปลูกเพื่อการค้าในเวียดนาม โดยทดลองปลูกในพื้นที่อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนตุลาคม 2552 พบว่า ฟักข้าวแหล่งพันธุ์ไทยมีการเจริญเติบโตดีกว่าแหล่งพันธุ์เวียดนาม โดยมีความยาวของเถาและเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยเมื่ออายุ 1 ปี เท่ากับ 8.33 เมตร และ 5.24 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ฟักข้าวแหล่งพันธุ์เวียดนามมีความยาวของเถาและเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ย 6.12 เมตร และ 3.19 เซนติเมตร ตามลำดับ ในด้านการให้ผลผลิตพบว่า ฟักข้าวแหล่งพันธุ์ไทยให้ผลผลิตตลอดปี ผลผลิตรวม 134.97 กิโลกรัม ในขณะที่แหล่งพันธุ์เวียดนามให้ผลผลิตในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ผลผลิตรวม 17.55 กิโลกรัม โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test พบว่าฟักข้าวแหล่งพันธุ์ไทยมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าแหล่งพันธุ์เวียดนามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ฟักข้าว *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. การเจริญเติบโต ผลผลิต

[1]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ม.เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI), Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ม.เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Product development, Faculty of Agro-industry, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ฟักข้าว *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. เป็นพืชในวงศ์แตง มีลักษณะเป็นไม้เถาอายุหลายปี ใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ แผ่นใบเว้า 3-5 แฉก มีมือพันเกาะออกตามง่ามใบ ดอกมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ต่างต้น กลีบดอกสีขาวนวล ผลรูปร่างกลมรี มีหนามอ่อน ๆ รอบผล ผลอ่อนสีเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลือง สีส้มหรือแดงเมื่อสุก มีเมล็ดแบนรูปไข่เป็นจำนวนมาก ต้นที่อายุมากจะให้ผลผลิตตลอดปี (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย บังคลาเทศ จีน พม่า ไทย ลาว เวียดนาม และมาเลเซีย (Vuong, 2002) ในประเทศไทยมีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางอาหารและสมุนไพร โดยนำยอดอ่อนและผลอ่อน ลวกหรือต้มให้สุกรับประทานกับน้ำพริก หรือนำมาแกงเลียง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) ในทางสมุนไพรใช้รากและใบแก้ไข้ แก้พิษฝีและแมลงสัตว์กัดต่อย เมล็ดใช้แก้ไอและบำรุงปอด (วงศ์สถิตย์ และคณะ, 2543) ในประเทศเวียดนามนำเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงสดของฟักข้าวมาเป็นสารให้สีในการทำข้าวพื้นเมืองที่เรียกว่า “Xoi gac” ซึ่งนิยมทำในงานมงคลและเทศกาลต่างๆ เช่น งานปีใหม่และงานแต่งงาน (Vuong, 2002) แคโรทีนอยด์เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่พบในพืชที่มีสีเหลือง ส้ม และส้มแดง ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์แคโรทีนอยด์จากคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง และช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ (Rietjens และคณะ, 2002) เนื่องจากมีรายงานเกี่ยวกับสารกลุ่มแคโรทีนอยด์โดยเฉพาะไลโคพีนที่มีมากกว่าพืชชนิดอื่นของฟักข้าว โดยมีรายงานว่ามีไลโคพีนสูงกว่ามะเขือเทศประมาณ 70 เท่า และมีเบตาแคโรทีนสูงกว่าแครอทประมาณ 10 เท่า (Pure fruit technologies, 2008) โดย Vuong และคณะ (2006) พบว่า ความเข้มข้นของสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด คือ 497 ($\pm$154) ไมโครกรัมต่อกรัม แยกเป็นไลโคพีน 408.4 ($\pm$178.6) ไมโครกรัมต่อกรัม และบีตาแคโรทีน 83.3 ($\pm$40.4) ไมโครกรัมต่อกรัม ทำให้ฟักข้าวเป็นพืชที่น่าสนใจ ที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ อีกทั้งยังมีถิ่นกำเนิดและสามารถเจริญเติบโตได้ในประเทศไทย จึงควรทำการวิจัยการปลูกในเชิงเกษตรกรรม คัดเลือกแหล่งพันธุ์ที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาให้มีการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดฟักข้าวแหล่งพันธุ์พื้นเมืองของไทย Native Thai Provenance (NTP) และแหล่งพันธุ์ที่มีการปลูกเพื่อการค้าจากเวียดนาม Commercial Vietnam Provenance (CVP) ที่เพาะเตรียมไว้ อายุ 45 วัน ย้ายปลูกในโครงร้านปลูกที่จัดทำไว้ ซึ่งใช้เสาปูนและท่อเหล็กเป็นโครงสร้างเสริมด้วยไม้ไผ่และเชือกไนล่อน มีขนาด 64 ตารางเมตร สูงจากพื้นดิน 3 เมตร ระยะห่างระหว่างเสาปูน 4 เมตร ขุดหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์และดินผสมซากพืช ปลูกต้นฟักข้าวให้เลื้อยขึ้นแต่ละเสา คลุมตาข่ายพรางแสงให้ต้นกล้าในระยะแรกและจัดทำระบบน้ำหยดในแปลงทดลอง ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เมื่อฟักข้าวมีอายุได้ 3 เดือน และ 9 เดือน กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง ทำการปลูกในช่วงเดือนตุลาคม 2551 ที่แปลงทดลอง อ. กบินทร์บุรี จ. ปราจีนบุรี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,662 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 27.36 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 36.43 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 20.39 องศาเซลเซียส เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตโดยวัดความยาวของเถาและเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นทุก 1 เดือน เก็บข้อมูลการติดดอก การพัฒนาของดอก สัดส่วนต้นเพศผู้ต่อเพศเมีย การติดผล การพัฒนาของผล และปริมาณผลผลิต นำข้อมูลที่ได้มาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยใช้ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ฟักข้าว NTP มีการเจริญเติบโตดีกว่า CVP โดยมีความยาวของเถาที่อายุ 1 ปี เท่ากับ 8.33 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น 5.24 เซนติเมตร ในขณะที่ CVP มีความยาวของเถา 6.12 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น 3.19 เซนติเมตร ฟักข้าว NTP ออกดอกครั้งแรกหลังจากปลูกได้ 118.25 วัน CVP ออกดอกครั้งแรกเร็วกว่าโดยออกดอกหลังจากปลูกได้ 91.7 วัน สัดส่วนต้นเพศผู้ต่อเพศเมียของฟักข้าว NTP และ CVP เท่ากับ 43:57 และ 45:55 ตามลำดับ อัตราการติดผลเท่ากับร้อยละ 90.26 และ 96.45 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ การพัฒนาการของผลตั้งแต่ติดผลจนผลสุกพบว่า NTP มีพัฒนาการของผลเร็วกว่า คือ 44.5 วัน ส่วน CVP ใช้เวลา 66.5 วัน ในด้านการให้ผลผลิตพบว่า NTP ให้ผลผลิตตลอดปี ผลผลิตรวม 134.97 กิโลกรัม ในขณะที่ CVP ให้ผลผลิตในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ผลผลิตรวม 17.55 กิโลกรัม (Table 1)

ผลผลิตหรือผลสุกของฟักข้าวทั้ง 2 แหล่งพันธุ์ มีความแตกต่างกันในด้านขนาดของผลและสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดในผล โดย CVP มีผลขนาดใหญ่กว่า คือ มีความยาวผล 13.8 เซนติเมตร น้ำหนัก 710.8 กรัม มีส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด 124.68 กรัม คิดเป็นร้อยละ

17.54 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ผลสุก NTP มีความยาวผลเฉลี่ย 12.6 เซนติเมตร น้ำหนัก 437.9 กรัม มีส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด 110.28 กรัม คิดเป็นร้อยละ 20.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่าผลสุกฟักข้าว CVP (Table 2)

สาเหตุของการเจริญเติบโตและผลผลิตของฟักข้าว NTP สูงกว่า CVP ในการเก็บเกี่ยวปีแรกในการทดลองนี้ อาจเนื่องมาจากพื้นที่ปลูก อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี มีลักษณะภูมิอากาศร้อน ความชื้นในอากาศต่ำ อุณหภูมิเฉลี่ย 27.36 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจทำให้ฟักข้าว CVP ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศดังกล่าว ดังนั้นการเลือกพื้นที่ปลูกสำหรับฟักข้าวจึงมีความสำคัญ สำหรับการให้ผลผลิตของฟักข้าว NTP ที่ให้ผลผลิตได้ตลอดปี เก็บผลผลิตได้หลายรอบ ทำให้มีความเหมาะสมที่จะนำมาปลูกมากกว่า CVP หากต้องการปลูกในเชิงพาณิชย์ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสมบูรณ์ของต้นและการบำรุงต้นที่ดีด้วย อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงผลเบื้องต้นจากการปลูกเป็นเวลา 1 ปี ซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะสรุปได้อย่างชัดเจน จึงควรเก็บข้อมูลต่อเนื่องและนำผลมาพิจารณาเพิ่มเติมต่อไป

สรุปผล

ฟักข้าว NTP มีการเจริญเติบโตดีกว่า CVP โดยมีความยาวของเถาและเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยเมื่ออายุ 1 ปี เท่ากับ 8.33 เมตร และ 5.24 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ฟักข้าว CVP มีความยาวของเถาและเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ย 6.12 เมตร และ 3.19 เซนติเมตร ตามลำดับ การให้ผลผลิตพบว่า ฟักข้าว NTP ให้ผลผลิตตลอดปี ผลผลิตรวม 134.97กิโลกรัม ในขณะที่ CVP ให้ผลผลิตในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ผลผลิตรวม 17.55 กิโลกรัม โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test พบว่า ฟักข้าว NTP มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่า CVP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ บ.สหชลผลพืช จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ บ.สหโคเจน กรีน จำกัด ที่อนุเคราะห์พื้นที่สำหรับจัดทำแปลงทดลองและช่วยเหลือในด้านต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล พร้อมจิต ศรลัมพ์ และสมภพ ประธานธุนารักษ์, 2543, สยามไภษัชพฤก, พิมพ์ครั้งที่ 3, อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่งจำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว), 2548, พืชกินได้ในป่าสะแกราช, [สืบค้น], http://www.tistr.or.th/sakaerat/Plant%20in%20Sakaerat/plant.htm,26 กุมภาพันธ์ 2551.

Pure Fruit technologies, 2008, Gacchi, Pure Fruit technologies, Available: http:/www. PurefruitTechnologies.com/ Gacchi, March 26, 2008.

Rietjens, I.M.C.M., Boersma, M.G., Haan, L., Spenkelink, B., Awad, H.M., Cnubben, N.H.P., Zanden, J.J., Woude van der, H., Alink, G.M. and Koeman, J.H., 2002, The Pro-oxidant Chemistry of the Natural Antioxidants Vitamin C, Vitamin E, Carotenoids and Flavonoids, Environmental Toxicology and Pharmacology, 11: 321–333.

Vuong, L.T., 2002, A Fruit from Heaven, Vietnam journal, Available: http:/www.vietnamjournal.org/article [February 26, 2008.]

Vuong, L.T., Franke, A.A., Custer, L.J. and Murphy, S.P., 2006, *Momordica cochinchinensis* Spreng. (gac) Fruit Carotenoids Reevaluated, Journal of Food Composition and Analysis, 19: 664–668.

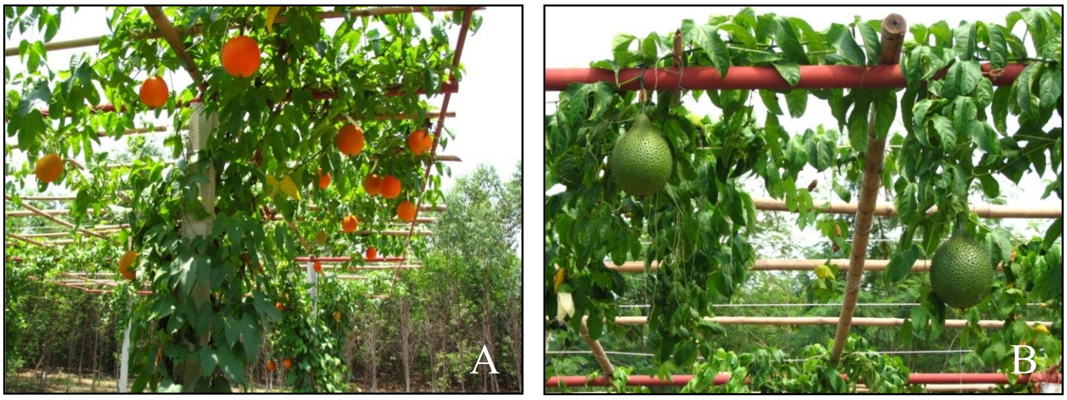


Figure 1 The differences of Gac fruit; the Native Thai Provenance (A) and the Commercial Vietnam Provenance (B).

Table 1 Growth, flowering and fruiting Characteristics of Gac, the Native Thai Provenance (NTP) and the Commercial Vietnam Provenance (CVP).

Provenance	NTP	CVP
length of climbing stem (L,m)*	8.33	6.12
diameter at ground level (D_0,cm)*	5.24	3.19
Time from transplanting to flowering (day)*	118.25	91.7
Male and female ratio	43 : 57	45 : 55
Percentage of female flowers forming fruit(%)^{ns}	90.26	96.45
Time of fruit development (day)*	44.5	66.5
Yielding period	all year	April-July
Productivity (kg)*	134.97	17.55

Note : * = Significant at 95 % probability level by t-test
^{ns} = Non significantly

Table 2 Size and component of Gac fruit, the Native Thai Provenance (NTP) and the Commercial Vietnam Provenance (CVP).

Provenance	NTP	CVP
Fruit length (cm)	12.6	13.8
Fruit circumference (cm)	32.5	40.25
Fruit weight(g)	437.9	710.8
Seed membrane weight(g)	110.28	124.68
Percentage of seed membrane (%)	20.5	17.54
Percentage of seed (%)	11.44	12.61
Percentage of mesocarp (%)	46.68	52.85
Percentage of exocarp (%)	21.38	16.99

การตรวจพิสูจน์อาหารฉายรังสีที่อายุการเก็บต่าง ๆ ด้วยเทคนิค Photo-Stimulated Luminescence

Identification of Irradiated Foods at Various Storage Times by Photo-Stimulated Luminescence Technique

เสาวพงศ์ เจริญ[1] สุรศักดิ์ สัจจบุตร[1] และ จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ[1]

Charoen, S.[1], Sajjabut, S.[1] and Eamsiri, J.[1]

Abstract

Studies were carried out to investigate the use of photo-stimulated luminescence technique (PSL) to identify irradiated ground chilli and ground pepper (2, 6 and 10 kGy) at various storage times. In addition, the repeatability of the PSL instrument was determined by testing 100 measurements on 4 kinds of non-irradiated and irradiated foods (2, 6 and 10 kGy): ground chilli, ground pepper, turmeric powder and black sesame seeds. The results showed that the PSL technique gave absolutely correct measurements on irradiated chilli and non-irradiated pepper at all storage periods tested, yielding positive and negative results, respectively. Measurements of non-irradiated chilli and irradiated pepper did not always yield corresponding results. The repeatability of PSL measurements on non-irradiated ground chilli, ground pepper, turmeric powder and black sesame seeds were correct 85, 100, 100 and 100% of the times, respectively (reading as negative results). The PSL measurements gave the 100% correct results for all doses of irradiated ground chilli and turmeric powder (reading as positive results) but the PSL signals for all doses of irradiated ground pepper and black sesame seeds were classified as intermediate or positive results.

Keywords: irradiated foods, identification, spice, photo-stimulated luminescence (PSL)

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอายุการเก็บของเครื่องเทศ 2 ชนิด ได้แก่ พริกป่นและพริกไทยป่นไม่ฉายรังสีและฉายรังสีปริมาณ 2, 6 และ 10 กิโลเกรย์ ในการตรวจพิสูจน์ว่าอาหารผ่านการฉายรังสีมาแล้วหรือไม่ ด้วยเทคนิค Photo stimulated luminescence (PSL) และทดสอบการวัดซ้ำของเครื่องวัด PSL กับอาหาร 4 ชนิดได้แก่ พริกป่น พริกไทยป่น ขมิ้นผง และเมล็ดงาดำที่ฉายรังสีปริมาณ 0 2 6 และ 10 กิโลเกรย์ ด้วยการวัดแต่ละตัวอย่างจำนวน 100 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า เทคนิค PSL ให้ผลที่ถูกต้องที่ทุก ๆ อายุการเก็บกับพริกป่นที่ฉายรังสีทุกปริมาณ และพริกไทยป่นไม่ฉายรังสี คือให้ผลการอ่านที่แสดงว่าเป็นอาหารฉายรังสีและไม่ฉายรังสีตามลำดับ ส่วนพริกป่นไม่ฉายรังสีและพริกไทยป่นฉายรังสีทุกปริมาณรังสี ยังไม่สามารถให้ผลการตรวจวัดที่ถูกต้องแน่นอนในระหว่างการเก็บรักษา สำหรับการวัดซ้ำของเครื่อง PSL ในการตรวจวัดพริกป่น พริกไทยป่น ขมิ้นผง และเมล็ดงาดำที่ไม่ฉายรังสี ให้ผลถูกต้องแน่นอนเท่ากับ 85, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การวัดซ้ำกับอาหารฉายรังสีให้ผลถูกต้องแน่นอนร้อยเปอร์เซ็นต์กับพริกป่นและขมิ้นผงฉายรังสีทุก ๆ ปริมาณ ส่วนสัญญาณ PSL ของการตรวจวัดพริกไทยป่นและเมล็ดงาดำฉายรังสีทุก ๆ ปริมาณ ยังให้ผลไม่แน่นอน

คำสำคัญ: อาหารฉายรังสี การตรวจพิสูจน์ เครื่องเทศ เทคนิค photo-stimulated luminescence (PSL)

คำนำ

อาหารโดยเฉพาะเครื่องเทศ สมุนไพร และเครื่องปรุงรสต่าง ๆ มักนิยมนำมาฉายรังสีเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน (IAEA, 1992) แล้วใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานผลิตอาหารหรือเพื่อการค้าขายระหว่างประเทศ สหภาพยุโรปได้ออกกฎหมายให้มีการตรวจพิสูจน์อาหารฉายรังสีที่นำเข้าโดยกำหนดให้มีการแสดงเอกสารการฉายรังสีจากโรงงานฉายรังสีอาหารที่ได้การรับรองการผลิตอย่างถูกต้อง เทคนิค Photo-stimulated luminescence (PSL) เป็นวิธีมาตรฐานของการทดสอบวิธีหนึ่งที่กำหนดเพื่อการตรวจพิสูจน์อาหารนำเข้าในสหภาพยุโรป (Delince, 1998) วิธีนี้เป็นวิธีการตรวจพิสูจน์เบื้องต้นว่าอาหารผ่านการฉายรังสีมาแล้วหรือไม่ สำหรับการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเครื่องมือที่ใช้เทคนิค PSL นี้กับอาหารที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ และที่ไม่ฉายรังสีว่าหลังการเก็บรักษาไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่งให้ผลการตรวจพิสูจน์ถูกต้องเพียงใด และทดสอบ

[1]สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 9/9 หมู่ที่ 7 ต.ทรายมูล อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120

[1]Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization) 9/9 , Moo 7, Tambol Saimoon, Amphur Ongkharak, Nakorn Nayok, 26120

การทวนซ้ำของการวัดของเครื่องมือในอาหารชนิดต่างๆ กันที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการให้บริการตรวจพิสูจน์อาหารฉายรังสีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. บรรจุพริกป่นและพริกไทยป่นในถุงพลาสติกถุงละ 50 กรัม แล้วนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 2, 6 และ 10 กิโลเกรย์ ด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมาที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (จ.นครนายก) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและตู้ปิดป้องกันแสงสว่าง ทำการตรวจวัดสัญญาณด้วยเทคนิค photo-stimulated luminescence (PSL) ในสัปดาห์แรกที่ฉายรังสี และทุก ๆ สัปดาห์ต่อมา ทำการวัดตัวอย่าง ๆ ละ 3 ครั้ง เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี และทำการทดลองเช่นนี้ 2 ซ้ำการทดลอง

2. ทำการฉายรังสีพริกป่น พริกไทยป่น ขมิ้นผง และเมล็ดงาดำ ด้วยปริมาณรังสีแกมมา 2, 6 และ 10 กิโลเกรย์ แล้วทำการตรวจวัดสัญญาณด้วยเทคนิค PSL ตัวอย่างละ 100 ครั้งเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี เพื่อทดสอบการทวนซ้ำได้ของการวัด (repeatability) ด้วยเครื่องมือ PSL ซึ่งเป็นเครื่องมือที่รับการทดสอบและผลิตโดย SURRC, Glasgow, UK. (Sanderson, 1990) ดังแสดงใน Figure 1

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การตรวจพิสูจน์อาหารฉายรังสีด้วยเทคนิค Photo-stimulated luminescence (PSL) เมื่อตรวจวัดอาหารที่ไม่ผ่านการฉายรังสี สัญญาณการตรวจวัดมักให้ผลเป็น negative โดยเครื่องมือตรวจวัดแสดงสัญญาณได้น้อยกว่า 700 counts ต่อ 60 วินาที เมื่อวัดอาหารที่ผ่านการฉายรังสีแล้ว สัญญาณการตรวจวัดมักให้ผลเป็น positive โดยเครื่องมือตรวจวัดแสดงสัญญาณได้มากกว่า 5000 counts ต่อ 60 วินาที สัญญาณการตรวจวัดที่ให้ผลเป็น Intermediate โดยเครื่องมือตรวจวัดแสดงสัญญาณได้ระหว่าง 700-5000 counts ต่อ 60 วินาที ยังไม่สามารถแน่ใจว่าอาหารที่ตรวจวัดนั้นผ่านการฉายรังสีหรือไม่

ผลของอายุการเก็บของพริกป่นและพริกไทยป่นฉายรังสีและไม่ฉายรังสีต่อการตรวจวัดสัญญาณ ด้วยเทคนิค PSL ดังแสดงใน Table 1 จากทั้ง 2 ซ้ำการทดลองพบว่าเทคนิค PSL ให้ผลที่ถูกต้องที่ทุก ๆ อายุการเก็บกับพริกป่นฉายรังสีทุกปริมาณรังสี และพริกไทยป่นไม่ฉายรังสีคือ ให้ผลการอ่านเป็น positive และ negative ที่แสดงว่าเป็นอาหารฉายรังสีและไม่ฉายรังสีตามลำดับ ส่วนพริกป่นไม่ฉายรังสีและพริกไทยป่นฉายรังสีทุกปริมาณรังสี ยังไม่สามารถให้ผลการตรวจวัดที่ถูกต้องแน่นอนทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษาคือ สัญญาณ PSL แสดงผลส่วนใหญ่เป็น negative กับพริกป่นไม่ฉายรังสีแต่ยังมีแสดงผลเป็น Intermediate บ้างในระหว่างการเก็บ ส่วนพริกไทยป่นฉายรังสีทุกปริมาณรังสีส่วนใหญ่แสดงผลเป็น Intermediate และมีบางระยะเวลาก็แสดงผลเป็น Positive อย่างไรก็ตามไม่พบการแสดงผลเป็น negative ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่าในการตรวจพิสูจน์พริกป่นและพริกไทยป่นที่มีการเก็บรักษาจึงสามารถใช้เทคนิค PSL ตรวจพิสูจน์เบื้องต้น (screening) ได้ว่าผ่านการฉายรังสีมาแล้วหรือไม่ สำหรับอาหารที่ให้ผลการตรวจเป็น intermediate สามารถนำไปทดสอบยืนยันผลได้โดยวิธีอื่น เช่น ใช้เทคนิค Themoluminescence (TL) (Delince, 1998) ทั้งนี้ยังต้องมีการทดลองต่อไปว่าเทคนิค TL นี้ให้ผลการตรวจพิสูจน์กับอาหารแต่ละชนิดถูกต้องมากน้อยเพียงใด

ผลการทดสอบการทวนซ้ำได้ของการวัด (Repeatability) ของเครื่องมือวัด PSL ดังแสดงใน Table 2 พบว่า การตรวจพิสูจน์พริกป่น พริกไทยป่น ขมิ้นผงและเมล็ดงาดำที่ไม่ฉายรังสี ให้ผลถูกต้องแน่นอนเท่ากับ 85, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนที่ตรวจวัดตามลำดับ การวัดซ้ำกับอาหารฉายรังสีให้ผลถูกต้องแน่นอนร้อยเปอร์เซ็นต์กับพริกป่นและขมิ้นผงฉายรังสีทุก ๆ ปริมาณรังสี ส่วนสัญญาณ PSL ของการตรวจวัดพริกไทยป่นและเมล็ดงาดำฉายรังสีทุก ๆ ปริมาณรังสี ยังให้ผลไม่ แน่นอนคือ แสดงผลทั้ง intermediate และ positive อย่างไรก็ตามเครื่องวัด PSL ก็ไม่แสดงผลเป็น negative กับตัวอย่างที่ฉายรังสีทั้ง 4 ชนิด

สรุปผล

การใช้เทคนิค PSL ในการตรวจพิสูจน์อาหารฉายรังสีที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่าง ๆ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือในพริกป่นฉายรังสี ถึงแม้ในพริกไทยป่นฉายรังสียังให้ผลทั้ง intermediate และ positive แต่เทคนิค PSL ก็ไม่แสดงผล negative ในพริกไทยป่นฉายรังสีที่ทดสอบในทุก ๆ ระยะเวลาการเก็บ ฉะนั้นถ้ามีการตรวจพิสูจน์อาหารแล้วพบว่า PSL แสดงผลไม่เป็น Negative หรือเป็น Intermediate ก็ให้สันนิษฐานไว้ก่อนว่าเป็นอาหารนั้นผ่านการฉายรังสีแล้ว การใช้เทคนิค PSL จึงใช้เป็นการตรวจพิสูจน์อาหารฉายรังสีที่ให้ความเชื่อถือค่อนข้างสูงและพอจะแบ่งแยกระหว่างอาหารฉายรังสีและไม่ฉายรังสีได้ในเบื้องต้นแม้เก็บอาหารนั้น ไว้นานหลังการฉายรังสีก็ตาม

เอกสารอ้างอิง

Delince, H., 1998, Detection of Irradiated Food from Which Silicate Minerals Can Be Isolated, Trends in Food Science and Technology, 9: 73-82.

Delince, H., 1999, Foodstuffs - Detection of Irradiated Food using Photo-Stimulated Luminescence, Trends in Food Science and Technology, 6: 66-72.

IAEA, 1992, Irradiation of Spices, Herbs and Other Vegetable Seasonings, IAEA-TECDOC-639, International Atomic Energy Agency, Vienna.

Sanderson, D.C.W, Carmichael, L. and Fisk, S., 1998a, Establishing Luminescence Methods to Detect Irradiated Foods, Food Science and Technology Today, 12(2): 97-102.

Figure 1 Pulsed PSL manufactured by SURRC, Glasgow, UK.

Table 1 PSL signals from non-irradiated and irradiated chilli and pepper at different storage time.

Storage time (week)	PSL Signals (Counts/60s)							
	Ground chilli				Ground pepper			
	Non-irradiated	2 kGy	6 kGy	10 kGy	Non-irradiated	2 kGy	6 kGy	10 kGy
0	548	183,459	335,692	297,948	342	4,776	4,187	2,890
4	886	195,180	208,812	173,054	345	3,030	5,069	3,505
8	829	335,614	122,446	162,264	392	6,456	6,857	4,206
12	722	155,848	171,938	150,824	400	3,298	5,863	3,064
16	657	134,385	118,489	147,265	326	3,263	5,803	1,673
20	566	107,340	110,288	109,079	346	8,457	3,003	2,310
24	631	131,050	165,446	108,626	295	1,629	3,331	2,540
28	520	176,117	129,669	126,793	303	1,712	7,693	1,883
32	670	133,512	540,403	160,894	298	1,324	2,482	2,162
36	596	135,709	101,693	163,968	400	1,609	3,872	2,439
40	594	72,629	132,229	229,233	332	1,774	6,467	2,477
44	508	67,096	302,496	96,436	349	4,956	4,772	3,116
48	545	128,149	133,215	115,337	266	1,381	3,380	1,831

Table 2 PSL signals from 100 measurements of 4 kinds of non-irradiated and irradiated foods.

Foods	Irradiation Dose (kGy)	Average PSL signals (counts /60s)	PSL readings (times from100 measurements)		
			Negative	Intermediate	Positive
Ground Chilli	0	528±104	85	15	0
	2	149,135±392	-	-	100
	6	174,033±421	-	-	100
	10	176,087±422	-	-	100
Ground Pepper	0	385±099	100	-	-
	2	11,181±138	-	-	100
	6	15,137±144	-	-	100
	10	29,994±159	-	-	100
Turmeric Powder	0	359±113	100	-	-
	2	16,001±146	-	-	100
	6	22,454±190	-	-	100
	10	18,525±159	-	-	100
Black Sesame Seeds	0	293±109	100	-	-
	2	3,480±099	-	94	6
	6	4,132±126	-	89	11
	10	3,499±106	-	95	5

ผลของการทดแทนน้ำตาลด้วยไอโซมอลทูโลสต่อคุณภาพของคุกกี้

Effect of Iisomaltulose as a Sugar Substitute on Cookies Quality

ธีรารัตน์ อิทธิโสภณกุล[1] ยิ่งวิทย์ เจริญสุวรรณกิจ[2] และ วิชชุณี ปิ่นเกตุ[2]
Itthisoponkul, T.[1], Charoensuwannakit, Y.[2] and Pinkate, W.[2]

Abstract

Isomaltulose is a reducing disaccharide produced by enzymatic conversion of sucrose obtained from sugar cane. It provides noncariogenic effect and influences slightly glucose and insulin blood levels when digested. The objective of this study was to investigate the suitability of isomaltulose as a replacement for sucrose in cookies. Sucrose was replaced with isomaltulose at various levels ranging from 25% to 100%. Cookies containing 100% sucrose were also prepared to use as the control. Physical properties such as spread ratio, color, moisture content, and hardness of all cookie recipes were evaluated. The consumer likeness was evaluated using a 9-point hedonic scale. The results showed that moisture content, darkness and softness of cookies increased with increasing isomaltulose level, while the spread ratios were not difference. Overall likeness scores of the 30% isomaltulose level were highest. The suitable temperature and baking time of isomaltulose containing cookies was 170°C at 12 min. Following an in-vitro starch hydrolysis studies, it was found that the hydrolysis rate of 100% isomaltulose cookies was lowest, followed by 30% isomaltulose cookies and control, respectively. Isomaltulose appears to be suitable as a partial replacer for sucrose in cookies based on similar cookies properties and likeness scores. Also, it would reduce the amount of metabolized sugars in the diet.

Keywords: isomaltulose, cookies, in-vitro starch hydrolysis

บทคัดย่อ

ไอโซมอลทูโลสเป็นน้ำตาลรีดิวซิ่งที่ผลิตได้โดยใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบตั้งต้น มีคุณสมบัติไม่ทำให้ฟันผุและลดระดับกลูโคส และอินซูลินในเลือดได้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้ไอโซมอลทูโลสต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนน้ำตาลในสูตรที่ระดับร้อยละ 25-100 จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้น้ำตาลซูโครส ผลการทดลองพบว่า เมื่อระดับการแทนที่ของไอโซมอลทูโลสเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าความชื้น และสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่าอัตราการแผ่ตัวไม่มีความแตกต่างกัน ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าคุกกี้ที่ทดแทนด้วยไอโซมอลทูโลสที่ระดับร้อยละ 30 มีคะแนนยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด หลังจากนั้นจึงได้ทำการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบคุกกี้โดยเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมา กที่สุดมาทดสอบ พบว่าที่อุณหภูมิ 170°C เวลา 12 นาที เป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการศึกษาอัตราการย่อยของคุกกี้สูตรที่ทดแทนด้วยไอโซมอลทูโลสเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้ซูโครสพบว่า คุกกี้ที่ทดแทนด้วยไอโซมอลทูโลสที่ระดับร้อยละ 100 มีอัตราการย่อยที่สูงที่สุด รองลงมาคือ คุกกี้ที่ทดแทนด้วยไอโซมอลทูโลสที่ระดับร้อยละ 30 และสูตรที่ใช้ซูโครสตามลำดับ จากงานวิจัยนี้จึงเห็นได้ว่า ไอโซมอลทูโลสสามารถใช้เป็นสารทดแทนน้ำตาลซูโครสในการผลิตอาหารลดน้ำตาลได้

คำสำคัญ: ไอโซมอลทูโลส คุกกี้ การย่อยแป้ง

คำนำ

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่ง ทำจากแป้งสาลี มีลักษณะกรอบร่วนเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดพอดีคำสามารถหยิบกัดได้สะดวก บางชนิดใช้เป็นแบบหยอดหรือใช้พิมพ์กดเป็นรูปทรงต่างๆ คุกกี้ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยน้ำตาลเป็นหลักโดยน้ำตาลจะ

---

[1]สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, เขตวัฒนา, กรุงเทพฯ 10110
[1]Division of Food Science and Nutrition, Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok, 10110
[2]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, เขตวัฒนา, กรุงเทพฯ 10110
[2]Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok, 10110

ทำหน้าที่เป็นสารให้ความหวาน ซึ่งการบริโภคน้ำตาลที่มากขึ้นจะส่งผลเสียต่อสุขภาพทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคอ้วน หรือโรคหัวใจ (Pareyt และคณะ, 2009) ไอโซมอลทูโลสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ชนิด ได้แก่ กลูโคสและ ฟรุกโตส ซึ่งเหมือนกับซูโครส แต่จะต่างกันที่ตำแหน่งของพันธะที่ยึดระหว่างน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด ไอโซมอลทูโลสมีคุณสมบัติที่ไม่ทำให้ฟันผุ (non-cariogenic) จึงนิยมใช้เป็นสารให้ความหวานในอาหารและของหวานหลากหลายชนิด นอกจากนี้น้ำตาลชนิดนี้มีค่าดัชนีน้ำตาล (glycemic index) ต่ำ เมื่อผ่านการย่อยในร่างกายของกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวาน จะส่งผลให้มีระดับน้ำตาลกลูโคส และอินซูลินในเลือดเพิ่มขึ้นช้า (Arai และคณะ, 2007) ไอโซมอลทูโลสจะถูกย่อยและดูดซึมอย่างสมบูรณ์ภายในลำไส้เล็กและแตกตัวเป็นกลูโคสและฟรุกโตส ให้พลังงาน 4 แคลอรี่ต่อกรัมเช่นเดียวกับซูโครส แต่ด้วยโครงสร้างทางเคมีดังกล่าว จึงทำให้กระบวนการย่อยและการดูดซึมเป็นไปได้ช้ากว่าซูโครส ดังนั้นในงานวิจัยจะทำการศึกษาผลของการใช้ไอโซมอลทูโลสแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของไอโซมอลทูโลสในการทำคุกกี้และทำการวัดลักษณะทางกายภาพ ทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ได้เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้ซูโครส นอกจากนี้มีการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาในการอบต่อคุณภาพของคุกกี้และทำการศึกษาหาอัตราการย่อยแป้งของคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลส เปรียบเทียบกับซูโครสด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการผลิตคุกกี้โดยผสมส่วนผสมแต่ละสูตร (Table 1) ดังนี้ นำแป้ง ผงฟู เกลือ ผสมเข้าด้วยกันโดยการร่อนผ่านตะแกรง ตีเนยกับน้ำตาลด้วยลวดตีไข่หรือเครื่องตีไฟฟ้าให้ขึ้นฟู ใส่วานิลลา นมและไข่ไก่เข้าไปตีผสมด้วยกัน จากนั้นค่อยๆ เติมส่วนผสมที่ร่อนเตรียมไว้ทีละประมาณครึ่งถ้วย คนให้เข้ากันจนได้แป้งโด ตักแป้งโดใส่พิมพ์กด แล้วบีบลงบนถาดอบที่มีกระดาษรองอบอยู่ อบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 8-10 นาที คุกกี้ที่สุกแล้ว เนื้อจะยังนุ่มอยู่ เมื่อนำออกมาแล้วให้รีบใช้พายแบนตักไปวางผึ่งบนตะแกรง พอเย็นตัวลงคุกกี้จะแข็งกรอบ จากนั้นนำคุกกี้แต่ละสูตรที่ผลิตได้มาวิเคราะห์การประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ ((9-point hedonic scale) (1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด, 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด)) โดยคุณภาพคุกกี้ที่ประเมิน ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รส ชาติ ความแข็งและความชอบโดยรวม โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยประเมินด้วยเตาอบลมร้อน อุณหภูมิ 105°C ค่า Hardness โดยเครื่อง Texture Analyzer (LLOYD Instrument model LRX 5 k, LLOYD Instrument Ltd.) และ อัตราการแผ่ขยายตัว (spread ratio) โดยคำนวณจากความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางหารด้วยความสูงของชิ้นคุกกี้ ทำการเลือกสูตรคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลส ในระดับที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด มาศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบ โดยทำการอบที่อุณหภูมิ 170 ,180, 190°C และแปรระดับเวลาในการอบที่ระดับ 10, 12, 15 นาที จากนั้นวิเคราะห์ค่า สี (L* (ความสว่าง), a* (ความเป็นสีแดง), b* (ความเป็นสีเหลือง) ด้วยเครื่อง Color Guide Gloss (BYK Gardner GmbH, Germany) ของคุกกี้ที่ผ่านการอบเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุมที่ใช้ซูโครส100 % ในการศึกษาอัตราการย่อยแป้ง ทำการวิเคราะห์สูตรคุกกี้ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ซูโครส 100%) และสูตรที่ใช้ไอโซมอลทูโลสทั้งหมด (ไอโซมอลทูโลส 100%) โดยการวิเคราะห์ดัดแปลงจากวิธีของ Goni และคณะ (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อมีการแทนที่ปริมาณของไอโซมอลทูโลสในสูตรคุกกี้มากขึ้น ปริมาณความชื้นของคุกกี้มีแนวโน้มมากขึ้น ในขณะที่ค่าความแข็ง (Hardness) ของคุกกี้มีแนวโน้มลดลง (Table 2) การที่ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้เนื้อสัมผัสของคุกกี้นิ่มลงเนื่องจากความชื้นเริ่มต้นของไอโซมอลทูโลสมีมากกว่าซูโครส อย่างไรก็ตามค่าอัตราการแผ่ตัว (Spread ratio) ของคุกกี้แต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกันแสดงให้เห็นถึงข้อดีที่ว่าการใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนซูโครสในคุกกี้ ไม่มีผลต่ออัตราการขยายตัวของคุกกี้ ทำให้การควบคุมขนาดชิ้นของคุกกี้ในการผลิตไม่มีปัญหา

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้พบว่า คุกกี้สูตรควบคุมเป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด (คะแนน 7.54) ส่วนคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนซูโครสที่ระดับต่างๆ จะได้รับการยอมรับลดลงตามลำดับ เมื่อระดับการแทนที่ของไอโซมอลทูโลสเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนซูโครสที่ระดับ 30% ได้รับการยอมรับในช่วงระดับคะแนนไม่ต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) โดยได้คะแนนความชอบระดับ 7.20 (Table 2) ดังนั้นจึงเลือกใช้คุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสที่ระดับ 30% เพื่อทำการศึกษาในการทดลองขั้นต่อไป

การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบคุกกี้ต่อคุณภาพด้านสี พบว่า เมื่อใช้เวลาและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้น คุกกี้ที่ใช้ไอเซมอลทูโลสจะมีสีที่เข้มขึ้นเนื่องมาจากน้ำตาลไอโซมอลทูโลสมีคุณสมบัติในการเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ทำให้เกิดปฏิกิริยา

เมลลาร์ด จึงเกิดการเปลี่ยนสีได้อย่างรวดเร็วกว่าคุกกี้สูตรควบคุมที่ใช้ซูโครส เมื่อเปรียบเทียบค่า L, a และ b ของแต่ละตัวอย่างกับสูตรควบคุมพบว่า ที่อุณหภูมิอบ 170°C เวลา 12 นาที มีค่า L, a และ b ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ดังนั้นจึงควรเลือกใช้อุณหภูมิ 170°C เวลา 12 นาที สำหรับอบคุกกี้สูตรที่ใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนซูโครสที่ระดับ 30%

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของคุกกี้ ทำการศึกษาอัตราการย่อยแป้งให้เป็นกลูโคส ซึ่งเป็นการจำลองระบบการย่อยในร่างกาย โดยในงานวิจัยนี้ทำในหลอดทดลองโดยใช้เอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่จำลองมาจากระบบการย่อยของร่างกาย ผลการทดลองที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับประเมินอัตราการปลดปล่อยน้ำตาลกลูโคสสู่ร่างกาย Figure 1 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการย่อยแป้งกับเวลา ซึ่งใช้เวลาการย่อยตั้งแต่ 0 จนถึง 180 นาทีจากกราฟแสดงให้เห็นว่าคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลส ทดแทนที่ระดับ 100% มีอัตราการย่อยที่ต่ำที่สุด ซึ่งเป็นคุณสมบัติของไอโซมอลทูโลสที่มีการย่อยสลายเป็นไปอย่างช้าๆ เมื่อเปรียบเทียบกับซูโครส (Lina และคณะ, 2002) ส่วนคุกกี้ที่ทดแทนด้วยไอโซมอลทูโลสที่ระดับ 30% มีอัตราการย่อยที่สูงกว่าคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนที่ระดับ 100% และมีอัตราการย่อยต่ำกว่าคุกกี้สูตรควบคุมที่ใช้ซูโครส 100% ดังนั้นคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลสจึงอาจใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ที่ให้ระดับน้ำตาลต่ำ หรือสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน รวมถึงผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำหนักได้

สรุปผล

การใช้ไอโซมอลทูโลสในคุกกี้จะส่งผลให้ค่าความแข็งลดลง ความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อค่าอัตราการแผ่ตัวของคุกกี้ คุกกี้สูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คือ การใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนที่ระดับ 30% อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบคุกกี้ที่ใช้ไอโซมอลทูโลส ทดแทนที่ระดับ 30% ควรใช้อุณหภูมิ 170°C เวลา 12 นาที และคุกกี้สูตรที่ใช้ไอโซมอลทูโลสทดแทนที่ระดับ 30% มีอัตราการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลต่ำกว่าคุกกี้ที่ใช้น้ำตาลซูโครสดังนั้นจึงเป็นแนวทางในการนำไอโซมอลทูโลสไปใช้ในคุกกี้ หรืออาหารเพื่อสุขภาพแนวอื่นๆ ได้ โดยมีจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ที่ให้ระดับน้ำตาลต่ำ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมและวิจัยสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2552 และขอขอบคุณบริษัทน้ำตาลราชบุรี จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำตาลไอโซมอลทูโลสในการทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Arai, H., Mizuno, A., Sakuma, M., Fukaya, M., Matsuo, K., Muto, K., Sasaki, H., Matsuura, M., Okumura, H., Yamamoto, H., Taketani, Y., Doi, T. and Takeda, E., 2007, Effects of a Palatinose-Based Liquid Diet (Inslow) on Glycemic Control and the Second-Meal Effect in Healthy Men. Metabolism, 56:115-121.

Goni, I., Garcia-Alonso, A. and Saura-Calixto, F., 1997, A Starch Hydrolysis Procedure to Estimate Glycemic Index, Nutrition Research, 17: 427–437.

Lina, B.A.R., Jonker, D. and Kozianowski, G., 2002, Isomaltulose (Palatinose): A Review of Biological and Toxicological Studies, Food Chemistry Toxicology, 40:1375-1381.

Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofsa, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M. and Delcour, J.A., 2009, The Role of Sugar and Fat in Sugar-Snap Cookies: Structural and Textural Properties, Journal of Food Engineering, 90: 400-408.

12

Table 1 Formulation of cookies.[1]

Ingredients (g)	control	% sugar substituted				
		Iso25%	Iso30%	Iso50%	Iso75%	Iso100%
wheat flour	190	190	190	190	190	190
sugar	100	75	70	50	25	0
Isomaltulose	0	12.5	15	25	37.5	50
butter	170	170	170	170	170	170
egg	25	25	25	25	25	25
baking soda	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
salt	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
vanilla	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
fresh milk	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3

[1]Control, Iso25, Iso30, Iso50, Iso75 and Iso100 cookies prepared with 0, 25, 30, 50, 75 and 100% replacement of sucrose with isomaltulose which is two times sweeter than sucrose, respectively.

Table 2 Physicochemical characteristics and sensory properties of cookies.

Treatment	Moisture content (%)	Hardness	Spread ratio	Sensory properties					
				Appear	Color	Odor	Taste	Hardness	Overall accept
control	0.81a[1]	16.72a	3.60a	7.39a	7.31a	6.93a	6.95a	6.47a	7.54a
Iso25%	2.34b	16.10a	3.40a	7.07a	6.84b	6.70a	6.84a	6.17a	7.24a
Iso30%	2.45b	16.28a	3.60a	7.17a	6.94b	6.80a	6.67a	6.13a	7.20a
Iso50%	2.37b	12.62b	3.30a	6.85bc	6.78b	6.53b	6.36b	5.81b	6.60b
Iso75%	2.98c	11.05bc	3.30a	6.76c	6.51c	6.27c	5.69c	5.20c	5.96c
Iso100%	3.16d	9.57c	3.50a	6.44d	6.32c	5.94d	5.23d	4.54d	5.34d

[1]Means for each characteristic followed by the same letter are not significantly different at *P> 0.05* by DMRT test.

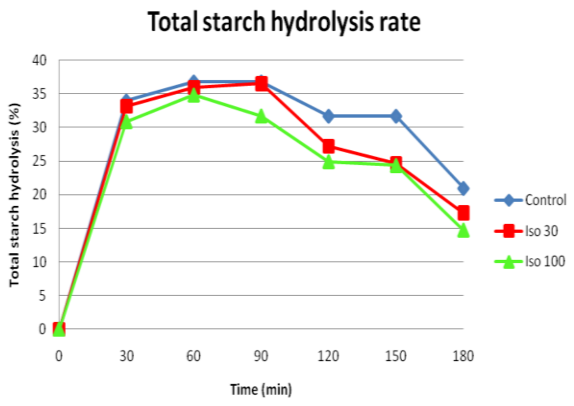


Figure 1 Effect of isomaltulose content on hydrolysis rate of cookies.

การทำให้เอนไซม์เบต้ากลูคาเนสจากดอกเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) บริสุทธิ์บางส่วน โดยการสกัดแบ่งชั้นของเหลวและการย่อยผนังเซลล์เห็ด

Partial Purification of ß-Glucanase from Fruiting Bodies of Straw Mushroom (*Volvariella volvacea*) by Aqueous Two Phase Extraction and Its Hydrolysis of Mushrooms Cell Walls

ศรัณยา สถิตย์มั่นวิวัฒน์[1] กนก รัตนะกนกชัย[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ คิน เลย์ คู[1]
Satitmanwiwat, S.[1], Ratanakhanokchai, K.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kyu, K.L.[1]

Abstract

The objective of this study was to partially purify ß-glucanase from crude enzyme extract of straw mushroom (*Volvariella volvacea*). The crude enzyme extract was prepared from the fruiting bodies of straw mushroom. The ß-glucanase was partially purified using an aqueous two-phase extraction with Triton X-114 and followed by ammonium sulfate precipitation in the range of 50-80% saturation. The ß-glucanase activity was increased 4.1-fold with recovery yield of 70%. The phenolic compound was also reduced to 7.2% of the original content, avoiding the post purification tanning of the enzyme. Furthermore, the ß-glucanase was able to hydrolyze *V. volvacea* cell-wall and other mushrooms cell-walls such as oyster mushroom (*Pleurotus sajor-carjo*) and ear mushroom (*Auricularia auricular*).

Keywords: aqueous two-phase, ß-glucanase, mushrooms cell-walls, *Volvariella volvacea*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เอนไซม์เบต้ากลูคาเนสจาก crude enzyme extract ที่เตรียมจากดอกเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) บริสุทธิ์บางส่วน โดยใช้หลักการการแบ่งชั้นของเหลวด้วย Triton X-114 และตามด้วยการตกตะกอนด้วยเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตอิ่มตัว 50-80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์เบต้ากลูคาเนสเพิ่มขึ้น 4.1 เท่า และให้ recovery yield ร้อยละ 70 นอกจากนี้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงเหลือร้อยละ 7.2 เมื่อเทียบกับปริมาณฟีโนลิกเริ่มต้น ช่วยให้หลีกเลี่ยงการเกิดสีน้ำตาลของเอนไซม์หลังการทำให้บริสุทธิ์ นอกจากนี้พบว่าเอนไซม์เบต้ากลูคาเนสสามารถย่อยผนังเซลล์ของเห็ดฟางรวมทั้งผนังเซลล์ของเห็ดชนิดอื่นๆ เช่น เห็ดนางฟ้า (*Pleurotus sajor-carjo*) และเห็ดหูหนู (*Auricularia auricular*)

คำสำคัญ: การแบ่งชั้นของเหลว เบต้ากลูคาเนส ผนังเซลล์เห็ด *Volvariella volvacea*

Introduction

Volvariella volvacea (Bull ex Fr.) Sing., is an edible straw mushroom that belongs to Basidiomycetes. The straw mushroom fruiting body is white or gray with short stipe and large cap and it is cultivated mainly in South-East Asian countries (Ahlawat *et al.*, 2008). The straw mushroom has a short shelf life due to autolysis. Cell wall autolysis is the process during fruiting body development in badiomycetous fungi. ß-Glucanases are important in the autolysis process, since the major structural component of the *V. volvacea* fruting body cell wall is ß-1, 3-linked-D-glucan with ß-1, 6 branches. ß-Glucanases are the enzymes, which can cleave the ß- glycosidic linkage of glucans (Fukada *et al.*, 2008). It has been reported that ß-glucanases are not hydrophobic enzyme category (Sassoon and Mooibroek, 2001). In addition, crude enzymes extract from mushroom present a large variety of phenolic compounds that can bind tightly to the enzymes and change their characteristics (Nunez-Delicado *et al.*, 1996). In order to solve this problem, this study tries to improve a simple and mild condition to extract and purify ß-glucanases from fruiting bodies of *V.volvacea*. The method of partial purification is based on the temperature-

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150 ประเทศไทย
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntien, Bangkok 10150, Thailand

induced phase partitioning of Triton X-114 which produces an aqueous two-phase system and followed by ammonium sulfate precipitation. The possible application of partially purified ß-glucanases is to hydrolyze cell-wall of mushroom to improve flavor extraction process in further study.

Materials and Methods

Crude ß-glucanases was extracted from fruting bodies of *V. volvacea* according to the method of Fukada *et al*. (2008). The fruting bodies were washed thoroughly with tap water. They were chopped, soaked in 500 ml of 10 mM sodium phosphate buffer (pH 6). The homogenate was filtered through four layers of cheesecloth and kept at 4°C for 90 min before centrifugation at 10,000 rpm at 4°C for 30 min. The supernatant was obtained and used as a crude enzyme extract. Then the next step was partial purification by the modified method of Nunez-Delicado *et al*. (1996). This supernatant was subjected to temperature-induced phase partitioning by increasing the Triton X-114 concentration by an additional 10% (v/v) at 4 ºC and then warming to 35 ºC for 15 min. After 10 min, the solution became spontaneously turbid due to the formation, aggregation, and precipitation of large mixed micelles of detergent which contained hydrophobic proteins and phenolic compounds. This solution was centrifuged at 10,000 rpm for 15 min at 25 ºC. The detergent rich phase was discarded and the clean supernatant containing the ß-glucanases brought to 50-80% saturation with solid ammonium sulfate. The precipitate obtained between 50 and 80% was collected by centrifugation, dissolved in a minimal volume of 10 mM sodium phosphate buffer (pH 6) and dialysed for 24 h at 4 ºC. The ß-glucanases activity was measured by determining the amount of reducing sugar released from 1% laminarin using Somogyi method with glucose as a standard (Somogyi, 1952). One unit of the ß-glucanase activity was defined as the amount of enzyme that liberated 1 µmol of reducing sugar in 1 min under the above conditions. Protein concentration was measured as described by the method of Lowry *et al*. (1951) using bovine serum albumin as a standard. Phenolic compounds were measured according to the method of Singleton and Rossi (1965). To study efficiency of ß-glucanases, 1% powder (*V. volvacea*, *P. sajor-carjo* and *A. auricular*)(in 10 mM sodium phosphate buffer (pH 6)) were hydrolyzed with 2.0 unit/g of mushroom powder at 50 ºC for 60 min and the amounts of reducing sugars produced were determined by Somogyi method.

Results and Discussion

It is hard to purify enzymes from mushroom extracts, since the presence of a large variety and quantity of secondary products (phenolic compounds) which can bind tightly to the enzymes. Triton X-114 has found to remove phenolic compounds from fruits leaves and tubers. Triton X-114 present the characteristic of forming clear solution in buffer at 4 ºC, while it separated into two phases at 20 ºC due to the formation of large micellar aggregate. This special feature has been used to separate integral protein from hydrophilic proteins, because the former remained in detergent phase. In mushroom, Nunez-Delicado *et al*. (1996) reported that Tritron X-114-aided purification was excellent method for isolating latent tyrosinase from fruiting bodies of *Agaricus bisporus* and reduced phenolic compounds. In this study, partially purification by the combination of detergent Triton X-114 and followed by ammonium sulfate precipitation to avoid enzymatic browning during ß-glucanase purification from fruiting bodies of *V. volvacea* was conducted. Triton X-114 (10% v/v) was added during purification steps to remove phenolic compounds and hydrophobic proteins. Therefore, ß-glucanases was remained in aqueous phase since it was not enzyme in hydrophobic enzyme category (Sassoon and Mooibroek, 2001). As shown in Table 1, 44.75% of the phenolic compound was obtained in the second step. In the final step, the ammonium sulfate fractionation gave a 4.1-fold purification with 70% yield and 7.2% of phenolic compound was remained.

Table 1 Partial purification of ß-glucanase of fruiting bodies from *V. volvacea*.

Purification steps	Total protein (mg)	Total activity (mU)	Specific activity (mU/mg)	Purification (fold)	Yield (%)	Phenolic compounds (mg/ml)	% Phenolic compounds remained
Crude enzyme	13.67	496.30	36.30	1.00	100.00	22.77	100.00
10% (V/V) TritonX-114	11.36	451.85	39.77	1.09	91.05	10.19	44.75
50-80% $(NH_4)_2SO_4$	2.30	343.21	149.21	4.11	70.15	1.64	7.20

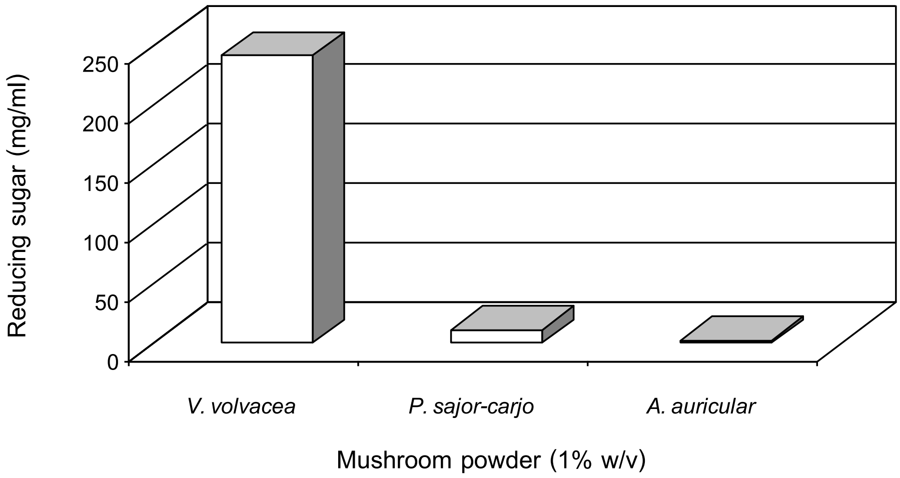


Figure 1 Reducing sugars released from the hydrolysis of cell walls of mushrooms (2.0 U/g mushroom powder) at 50ºC for 60 min.

Figure 2 shows the formation of reducing sugars released from powder of *V. volvacea* with partially purified ß-glucanase (2.0 U/g of mushroom powder). The result showed that this enzyme could hydrolyze mushroom cell-walls and the amount of reducing sugars released from *V. volvacea* powder (242.40 mg/ml) was greater than that of the other mushroom tested (10.82 mg/ml for *P. sajor-carjo*; 2.03 mg/ml for *A. auricular*). The differential amount of liberated reducing sugars from each mushroom cell wall might be due to specificity and complexity of cell-walls constituents.

Summary

In summary, by applying the principles of a Triton X-114-based temperature-induced phase separation system, this study have developed a simple method to partially purify and remove many contaminants (phenolic compounds) as possible from the fractions where the enzyme of interest is enriched. The results showed that temperature-induced phase separation of Triton X-114 can be used to remove phenolic compound present in the mushroom crude enzyme extract. In addition, the method is also fast for purifying mushroom ß-glucanase (about 6 h). The partially purified ß-glucanase from fruiting bodies of *V. volvacea* could hydrolyze the various mushrooms cell-walls. These studies will perhaps make it possible to obtain enzyme for further applications.

Acknowledgements

This study was supported by grant under the program Strategic Scholarships for Frontier Research Network for the Ph.D. Program Thai Doctoral degree from the Commission on Higher Education, Thailand and King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand.

Literature cited

Ahlawat, O.P., Gupta, P. and Dhar, B.L., 2008, Profile of the Extracellular Lignocellulolytic Enzymes Activities as a Tool to Select the Promising Strains of *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) sing., Indian Journal of Microbiology, 48: 389-396.

Fukada, K., Hiraga, M., Asakuma, S., Arai, I., Sekikawa, M. and Urashima, T., 2008, Purification and Characterization of Novel Exo-ß-1,3-1,6-glucanase from the Fruiting Body of Edible Mushroom Enoki (*Flammulina velutipes*), Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 72: 3107-3113.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1951, Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent, Journal of Biological Chemistry, 193: 265-275.

Nunez-Delicado, E., Bru, R., Sáinchez-Ferrer, A. and Garcia-Carmona, F., 1996, Triton X-114- Aided Purification of Latent Tyrosinase, Journal of Chromatography B: Biomedical Applications, 680: 105-112.

Sassoon, J. and Mooibroek, H., 2001, A System of Categorizing Enzyme-Cell Wall Associations in *Agaricus bisporus*, Using Operational Criteria, Applied Microbiology and Biotechnology, 56: 613-622.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.

Somogyi, M., 1952, Notes on Sugar Determination, Journal of Biological Chemistry, 195: 19-23.

การวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการนำพืชในประเทศไทยมาใช้เป็นอาหารฟังก์ชัน

Customer Needs Analysis Towards Thai Plant as Functional Food

พิชญอร ไหมสุทธิสกุล[1] และ เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์[1]

Maisuthisakul, P.[1] and Apintanapong, M.[1]

Abstract

Most of Thai plants are good sources of phytochemicals, with have proper scientific investigation for potential nutritional benefits and medicinal value. Some plants are already used as commercial functional food. One of the key success marketing factors of Thai plants as functional food pertains to attribute creation of the concept from customer. This paper presents a comprehensive framework for target planning for customer satisfaction driven improvement efforts in the product development process. Potential vehicle attributes are classified and prioritized for further improvement using Kano's model, which leads to a typology of product attributes to distinguish between those contributing solely to customer satisfaction, those contributing only to customer dissatisfaction and those which contribute to both satisfaction and dissatisfaction. Data collected from a customer sample (n = 1,000) in Thailand during January 2008 to June 2009 are analyzed with focus on customer need analysis of Thai plant as functional foods. The results indicate that the strong of brand, quality assurance sign and belief in the health benefits tend to be a dominant "must-be" characteristic. The three other elements (price, packaging and taste) showed a dominant one-dimensional characteristic. This study suggests that knowledge information is one of the crucial factors for Thai plants as functional food marketing.

Keywords: Thai plants, customer need, functional food, Kano's model

บทคัดย่อ

พืชไทยส่วนใหญ่เป็นแหล่งของพฤกษเคมีที่มีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประโยชน์ทางโภชนาการ และคุณค่าทางการแพทย์แล้ว ซึ่งพืชบางชนิดถูกนำมาใช้เป็นอาหารฟังก์ชันทางการค้า ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จทางการตลาดของการนำพืชไทยมาเป็นอาหารฟังก์ชันเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่สร้างสรรค์จากความคิดของผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้นในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการใช้แบบจำลองคาโน ซึ่งเป็นการศึกษาอย่างเป็นรูปแบบของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ระหว่างความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจจากผู้บริโภค การศึกษานี้ได้ทดสอบความต้องการของผู้บริโภคจำนวน 1,000 คนในประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคม 2551 ถึงมิถุนายน 2552 เกี่ยวกับการนำพืชไทยมาพัฒนาเป็นอาหารฟังก์ชัน จากผลการทดลองพบว่าความแข็งแรงของตราสัญลักษณ์ที่ได้การรับรองเกี่ยวกับการประกันคุณภาพ รวมทั้งความเชื่อเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้ทางสุขภาพเป็นลักษณะ "ต้องเป็น" ของผลิตภัณฑ์ ส่วนราคา ภาชนะบรรจุและรสชาติเป็นลักษณะ "หนึ่งมิติ" ของผลิตภัณฑ์ การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภคเป็นปัจจัยที่สำคัญมากสำหรับการทำตลาดการนำพืชไทยมาใช้เป็นอาหารฟังก์ชัน

คำสำคัญ: พืชไทย ความต้องการของผู้บริโภค อาหารฟังก์ชัน แบบจำลองคาโน

Introduction

Despite the forecast of bright future for functional foods, which constitute the single fastest growing segment in the food market, critiques arise as to whether this food category will deliver upon its promises. One of the key success factors pertains to customer need of the concept of functional food. Customer need has mostly been seen as one-dimensional the higher the perceived product quality, the higher the customer need, and vice versa. But fulfilling individual customer expectations to a great extent does not necessarily imply a high level of customer need. It is also the type of expectation that defines the perceived product quality and thus customer need (Matzler

[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 126/1 ถนน วิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพฯ 10400

[1]School of Science, University of the Thai Chamber of Commerce, 126/1 Vibhavadee-Rangsit rd., Dindaeng, Bangkok 10400

et al., 1996). Departing from Kano's model of customer satisfaction, a methodology is introduced which determines what impact the attributes of products and services have on customer need. The Kano's model of customer satisfaction is a useful tool to classify and prioritize customer needs based on how they affect customer's satisfaction (Kano *et al.*, 1984). This paper was intended to show the use of Kano's questionnaires to find out customer needs analysis towards Thai plant as functional food.

Materials and Methods

1. Review of Kano's model

The Kano's model illustrates the relationship between customer satisfaction and the performance of a product or a service. As Figure 1 shows, the extent to which a provided quality element is indicated on the x-axis. The more the arrow moves towards the right, the greater the extent to which the quality element is provided, while the more the arrow moves towards the left, the less the left, the less the extent to which the quality element is provided. The customer satisfaction is indicated on the y-axis. The higher the arrow, the higher the customer dissatisfaction, while the lower the arrow, the higher the customer dissatisfaction. Based on these axes, the following are the popularly named Kano customer requirement categories.

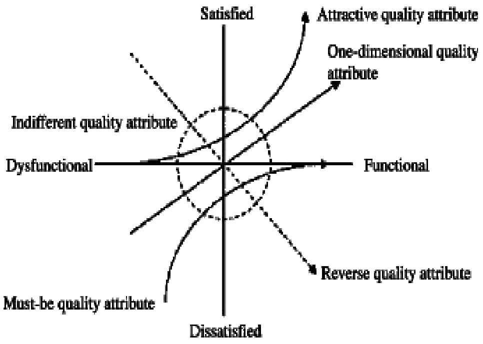


Figure 1 Kano's model and five categories of quality attribute.

In Kano's model, distinguish three types of product requirements which influence customer satisfaction in different ways. (Kono, 1989) The `must-be' requirements are basic criteria of a product. If these requirements are not fulfilled, the customer will be extremely dissatisfied. (Kono *et al.*, 1989) One-dimensional requirements, with regard to these requirements, customer satisfaction is proportional to the level of fulfillment - the higher the level of fulfillment, the higher the customer's satisfaction, and vice versa. (Matzler and Hinterhuber, 1998) Attractive requirements, these requirements are the product criteria which have the greatest influence on how satisfied a customer will be with a given product. Attractive requirements are neither explicitly expressed nor expected by the customer. Fulfilling these requirements leads to more than proportional satisfaction. Classifying product requirements into must-be, one-dimensional and attractive dimensions can be used to focus on priorities for product development. Based upon the responses, Dr. Kano and his colleagues believe that the "one-dimensional", "attractive", "must-be", "indifferent" and "reverse" quality attributes can be classified through a customer questionnaire. Kano's evaluation is shown in Table 1.

Table 1 Kano's evaluation table.

Functional	Dysfunctional				
	Like	Must-be	Neutral	Live-with	Dislike
Like	Q	A	A	A	O
Must-be	R	I	I	I	M
Neutral	R	I	I	I	M
Live-with	R	I	I	I	M
Dislike	R	R	R	R	Q

Q means question, A means attractive, O menas one dimentional, R menas reverse, I means indifferent, M means must-be.

The customer satisfaction coefficient (CS coefficient) states the extent to which customer satisfaction can be increased by fulfilling a quality attribute or the extent to which fulfilling the quality attribute merely prevents the customer from being dissatisfied. For the calculation of the CS coefficients, we use the following equations.

Extent of satisfacti $\frac{A+O}{A+O+M+I}$ Extent of dissatisfaction: $\frac{O+M}{(A+O+M+I)\times(-1)}$

Where A, O, M and I are the numbers of frequencies. A minus sign is put in front of the CS coefficient of customer dissatisfaction in order to emphasise its negative influence on customer satisfaction if this quality attribute is not fulfilled. The positive CS coefficient ranges from 0 to 1; the closer the coefficient is to 1, the higher the influence on customer.

2. Data collection

The first step for creating the Kano's model is to identify the quality characteristics that are typically fuzzy, vague and nebulous. These quality characteristics are referred to as the Voice of the Customer (VOC). Once the Voice of the Customer is understood, we can attempt to translate it into quantitative terms known as critical to quality (CTQ) characteristics. Hence, we obtained 10 attributes, they are the strong of brand, quality assurance sign and belief in the health benefits, price, packaging, taste, where to buy, ingredients, promotion and the easy way to use. The healthy concern people, where more than 1,000 customers are interviewed, are used to evaluate questionnaires. The questionnaires are contained two simple questions for each attribute. The customers rate their satisfaction if the product has this attribute and rate again if the product does not have this attribute. People need to choose the answer from the survey which lists five choices including "I like it that way", "It must be that way", "I am neutral", "I can live with it that way", and "I dislike it that way".

Results and Discussion

The relationship between customer satisfaction and the functional food attributes from the basic Kano model is analyzed. Table 2 shows the description of the 10 attributes and the results of the evaluation of attributes according to frequencies. The entries in columns A, O, I, and M represent the perception of the respondents in numbers, and the italic letters refer to the category of needs under which a quality attribute falls.

Table 2 The quality attributes of functional food and the classification by Kano's model.

Attribute name	Attribute descriptions	A	O	I	M	Category
Strong of brand	The famous of brand	15	25	20	40	M
Quality assurance sign	Standard government sign such as Thai FDA	10	35	5	50	M
Belief in the health benefits	Knowledge and belief about health benefit after usage such as	30	5	5	60	M
Price	body and brain					
Packaging	Functional food is inexpensive	15	40	20	25	O
Taste	Packaging type such as glass, plastic	25	30	25	20	O
Where to buy	If functional food can drink	20	40	25	15	O
Ingredients	Convenient store such as seven-eleven	50	35	5	10	A
Promotion	Innovative ingredients such as Thai herbs	10	20	55	15	I
The easy way to use	Such as discount, giveaway	40	30	15	15	A
	Product characteristics such as capsule, powder	20	25	30	25	I

This classification indicates that the customers will be happy to see that functional foods has their functions, that is, it fulfils their special needs; they are price, packaging and taste. However, if the functional food cannot realize these three attributes, the customers tend to be dissatisfied and will find the food less acceptable.

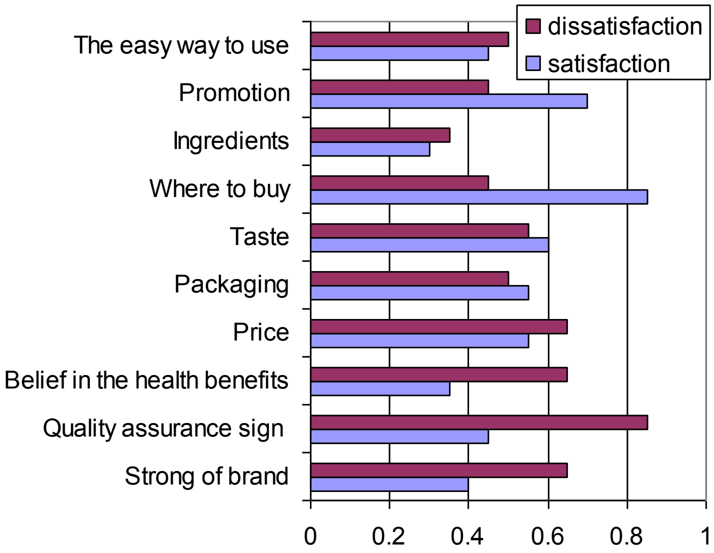


Figure 2 Customer satisfaction coefficients.

According to the M>O>A>I rule, the three one-dimensional attributes are more important in attracting and retaining customers and should be ensured earlier than the attractive attributes. Figure 2 shows the CS coefficient. We find that promotion and where to buy are more important than the other attributes. They mean that the inclusion of these attributes in a product will result in more customer satisfaction than the others. Interestingly, using Thai herbs as innovative ingredients is indifferent attribute.

Summary

The voice of customer about functional food are the strong of brand, quality assurance sign and belief in the health benefits, price, packaging, taste, where to buy, ingredients, promotion and the easy way to use. From the results, the promotion and where to buy are attractive attribute for functional food. Using Thai herbs as functional food is not attractive for customer.

Acknowledgements

This research was partially supported by University of the Thai Chamber of Commerce Fund.

Literature cited

Kano, N., 1984, Attractive Quality and Must-be Quality, Journal of the Japanese Society for Quality Control 14(2): 39–48.

Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F. and Tsuji, S., 1984, Attractive Quality and Must-be Quality, The Journal of the Japanese Society for Quality Control, 14(2): 39–48.

Matzler, H. and Hinterhuber, H., 1998, How to Make Product Development Projects more Successful by integrating Kano's Model of Customer Satisfaction into Quality Function Deployment, Technovation, 18(1): 25–38.

Matzler, K., Hinterhuber, H.H., Bailom, F. and Sauerwein, E., 1996, How to Delight Your Customers, Journal of Product and Brand Management, 5(2): 6–18.

การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. โดยน้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชย

Antifungal Property on *Aspergillus* spp. By Clove and Cinnamon Essential Oils

ภัสจนันท์ หิรัญ[1] **อรพิน เกิดชูชื่น**[1] **และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์**[1]

Hiran, P.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

This research was aimed to study the efficiency of essential oil from clove and cinnamon extracted by hydrodistillation on antifungal of *Aspergillus niger, A. terreus, A. fumigatus, Aspergillus* sp. The volatile compounds of clove oil were eugenol (72.87%), trans-caryophyllene (22.55%), α-humulene (2.59%), iso-eugenol (0.3%) and caryophyllene oxide(0.26%) and cinnamon oil contained methyl cinnamate (60.02%), trans-cinnamaldehyde (22.83%), 1,8-cineole (1.99%), limonene (0.30%), pinene (0.06%) and camphene (0.59%). When the essential oils were tested with four *Aspergillus* species, it was found that cinnamon oil could inhibit the growth of all tested fungi similarly to the antifungal effect of clove oil. Cinnamon oil at 100 ppm could inhibit the growth of *Aspergillus niger, A. terreus* and *Aspergillus* sp. of which clear zone were 72.7, 65.33 and 78.25 mm, respectively. The inhibition for *Aspergillus fumigatus* was found from cinnamon oil at 30 ppm which the growth of fungus was completely inhibited on media culture.

Keywords: essential oil, clove, cinnamon, antifungal

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยกานพลู และอบเชยที่สกัดโดยการต้มกลั่น ในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *A. fumigatus*, และ *Aspergillus* sp. โดยสารหอมระเหยในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีสาระสำคัญ คือ eugenol (72.87%), *trans*-caryophyllene (22.55%), α-humulene (2.59%), iso-eugenol (0.3%) และ caryophyllene oxide(0.26%) และอบเชยมีสารสำคัญ คือ methyl cinnamate (60.02%), *trans*-cinnamaldehyde (22.83%), 1,8-cineole (1.99%), limonene (0.30%), pinene (0.06%) และ camphene (0.59%) เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถยับยั้งเชื้อ *Aspergillus* spp.ได้ดีใกล้เคียงกับน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู โดยความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยอบเชย 100 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งเชื้อ *Aspergillus niger*, *A. terreus* และ *Aspergillus* sp. ได้ดีมี clear zone เท่ากับ 72.7, 65.33 และ 78.25 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับเชื้อรา *A. fumigatus* พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยเข้มข้น 30 พีพีเอ็ม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราชนิดนี้ได้ดีโดยไม่เกิดการเจริญของเชื้อราบนอาหารเลี้ยง

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย กานพลู อบเชย ยับยั้งเชื้อรา

คำนำ

เชื้อรา Aspergillus sp. เป็นเชื้อรากลุ่มที่สร้างสารพิษ ได้แก่ aflatoxins ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ เชื้อราเหล่านี้สามารถเจริญได้ดีบนวัสดุที่มีเซลลูโลสสูง ได้แก่ หนังสือ บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษ เฟอร์นิเจอร์ที่ทำจากไม้ รวมถึงอาหาร เช่น ผักผลไม้และธัญพืช ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดภาวะเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อราได้ง่าย เพราะผลิตภัณฑ์ที่เชื้อราสามารถเจริญได้เป็นอาหาร หรือของใช้ในชีวิตประจำวันเป็น ตัวอย่างของเชื้อรา เช่น เชื้อ *Aspergillus* sp. พบบนผลิตภัณฑ์กระดาษและหนังสือ (Hooper, 2007) พบบนพื้นผิวไม้ (wood lumber) (Yang และ Clausen, 2007) การควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรานิยมใช้สารเคมี ซึ่งอาจส่งผลให้สารเคมีตกค้างในอาหาร และผลิตภัณฑ์ที่มีเชื้อราเจริญอยู่ เมื่อผู้บริโภคได้รับสารเคมีที่ปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย อาการอาจไม่แสดงออก แต่เมื่อได้รับสารเคมีสะสมเป็นจำนวนมาก อาจทำให้เกิดการอาการเจ็บคอ มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน การไหลเวียนเลือดล้มเหลว ระบบหายใจล้มเหลว หมดสติ และอาจเสียชีวิตได้

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Bangkhuntein, Bangkok 10150

การใช้สารจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราเป็นทางเลือกหนึ่ง ได้แก่ การใช้น้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา อีกทั้งยังไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่พืชผลิตขึ้นมาเพื่อป้องกันจากการเข้าทำลายจากศัตรู (self defensive) และรักษาความชุ่มชื้นแก่พืช มีงานวิจัยการใช้น้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งเชื้อรา เช่น Rakotonirainy และคณะ (2005) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 5 ชนิดที่มีสาระสำคัญ ได้แก่ linalool, linalyl acetate, eugenol, alpha และ beta thujone และ cineole ในการเป็นสารต้านเชื้อรา *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, และ *A. repens* ที่พบเจริญในหนังสือ และเอกสารต่างๆ (archival materials) ส่วน Wang และคณะ (2005) ศึกษาสาร 6 ชนิด ได้แก่ cinnamaldehyde, benzaldehyde, 4-hydroxybenzaldehyde, cinnamyl alcohol, cinnamic acid, cinnamyl acetate และ 3-phenylpropionaldehyde เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา White rot fungi สำหรับ Yang และ Clausen (2007) ศึกษาน้ำมันหอมต่อการยับยั้งเชื้อรา 3 ชนิด คือ *Aspergillus niger, Trichoderma viride* และ *Penicillium chrysogenum* อย่างไรก็ตามพบว่างานวิจัยส่วนมากมักนำสารมาตรฐาน หรือนำน้ำมันหอมระเหยที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาใช้ทดสอบการยับยั้งเชื้อรา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูที่สกัดด้วยวิธีการต้มกลั่น เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีเซลลูโลสสูงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชยสกัดด้วยวิธีการต้มกลั่น (hydrodistillation) โดยนำตัวอย่างพืช (ดอกกานพลู และเปลือกอบเชย) ล้างน้ำให้สะอาดจากนั้นนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง นำมาบดให้ละเอียด หาความชื้นของตัวอย่างก่อนนำไปต้มกลั่นด้วยน้ำ ใช้ความร้อนสูงสุด กลั่นนาน 24 ชั่วโมง หรือสังเกตเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยถูกสกัดออกมาจนหมดแล้ว นำมาวิเคราะห์ %yield ก่อนนำตัวอย่างเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย

นำน้ำมันหอมระเหยกานพลู และอบเชยจากการต้มกลั่นในห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย โดยใช้ gas chromatography mass spectrometer (GC-MS) ที่มีคอลัมน์ชนิด capillary ZB5 (length 30 เมตร x I.D. 0.25 มิลลิเมตร x film thickness 0.25 เมตร) ฉีดเข้าเครื่องแบบ direct injection ปริมาตร 1 ไมโครลิตร แบบ split mode (split ratio, 1:20 v/v) อุณหภูมิ injector เท่ากับ 230 องศาเซลเซียส ใช้ฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพา และ ionization voltage 70 อิเล็กตรอนโวลต์ ใช้ mass range ตั้งแต่ 40-350 m/z อุณหภูมิ detector 280 องศาเซลเซียส แปรผลโดยเทียบกับ library ของ Wiley 275 ที่มี quality match มากกว่าร้อยละ 85

เชื้อราที่ใช้ในการทดสอบ

เชื้อรา 4 ชนิด คือ *Aspergillus niger, Aspergillus terreus, Aspergillus fumigatus*, จากศูนย์พันธุศาสตร์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และเชื้อราที่จำแนกได้ในห้องปฏิบัติการ คือ *Aspergillus* sp.

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งเชื้อรา 4 ชนิด ได้แก่ *A. niger*, *A. terreus*, *A. fumigatus*, และ *Aspergillus* sp. โดยวิธี disc diffusion assay (Kumar และคณะ, 2001; Gulluce และคณะ, 2004) ซึ่งเชื้อราที่นำมาทดสอบเตรียมโดยนำอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เทใส่จานเพาะเชื้อปริมาตร 20 มิลลิลิตร รออาหารแข็งตัว นำเชื้อราปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อเกลี่ยให้ทั่ว ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที นำน้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชยที่แปรความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0 (control), 10, 30, 60 และ 100 พีพีเอ็ม โดยใช้ dimethyl sulfoxide (DMSO) เป็นตัวทำละลาย หยดน้ำมันหอมระเหยปริมาตร 30 ไมโครลิตรบนกระดาษที่ตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร วางลงกลางอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ทดลองจำนวน 4 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ใน auto processor control incubator เป็นเวลา 7 วัน บันทึก clear zone

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธีการต้มกลั่นจากกานพลูและอบเชยพบว่า %yield ของน้ำมันหอมระเหยกานพลูเท่ากับ 1.245% และอบเชยเท่ากับ 2.532% และองค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยมีสารสำคัญ ได้แก่ eugenol (72.87%), *trans*-caryophyllene (22.55%), α-humulene (2.59%), iso-eugenol (0.3%) และ caryophyllene oxide (0.26%) และกานพลูมีสาระสำคัญ ได้แก่ methyl cinnamate (60.02%), *trans*-cinnamaldehyde (22.83%), 1,8-cineole (1.99%), limonene (0.30%), pinene (0.06%) และ camphene (0.59%) และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู และอบเชย สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Matan และคณะ (2005) และน้ำมันหอมระเหยอบเชยเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. niger* ได้สูงสุดมี clear zone เท่ากับ 72.7 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับ (Wang และคณะ, 2005) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยมีสารสำคัญ methyl cinnamate ซึ่งเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราหลายชนิด เช่นราที่เกิดในไม้ *สำหรับเชื้อ Aspergillus terreus* พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้โดยน้ำมันหอมระเหยกานพลูเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งเชื้อได้ดี โดยมี clear zone เท่ากับ 62.67 มิลลิเมตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nikos และคณะ (2007) ที่รายงานน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Aspergillus terreus* ได้ดี สำหรับเชื้อรา *Aspergillus fumigatus* พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยความเข้มข้นสูงกว่า 30 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้ดี มี clear zone มากกว่า 90.00 มิลลิเมตร เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีสารสำคัญที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* ได้ดี สำหรับเชื้อรา *Aspergillus* sp. พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถยับยั้งเชื้อราได้ดี มี clear zone เท่ากับ 78.25 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับรายงาน โดย Velluti และคณะ (2003) และ Paviani และคณะ (2006)

สรุปผล

น้ำมันหอมระเหยอบเชยมี %yield สูงกว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ในน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีสารสำคัญคือ eugenol (72.87%) และ *trans*-caryophyllene (22.55%) และน้ำมันหอมอบเชยมีสารสำคัญคือ methyl cinnamate (60.02%) และ *trans*-cinnamaldehyde (22.83%) ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ทั้ง 4 ชนิด *คือ A. niger, A. terreus, A. fumigatus* และ *Aspergillus* sp. ได้ดี โดยน้ำมันหอมระเหยอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู

เอกสารอ้างอิง

Gulluce, M., Sokmen, A., Askin-Akpulat, H., Daferera, D., Tepe, B., Polissiou, M., Sokmen, M. and Sahin, F., 2004, The *in vitro* Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oils and Methanol Extracts of Endemic *Thymus spathulifolius*, Food Control,15: 627-634.

Kumar, D., Prasad, A. and Singh, D.V., 2001, Effect of Residual Sodium Carbonate in Irrigation Water on the Soil Sodication and Yield of Palmarosa (*Cymbopogon martinni*) and Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*), Agricultural Water Management, 50: 161-172.

Matan, N. and Nirundorn, M., 2007, Antifungal Activities of Anise Oil, Lime Oil, and Tangerine Oil Against Molds on Rubberwood (*Hevea drasiliensis*), International Biodeterrioration and Biodegradation, 62, pp. 75-78.

Hooper, L., 2009, Decay Fungi [Online], Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Wood-decay_fungus [2009, September 28].

Rakotonirainy, M.S. and Lavedrine, B., 2005, Screening for Antifungal Activity of Essential Oils and Related Compounds to Control the Biocontamination in Libraries and Archives Storage Areas, International Biodeterioration and Biodegradation, 55: 141–147.

Yang, V.W., Clausen, C.A., 2007, Antifungal Effect of Essential Oils on Southern Yellow Pine, International Biodeterioration and Biodegradation, 59(4): 302-306.

Wang, S.Y., Chen, P.Y. and Chang, S.T., 2005, Antifungal Activities of Essential Oils and Their Constituents from Indigenous Cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) Leaves Against Wood Decay Fungi, Bioresource Technology, 96: 813–818.

Table 1 Chemical composition of clove oil and cinnamon oil.

Plant essential oil	% relative peak area
clove oil	
eugenol	72.87%
trans-caryophyllene	22.55%
α-humulene	2.59%
iso-eugenol	0.30%
caryophyllene oxide	0.26%
cinnamon oil	
methyl cinnamate	60.02%
trans-cinnamaldehyde	22.83%
1,8-cineole	1.99%
limonene	0.30%
pinene	0.06%
camphene	0.59%

Table 2 Antifungal activity of essential oil oils of clove and cinnamon by disc diffusion method.

Concentration of Essential oils	Dimeters of clear zone (mm)			
(ppm)	*A.niger*	*A.terreus*	*A.fumigatus*	*Aspergillus* sp.
Clove oil				
10	54.3[c]	28.67 [d]	28.33 [d]	34.44 [d]
30	44.3 [b]	46.33 [c]	34.67 [c]	42.83 [c]
60	66.7 [a]	63.67 [b]	45.00 [b]	51.55 [b]
100	68.3 [a]	65.33 [a]	65.67 [a]	58.46 [a]
Cinnamon oil				
10	32.0 [d]	36.00 [c]	55.67 [b]	36.24 [d]
30	45.0 [c]	42.00 [b]	> 90.00 [a]	49.47 [c]
60	67.7 [b]	55.67 [a]	> 90.00 [a]	57.64 [b]
100	72.7 [a]	62.67 [a]	> 90.00 [a]	78.25[a]

[a, b,c and d] Means for each column followed by the same letter are not significantly different (*P> 0.05*)

การพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุน

Development of Prototype Compost Rotary Drum Mixer

ศุภกิตต์ สายสุนทร[1] **ปัณณธร ภัทรสถาพรกุล**[2] **วีณา ชาลียุทธ**[2] **เยาวลักษณ์ พัสดุ**[2] **และ นรินทร์ จันทวงศ์**[2]

Sayasoonthorn, S.[1], Patharasathapornkul, P.[2], Chaleeyut, W.[2], Passadu, Y.[2] and Chantawong, N.[2]

Abstract

This research is to develop the prototype of compost rotary drum mixer. The methodology included designing, fabricating and testing of the machine. The result showed that a) the prototype of rotary drum mixer consists of 1) 1hp motor, 2) reduction gear and power transmission unit, 3) control unit, 4) drum holder, 5) compost receiving tray, 6) frame and 7) 100 liter plastic drum which can be removed from the machine, and b) preliminary tested of machine, ingredient of compost were mixed in the drum and rotated 1, 2, 5 round turning clockwise and counter clockwise alternatively and one direction for 10, 20 and 30 minutes. The performance of machine was evaluated by scoring of the compost characteristic and found that the optimum condition was achieved at rotation one direction and 5 rounds turning clockwise and counter clockwise at 20 minutes. The good characteristic of compost was loosely, homogeneous and easy to unload from the drum.

Keywords: compost, drum, mixer, mixing

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุน วิธีการทดสอบประกอบด้วย การออกแบบ สร้างต้นแบบ และทดสอบความสามารถของเครื่องในการผสมปุ๋ย ผลการทดสอบพบว่า ก) ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 1) มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า 2) เกียร์ทดและชุดส่งกำลัง 3) ชุดควบคุมการทำงาน 4) ตะแกรงยึดถัง 5) ถาดรับปุ๋ย 6) โครงเครื่อง และ 7) ถังพลาสติกสำหรับผสมปุ๋ยขนาด 100 ลิตร ที่สามารถถอดออกจากเครื่องได้ และ ข) ทดสอบทำงานเบื้องต้นด้วยการผสมปุ๋ยโดยการหมุนถังทวนและตามเข็มนาฬิกาสลับกันครั้งละ 1, 2, 5 รอบ และหมุนทางเดียวจนครบ 10, 20 และ 30 นาที เมื่อประเมินผลการทำงานของเครื่องต้นแบบด้วยการให้คะแนน โดยพิจารณาจากลักษณะของปุ๋ยที่ผสมแล้ว พบว่า การหมุนทางเดียว และหมุนถังทวนและตามเข็มสลับกัน 5 รอบ โดยใช้เวลาผสมปุ๋ย 20 นาที เป็นสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด โดยปุ๋ยที่ผสมได้มีลักษณะผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีมาก มีลักษณะร่วนซุยมาก สามารถนำออกมาจากถังได้ง่าย

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมัก ถัง เครื่องผสม การผสม

คำนำ

การผลิตพืชที่เป็นสินค้าหลักของประเทศทุกชนิดต้องใช้ปุ๋ย ปัจจุบันเกษตรกรได้ใช้ปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมากในการผลิตพืช สถิติการนำเข้าปุ๋ยเคมีในรอบ 10 ปี ที่ผ่านมาสูงถึงปีละ 2-3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าปีละ 18,000 – 22,000 ล้านบาท และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มปริมาณการนำเข้าสูงยิ่งขึ้น ปัญหาดังกล่าวกำลังขยายไปสู่สังคมในวงกว้าง นอกจากนี้แล้ว การพัฒนาเกษตรกรรมเคมีที่มุ่งเน้นด้านการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อการแข่งขันเป็นหลัก มิได้คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อผู้บริโภค สังคม และสิ่งแวดล้อม การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืช ก่อให้เกิดสารพิษปนเปื้อนอยู่ในบริเวณทั่วไป ดังนั้นเพื่อให้มีการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตที่พึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี มาเป็นการพึ่งพาตนเองในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์ เพื่อใช้เองภายในครัวเรือน อันเป็นการลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ รักษาสิ่งแวดล้อมและทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรดีขึ้น และพึ่งพาตนเองได้

กรมควบคุมมลพิษ (2544) ได้จัดทำถังหมักขยะอินทรีย์ เป็นทางเลือกใหม่ของการกำจัดของเสียที่แหล่งกำเนิดโดยได้มีการพัฒนาต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กขนาด 200 ลิตร (Household Compost Bin, Figure 1) เป็นแบบถังหมุน

[1]ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.พหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพ 10900

[1]Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 50 Phahon Yothin Rd, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก คลองหก ธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[2]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 39 Muh 1 Rangsit –Nakhonnayok Rd. Thanyaburi, Pathum thani, 12110

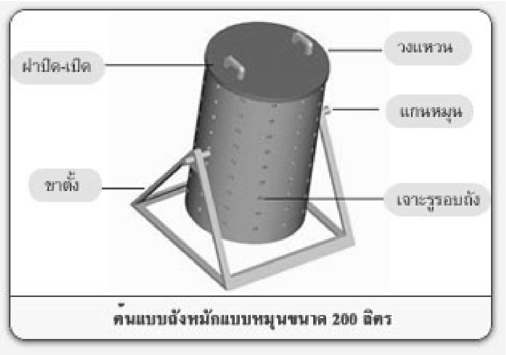


Figure 1 Household compost bin.

ลักษณะของถังหมักแบบหมุน เป็นถังรูปทรงกระบอกทำจากโลหะอลูมิเนียมกันสนิม ขนาด 200 ลิตร ติดตั้งบนแกนหมุนสำหรับหมุนพลิกถัง และด้านล่างของถังหมักทำเป็นฐานขาตั้ง สามารถรองรับวัสดุหมักได้สูงสุด 150 ลิตร มีฝาปิด-เปิดเพื่อเติมมูลฝอยและระบายปุ๋ยหมักออกทางด้านบน โดยมีวงแหวนล็อคระหว่างตัวถังกับฝาปิด-เปิดให้ติดกัน รอบถังทำการเจาะรู เพื่อช่วยระบายอากาศเข้าและออก ด้านล่างตรงกลางก้นถังติดตั้งท่อน้ำทิ้งโดยทำเป็นวาล์วปิด-เปิด สำหรับระบายน้ำชะมูลฝอย มีขนาดเล็กสะดวกในการติดตั้งและใช้งานไม่มีระบบไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง การหมักมูลฝอยเป็นแบบสภาวะใช้ออกซิเจนโดยให้มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวกผ่านรูรอบถัง และมูลฝอยภายในถังหมักสัมผัสกับอากาศได้มากขึ้นจากการถูกหมุนพลิกกลับไป-มา อายุการใช้งานของถังประมาณ 10 ปี แต่มีข้อจำกัด คือ การสามารถใช้งานโดยหมักได้ครั้งละหนึ่งถัง และต้องใช้แรงงานคนในการพลิกกลับถัง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการตอบโจทย์ดังกล่าวข้างต้น โดยการพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุนเพื่อลดการใช้แรงงาน ลดเวลาในการผลิตปุ๋ย และเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการผลิตปุ๋ยหมัก เป็นการสนับสนุน รณรงค์ ส่งเสริมและขยายผลให้มีการผลิตและใช้อินทรีย์ชีวภาพทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

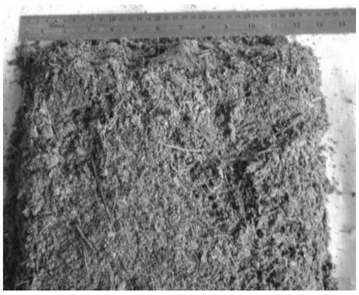
เตรียมส่วนผสมของปุ๋ยหมักโดยประยุกต์จากสูตรของศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพและความปลอดภัยทางชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งมีปริมาณส่วนผสม ได้แก่ มูลสัตว์ 1 ปี๊บ (3.4 กก.) รำละเอียด 1 ปี๊บ (8.4 กก.) เศษหญ้าแห้ง 1 ปี๊บ (1.6 กก.) กากน้ำตาล 20 ซีซี น้ำ 10 ลิตร และสารเร่งปฏิกิริยา พด.1 ใส่ในถังผสมปุ๋ย วิธีการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาจำนวนรอบ ระยะเวลาสำหรับการผสมที่เหมาะสม โดยการหมุนถังทวนเข็ม 1 รอบ ตามเข็ม 1 รอบ (1-1), ทวนเข็ม 2 รอบ ตามเข็ม 2 รอบ (2-2), ทวนเข็ม 5 รอบ ตามเข็ม 5 รอบ (5-5) และหมุนทางเดียว 10 นาที จนครบ 10, 20 และ 30 นาทีตามลำดับ เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำปุ๋ยหมักเทลงบนพื้นที่ขนาด 1x1 ฟุต และประเมินผลโดยการให้คะแนนจากส่วนผสมของปุ๋ยหมักว่าสามารถผสมได้เข้ากันดีหรือไม่ แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 4 ระดับ (Figure 2) ดังนี้

ระดับคะแนน 1	ผสมคลุกเคล้าเข้ากันไม่ดี ยังเห็นส่วนผสมจับตัวกันเป็นก้อน ผสมออกมาเป็นก้อนขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ มีความเหนียวมาก มีการจับตัวกันที่ก้นถังและฝาถัง (Figure 2a)
ระดับคะแนน 2	ผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีพอสมควร ยังเห็นส่วนผสมอยู่บ้างเล็กน้อย มีการจับตัวกันเป็นก้อนขนาดเล็ก มีความเหนียว มีการจับตัวกันที่ก้นถังและฝาถังน้อย (Figure 2b)
ระดับคะแนน 3	ผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี มีลักษณะร่วนซุย สามารถบดให้แตกละเอียดได้ง่าย มีการจับตัวกันที่ก้นถังและฝาถังบ้าง สามารถนำออกได้โดยง่าย (Figure 2c)
ระดับคะแนน 4	ผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีมาก มีลักษณะร่วนซุยมาก สามารถนำออกมาจากถังได้ง่าย (Figure 2d)

a) rating 1

b) rating 2

c) rating 3



d) rating 4

Figure 2 Scoring of mixed compost.

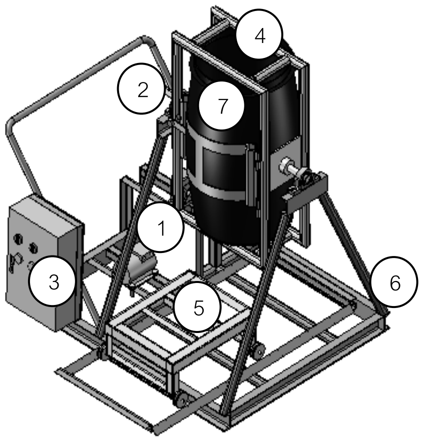


Figure 3 Prototype of compost rotary drum mixer.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุน

ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุน (Figure 3) ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ 1) มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า (220 โวลต์) 2) เกียร์ทดและชุดส่งกำลังโดยใช้เฟืองโซ่ 3) ชุดควบคุมการทำงาน 4) ตะแกรงยึดถัง 5) ถาดรับปุ๋ย 6) โครงเครื่อง และ 7) ถังพลาสติกสำหรับใช้ผสมปุ๋ยขนาด 100 ลิตร (น้ำหนักถังเปล่า 6 กก.) ทำงานโดยการหมุนถังหมักปุ๋ยในแนวดิ่งด้วยความเร็วรอบ 11.2 รอบ/นาที ซึ่งถังหมักปุ๋ยสามารถถอดแยกออกจากเครื่องได้ การทำงานของเครื่องเริ่มจากการส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านพูเล่ตัวขับ สายพาน พูเล่ตัวตาม เกียร์ทด ชุดส่งกำลังแบบเฟืองโซ่ ซึ่งเชื่อมต่อกับเพลาที่มีตะแกรงยึดถังติดอยู่ ดังนั้นเมื่อมอเตอร์หมุนจะส่งถ่ายกำลังทำให้ตะแกรงยึดถังหมุนด้วย โดยสามารถหมุนได้ทั้งในทิศทางทวนเข็ม และตามเข็มนาฬิกา ผู้ใช้สามารถตั้งเวลาการหมุนในแต่ละทิศทางได้อย่างเป็นอิสระต่อกัน และสามารถตั้งเวลารวมของการหมุนได้โดยใช้ Timer ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักสามารถทำงานได้ทั้งระบบอัตโนมัติ หรือระบบที่ปรับด้วยมือ นอกจากนี้แล้ว ในขณะที่มีการยกถังปุ๋ยเข้า-ออกจากเครื่อง ผู้ใช้สามารถวางถังปุ๋ยบนรางเลื่อน ช่วยในการเลื่อนถังปุ๋ยเข้า-ออก เพื่อเป็นการผ่อนแรงในขณะทำงานได้อีกด้วย

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผสมปุ๋ย

ถังผสมปุ๋ยขนาด 100 ลิตร เมื่อบรรจุส่วนผสมปุ๋ยรวมน้ำหนักถังแล้วมีน้ำหนัก 29.4 กก.ส่วนผสมปุ๋ยที่ใส่ลงไปในถังมีปริมาตร ¾ ของถัง เมื่อทำการทดสอบเบื้องต้นตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ และประเมินสภาวะการทำงานของเครื่องที่เหมาะสมสำหรับการผสมปุ๋ยด้วยการให้คะแนนโดยพิจารณาจากลักษณะของปุ๋ยหมักที่ผสม ผลการประเมินแสดงใน Table 1

Table 1 Scoring of the compost characteristic at various conditions.

Type of rotation	Scoring		
	10 minutes	20 minutes	30 minutes
1-1	1	1	3
2-2	2	3	4
5-5	2	4	4
One direction	3	4	4

จาก Table 1 พบว่า ระยะเวลาในการผสมปุ๋ยที่นานขึ้น จะทำให้ปุ๋ยผสมเข้ากันได้ดีขึ้น ในทุกๆเงื่อนไขของการทดสอบ ในขณะที่การปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนก็ส่งผลต่อการผสมปุ๋ยเช่นเดียวกัน โดยการสลับทิศทางการหมุนที่มากขึ้น จะทำให้ปุ๋ยผสมเข้ากันได้ดีขึ้น จากหมุนทางเดียว, 5-5, 2-2 ไปยัง 1-1 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการหมุนทิศทางเดียวและสลับทิศทางการหมุนที่นานขึ้น (5-5) จะทำให้เกิดการผสมกันอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการผสมอย่างทั่วถึง และใช้ระยะเวลาในการผสมสั้น ในขณะที่การสลับทิศทางการหมุนที่ถี่ (1-1 และ 2-2) จะทำให้การผสมเป็นไปอย่างไม่ต่อเนื่อง เกิดการผสมคลุกเคล้าของส่วนผสมปุ๋ยได้ไม่ดี แต่เมื่อใช้ระยะเวลาในการผสมที่นานขึ้นก็จะทำให้เกิดการผสมที่ทั่วถึงได้ สภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ การหมุนทางเดียว และหมุนถังทวนและตามเข็มสลับกัน 5 รอบ โดยใช้เวลาผสมปุ๋ย 20 นาที ปุ๋ยที่ผสมได้มีลักษณะผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ใช้เวลาน้อยกว่าที่ 30 นาที จึงช่วยลดระยะเวลาทำงานต่อรอบ และประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า

สรุปผล

งานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถัง ผลการทดสอบพบว่า ก) ต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 1) มอเตอร์ต้นกำลัง 2) เกียร์ทดและชุดส่งกำลัง 3) ชุดควบคุมการทำงาน 4) ตะแกรงยึดถัง 5) ถาดรับปุ๋ย 6) โครงเครื่อง และ 7) ถังพลาสติกสำหรับผสมปุ๋ยขนาด 100 ลิตร และ ข) การทดสอบทำงานเบื้องต้นด้วยการประเมินจากการให้คะแนนของปุ๋ยหมักที่ผสมแล้ว พบว่า การหมุนทางเดียว และหมุนถังทวนและตามเข็มสลับกัน 5 รอบ ใช้เวลาผสมปุ๋ย 20 นาทีเป็นสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด โดยปุ๋ยที่ผสมได้มีลักษณะผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีมาก มีลักษณะร่วนซุยมาก สามารถนำออกมาจากถังได้ง่าย

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ, 2544, ถังหมักขยะอินทรีย์ เปลี่ยนขยะให้เป็นปุ๋ย [สืบค้น], http://www.pcd.go.th/info_serv/envi_compost.html [October 7, 2009].

การตรวจสอบค่าความหวานผลลองกองด้วยเครื่องวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านใกล้อินฟราเรด

Brix Value Determination of Longkong Fruits Using Near Infrared Instrument

อาทิตย์ จันทร์หิรัญ[1] วารุณี ธนะแพสย์[1] ศุมาพร เกษมสำราญ[1] และ จิราพร อนุสรณ์วงศ์ชัย[1]
Janhiran, A.[1], Thanapase, W.[1], Kasemsumran, S.[1] and Anusornwongchai, J.[1]

Abstract

The objective of this work was to study possibility for Prediction of total soluble solids (°Brix) by using near infrared spectroscopy (NIRS) technique in interactance mode (wavelength regions of 600-1100 nm) and transmittance mode (wavelength regions of 650-955 nm). Samples were taken from a group of Longkong (N = 300) for analyses for each machine. Calibration and Prediction models were constructed using Partial Least Square Regression (PLSR). The best Calibration result of spectra 2nd Derivative (transmittance mode); 1) First year of Longkong having a multiple correlation coefficient R of 0.935 and RMSEC of 0.396. 2) Second year of Longkong having a multiple correlation coefficient R of 0.970 and RMSEC of 0.386. The Calibration model for the combined years exhibited R of 0.947 and RMSEC of 0.448. This feasibility study indicated that transmittance mode and interactance mode NIRS could be used to accurately determine total soluble solids (%Brix) in intact Longkong without destruction, meanwhile the result of Transmittance mode was better than Interactance mode slightly because the light could pass through the sample.

Keywords: Longkong, Near Infrared Spectroscopy, Spectra

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลลองกองเกี่ยวกับการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ด้วยการใช้เทคนิคแสงย่านใกล้อินฟราเรดในช่วงคลื่นสั้น โดยการวัดตัวอย่างแบบใช้วิธีสะท้อนกลับ (Interactance mode) ในช่วงความยาวคลื่น 600-1100 นาโนเมตร และวิธีทะลุผ่าน (Transmittance mode) ในช่วงความยาวคลื่น 650-955 นาโนเมตร ตัวอย่างลองกอง 310 ผล จากนั้นสร้างสมการทดสอบ (Calibration) และสมการทำนาย (Prediction) ด้วยวิธี Partial Least Squares Regression (PLSR) พบว่าลองกอง มีสมการทดสอบและสมการทำนายค่า °Brix สเปคตรัมแบบ 2nd Derivative วิธี Transmittance mode มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ดีที่สุด และมีค่า RMSEC ต่ำที่สุด คือ ลองกอง ปีที่ 1 ค่า R คือ 0.935, ปีที่ 2 มีค่า 0.970 และ RMSEC มีค่าต่ำที่สุด คือ ปีที่ 1 มีค่า 0.396 และปีที่ 2 มีค่า 0.386 และเมื่อนำสเปกตรัมปีที่ 1 และปีที่ 2 มารวมกัน มีค่า R ดีที่สุด คือ 0.947 และมีค่า RMSEC ต่ำที่สุด คือ 0.448 จากผลที่ได้จะเห็นได้ว่าเทคนิคการใช้คลื่นสั้นย่านใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่านและแบบสะท้อนกลับมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการทำนายปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) แบบไม่ทำลายได้อย่างแม่นยำแต่แบบทะลุผ่านค่อนข้างจะดีกว่าเพราะมีความเข้มแสงที่จะสามารถทะลุทะลวงที่ดี

คำสำคัญ: ลองกอง แสงย่านใกล้อินฟราเรด สเปคตรัม

บทนำ

ลองกอง (Longkong) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ *Mellaceae* เป็นผลไม้เขตร้อนซึ่งจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศและเป็นพืชที่ได้รับความนิยม ลองกองเป็นพืชที่มีผิวต้นขรุขระสีน้ำตาล ไม่มีลายขาวขึ้นบนผิวเปลือก ร่องใบลึกชัด ปลายใบมน มีรสขมเล็กน้อย แต่ละก้านมีใบย่อยประมาณ 8 ใบ ใบสีเขียวเป็นมัน ผลเปลือกหนา ไม่มียาง เปลือกนอกผลหยาบกว่าลางสาด แต่ละช่อผลอัดแน่นชิดกันเป็นระเบียบ มีทั้งผลกลมและมีจุก ผลสุก สีเหลืองจาง ผลแน่นแข็งกว่าลางสาด แต่ละผลมีเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว บางผลไม่มีเมล็ดเลย เนื้อแห้ง ไม่แฉะ สีขาวใส รสหวานหอม พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ ลองกองแห้ง ลองกองน้ำ ลองกองปาลาแมหรือลองกองแปร์แมร์เป็นผลไม้ที่รับประทานผลสดๆ มีคุณค่าทางอาหารมาก และแปรรูปในน้ำเชื่อม เปลือกและเมล็ดมีส่วนประกอบของสารเคมีที่มีความสำคัญทางการแพทย์และอุตสาหกรรม มีถิ่นกำเนิดที่ จ.นราธิวาส และกระจายหลายสายพันธุ์ไปอย่างกว้างขวางทั้งภาคเหนือและตะวันออกเฉียงใต้ ชอบดินร่วนปนทราย เป็นไม้ป่าพื้นเมืองเขตร้อน ผลผลิตลองกองทั้ง

[1]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[1]Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University

ประเทศ ปี 2547 ปริมาณ 277,539 ตัน และปี 2548 ปริมาณ 215,581ตัน ปริมาณการส่งออกปี 2547 ปริมาณ 60.57 ตัน มูลค่า 3.71 ล้านบาท และปี 2548 ปริมาณ 300 ตัน 18 ล้านบาท ประเทศส่งออกได้แก่ สหรัฐอเมริกา แคนาดา เวียดนาม จีน เยอรมัน ในหลายปีที่ผ่านมา เทคนิคการประเมินคุณภาพภายในของผลไม้ต่างๆ แบบไม่ทำลาย โดยใช้เทคนิคแสงย่านใกล้อินฟราเรด short wavelength มาใช้ประโยชน์อย่างมาก เช่น การหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลแคนตาลูป (Dull และคณะ, 1989), การหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลส้ม (Kawano และคณะ, 1993) และการหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และน้ำหนักเนื้อแห้งในผลมะม่วง (Saranwong และคณะ, 2001) ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับการนำเทคนิคการดูดกลืนพลังงานแสงย่านใกล้อินฟราเรดมาใช้เพื่อหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลลองกองแบบไม่ทำลาย วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วิธี Near Infrared Spectroscopy (NIRS) ซึ่งเป็นวิธีไม่ทำลายตัวอย่างในการวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเพื่อเปรียบเทียบการใช้วิธีทะลุผ่าน (Transmittance mode) และวิธีสะท้อนกลับ (Interactance mode)

อุปกรณ์และวิธีการ

นำตัวอย่างลองกองพันธุ์ตันหยง มาทดลองเป็นระยะเวลา 2 ปี จำนวน 300 ผล โดยปีที่ 1 จำนวน 180 ผล และปีที่ 2 จำนวน 120 ผล นำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการปรับอุณหภูมิก่อนการวัดด้วยการเก็บไว้ในห้องที่รักษาอุณหภูมิห้องที่ระดับ 25 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลกระทบอันเนื่องมาจากอุณหภูมิระหว่างการวัด จากนั้นทำการตรวจวัดผลลองกองแต่ละตัวอย่างเพื่อให้ได้สเปกตรัมโดยทำการวัดตัวอย่างละ 2 จุด (90°) ของแต่ละผลด้วยเครื่องแสงย่านใกล้อินฟราเรดในช่วงคลื่นสั้น (Figure 1) เครื่องที่ใช้วัดดังกล่าวผลิตโดย SAIKA Technological Institute Foundation จากประเทศญี่ปุ่น เป็นชนิดทะลุผ่านในช่วงความยาวคลื่น 665 ถึง 955 นาโนเมตร และวิธี Interactance mode เป็นชนิดสะท้อนกลับแบบพกพา ในช่วงความยาวคลื่น 600 ถึง 1100 นาโนเมตร เมื่อทำการวัดเสร็จแล้วจึงนำผลตัวอย่างลองกองแต่ละผลที่วัดค่าสเปกตรัมแล้ว มาผ่าคั้นน้ำออกเพื่อตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือค่าบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) จำนวน 3 ซ้ำ ของแต่ละผลโดยทันที หลังจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์คำนวนค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัม กับค่าทางเคมี ด้วยวิธี Partial Least Square (PLS) จากโปรแกรม Unscrambler 9.8 เพื่อทดสอบสมการและทำนายความแม่นยำ

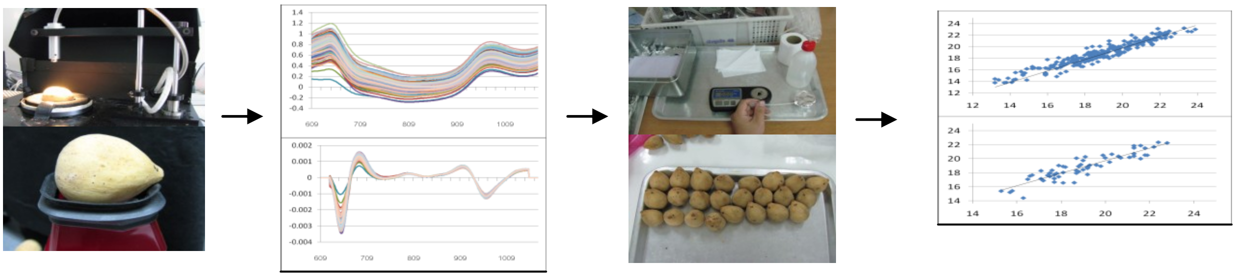


Figure 1 Procedures for experiment of Longkong.

ขั้นตอนการทำ สมการตรวจสอบ (Calibration) และสมการทำนาย (Prediction)

จาก Table 1 แบ่งตัวอย่างลองกองตามลักษณะสมการ โดยแบ่งออกเป็น 2 สมการ คือ Calibration และ Prediction ปีที่ 1 รวม 180 ตัวอย่าง แบ่งเป็น Calibration 135 ตัวอย่าง และ Prediction 45 ตัวอย่าง และปีที่ 2 รวม 120 ตัวอย่าง แบ่งเป็น Calibration 90 ตัวอย่าง และ Prediction 30 ตัวอย่าง และรวมทั้ง 2 ปี 300 ตัวอย่าง แบ่งเป็น Calibration 225 ตัวอย่าง และ Prediction 75 ตัวอย่าง โดยในแต่ละตัวอย่างมีค่าทางเคมีกระจายตัวตลอดช่วงและช่วงของค่าทางเคมีในกลุ่ม Calibration ครอบคลุมช่วงของกลุ่ม Prediction ซึ่งจะได้ข้อมูลแสดงใน Table 1 เพื่อใช้ในการทดสอบสมการ หาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัม กับค่าทางเคมี

ผลการทดลอง

จากการศึกษาเบื้องต้นตัวอย่างลองกองพันธุ์ตันหยง ในช่วงความยาวคลื่น 600-1100 นาโนเมตร ใช้วิธีแบบ Interactance และในช่วงความยาวคลื่น 650-970 นาโนเมตร ใช้วิธีแบบ Transmittance ได้สเปกตรัม Original จากนั้นทำการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธี 2^{nd} Derivative เพื่อเป็นการลดการ Overlap ของสเปกตรัม และสามารถแยก peak ของช่วงคลื่นได้เด่นชัดมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่ามี peak เกิดการจากการดูดกลืนแสงสัมพันธ์กับการสั่นของโมเลกุลต่างๆ อย่างเด่นชัด (อนุพันธ์, 2545)

จาก Figure 2 จะเห็นได้ว่ามี peak ช่วงคลื่นที่ 830 นาโนเมตร ชัดเจนที่สุดโดยมีลักษณะสเปคตรัมเกิดการสั่นสะเทือนของโมกุลของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Kawano และคณะ, 1993)

Table 1 Characteristics of calibration and prediction data sets of Longkong.

Years	Set	Number	%Brix	Mean	Std. dev.
1	Calibration	135	13.8 - 20.7	18.5	1.1
	Prediction	45	15.3 - 20.4	18.5	1.1
2	Calibration	90	14.1 - 20.4	17.8	1.6
	Prediction	30	14.3 - 20.1	17.7	1.7
1+2	Calibration	225	13.8 - 20.7	18.2	1.4
	Prediction	75	14.6 - 20.5	17.9	1.3

เมื่อนำค่า °Brix และค่าการดูดกลืนแสงของสเปกตรัมมาทำการทดสอบสร้างสมการวิเคราะห์ในทางสถิติด้วยวิธี PLSR โดย Cross Validation โดยเปรียบเทียบสมการทดสอบ (Calibration) และสมการทำนาย (Prediction) ของสเปคตรัมแบบ 2nd Derivative ด้วยวิธี Interactance mode ในช่วงความยาวคลื่น 600-1100 นาโนเมตร และวิธี Transmittance mode ในช่วงความยาวคลื่น 650-970 นาโนเมตร พบว่าสมการทดสอบของตัวอย่างลองกองด้วยวิธี Transmittance mode มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ที่สูงกว่า วิธี Interactance mode ทั้งปีที่ 1 และปีที่ 2 ดังนี้ ได้แก่ ปีที่ 1 มีค่า 0.935 และ 0.783 และปีที่ 2 มีค่า 0.970 และ 0.930 ตามลำดับ และวิธี Transmittance mode มีค่า RMSEC/RMSEP ที่ต่ำกว่า วิธี Interactance mode คือ ปีที่ 1 มีค่า 0.396 และ 0.694 และปีที่ 2 มีค่า 0.386 และ 0.583 ตามลำดับ (Table 2)

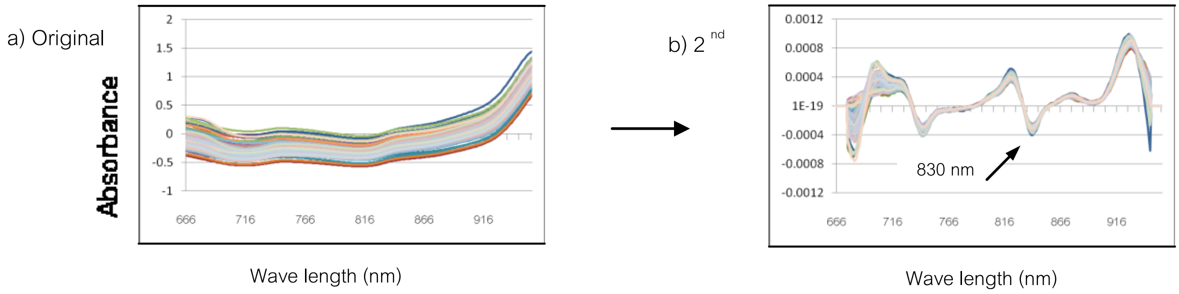


Figure 2 Original spectra (a) and 2nd derivative spectra (b)

จาก Table 2 เมื่อนำค่า °Brix และการดูดกลืนแสงของสเปกตรัมของลองกองรวมทั้ง 2 ปี มาทำการทดสอบสร้างสมการวิเคราะห์ในทางสถิติด้วยวิธี PLSR โดย Cross Validation โดยเปรียบเทียบสมการทดสอบ (Calibration) และสมการทำนาย (Prediction) ของสเปคตรัมแบบ 2nd Derivative ด้วยวิธี Interactance mode ในช่วงความยาวคลื่น 600-1100 นาโนเมตร และวิธี Transmittance mode ในช่วงความยาวคลื่น 650-970 นาโนเมตร พบว่าสมการทดสอบและสมการทำนายของวิธี Transmittance mode มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ที่สูงกว่า วิธี Interactance mode คือ 0.947 และ 0.895 ตามลำดับ และมีค่า RMSEC/RMSEP ที่ต่ำกว่า คือ 0.448 และ 0.605 ตามลำดับ

การรวมค่าการดูดกลืนของสเปคตรัมทั้ง 2 ปี ของลองกอง (Table 2) จะเห็นว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) มีค่าที่สูง และ RMSEC/RMSEP มีค่าที่ต่ำ ทั้งวิธี Transmittance mode และวิธี Interactance mode โดยเฉพาะวิธี Transmittance mode จะมีค่าที่ดีกว่า (ในจำนวน F ที่เท่ากัน) ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงความแม่นยำในการทำนายได้ชัดเจนในระยะเวลาทั้ง 2 ปี ที่ผ่านมา จาก Figure 3 เมื่อนำค่า °Brix และสเปกตรัมมาคำนวนด้วยวิธี Partial Least Square (PLS) จากโปรแกรม Unscrambler 9.8 จากนั้น พ็อต กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ °Brix ระหว่าง NIRS กับ Prediction ของลองกอง รวม 2 ปี สเปคตรัมแบบ 2nd derivative ซึ่งมีทิศทางเป็นเส้นตรงไปในแนวเดียวกันและบ่งบอกถึงความความแม่นยำสูงในการทำนาย

Table 2 Regression statistics of the partial least squares model from 2nd Derivative.

Years	Type	Model	F	R	SEC/SEP	Bias	RMSEC/RMSEP
First year	interactance	Calibration	8	0.783	0.697	$-7.98*10^{-7}$	0.694
		Prediction	8	0.709	0.816	0.025	0.807
	transmittance	Calibration	8	0.935	0.397	$-4.30*10^{-7}$	0.396
		Prediction	8	0.855	0.605	-0.007	0.598
Second year	interactance	Calibration	10	0.930	0.587	$5.51*10^{-7}$	0.583
		Prediction	10	0.916	0.685	-0.163	0.694
	transmittance	Calibration	6	0.970	0.388	$4.98*10^{-7}$	0.386
		Prediction	6	0.927	0.657	-0.043	0.647
First year and Second year	interactance	Calibration	9	0.867	0.681	$5.15*10^{-7}$	0.679
		Prediction	9	0.797	0.809	0.118	0.813
	transmittance	Calibration	8	0.947	0.449	$-6.23*10^{-7}$	0.448
		Prediction	8	0.895	0.599	0.107	0.605

Remark F = factors or certain variables affect variables, R = correlation coefficient

RMSEC = root mean square error of calibration, RMSEP = root mean square error of prediction

Bias = difference between an estimator's expectation and the true value of the parameter being estimated

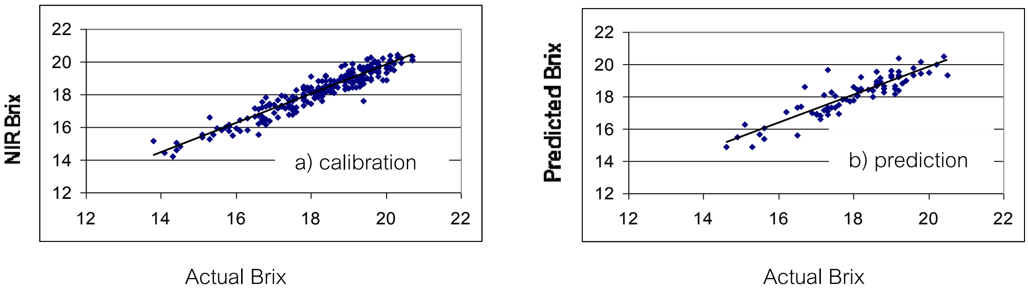


Figure 3 Scatter plots of soluble solid contents (SSC) using PLS model from original spectra for calibration set samples (a) and prediction set samples (b).

สรุปผล

จากการศึกษาสมการทดสอบและสมการทำนาย จะเห็นได้ว่าเทคนิคการใช้คลื่นสั้นย่านใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่านและแบบสะท้อนกลับมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการทำนายได้อย่างแม่นยำ แต่แบบทะลุผ่านจะดีกว่าเล็กน้อย เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเกษตรกรหรือภาคอุตสาหกรรมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต และควรเลือกใช้งานเครื่องมือและวิธีการทำงานให้เหมาะสมกับตัวอย่าง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

อนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล, 2545, การปรับแต่งสเปกตรัมก่อนการวิเคราะห์, การอบรมเชิงปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพสินค้าด้วยเทคนิค NIRS เพื่อการแข่งขันในเวทีการค้าโลก, 27-28 พฤศจิกายน 2545, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลเกษตรฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, น. 67-98.

Saranwong, S., Sornsrivichai, J. and Kawano, S., 2001, Improvement of PLS Calibration for °Brix Value and Dry Matter of Mango Using Information from MLR Calibration, Journal Near Infrared Spectroscope, 9: 287-295.

Kawano, S., Fujiwara, T. and Iwamoto, M., 1993, Nondestructive Determination of Sugar Content in Satsuma Mandarin Using NIR Transmittance, The Japanese Society for Horticultural Science, 62: 465-470.

Dull, G.G., Birth, G.S., Smittle, D.A. and Leffler, R.G., 1989, Near Infrared Analysis of Soluble Solids Intact Cantaloupe, Journal of Food Science, 54(2): 393-395.

การทำให้บริสุทธิ์ และคุณสมบัติของเอนไซม์ไซลาเนส A จากเชื้อชอบร้อน *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12

Purification and Characterization of a Xylanase A from Thermophilic *Anoxybacillus* sp. Strain JT-12

จิตรลดา ฐิติกรอม[1] คิน เลย์ คู[1] และ กนก รัตนะกนกชัย[1]
Thitikorn-amorn, J.[1], Kyu, K.L.[1] and Ratanakhanokchai, K.[1]

Abstract

A 45 kDa xylanase A was produced by thermophilic *Anoxybacillus* sp. strain JT-12, when grown on birchwood xylan as a sole carbon source. After harvesting, the enzyme was purified by elution of xylan residue remained in the medium using triethylamine (TEA). The purified xylanase A had specific activity of 4.00 U/mg protein and recovery yield at 38.46%. The pH and temperature optima of the purified xylanase A were pH 7.0-8.0 and 60-80 ^{o}C, respectively. The purified enzyme was stable in the broad pH and temperature ranges of 6.0 to 9.0 and 30 to 80 ^{o}C, respectively. The hydrolysis products of xylans from birchwood, oat spelt and larchwood by the purified xylanase A were series of xylooligosaccharides whose sizes were larger than xylose, indicating that the xylanase A was an endo-xylanase. However, hydrolysis products of various xylans were different. Therefore, the hydrolysis of xylans by xylanase A depended on the type of xylans.

Keywords: *Anoxybacillus* sp., endo-xylanase, purification of xylanase, xylooligosaccharide

บทคัดย่อ

ไซลาเนส A ขนาด 45 กิโลดาลตัลที่ผลิตโดยเชื้อชอบร้อน *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12 ในอาหารที่มี birchwood xylan เป็นแหล่งคาร์บอน ถูกทำให้บริสุทธิ์โดยการชะเอนไซม์ที่เกาะกับกากไซแลนด้วย triethylamine (TEA) โดยไซลาเนส A ที่ถูกทำให้บริสุทธิ์มีกิจกรรมจำเพาะ 4.00 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน และ recovery yield ร้อยละ 38.46 ไซลาเนส A บริสุทธิ์มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานที่พีเอช 7.0-8.0 และอุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส และมีเสถียรภาพต่อพีเอชและอุณหภูมิในช่วงกว้างระหว่าง 6.0-9.0 และ 30-80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อย่อย birchwood xylan oat spelt xylan และ larchwood xylan ด้วยไซลาเนส A บริสุทธิ์ พบว่าได้ผลิตภัณฑ์เป็นอนุกรมของน้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่มีขนาดมากกว่าไซโลส แสดงว่าไซลาเนส A เป็นชนิดเอ็นโดไซลาเนส อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยไซแลนต่างๆ แตกต่างกัน ดังนั้นชนิดของไซแลนมีผลต่อการย่อยของไซลาเนส A

คำสำคัญ: *Anoxybacillus* sp. เอ็นโดไซลาเนส การทำให้ไซลาเนสบริสุทธิ์ น้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์

บทนำ

ไซแลนเป็นองค์ประกอบหลักของเฮมิเซลลูโลสซึ่งพบมากในผนังเซลล์พืช มีหน่วยย่อยเป็นน้ำตาลไซโลสที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β-D-1,4-linkage และมีกิ่งก้านเป็นน้ำตาลและอนุพันธ์ของน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาลอะราบิโนส และกรดกลูคลูโร-นิก เป็นต้น (Sunna และ Antranikian, 1997) โดยไซลาเนส (EC 3.2.1.8) เป็นเอนไซม์หลักในกลุ่มไซลาโนไลติกเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการย่อยไซแลน ไซลาเนสบางชนิดสามารถยึดเกาะกับไซแลนที่ไม่ละลายน้ำได้แบบจำเพาะ จึงช่วยให้การย่อยสลายซับสเตรทเกิดได้ดีขึ้น เนื่องจากทำให้บริเวณเร่งปฏิกิริยาเข้าใกล้ซับสเตรทมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงเพื่อทำให้ไซลาเนสที่ยึดเกาะกับไซแลนที่ไม่ละลายน้ำบริสุทธิ์ โดยอาศัยคุณสมบัติในการยึดเกาะและหลุดออกจากไซแลน (Ratanakhanokchai และคณะ, 1999) ปัจจุบันมีการนำไซลาเนสไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ช่วยลดปริมาณคลอรีนในการฟอกสีเยื่อกระดาษ (Beg และคณะ, 2001) ใช้ร่วมกับเอนไซม์เซลลูเลสและเพคตินในการทำให้น้ำผลไม้ และไวน์ใส (Biely, 1985) ปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์สำหรับวัว กระบือ หมู เป็ด และไก่ (Diebold และคณะ, 2005) ปรับปรุงคุณภาพของแป้งจากธัญพืชเพื่อให้ขนมปังมีคุณลักษณะ ปริมาณ ลักษณะสัมผัส และ staling ดีขึ้น (Sunna และ Antranikian, 1997)

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien, Bangkok 10150

และเปลี่ยนไซแลนในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง เช่น เอทานอล ไซลิทอล และน้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Coughlan และ Hazlewood, 1993) เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

เพาะเลี้ยงเชื้อชอบร้อน *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12 ที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินบริเวณรอบ ๆ โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษของบริษัทเยื่อกระดาษสยามจำกัด (มหาชน) จังหวัดราชบุรี (Thitikorn-amorn และคณะ, 2008) ในอาหารเหลวสูตรของ Berg (Berg และคณะ, 1972) พีเอช 7.0 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร โดยมี birchwood xylan เป็นแหล่งคาร์บอน บ่มในเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 55ºC ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 วัน นำกากไซแลนที่ได้หลังแยกโดยการปั่นเหวี่ยงมาใช้ในการทำไซ-ลาเนสให้บริสุทธิ์ตามวิธีของ Ratanakhanokchai และคณะ, 1999 โดยล้างกากไซแลนด้วย phosphate buffer saline (PBS : โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.15 โมลาร์ ในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ พีเอช 7.0) หลายๆ ครั้ง จนไม่สามารถตรวจพบโปรตีน (Lowry และคณะ, 1951) ในน้ำล้าง จากนั้นชะไซลาเนสออกจากกากไซแลนด้วยสารละลาย TEA ร้อยละ 1 และ 2 (ปริมาตรต่อปริมาตร) หลายๆ ครั้ง จนตรวจไม่พบกิจกรรมของไซลาเนส ตรวจสอบรูปแบบโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE (Laemmli, 1970) และ zymogram (Ratanakhanokchai และคณะ, 1999) จากนั้นนำเอนไซม์ไซลาเนสบริสุทธิ์ (0.1 ยูนิต) ไปย่อยไซแลนชนิดต่างๆ ที่พีเอช 7.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตรวจวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้น (Somogyi, 1952) และวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิค TLC (Sornyotha และคณะ, 2007) ตรวจสอบผลของพีเอชต่อกิจกรรม และเสถียรภาพของไซลาเนสที่พีเอช 4.0-10.0 และอุณหภูมิ 30ºC-80ºC ตามลำดับ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เชื้อชอบร้อน *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12 เป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ (strictly aerobic bacterium) ผลิตเฉพาะไซลาโนไลติกเอนไซม์แต่ไม่ผลิตเซลลูโลไลติกเอนไซม์ สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ คือ พีเอช 7.0-9-0 อุณหภูมิ 55-65 องศาเซลเซียส จึงจัดเป็นจุลินทรีย์ประเภททนด่างและชอบร้อน ผลการชะโปรตีนที่ยึดเกาะกับไซแลนออกด้วย TEA ร้อยละ 1 และ 2 และการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของไซลาเนสแสดงดัง figure.1 จากรูป 1A พบว่าโปรตีนใน culture supernatant ที่ได้จากน้ำเลี้ยง *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12 และไซลาเนสที่ได้จากการชะกากไซแลนด้วย TEA ร้อยละ 1 ครั้งที่ 1 ประกอบด้วยโปรตีนหน่วยย่อยที่มีจำนวนและขนาดใกล้เคียงกัน โดยมีโปรตีนหน่อยย่อยอย่างน้อย 16 ชนิด ที่มีขนาด 132, 110, 75, 65, 63, 55, 50, 45, 43, 37, 30, 27, 24, 22, 17 และ 16 กิโลดาลตัล ขณะที่เมื่อตรวจสอบด้วยเทคนิค zymogram ซึ่งมีการเติมไซแลนที่ละลายน้ำเข้าไปเป็นส่วนประกอบของเจล ดังรูป 1B พบว่าใน culture supernatant มีไซลาเนส 3 ชนิด ที่มีขนาด 45 (A), 43 (B) และ 37 (C) กิโลดาลตัล ตามลำดับ และสามารถทำให้ไซลาเนส A บริสุทธิ์โดยการชะด้วย TEA ร้อยละ 1 ครั้งที่ 5 และ 6 และการชะด้วย TEA ร้อยละ 2 ครั้งที่ 1 และ 2

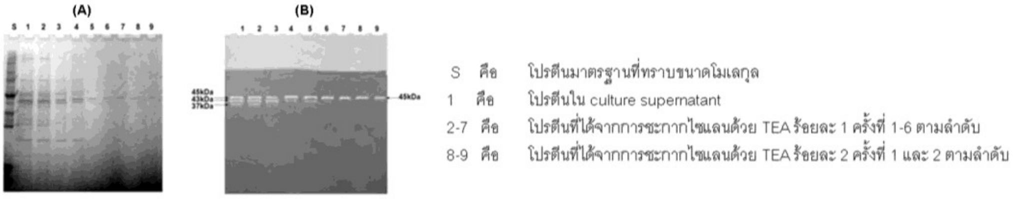


Figure 1 SDS-PAGE of protein band (A) and xylanase zymogram (B) of protein eluted from of xylan residue by TEA.

ไซลาเนส A บริสุทธิ์ที่ได้ถูกนำมาตรวจวัดกิจกรรมไซลาเนส และปริมาณโปรตีน เพื่อเปรียบเทียบกับไซลาเนสจากการชะกากไซแลนด้วย TEA ร้อยละ 1 ครั้งที่ 1 ดัง Table 1 จะเห็นได้ว่าค่า specific xylanase activity ที่ตรวจพบในไซลาเนส A มีค่าเท่ากับ 4.00 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน ซึ่งสูงกว่าส่วนของไซลาเนสจากกากไซแลนที่ชะด้วย TEA ร้อยละ 1 ครั้งที่ 1 ถึง 9.09 เท่า โดยได้ yield น้อยลงเหลือร้อยละ 38.46 การที่ไซลาเนส B และ C ถูกชะออกจากกากไซแลนก่อนแสดงให้เห็นว่าไซลาเนส B และ C มีความสามารถในการยึดเกาะกับไซแลน หรือมีความแรงในการจับกับไซแลนต่ำกว่าไซลาเนส A จึงสามารถชะไซ-ลาเนส A ออกมาได้บริสุทธิ์ในช่วงท้าย จากงานวิจัยที่ผ่านมามีการนำไซลาเนสไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะการผลิตน้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ไม่มีการปนเปื้อนจากน้ำตาลกลูโคสและกลูโคโอลิโกแซ็กคาไรด์ เมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นซับสเตรท (Moure และคณะ, 2006)

Table 1 Comparison of protein content and xylanase activity of xylanase eluted by TEA at 1% first elution and standard xylanase A.

	Total protein (mg)	Total xylanase activity (U)	Specific xylanase activity (U/mg protein)	Purification fold	Yield (%)
ไซลาเนสจากการชะกากไซแลนด้วย TEA ร้อยละ 1 ครั้งที่ 1	11.19	5.20	0.44	1.00	100.00
ไซลาเนส A บริสุทธิ์	0.50	2.00	4.00	9.09	38.46

จากการตรวจสอบปัจจัยของพีเอชและอุณหภูมิต่อการทำงานและเสถียรภาพของไซลาเนส A บริสุทธิ์ พบว่าไซลาเนส A ทำงานได้ดีและมีเสถียรภาพมากกว่าร้อยละ 80 ในช่วงพีเอชระหว่าง 6.0 ถึง 9.0 เมื่อเปรียบเทียบกับพีเอชที่ให้ค่ากิจกรรมและเสถียรภาพสูงสุด (พีเอช 8.0) เห็นได้ว่าไซลาเนส A ที่ผลิตโดย *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12 ทำงานและมีเสถียรภาพสูงที่พีเอชในช่วงกว้าง แตกต่างจากไซลาเนสส่วนใหญ่ที่ผลิตจากจุลินทรีย์อื่นๆ ที่เจริญในพีเอชเป็นกลาง และมีรายงานว่าทำงานได้ดีที่พีเอชเป็นกรด (พีเอช 5.0-6.0) แต่ทำงานได้น้อยมากในช่วงพีเอชที่เป็นด่าง เช่น *Bacillus* sp. 11-1S ผลิตไซลาเนส ซึ่งทำงานได้ดีที่พีเอช 4.0 และมีเสถียรภาพสูงที่พีเอช 2.0-6.0 (Bastawde, 1992) ซึ่งน่าจะมีสาเหตุจาก *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12 เจริญได้ดีที่พีเอชเป็นด่าง ทำให้เอนไซม์ที่ผลิตได้ทำงานและมีเสถียรภาพที่ดีในพีเอชเป็นด่าง ไซลาเนส A ทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 60-80 องศาเซลเซียส กิจกรรมของไซลาเนสสูงมากกว่าร้อยละ 97 และมีเสถียรภาพมากกว่าร้อยละ 80 ที่อุณหภูมิระหว่าง 30-60 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ไซลาเนส A มีเสถียรภาพร้อยละ 70 และ 68 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามแม้ว่าที่อุณหภูมิสูงไซลาเนส A จะมีกิจกรรมไซลาเนสสูง แต่เสถียรภาพที่อุณหภูมิสูงต่ำกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากในการทดสอบการทำงานที่อุณหภูมิต่างๆนั้นไซลาเนส A ถูกบ่มร่วมกับซับสเตรท จึงเป็นไปได้ว่าซับสเตรทช่วยป้องกันเอนไซม์จากการเสียสภาพด้วยความร้อน ภายใต้ภาวะทดสอบ (Ratanakhanokchai และคณะ, 1999) เมื่อเก็บไซลาเนส A ไว้ที่พีเอช 7.0 อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ากิจกรรมไซลาเนสยังคงเหลืออยู่มากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งเป็นผลดีต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมที่ใช้ความร้อนในกระบวนการผลิต

เมื่อย่อยไซแลนชนิดต่างๆ ด้วยไซลาเนส A พบว่า birchwood xylan ถูกย่อยได้ดีกว่า larchwood xylan และ oat spelt xylan แสดงว่าไซลาเนส A ชอบย่อยไซแลนสายยาวและมีหมู่แทนที่น้อย ซึ่งสอดคล้องกับไซลาเนสที่ผลิตจาก *Aureobasidium pullulans* สายพันธุ์ Y-2311-1 ซึ่งชอบย่อยไซแลนที่มีสายยาวโดยเฉพาะ birchwood xylan (Li และคณะ, 2000) ภายหลังชั่วโมงที่ 6 อัตราการย่อยไซแลนต่างๆ โดยไซลาเนส A เริ่มคงที่ ซึ่งอาจมีสาเหตุจากส่วนที่เป็นกิ่งก้านในโครงสร้างของไซแลนขัดขวางการทำงานของไซลาเนส A โดยมีรายงานว่าการเติมเอนไซม์ที่มีหน้าที่ตัดพันธะระหว่างโครงสร้างหลักของสายไซแลนกับส่วนกิ่งก้าน เช่น เอนไซม์อะราบิโนฟูราโนซิเดส ช่วยเพิ่มอัตราการย่อยไซแลนได้มากกว่าการย่อยด้วยไซลาเนสเพียงอย่างเดียว เมื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยไซแลนทั้ง 3 ชนิดที่เวลา 24 ชั่วโมงด้วยเทคนิค TLC พบว่าได้ผลิตภัณฑ์เป็นอนุกรมของน้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่มีขนาดต่างกัน ผลการทดลองนี้แสดงว่าไซลาเนส A เป็นชนิดเอ็นโดไซลาเนส และเนื่องจากไม่มีเอนไซม์เบต้าไซโลซิเดสช่วยย่อยให้เกิดเป็นน้ำตาลไซโลส (Yan และคณะ, 2008) จึงได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นน้ำตาลไซโลไบ-โอสจากทั้ง 3 ซับสเตรท โดยน้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารประเภท functional food โดยมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก ช่วยปรับสมดุลภายในลำไส้ อีกทั้งลดความเข้มข้นของกรดน้ำดี ซึ่งหลั่งออกมาเป็นครั้งที่ 2 ระหว่างกระบวนการย่อย ซึ่งกรดน้ำดีครั้งที่ 2 นี้ส่งผลเสียต่อลำไส้ใหญ่ และกระตุ้นการเกิดเนื้องอก นอกจากนี้น้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์มีคุณสมบัติทางเภสัชกรรม จึงนิยมนำไปใช้เป็น active component ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและยา (Moure และคณะ, 2006)

สรุปผล

ไซลาเนส A ขนาด 45 กิโลดาลตัลที่ผลิตโดยเชื้อชอบร้อน *Anoxybacillus* sp. สายพันธุ์ JT-12 ถูกทำให้บริสุทธิ์โดยอาศัยความสามารถในการยึดเกาะและหลุดออกจากไซแลน โดยไซลาเนส A สามารถทำงานและมีเสถียรภาพสูงในพีเอชช่วงกว้าง (5-10) และอุณหภูมิสูง ไซลาเนส A มีความบริสุทธิ์มากกว่าไซลาเนสที่ได้จากการชะโปรตีนจากกากไซแลนด้วย TEA ร้อยละ 1 ครั้งที่ 1 ถึง 9.09 เท่า เมื่อย่อยไซแลนจาก birchwood, oat spelt และ larchwood ด้วยไซลาเนส A บริสุทธิ์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ได้ผลิตภัณฑ์เป็นอนุกรมของน้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่มีขนาดแตกต่างกัน แสดงว่าไซลาเนส A เป็นชนิดเอ็นโดไซลาเนส ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะการผลิตน้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ประจำปี 2552-2553

เอกสารอ้างอิง

Bastawde, K.B, 1992, Xylan Structure, Microbial Xylanases, and Their Mode of Action, World Journal of Microbiology and Biotechnology, 8: 353-368.

Berg, B., Hofstan, B.V. and Petterson G., 1972, Growth and Cellulase Formation by *Cellvibrio flavus*, Journal of Applied Bacteriology, 35: 201-214.

Beg, Q.K., Kapoor M., Mahajan L. and Hoondal G.S., 2001, Microbial Xylanases and Their Industrial Applications, Applied Microbiology and Biotechnology, 56: 326-338.

Biely, P., 1985, Microbial Xylanolytic Systems, Trends in Biotechnology, 3: 286-290.

Coughlan, P.M. and Hazlewood, P.G., 1993, β-1,4-D-Xylan-Degrading Enzyme Systems: Biochemistry, Molecular Biology and Applications, Biotechnology and Applied Biochemistry, 17: 259-289.

Diebold, G., Mosenthin R., Sauer W.C., Dugan, M.E.R. and Lien, K.A., 2005, Supplementation of Xylanase and Phospholipase to Wheat-Based Diets for Weaner Pigs, Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 89: 316-325.

Laemmli, U.K., 1970, Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4 Nature, 227: 680-685.

Li, K., Azadi P., Collins R., Tolan J., Kim J.S. and Eriksson K-E.L., 2000, Relationships between Activities of Xylanases and Xylan Structures, Enzyme and Microbial Technology, 27: 89-94.

Lowry, O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L. and Randall R.J., 1951, Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent, Journal of Biological Chemistry, 193: 265-275.

Moure, A., Gullon P., Dominguez, H. and Parajo J.C., 2006, Advances in the Manufacture, Purification and Applications of Xylo-oligosaccharides as Food Additives and Nutraceutricals, Process Biochemistry, 41: 1913-1923.

Ratanakhanokchai, K., Kyu, K.L. and Tanticharoen, M., 1999, Purification and Properties of a Xylan-Binding Endoxylanase from Alkaliphilic *Bacillus* sp. strain K-1, Applied and Environmental Microbiology, 85: 694-697.

Somogyi, M., 1952, Notes in Sugar Determination, Journal of Biological Chemistry, 195: 19-23.

Sornyotha, S., Kyu K.L. and Ratanakhanokchai K., 2007, Purification and Detection of Linamarin from Cassava Root Cortex by High Performance Liquid Chromatography, Food Chemistry, 104: 1750-1754.

Sunna, A. and Antranikian, G., 1997, Xylanolytic Enzymes from Fungi and Bacteria, Critical Review in Biotechnology, 17: 39-67.

Thitikorn-amorn J., Kyu, K.L., Ratanakhanokchai, K. and Lee, Y.S., 2008, Production of Xylotetraose from Agriculture Residues by Using Xylanolytic Enzyme of Thermophilic *Anoxybacillus* sp. strain JT-12, KMUTT Research and Development Journal, 1: 137-150.

Yan, Q.J., Wang L., Jiang Z.Q., Yang S.Q., Zhu, H.F. and Li, L.T., 2008, A Xylose-Tolerant ß-Xylosidase from *Paecilomyces thermophila*: Characterization and Its Co-action with the Endogenous Xylanase, Bioresource Technology, 99: 5402-5410.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 37-40 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 37-40 (2553)

อิทธิพลของต้นตอต่างพันธุ์ต่อปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูน

Influence of Different Rootstocks on Petiole Micronutrient Content in 'Cabernet Sauvignon' Grape Grown under Limestone Derived Soil

สุรศักดิ์ นิลนนท์[1] รัฐพล ฉัตรบรรยงค์[1] และ จิระนิล แจ่มเกิด[1]

Nilnond, S.[1], Chatbanyong, R.[1] and Jaemkerd, J.[1]

Abstract

Micronutrient content in petioles of 'Cabernet Sauvignon' grape was studied by 'Cabernet Sauvignon' cuttings (control) and 'Cabernet Sauvignon' budded on 9 different grape rootstocks, namely: 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey and Solonis × Othello 1613 (1613C). The experiments were conducted at Kanchanaburi Research Station, Kanchanaburi province from October 2008 to December 2009. The results of micronutrient content at full bloom stage showed that 'Cabernet Sauvignon' grape budded on 1613C and 110R rootstock gave iron (Fe) content in petiole which was sufficient level whereas budding on the other rootstocks and without rootstock were deficiency level. 'Cabernet Sauvignon' grape budded on 9 different grape rootstocks and without rootstock were sufficient level of Zine (Zn), Manganese (Mn) and Copper (Cu)

Keywords: grape rootstocks, micronutrients, limestone derived soil

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon โดยใช้กิ่งปักชำต้นพันธุ์ (control) และติดตาบนต้นตอองุ่นจำนวน 9 พันธุ์ คือพันธุ์ 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey และ Solonis × Othello 1613 (1613C) ที่แปลงองุ่นของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552 พบว่าในระยะดอกบาน 100% องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1613C และ 110R มีปริมาณเหล็ก (Fe) ในก้านใบอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำกลับมีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ และการติดตาองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon บนต้นตอที่แตกต่างกัน 9 พันธุ์รวมทั้งกิ่งปักชำมีปริมาณสังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่เพียงพอ

คำสำคัญ: องุ่นพันธุ์ต้นตอ จุลธาตุ ดินที่เกิดจากหินปูน

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกองุ่นประมาณ 28,742 ไร่ และมีการปลูกองุ่นกระจายอยู่มากกว่า 30 จังหวัดทั่วประเทศ จากสถิติการปลูกองุ่นรายจังหวัด ปีการเพาะปลูก 2546 จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกองุ่นมากคือ ราชบุรี สมุทรสาคร นครราชสีมา เลย และกาญจนบุรี เป็นต้น (สุรศักดิ์, 2547) พื้นที่ปลูกองุ่นส่วนใหญ่เป็นพันธุ์องุ่นที่ใช้รับประทานสด รองลงมาเป็นพันธุ์องุ่นที่ใช้ผลิตไวน์ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มจะขยายเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากองุ่นพันธุ์ที่ใช้ผลิตไวน์นั้นมีความทนทานต่อโรคและแมลงมากกว่าองุ่นพันธุ์รับประทานสด อีกทั้งการปฏิบัติดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก เมื่อเทียบกับองุ่นพันธุ์รับประทานสด ประกอบกับมีโรงงานใหม่ๆ ที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการทำไวน์เพิ่มมากขึ้น (Nilnond, 2001) พันธุ์องุ่นที่นิยมปลูกกันมากเพื่อใช้ผลิตไวน์แดงคือ องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon เป็นองุ่นที่ใช้สำหรับผลิตไวน์แดง (Dami และคณะ, 2005) ไวน์ที่ได้เป็นไวน์ที่ให้คุณภาพสูง ฝาดมาก และมีลักษณะพิเศษคือมีสีม่วงแดง นิยมนำไปผสมกับไวน์แดงพันธุ์ต่างๆ เป็นพันธุ์ที่ไม่ทนต่อโรคราแป้ง แต่ทนต่อโรคผลเน่า (Galet, 1980) พื้นที่ปลูกองุ่นส่วนใหญ่ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูนในแถบจังหวัดสระบุรี ลพบุรี

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Jatujak, Bangkok, 10900

นครราชสีมา และกาญจนบุรี เป็นต้น (อภิสิทธิ์, 2527) ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงเกินกว่า 7 ส่งผลให้องุ่นแสดงอาการใบเหลือง (chlorosis) เนื่องจากขาดจุลธาตุ ธาตุที่ขาดมักเป็นธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) ซึ่งต้นตอที่ดีและเหมาะสมสามารถช่วยให้องุ่นพันธุ์ดีมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ไม่แสดงอาการขาดธาตุอาหารที่เกิดขึ้นให้เห็นทางใบ (Howell, 1987) แต่ในปัจจุบันมีการใช้ต้นตอองุ่นเป็นการค้าเพียงพันธุ์เดียวคือ Solonis x Othello 1613 (1613C) เป็นต้นตอที่ไม่ทนต่อสภาพดินที่เกิดจากหินปูน ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาหาพันธุ์ต้นตอที่เหมาะสมกับสภาพดินที่เกิดจากหินปูนเพื่อแก้ไขปัญหาการเกิด chlorosis ต้นตอที่ทนต่อดินด่างเช่น 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4 และ Ramsey (Galet, 1980; Bavaresco และคณะ, 1993) แต่อย่างไรก็ตามอิทธิพลของต้นตอจะส่งผลต่อองุ่นพันธุ์ดี ซึ่งองุ่นพันธุ์ดีแต่ละพันธุ์จะตอบสนองต่อต้นตอแตกต่างกัน ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของต้นตอต่อองุ่นพันธุ์ดีควบคู่ไปด้วย เพื่อเป็นแนวทางการปลูกองุ่นอย่างยั่งยืนและลดความเสี่ยงในการปลูกองุ่นในดินที่เกิดจากหินปูนได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ประกอบไปด้วย 10 ทรีตเม้นท์ มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ 4 ต้น โดย 10 treatment ได้แก่

ทรีตเม้นท์ 1 Control (กิ่งปักชำขององุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon)
ทรีตเม้นท์ 2 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 110R
ทรีตเม้นท์ 3 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 140Ru
ทรีตเม้นท์ 4 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1103P
ทรีตเม้นท์ 5 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5BB
ทรีตเม้นท์ 6 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5C
ทรีตเม้นท์ 7 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 8B
ทรีตเม้นท์ 8 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ SO4
ทรีตเม้นท์ 9 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ Ramsey
ทรีตเม้นท์ 10 องุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1613C

ทำการทดลองโดยปลูกองุ่นที่สถานีวิจัยกาญจนบุรี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2551 ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดินดังTable 1 โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 2 เมตร

Table 1 Physical and chemical characteristics of the soil.

pH	Soil Texture				Organic matter (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture									
7.89	42	30	28	Clay loam	3.8	18	200	6000	200	6.2	0.4	10.5	0.4

เมื่อองุ่นมีอายุครบ 11 เดือนหลังจากปลูกลงแปลงจึงทำการตัดแต่งกิ่ง จากนั้นเมื่อถึงระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ เก็บใบที่อยู่ตรงข้ามกับช่อดอกมาอบแห้งในตู้อบที่มีลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน นำตัวอย่างที่แห้งไปบดให้ละเอียดด้วยโกร่ง แล้วย่อยสลายโดยวิธี wet ashing ซึ่งใช้กรดผสม HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$ ย่อยสลายตัวอย่างพืชจนได้สารละลายใส นำสารละลายธาตุอาหารที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารในก้านใบองุ่น (ทัศนีย์ และคณะ, 2537) จากนั้นนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับระดับวิกฤติของธาตุอาหารของธาตุนั้นๆ เพื่อใช้ในการประเมินธาตุอาหารในก้านใบองุ่นว่ามีอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ เพียงพอ หรือมากเกินไป ใช้ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552

ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (Fe) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1613C มีปริมาณเหล็กในก้านใบมากที่สุดคือ 61.79 ppm ซึ่งมีปริมาณมากแต่ไม่ถึงระดับที่เป็นพิษ รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 110R (32.97 ppm) มีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำ (Control) กลับมีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอโดย Control, SO4, 1103P, 5BB, 5C, Ramsey, 140Ru และ 8B มีปริมาณเหล็กในก้านใบ 29.50, 28.45, 23.27, 17.95, 17.43, 15.70, 14.74 และ 13.38 ppm ตามลำดับ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี (Zn) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ Ramsey มีปริมาณสังกะสีในก้านใบมากที่สุด (48.35 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1103P (47.11 ppm) ตามด้วย 110R, 5BB, 8B, 1613C, 140Ru, 5C, SO4 และ Control (45.00, 44.91, 44.27, 43.40, 42.41, 41.68, 41.09 และ 40.58 ppm ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณสังกะสีอยู่ในระดับที่เพียงพอ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส (Mn) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 140Ru มีปริมาณแมงกานีสในก้านใบมากที่สุด (231.67 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1103P (160.29 ppm) มีปริมาณแมงกานีสมากแต่ไม่ถึงระดับที่เป็นพิษ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำ (Control) กลับมีปริมาณแมงกานีสอยู่ในระดับที่เพียงพอโดย 5BB, 110R, SO4, 8B, 5C, Ramsey, 1613C และ Control มีปริมาณแมงกานีสคือ 141.58, 133.56, 131.27, 121.44, 115.64, 108.39, 97.89 และ 89.19 ppm ตามลำดับ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง (Cu) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่ากิ่งปักชำ (Control) มีปริมาณทองแดงในก้านใบมากที่สุด (9.61 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1613C (9.22 ppm) ตามด้วย Ramsey, 110R, 5BB, SO4, 1103P, 8B, 140Ru และ 5C (9.20, 8.80, 8.30, 7.64, 7.35, 6.82, 6.23 และ 5.38 ppm ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่เพียงพอ (Table 2)

Table 2 Concentrations of Iron, Zinc, Manganese and Copper in petiole at full bloom of Cabernet Sauvignon grape on different rootstocks grown under limestone derived soil.

Rootstock	Nutrient concentration (ppm)			
	Fe	Zn	Mn	Cu
Control (Own root)	29.50	40.58	89.19	9.61
110R	32.97	45.00	133.56	8.80
140Ru	14.74	42.41	231.67	6.23
1103P	23.27	47.11	160.29	7.35
5BB	17.95	44.91	141.58	8.30
5C	17.43	41.68	115.64	5.38
8B	13.38	44.27	121.44	6.82
SO4	28.45	41.09	131.27	7.64
Ramsey	15.70	48.35	108.39	9.20
1613C	61.79	43.40	97.89	9.22
Normal Range of Nutrient*	**31-50**	**30-50**	**31-150**	**5-15**

*Source: Midwest Grape Production Guide, 2005.

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองเมื่อติดตาองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon บนต้นตอองุ่นพันธุ์ต่างๆ พบว่าการใช้ต้นตอที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นตอ สอดคล้องกับ Richards (1983) ที่กล่าวไว้ว่า การติดตากิ่งองุ่นพันธุ์ดีบนต้นตอ ถือเป็นการเปลี่ยนระบบรากโดยตรง ซึ่งรากจะมีการพัฒนาทั้งลักษณะภายในและลักษณะภายนอกและรูปแบบการแพร่กระจาย ซึ่งจะแตกต่างกันระหว่างต้นตอแต่ละพันธุ์ การเปลี่ยนระบบรากจะมีผลโดยตรงต่อการดูดซับน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการปรับเปลี่ยนทางด้านสรีรวิทยาของกิ่งพันธุ์ ดังนั้นต้นตอแต่ละ

ชนิดจะมีอิทธิพลต่อกิ่งพันธุ์แตกต่างกันไป Fardossi และคณะ (1995) ยืนยันว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมีอิทธิพลจากต้นตอ โดยได้ทดลองใช้องุ่นพันธุ์ Neuburger ติดตาบนต้นตอ 12 พันธุ์ แล้ววิเคราะห์หาปริมาณจุลธาตุ และมหธาตุในก้านใบ พบว่าต้นตอลูกผสม ยุโรป-อเมริกัน พันธุ์ 26G และ 33EM มีปริมาณ K^{+} น้อยที่สุด และ Ca^{2+} สูงที่สุด

สรุปผล

การปลูกองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1613C และ 110R ในสภาพดินที่เกิดจากหินปูนมีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) อยู่ในปริมาณที่เพียงพอ ส่วนต้นตอพันธุ์ 140Ru, 1103P, 5BB, 5C, 8B, SO4 และ Ramsey รวมทั้งกิ่งปักชำ พบว่าขาดธาตุเหล็ก (Fe) แต่มีปริมาณสังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) อยู่ในปริมาณที่เพียงพอ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสถานีวิจัยกาญจนบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์, 2537, แบบฝึกหัดและคู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรศักดิ์ นิลนนท์, 2547, เทคโนโลยีการผลิตองุ่นเพื่อรับประทานสด, เอกสารประกอบการฝึกอบรม, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2527, การกำเนิดและการจำแนกดิน, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bavaresco, L., Fraschini, P. and Perino, A., 1993, Effect of the Rootstock on the Occurrence of Lime-induced Chlorosis of Potted *Vitis vinifera* L. cv. 'Pinot Blanc', Plant and Soil, 157: 305-311.

Dami, I., Bordelon, B., Ferree, D.C., Brown, M., Ellis, M.A., Williams, R.N. and Doohan, D., 2005, Midwest Grape Production Guide, Bulletin 919-05, Ohio State University Extension, Columbus, OH.

Fardossi, A., Brandes, W. and Mayer, C., 1995, Influence of Different Rootstock Cultivars on Growth, Leaf Nutrient Content and Must Quality of Cultivar Gruner Veltliner, Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau and Fruchteverwertung, 45: 3-15.

Galet, P., 1980, A Practical Ampelography Grapevine Identification, 2nd eds, Unitied Kingdom by Cornell university Press. Ltd, London.

Howell, G.S., 1987, *Vitis* Rootstocks, Rootstocks for Fruit Crops, *In* R.C. Roan and R.F. Curson (Ed.), John Wiley & Son Inc, Canada, 451-470.

Nilnond, S., 2001, Grape Production in Thailand, Production in the Asia-Pacific Region, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, *In* M.K. Papademetriou and F.J. Dent, eds., Bangkok, Thailand, pp. 70-79.

Richards, D., 1983, The Grape Root System, Hort. Rev, 5:127-168.

การกำจัดน้ำบางส่วนในสับปะรดด้วยวิธีออสโมซิสโดยใช้สารละลายซูโครส-กลีเซอรอลภายใต้สภาวะสุญญากาศ

Osmotic Dehydration of Pineapple by Sucrose-Glycerol Solution under Vacuum Condition

สุริเชษฐ์ บิลหีม[1] สรายุทธ ปลุกใจราษฎ์[1] และ สิริมา ชินสาร[1]

Bilheam, S.[1], Plukjairat, S.[1] and Chinnasarn, S.[1]

Abstract

This research was to study the osmotic dehydration of pineapple by using sucrose-glycerol solution under vacuum condition. Effects of three kinds of osmotic solutions: 65% sucrose, 65% glycerol and 32.5% sucrose combined with 32.5% glycerol, and osmotic pre-treatment using vacuum condition at 200 mbar for 0, 10 and 15 min on mass fluxes were investigated. After pre-treatment and osmosis process at 50^{O}C for 240 min, the maximum water loss was obtained from pineapple cubes soaked in 32.5% sucrose combined with 32.5% glycerol, 32.5% sucrose combined with 32.5% glycerol at 200 mbar, 15 min and 65% sucrose at 200 mbar, 15 min. Then, the qualities of dehydrated pineapple products were studied. Pineapple cubes soaked in 32.5% sucrose combined with 32.5% glycerol could make the product obtained the highest lightness value (L*) but lowest red value (a*). Whereas yellow value (b*) was not significant difference ($p< 0.05$). The sensory evaluation showed that the sensory scores in term of color, flavor, odor, texture and overall liking of dehydrated pineapple which were soaked in 32.5% sucrose combined with 32.5% glycerol at 200 mbar, 15 min and 65% sucrose at 200 mbar, 15 min were higher than those soaked in 32.5% sucrose combined with 32.5% glycerol solution ($p< 0.05$).

Keywords: osmotic dehydration, vacuum treatment, pineapple

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกำจัดปริมาณน้ำบางส่วนในสับปะรดด้วยวิธีออสโมซิสโดยใช้สารละลายซูโครส-กลีเซอรอลภายใต้สภาวะสุญญากาศ โดยการศึกษาผลของสารละลายออสโมติก 3 ชนิด คือ ซูโครส 65% กลีเซอรอล 65% และซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% และการเตรียมขั้นต้นภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ 200 mbar เป็นเวลา 0 10 และ 15 นาที ต่อการถ่ายเทมวลสารของสับปะรด ภายหลังการเตรียมขั้นต้นและการออสโมซิสที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 240 นาที พบว่า ตัวอย่างที่มีปริมาณการสูญเสียน้ำสูงสุด ได้แก่ สับปะรดที่แช่ในสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% สับปะรดที่แช่สารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% และผ่านการให้สุญญากาศที่ 200 mbar 15 นาที และสับปะรดที่แช่สารละลายซูโครส 65% และผ่านการให้สุญญากาศที่ 200 mbar 15 นาที จากนั้นศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดอบแห้ง พบว่า สับปะรดอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% มีค่าความสว่างสูงที่สุดแต่มีค่าความเป็นสีแดงต่ำสุด ขณะที่ค่าความเป็นสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) นอกจากนี้สับปะรดอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% ที่ผ่านการให้สุญญากาศที่ 200 mbar 15 นาที และสารละลายซูโครส 65% ที่ผ่านการให้สุญญากาศที่ 200 mbar 15 นาที ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากกว่าสับปะรดอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: การกำจัดน้ำด้วยวิธีออสโมซิส การใช้สุญญากาศ สับปะรด

คำนำ

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกกันมากในแถบชายฝั่งทะเลของไทย และสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี ทำให้สับปะรดเป็นผลไม้ที่นิยมใช้บริโภคสดและแปรรูปเป็นผลผลิตต่างๆ เช่น สับปะรดกระป๋อง น้ำผลไม้ ไวน์ เป็นต้น เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์

---

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี, 20131

[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Saensook, Muang, Chonburi, 20131

สับปะรดให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคมากขึ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนานขึ้น การแปรรูปสับปะรดโดยใช้วิธีการอบแห้งจึงเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบหนึ่งที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามการอบแห้งโดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิสูง และเวลาในการอบแห้งนาน จึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียลักษณะทางกายภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ จึงได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการการกำจัดน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสภายใต้สภาวะสุญญากาศในขั้นเตรียมก่อนการอบแห้งเพื่อการดึงน้ำบางส่วนออกจากผลไม้อย่างช้า ๆ ซึ่งเป็นการลดปริมาณน้ำในชิ้นผลไม้ลง ข้อดีของการกำจัดน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสโดยใช้สุญญากาศ คือมีการถ่ายเทมวลสารระหว่างพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น การกระทำในสภาวะสุญญากาศมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำที่สูญเสียของชิ้นสับปะรดเนื่องจากเนื้อสับปะรดมีรูพรุนมากขึ้น และสามารถใช้อุณหภูมิที่ต่ำได้ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี (Shi และคณะ, 1995) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออสโมซิสสับปะรดโดยใช้สารละลายซูโครสร่วมกับกลีเซอรอลภายใต้สภาวะสุญญากาศเพื่อปรับปรุงคุณภาพสับปะรดอบแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสับปะรดพันธุ์ศรีราชาที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 13 ± 1 องศาบริกซ์ หั่นเป็นชิ้นขนาด 2 x 2 x 1 เซนติเมตร ปริมาณ 100 กรัม แช่ในสารละลายออสโมติก 3 ชนิด ได้แก่ ซูโครส 65% กลีเซอรอล 65% และซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% โดยใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายออสโมติกต่อสับปะรด 3:1 (โดยน้ำหนัก) ทำการออสโมซิสภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ 200±10 mbar อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยแปรเวลาเป็น 0 10 และ 15 นาที หลังจากนั้นออสโมซิสต่อที่สภาวะอากาศปกติ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจนกระทั่งครบ 240 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำชิ้นสับปะรดออกจากสารละลายแล้วซับให้แห้ง นำสับปะรดไปชั่งน้ำหนักและหาความชื้นบันทึกเป็นน้ำหนักและความชื้นหลังการออสโมซิส เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่สูญเสีย (water loss; WL) และของแข็งที่เพิ่มขึ้น (solid gain; SG) โดย

$$WL(\%) = \frac{\left(W_i M_i - W_f M_f\right)}{W_i} \times 100$$

$$SG(\%) = \frac{\left[\left(W_f\left(100 - M_f\right)/100\right) - \left(W_i\left(100 - M_i\right)/100\right)\right]}{W_i} \times 100$$

เมื่อ W_i คือ น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัม) W_f คือ น้ำหนักตัวอย่างที่เวลาใด ๆ (กรัม) M_i คือ ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัมน้ำ / 100 กรัมน้ำหนักเริ่มต้น) และ M_f คือ ปริมาณความชื้นของตัวอย่างที่เวลาใด ๆ (กรัมน้ำ / 100 กรัมน้ำหนักเริ่มต้น)

เลือกตัวอย่างสับปะรดหลังการออสโมซิสที่มีค่า WL สูงที่สุด 3 ตัวอย่างเพื่ออบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 60±2 องศาเซลเซียส อัตราเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที จนกระทั่งตัวอย่างมีความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้ 1) ค่าสี ด้วยเครื่อง Handy Colorimeter ใช้ระบบ L* a* b* color system 2) ค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) วัดแบบ Compression โดยใช้หัวกดรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร 3) คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบความชอบ ด้านสี กลิ่น กลิ่นรส ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วิธี 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

ผลการทดลอง

จาก figure 1 พบว่าค่าปริมาณน้ำที่สูญเสีย (WL) และของแข็งที่เพิ่มขึ้น (SG) ของสับปะรดเมื่อผ่านการให้สุญญากาศและแช่ในสารละลายออสโมติกชนิดต่างๆ นาน 240 นาที มีค่า WL และ SG อยู่ในช่วง 37-46% และ 17-24% ตามลำดับ โดยสับปะรดที่แช่ในสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% สับปะรดที่แช่สารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% และผ่านการให้สุญญากาศที่ 200 mbar 15 นาที และสับปะรดที่แช่สารละลายซูโครส 65% และผ่านการให้สุญญากาศที่ 200 mbar 15 นาที มีค่า WL สูงสุด 3 อันดับแรก จึงนำมาอบแห้งและวิเคราะห์คุณภาพด้านสี ความแน่นเนื้อ (Table 1) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Figure 2)

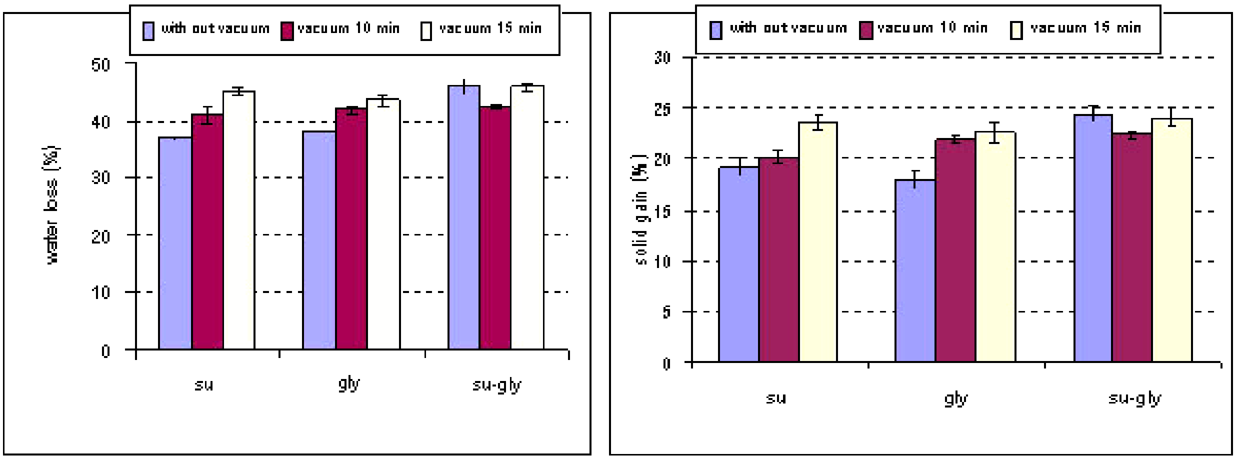
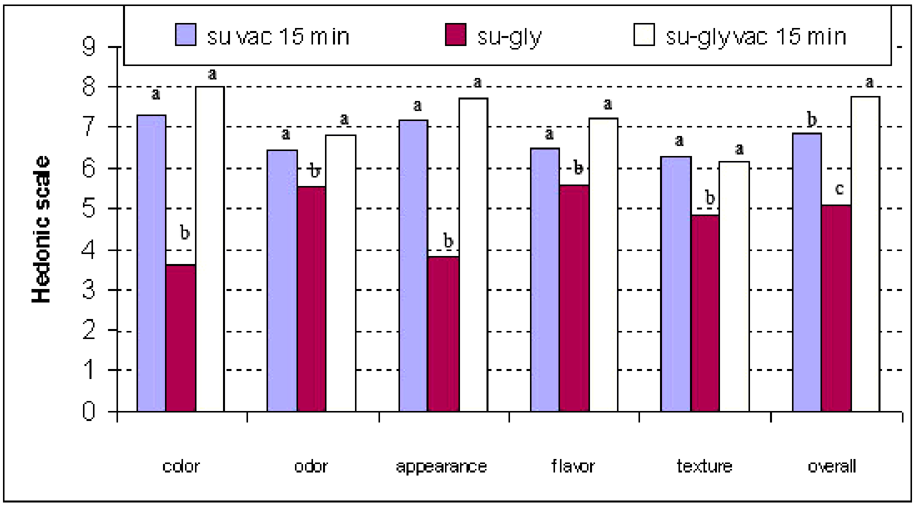


Figure 1 Effect of vacuum pretreatment and osmotic solution on water loss and solid gain of pineapple at 240 min of immersion time.

Table 1 Color and firmness value of dehydrated pineapple.

Treatment	color			Firmness (N)
	L*	a*	b*^{ns}	
Sucrose: vacuum 15 min	44.46±3.37^{b}	6.09±1.11^{a}	25.84±1.07	304.60±2.90^{a}
Sucrose + glycerol	71.98±1.86^{a}	1.03±0.11^{b}	24.40±2.22	194.59±0.36^{c}
Sucrose + glycerol: vacuum 15 min	42.48±0.28^{b}	6.75±1.26^{a}	25.06±1.99	205.66±0.80^{b}

^{a,b,c}Difference letters in the same column indicated significant difference($p<0.05$). ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$).



^{a,b,c} Difference letters in the same attribute indicated significant difference ($p<0.05$).

Figure 2 Organoleptic scores for quality attributes of dehydrated pineapple.

วิจารณ์ผล

สับปะรดที่เตรียมขั้นต้นโดยให้ความดันสุญญากาศมี WL มากกว่าสับปะรดที่ไม่ได้ผ่านการให้ความดันสุญญากาศ เนื่องจากการให้สุญญากาศทำให้ผนังเซลล์ของสับปะรดเปิดออก ก่อให้เกิดการแทรกซึมของบรรยากาศภายในเนื้อสับปะรด ทำให้มีการถ่ายเทมวลสารเพิ่มขึ้น (Shi และคณะ, 1995) เมื่อเปรียบเทียบค่า WL ของสับปะรดที่แช่ในสารละลายออสโมติกชนิดต่างๆ พบว่า สับปะรดที่แช่ในสารละลายซูโครสมีค่า WL สูงกว่าสับปะรดที่แช่ในสารละลายกลีเซอรอล เนื่องจากกลีเซอรอลมีมวลโมเลกุลเล็กกว่าซูโครสทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อสับปะรดได้ดีกว่า ดังนั้น เมื่อ

ปริมาณของแข็งภายในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้การถ่ายเทมวลสารระหว่างของแข็งและน้ำเข้าสู่สภาวะสมดุลได้เร็ว ความดันออสโมติกในสารละลายและสับปะรดจึงแตกต่างกันน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับซูโครสซึ่งมีมวลโมเลกุลใหญ่กว่าทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในชิ้นสับปะรดได้น้อยโมเลกุลซูโครสจึงรวมตัวอยู่รอบๆ ผิวของชิ้นสับปะรดทำให้ความแตกต่างของแรงดันออสโมติกในสารละลายและสับปะรดมีค่าสูง (ศิริลักษณ์, 2522) ดังนั้นสับปะรดที่แช่ในสารละลายซูโครสจึงมีค่า WL สูงกว่าสับปะรดที่แช่ในสารละลายกลีเซอรอล และเมื่อเปรียบเทียบค่า WL ของสับปะรดที่แช่ในสารละลายซูโครสร่วมกับกลีเซอรอลที่ความเข้มข้น 65 % ในอัตราส่วนสารละลายซูโครส 32.5 % ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5 % พบว่า สารละลายซูโครส 32.5 % ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5 % มีค่า WL ที่สูงกว่าการใช้สารลายซูโครสหรือสารละลายกลีเซอรอลเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พนิดา (2548) ที่ศึกษาผลของซูโครสร่วมกับกลีเซอรอลต่อการทำแห้งมะละกอด้วยวิธีออสโมซิส ซึ่งพบว่า มะละกอที่แช่ในสารละลายซูโครสความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับกลีเซอรอลความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ค่า WL สูงที่สุด และใช้เวลาในการออสโมซิสน้อยที่สุด จาก Figure 1 SG มีค่าน้อยกว่า WL มาก แสดงถึงของแข็งที่เพิ่มขึ้นมีปริมาณเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำที่ลดลง น้ำหนักที่ลดลงหลังการออสโมซิสจึงเป็นผลจากการลดลงของน้ำในสับปะรด

จาก Table 1 สับปะรดอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับ กลีเซอรอล 32.5% ทั้งที่ผ่านการให้สุญญากาศและไม่ใช้สุญญากาศมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าสับปะรดอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส 65 % ที่ 200 mbar 15 นาที เนื่องจากกลีเซอรอลจัดเป็นสารประเภท polyhydroxy alcohol ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุลอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับซูโครส โดยกลีเซอรอลมีอัตราส่วนของจำนวนไฮดรอกซิลต่อคาร์บอนสูงกว่าซูโครสจึงมีผลให้สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้มากกว่าซูโครส ทำให้สามารถจับกับน้ำให้อยู่ในชิ้นสับปะรดอบแห้งได้มาก ลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรดอบแห้งจึงมีลักษณะนุ่ม (สยามรัฐ, 2547) โดยสับปะรดอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับ กลีเซอรอล 32.5% ที่ 200 mbar 15 นาที ได้รับความชอบโดยรวมมากกว่าสับปะรดอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส 65% ที่ 200 mbar 15 นาที และแช่ในสารละลายสารละลายซูโครส 32.5% ร่วมกับกลีเซอรอล 32.5% ตามลำดับ โดยได้รับคะแนนความชอบในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

สรุปผล

วิธีการเตรียมขั้นต้นโดยใช้สภาวะสุญญากาศมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำที่สูญเสียของชิ้นสับปะรดโดยทำให้การถ่ายเทมวลสารดีขึ้น การใช้ซูโครสร่วมกับกลีเซอรอลทำให้ผลิตภัณฑ์สับปะรดอบแห้งมีรสชาติหวานปานกลาง และเนื้อสัมผัสนุ่ม จึงได้รับคะแนนความชอบโดยรวมที่ดีกว่าการใช้สารละลายซูโครสเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

พนิดา เนตรวีระ, 2548, ผลของการใช้ซูโครสร่วมกับกลีเซอรอลต่อการทำแห้งมะละกอด้วยวิธีออสโมซีส, ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สยามรัฐ สังวาล, 2547, การทำแคลตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการแช่อิ่มในสารละลายผสมที่ใช้น้ำตาลร่วมกับสารประกอบโพลิออล, ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522, ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2 หลักการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพ, พิมพ์ครั้งที่ 2, บำรุงนุกูลกิจ, กรุงเทพฯ.

Shi, X.Q., Fito, P. and Chiralt, A., 1995, Influence of Vacuum Treatment on Mass Transfer during Osmotic Dehydration of Fruits, Food Research International, 28(5): 445–454.

อิทธิพลของต้นตอต่างพันธุ์ต่อปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Chardonnay ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูน

Influence of Different Rootstocks on Petiole Micronutrient Content in ‘Chardonnay’ Grape Grown under Limestone Derived Soil

สุรศักดิ์ นิลนนท์[1] รัฐพล ฉัตรบรรยงค์[1] และจิระนิล แจ่มเกิด[1]
Nilnond, S.[1], Chatbanyong, R.[1] and Jaemkerd, J.[1]

Abstract

Micronutrient content in petioles of ‘Chardonnay’ grape at full bloom stage were studied by using ‘Chardonnay’ cuttings (control) and ‘Chardonnay’ budded on 9 different grape rootstocks, namely: 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey and Solonis × Othello 1613 (1613C). They were planted at Kanchanaburi Research Station, Kanchanaburi province from October, 2008 to December, 2009. The results showed that ‘Chardonnay’ grape budded on 9 different grape rootstocks and without rootstock were deficiency level of iron (Fe) but were sufficient level of Zinc (Zn) and Manganese (Mn). Copper (Cu) sufficient level was occurred in 1103P rootstock, Ramsey rootstock and without rootstock whereas the other rootstock were deficiency level.

Keywords: grape rootstocks, micronutrients, limestone derived soil

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณจุลธาตุของก้านใบที่ระยะดอกบาน 100% ในองุ่นพันธุ์ Chardonnay โดยใช้กิ่งปักชำ (control) และติดตาบนต้นตอองุ่นจำนวน 9 พันธุ์คือ พันธุ์ 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey และ Solonis × Othello 1613 (1613C) ที่สถานีวิจัยกาญจนบุรี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552 พบว่าองุ่นพันธุ์ Chardonnay ที่ติดตาบนต้นตอที่แตกต่างกัน 9 พันธุ์รวมทั้งกิ่งปักชำมีปริมาณเหล็ก (Fe) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ แต่มีปริมาณสังกะสี (Zn) และแมงกานีส (Mn) อยู่ในระดับที่เพียงพอ และการติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1103P และ Ramsey รวมทั้งกิ่งปักชำมีปริมาณทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่เพียงพอส่วนที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ กลับมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ

คำสำคัญ: องุ่นพันธุ์ต้นตอ จุลธาตุ ดินที่เกิดจากหินปูน

คำนำ

องุ่น (*Vitis vinifera* L.) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก (Dami และคณะ, 2005) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกองุ่นประมาณ 28,742 ไร่ และมีการปลูกองุ่นกระจายอยู่มากกว่า 30 จังหวัดทั่วประเทศ (สุรศักดิ์, 2547) พื้นที่ปลูกองุ่นส่วนใหญ่เป็นพันธุ์องุ่นที่ใช้สำหรับรับประทานสด รองลงมาเป็นพันธุ์องุ่นที่ใช้สำหรับผลิตไวน์ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มจะขยายเพิ่มมากขึ้น (Nilnond, 2001) องุ่นพันธุ์ Chardonnay เป็นองุ่นที่ใช้สำหรับผลิตไวน์ขาว แตกตาเร็ว โตเร็ว ทนทานต่อโรคราน้ำค้างได้บ้าง แต่ไม่ทนทานต่อโรคราแป้ง และโรคผลเน่า (Galet, 1980) ในการผลิตองุ่นให้มีคุณภาพนั้นต้องมีการจัดการปัญหาต่างๆมากมาย โดยเฉพาะค่าความเป็นกรด-ด่างของดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพขององุ่นทั้งชนิดใช้รับประทานสดและทำไวน์ สามารถแก้ไขได้โดยการใช้ต้นตอองุ่นที่เหมาะสมเช่น 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4 และ Ramsey (Galet, 1980 และ Bavaresco และคณะ, 1993) ในปัจจุบันมีการใช้ต้นตอองุ่นที่ใช้ปลูกเป็นการค้าเพียงพันธุ์เดียว คือพันธุ์ Solonis × Othello 1613 (1613C) ซึ่งเป็นต้นตอที่ยังไม่สามารถปลูกได้ดีในสภาพดินทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพดินที่เกิดจากหินปูน มีค่า pH สูงเกินกว่า 7 มีผลทำให้ยอดพันธุ์ดีแสดงอาการใบเหลือง (chlorosis) เนื่องจากขาดจุลธาตุซึ่งธาตุที่ขาดมักเป็นธาตุเหล็ก (Fe)

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Jatujak, Bangkok, 10900

สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาหาพันธุ์ต้นตอที่เหมาะสมกับสภาพดินที่เกิดจากหินปูน เพื่อแก้ไขปัญหาการเกิดอาการ chlorosis แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญและควรคำนึงถึงคือ ผลของต้นตอที่ได้รับการคัดเลือกซึ่งมีคุณสมบัติทนดินที่เกิดจากหินปูนต่อยอดองุ่นพันธุ์ดีเพื่อป้องกันการเกิดอาการ chlorosis เนื่องจากต้นตอมีอิทธิพลต่อกิ่งพันธุ์ ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของต้นตอต่อยอดองุ่นพันธุ์ดีควบคู่ไปด้วย เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรและอุตสาหกรรมการปลูกองุ่นลดความเสี่ยงและประสบผลสำเร็จในการผลิตองุ่นที่ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูนได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ประกอบไปด้วย 10 ทรีตเม้นท์ มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ 4 ต้น โดย 10 treatment ได้แก่

ทรีตเม้นท์ 1 Control (กิ่งปักชำของงองุ่นพันธุ์ Chardonnay)
ทรีตเม้นท์ 2 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 110R
ทรีตเม้นท์ t 3 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 140Ru
ทรีตเม้นท์ 4 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1103P
ทรีตเม้นท์ 5 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5BB
ทรีตเม้นท์ 6 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5C
ทรีตเม้นท์ 7 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 8B
ทรีตเม้นท์ 8 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ SO4
ทรีตเม้นท์ 9 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ Ramsey
ทรีตเม้นท์ 10 องุ่นพันธุ์ Chardonnay ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1613C

ทำการทดลองโดยปลูกองุ่นที่สถานีวิจัยกาญจนบุรี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2551 ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดินดังตารางที่ 1 (Table 1) โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 2 เมตร

Table 1 Physical and chemical characteristics of the soil.

pH	Soil Texture				Organic matter (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture									
7.72	38	32	30	Clay loam	4.1	11	220	6000	250	5.8	0.6	16.1	0.9

เมื่อองุ่นมีอายุครบ 11 เดือนหลังจากปลูกลงแปลงจึงทำการตัดแต่งกิ่ง จากนั้นเมื่อถึงระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ เก็บใบที่อยู่ตรงข้ามกับช่อดอกมาอบแห้งในตู้อบที่มีลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน นำตัวอย่างที่แห้งไปบดให้ละเอียดด้วยโกร่ง แล้วย่อยสลายโดยวิธี wet ashing ซึ่งใช้กรดผสม HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$ ย่อยสลายตัวอย่างพืชจนได้สารละลายใส นำสารละลายธาตุอาหารที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารในก้านใบองุ่น (ทัศนีย์ และคณะ, 2537) จากนั้นนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับระดับวิกฤติของธาตุอาหารของธาตุนั้นๆ เพื่อใช้ในการประเมินธาตุอาหารในก้านใบองุ่นว่ามีอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ เพียงพอ หรือมากเกินไป ใช้ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552

ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (Fe) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Chardonnay ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 110R มีปริมาณเหล็กในก้านใบมากที่สุดคือ 30.65 ppm รองลงมาคือกิ่งปักชำ (Control) (23.64 ppm) ตามด้วย 8B, Ramsey, 5C, 140Ru, SO4, 1613C, 1103P และ 5BB (22.39, 14.98, 14.64, 13.68, 12.71, 12.55, 10.28 และ 8.43 ppm ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี (Zn) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Chardonnay ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1613C มีปริมาณสังกะสีในก้านใบมากที่สุด (46.28 ppm) รองลงมาคือคือกิ่งปักชำ (Control) (42.83 ppm) ตามด้วย Ramsey, 1103 P, 5C, 5BB, 110R, 8B, 140Ru และ SO4 (42.81, 39.86, 38.69, 38.60, 38.22, 37.28, 34.88 และ 32.70 ppm ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณสังกะสีอยู่ในระดับที่เพียงพอ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส (Mn) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Chardonnay ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 140Ru มีปริมาณแมงกานีสในก้านใบมากที่สุด (180.31 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1103P (154.10 ppm) ตามด้วย SO4 (151.16 ppm) ซึ่งมีปริมาณแมงกานีสมากแต่ไม่ถึงระดับที่เป็นพิษ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำ (Control) กลับมีปริมาณแมงกานีสอยู่ในระดับที่เพียงพอโดย 110R, 5C, 5BB, 8B, Ramsey, 1613C และ Control มีปริมาณแมงกานีสคือ 133.97, 122.31, 118.92, 117.44, 85.39, 69.71 และ 34.33 ppm ตามลำดับ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง (Cu) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Chardonnay ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่ากิ่งปักชำ (Control) มีปริมาณทองแดงในก้านใบมากที่สุด (6.16 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1103P และ Ramsey (5.80 ppm) ซึ่งมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ กลับมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอโดย 8B, 5C, 1613C, 110R, 140Ru, 5BB และ SO4 มีปริมาณทองแดงคือ 4.97, 4.83, 4.77, 4.57, 4.54, 4.12 และ 3.81 ppm ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Concentrations of Iron, Zinc, Manganese and Copper in petiole at full bloom of Chardonnay grape on different rootstocks grown under limestone derived soil.

Rootstock	Nutrient concentration (ppm)			
	Fe	Zn	Mn	Cu
Control (Own root)	23.64	42.83	34.33	6.16
110R	30.65	38.22	133.97	4.57
140Ru	13.68	34.88	180.31	4.54
1103P	10.28	39.86	154.10	5.80
5BB	8.43	38.60	118.92	4.12
5C	14.64	38.69	122.31	4.83
8B	22.39	37.28	117.44	4.97
SO4	12.71	32.70	151.16	3.81
Ramsey	14.98	42.81	85.39	5.80
1613C	12.55	46.28	69.71	4.77
Normal Range of Nutrient*	**31-50**	**30-50**	**31-150**	**5-15**

*Source: Midwest Grape Production Guide, 2005.

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองเมื่อติดตาองุ่นพันธุ์ Chardonnay บนต้นตอองุ่นพันธุ์ต่างๆ พบว่าการใช้ต้นตอที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นตอ สอดคล้องกับ Richards (1983) ที่กล่าวไว้ว่า การติดตากิ่งองุ่นพันธุ์ดีบนต้นตอ ถือเป็นการเปลี่ยนระบบรากโดยตรง ซึ่งรากจะมีการพัฒนาทั้งลักษณะภายในและลักษณะภายนอก และรูปแบบการแพร่กระจาย ซึ่งจะแตกต่างกันระหว่างต้นตอแต่ละพันธุ์ การเปลี่ยนระบบรากจะมีผลโดยตรงต่อการดูดซับน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการปรับเปลี่ยนทางด้านสรีรวิทยาของกิ่งพันธุ์ ดังนั้นต้นตอแต่ละชนิดจะมีอิทธิพลต่อกิ่งพันธุ์แตกต่างกันไป Fardossi และคณะ (1995) ยืนยันว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมีอิทธิพลจากต้นตอ โดยได้ทดลองใช้องุ่นพันธุ์ Neuburger ติดตาบนต้นตอ 12 พันธุ์ แล้ววิเคราะห์หาปริมาณจุลธาตุ และมหาธาตุในก้านใบ พบว่าต้นตอลูกผสม ยุโรป-อเมริกัน พันธุ์ 26G และ 33EM มีปริมาณ K^{+} น้อยที่สุด และ Ca^{2+} สูงที่สุด

สรุปผล

การทดลองหาปริมาณจุลธาตุของก้านใบที่ระยะดอกบาน 100% ในองุ่นพันธุ์ Chardonnay ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูนโดยใช้กิ่งปักชำ (control) และติดตาบนต้นตอองุ่นจำนวน 9 พันธุ์คือ พันธุ์ 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey และ Solonis × Othello 1613 (1613C) ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552 ที่สถานีวิจัยกาญจนบุรี สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การปลูกองุ่นพันธุ์ Chardonnay ที่ติดตาบนต้นตอที่แตกต่างกัน 9 พันธุ์รวมทั้งกิ่งปักชำในสภาพดินที่เกิดจากหินปูนมีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ แต่มีปริมาณสังกะสี (Zn) และแมงกานีส (Mn) อยู่ในระดับที่เพียงพอ
2. การปลูกองุ่นพันธุ์ Chardonnay ที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1103P และ Ramsey รวมทั้งกิ่งปักชำมีปริมาณทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่เพียงพอส่วนที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ กลับมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสถานีวิจัยกาญจนบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์, 2537, แบบฝึกหัดและคู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรศักดิ์ นิลนนท์, 2547, เทคโนโลยีการผลิตองุ่นเพื่อรับประทานสด, เอกสารประกอบการฝึกอบรม, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bavaresco, L., Fraschini, P. and Perino, A., 1993, Effect of the Rootstock on the Occurrence of Lime-induced Chlorosis of Potted *Vitis vinifera* L. cv. 'Pinot Blanc', Plant and Soil, 157: 305-311.

Dami, I., Bordelon, B., Ferree, D.C., Brown, M., Ellis, M.A., Williams, R.N. and Doohan, D., 2005, Midwest Grape Production Guide, Bulletin 919-05, Ohio State University Extension, Columbus, OH.

Fardossi, A., Brandes, W. and Mayer, C., 1995, Influence of Different Rootstock Cultivars on Growth, Leaf Nutrient Content and Must Quality of Cultivar Gruner Veltliner, Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau and Fruchteverwertung, 45: 3-15.

Galet, P., 1980, A Practical Ampelography Grapevine Identification, 2nd eds, Unitied Kingdom by Cornell university Press. Ltd, London.

Nilnond, S., 2001, Grape Production in Thailand, Production in the Asia-Pacific Region. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, *In* M.K. Papademetriou and F.J. Dent, eds., Bangkok, Thailand, pp. 70-79.

Richards, D., 1983, The Grape Root System, Hort. Rev, 5: 127-168.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 49-52 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 49-52 (2553)

อิทธิพลของต้นตอต่างพันธุ์ต่อปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูน

Influence of Different Rootstocks on Petiole Micronutrient Content in 'Sauvignon Blanc' Grape Grown under Limestone Derived Soil

สุรศักดิ์ นิลนนท์[1] รัฐพล ฉัตรบรรยงค์[1] และ จิระนิล แจ่มเกิด[1]

Nilnond, S.[1], Chatbanyong, R.[1] and Jaemkerd, J.[1]

Abstract

Micronutrient content in petioles of 'Sauvignon Blanc' grape were studied by using 'Sauvignon Blanc' cuttings (control) and 'Sauvignon Blanc' budded on 9 different grape rootstocks, namely: 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey and Solonis × Othello 1613 (1613C). The experiments were conducted at Kanchanaburi Research Station, Kanchanaburi province from October 2008 to December 2009. The results of micronutrient content at full bloom stage showed that 'Sauvignon Blanc' grape budded on 110R and Ramsey rootstocks gave iron (Fe) content in petiole which was sufficient level whereas budding on the other rootstocks and without rootstock were deficiency level. Zinc (Zn) deficiency level was occurred in 5C rootstock whereas the other rootstock and without rootstock were sufficient level. Manganese (Mn) above sufficient level was occurred in 140Ru, 1103P and 8B rootstocks whereas the other rootstock and without rootstock were sufficient level. Copper (Cu) deficiency level was occurred in Ramsey rootstocks whereas the other rootstock and without rootstock were sufficient level.

Keywords: grape rootstocks, micronutrients, limestone derived soil

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณจุลธาตุของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc โดยใช้กิ่งปักชำต้นพันธุ์ (control) และติดตาบนต้นตอองุ่นจำนวน 9 พันธุ์ คือพันธุ์ 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey และ Solonis × Othello 1613 (1613C) ที่แปลงองุ่นของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552 พบว่าในระยะดอกบาน 100% องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 110R และ Ramsey มีปริมาณเหล็ก (Fe) ในก้านใบอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำกลับมีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ การติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5C รวมทั้งกิ่งปักชำมีปริมาณสังกะสี (Zn) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ กลับมีปริมาณสังกะสีอยู่ในระดับที่เพียงพอ การติดตาบนต้นตอพันธุ์ 140Ru, 1103P และ 8B มีปริมาณแมงกานีส (Mn) มากแต่ไม่ถึงระดับที่เป็นพิษ ส่วนที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำมีปริมาณแมงกานีสอยู่ในระดับที่เพียงพอ และการติดตาบนต้นตอพันธุ์ Ramsey มีปริมาณทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำกลับมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่เพียงพอ

คำสำคัญ: องุ่นพันธุ์ต้นตอ จุลธาตุ ดินที่เกิดจากหินปูน

คำนำ

องุ่น (*Vitis vinifera* L.) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกองุ่นประมาณ 28,742 ไร่ และมีการปลูกองุ่นกระจายอยู่มากกว่า 30 จังหวัดทั่วประเทศ (สุรศักดิ์, 2547) พื้นที่ปลูกองุ่นส่วนใหญ่เป็นพันธุ์องุ่นที่ใช้สำหรับรับประทานสด รองลงมาเป็นพันธุ์องุ่นที่ใช้สำหรับผลิตไวน์ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มจะขยายเพิ่มมากขึ้น (Nilnond, 2001) องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc เป็นองุ่นที่ใช้สำหรับผลิตไวน์ขาว แตกตาและเก็บ

---

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Jatujak, Bangkok, 10900

เกี่ยวเร็ว ไม่ทนต่อโรคราแป้งและเน่าดำ แต่ทนต่อโรคราน้ำค้างและผลเน่าพอสมควร (Galet, 1980) ในการผลิตองุ่นให้มีคุณภาพนั้นต้องมีการจัดการปัญหาต่างๆมากมาย โดยเฉพาะค่าความเป็นกรด-ด่างของดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพขององุ่น สามารถแก้ไขได้โดยการใช้ต้นตอองุ่นที่เหมาะสมเช่น 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4 และ Ramsey (Galet, 1980; Bavaresco และคณะ, 1993) ในปัจจุบันมีการใช้ต้นตอองุ่นที่ใช้ปลูกเป็นการค้าพันธุ์เพียงเดียว คือพันธุ์ Solonis × Othello 1613 (1613C) ซึ่งเป็นต้นตอที่ยังไม่สามารถปลูกได้ดีในสภาพดินทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพดินที่เกิดจากหินปูนมีค่า pH สูงเกินกว่า 7 มีผลทำให้ยอดพันธุ์ดีแสดงอาการใบเหลือง (chlorosis) เนื่องจากขาดจุลธาตุซึ่งธาตุที่ขาดมักจะเป็นธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาหาพันธุ์ต้นตอที่เหมาะสมกับสภาพดินที่เกิดจากหินปูน เพื่อแก้ไขปัญหาการเกิดอาการใบเหลือง แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญและควรคำนึงถึงคือ ผลของต้นตอที่ได้รับการคัดเลือกซึ่งมีคุณสมบัติทนดินที่เกิดจากหินปูนต่อยอดองุ่นพันธุ์ดีเพื่อป้องกันการเกิดอาการใบเหลือง เนื่องจากต้นตอมีอิทธิพลต่อกิ่งพันธุ์ ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของต้นตอต่อยอดองุ่นพันธุ์ดีควบคู่ไปด้วย เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรและอุตสาหกรรมการปลูกองุ่นลดความเสี่ยงและประสบผลสำเร็จในการผลิตองุ่นที่ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูนได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ประกอบไปด้วย 10 ทรีตเมนต์ มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ 4 ต้น โดย 10 ทรีตเมนต์ ได้แก่

ทรีตเมนต์ 1 Control (กิ่งปักชำขององุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc)
ทรีตเมนต์ 2 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 110R
ทรีตเมนต์ 3 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 140Ru
ทรีตเมนต์ 4 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1103P
ทรีตเมนต์ 5 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5BB
ทรีตเมนต์ 6 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5C
ทรีตเมนต์ 7 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 8B
ทรีตเมนต์ 8 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ SO4
ทรีตเมนต์ 9 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ Ramsey
ทรีตเมนต์ 10 องุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 1613C

ทำการทดลองโดยปลูกองุ่นที่สถานีวิจัยกาญจนบุรี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2551 ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดินดัง Table 1 โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 2 เมตร

Table 1 Physical and chemical characteristics of the soil.

pH	Soil Texture				Organic matter (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture									
7.79	38	30	32	Clay loam	4.4	14	250	6400	230	5.8	0.6	19.1	0.5

เมื่อองุ่นมีอายุครบ 11 เดือนหลังจากปลูกลงแปลงจึงทำการตัดแต่งกิ่ง จากนั้นเมื่อถึงระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ เก็บใบที่อยู่ตรงข้ามกับช่อดอกมาอบแห้งในตู้อบที่มีลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน นำตัวอย่างที่แห้งไปบดให้ละเอียดด้วยโกร่ง แล้วย่อยสลายโดยวิธี wet ashing ซึ่งใช้กรดผสม HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$ ย่อยสลายตัวอย่างพืชจนได้สารละลายใส นำสารละลายธาตุอาหารที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารในก้านใบองุ่น (ทัศนีย์ และคณะ, 2537) จากนั้นนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับระดับวิกฤติของธาตุอาหารของธาตุนั้นๆ เพื่อใช้ในการประเมินธาตุอาหารในก้านใบองุ่นว่ามีอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ เพียงพอ หรือมากเกินไป ใช้ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552

ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (Fe) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 110R มีปริมาณเหล็กในก้านใบมากที่สุดคือ 48.35 ppm รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ Ramsey (31.98 ppm) มีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำ (Control) กลับมีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอโดย Control, 1103P, 140Ru, 8B, SO4, 5BB, 1613C และ 5C มีปริมาณเหล็กในก้านใบ 29.47, 25.33, 22.81, 21.15, 18.75, 13.64, 12.43 และ 11.24 ppm ตามลำดับ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี (Zn) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1613C มีปริมาณทองแดงในก้านใบมากที่สุด (34.20 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 140Ru (34.00 ppm) ตามด้วย SO4, 1103P, Ramsey, 110R, 5BB และ 8B (33.89, 32.64, 32.35, 31.85, 31.58 และ 30.56 ppm ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณสังกะสีอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5C (29.69 ppm) รวมทั้งกิ่งปักชำ (Control) (28.34 ppm) กลับมีปริมาณสังกะสีอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส (Mn) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 140 Ru มีปริมาณแมงกานีสในก้านใบมากที่สุด (231.31 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1103P (158.81 ppm) ตามด้วย 8B (153.02 ppm) มีปริมาณแมงกานีสมากแต่ไม่ถึงระดับที่เป็นพิษ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งกิ่งปักชำ (Control) กลับมีปริมาณแมงกานีสอยู่ในระดับที่เพียงพอโดย 5C, SO4, 110R, 5BB, Ramsey, 1613C และ Control มีปริมาณแมงกานีสคือ 142.62, 142.18, 112.74, 105.46, 66.36, 56.10 และ 38.26 ppm ตามลำดับ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง (Cu) ของก้านใบในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ระยะดอกบาน 100% พบว่าเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 140Ru มีปริมาณทองแดงในก้านใบมากที่สุด (6.28 ppm) รองลงมาคือเมื่อติดตาบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 110R (6.15 ppm) ตามด้วย Control, SO4, 1613C, 8B, 1103P, 5C และ 5BB (6.03, 5.98, 5.87, 5.84, 5.80, 5.72 และ 5.23 ppm ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่เมื่อติดตาบนต้นตอพันธุ์ Ramsey (4.03 ppm) กลับมีปริมาณทองแดงอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ (Table 2)

Table 2 Concentrations of Iron, Zinc, Manganese and Copper in petiole at full bloom of Sauvignon Blanc grape on different rootstocks grown under limestone derived soil.

Rootstock	Nutrient concentration (ppm)			
	Fe	Zn	Mn	Cu
Control (Own root)	29.47	28.34	38.26	6.03
110R	48.35	31.85	112.74	6.15
140Ru	22.81	34.00	231.31	6.28
1103P	25.33	32.64	158.81	5.80
5BB	13.64	31.58	105.46	5.23
5C	11.24	29.69	142.62	5.72
8B	21.15	30.56	153.02	5.84
SO4	18.75	33.89	142.18	5.98
Ramsey	31.98	32.35	66.36	4.03
1613C	12.43	34.20	56.10	5.87
Normal Range of Nutrient*	**31-50**	**30-50**	**31-150**	**5-15**

*Source: Midwest Grape Production Guide, 2005.

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองเมื่อติดตาองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc บนต้นตอองุ่นพันธุ์ต่างๆ พบว่าการใช้ต้นตอที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นตอ สอดคล้องกับ Richards (1983) ที่กล่าวไว้ว่า การติดตากิ่งองุ่นพันธุ์ดีบนต้นตอ ถือเป็นการเปลี่ยนระบบรากโดยตรง ซึ่งรากจะมีการพัฒนาทั้งลักษณะภายในและลักษณะภายนอกและรูปแบบการแพร่กระจาย ซึ่งจะแตกต่างกันระหว่างต้นตอแต่ละพันธุ์ การเปลี่ยนระบบรากจะมีผลโดยตรงต่อการดูดซับน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการปรับเปลี่ยนทางด้านสรีรวิทยาของกิ่งพันธุ์ ดังนั้นต้นตอแต่ละชนิดจะมีอิทธิพลต่อกิ่งพันธุ์แตกต่างกันไป

สรุปผล

การทดลองหาปริมาณจุลธาตุของก้านใบที่ระยะดอกบาน 100% ในองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ปลูกในดินที่เกิดจากหินปูนโดยใช้กิ่งปักชำ (control) และติดตาบนต้นตอองุ่นจำนวน 9 พันธุ์คือ พันธุ์ 110 Richter (110R), 140 Ruggeri (140Ru), 1103 Paulsen (1103P), 5BB, 5C, 8B, SO4, Ramsey และ Solonis × Othello 1613 (1613C) ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2552 ที่สถานีวิจัยกาญจนบุรี สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การปลูกองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 110R ในสภาพดินที่เกิดจากหินปูนมีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) อยู่ในปริมาณที่เพียงพอ

2. การปลูกองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์ Ramsey มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn) และแมงกานีส (Mn) อยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่มีปริมาณทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ

3. การปลูกองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc โดยใช้กิ่งปักชำ และติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5C มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ แต่มีปริมาณแมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่เพียงพอ

4. การปลูกองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 140Ru, 1103P และ 8B มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ แต่มีปริมาณสังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่เพียงพอ ส่วนปริมาณแมงกานีส (Mn) มีมากแต่ไม่ถึงระดับที่เป็นพิษ

5. การปลูกองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc ที่ติดตาบนต้นตอพันธุ์ 5BB, SO4 และ 1613C มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ แต่มีปริมาณสังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) อยู่ในระดับที่เพียงพอ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสถานีวิจัยกาญจนบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์, 2537, แบบฝึกหัดและคู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรศักดิ์ นิลนนท์, 2547, เทคโนโลยีการผลิตองุ่นเพื่อรับประทานสด, เอกสารประกอบการฝึกอบรม, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bavaresco, L., Fraschini, P. and Perino, A., 1993, Effect of the Rootstock on the Occurrence of Lime-Induced Chlorosis of Potted *Vitis vinifera* L. cv. 'Pinot Blanc', Plant and Soil, 157: 305-311.

Galet, P., 1980, A Practical Ampelography Grapevine Identification, 2nd eds, Unitied Kingdom by Cornell University Press. Ltd, London.

Nilnond, S., 2001, Grape Production in Thailand, Production in the Asia-Pacific Region. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, *In* M.K. Papademetriou and Dent, F.J., eds., Bangkok, Thailand, pp. 70-79.

Richards, D., 1983, The Grape Root System, Horticultural Reviews, 5:127-168.

ผลของวิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ

Effect of Preparation Methods of Jackfruit Seed Flour on Quality of Snack Chips

ดารารัตน์ นาคละออ[1] อาภัสรา แสงนาค[2] และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์[1]
Narklaor, D.[1], Sangnark, A.[2] and Limroongreungrat, K.[1]

Abstract

The effect of preparation methods of jackfruit seed flour (JSF) was investigated in order to improve quality of the snack chips and add value of jackfruit seeds. JSF was prepared by using two methods: boiling jackfruit seeds at 100 °C for 15, 30 and 45 minutes and double drum drying at 120, 130 and 140°C. Native JSF was also used as a control sample. Fracturability and lightness of snack chips made from JSF prepared by double drum drying were higher than those of snack chips made from JSF prepared by boiling and the control ($p \leq 0.05$). Hue angles of all samples were 83.7-85.4 indicated yellow color of products. Snack chips made from JSF prepared by double drum drying at 130 °C had the highest overall acceptance score, and surface appearance of the product was similar to commercial snack chip as determined by image analysis.

Keywords: flour preparation methods, jackfruit seed flour, snack chips

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของวิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบ และเพิ่มมูลค่าเมล็ดขนุน โดยใช้วิธีการเตรียมแป้งจากเมล็ดขนุนสองวิธี คือการต้มเมล็ดขนุนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 15 30 และ 45 นาที และการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140°C โดยใช้แป้งดิบจากเมล็ดขนุนเป็นตัวอย่างควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยวิธีการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่มีค่าความแตกเปราะ และค่าความสว่างสูงกว่าผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยวิธีการต้มเมล็ดขนุนทั้งเมล็ด และตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบทุกตัวอย่างมีค่ามุมเฉดสีอยู่ในช่วง 83.7-85.4 ซึ่งบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง โดยผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 130°C ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด และจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายพบว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะพื้นผิวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบทางการค้า

คำสำคัญ: วิธีการเตรียมแป้ง แป้งเมล็ดขนุน ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบหรือผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบ (snack chips) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลาย โดยมีส่วนแบ่งการตลาดสูงถึงร้อยละ 33 ของมูลค่าทางการตลาดผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้งหมด หรือคิดเป็นมูลค่า 4,125 ล้านบาท (ฐานเศรษฐกิจ, 2552) โดยวัตถุดิบหลักที่นิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบทางการค้าคือ แป้งมันฝรั่ง (potato flour) และ มันฝรั่งแบบเกล็ด (potato flake) ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เมล็ดขนุนเป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจในแง่ของคุณค่าทางโภชนาการ โดยแป้งเมล็ดขนุนมีโปรตีน 12.43% เถ้า 3.06% เส้นใย 2.45% และไขมัน 0.66% อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดขนุนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปและบริโภคขนุน แป้งเมล็ดขนุนสามารถนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบได้ (วลัยลักษณ์, 2549) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีลักษณะทางประสาทสัมผัสของความเป็นแป้ง (Mealiness) การดัดแปลงสมบัติของแป้งดิบด้วยวิธีพรีเจลาทิไนซ์โดยการต้มเมล็ดขนุน (รุ่งฤดี, 2547) และการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Villagran และคณะ, 2004) อาจช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ

---

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี 20131
[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Bangsean, Chonburi, 20131
[2]สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลกรุงเทพ สาทร กรุงเทพฯ 10120
[2]Food Science and Technology Division, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep, Sathorn, Bangkok, 10120

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแป้งจากเมล็ดขนุน

เตรียมแป้งดิบจากเมล็ดขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ (control) ตามวิธีของวลัยลักษณ์ (2549) โดยนำเมล็ดขนุนมาล้างทำความสะอาด นำไปต้มในน้ำเดือดในอัตราส่วนเมล็ดขนุนต่อน้ำเป็น1:4 เป็นเวลา 3 นาที ลอกเปลือกหุ้มเมล็ดสีขาวครีมและสีน้ำตาลออกจนหมด นำเมล็ดมาหั่นเป็นแผ่นบางให้มีความหนา 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง บดด้วย ultracentrifugal mill (Retsch Ultra, ZM 1000, Germany) ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช บรรจุแป้งที่ได้ในถุงพลาสติกและปิดผนึกแบบสุญญากาศ สำหรับการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนโดยการต้มเมล็ดขนุนทำเช่นเดียวกับการเตรียมแป้งดิบ แต่แปรระยะเวลาในการต้มเมล็ดขนุนเป็น 15 30 และ 45 นาที (B-15, B-30 และ B-45) ส่วนการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ทำโดยนำเมล็ดขนุนมาหั่นเป็นแผ่นบาง แล้วนำมาปั่นผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 เป็นเวลา 2 นาที กรองแยกกากด้วยผ้าขาวบาง (อมรรัตน์ และกมลทิพย์, 2546) นำน้ำแป้งที่ได้มาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่โดยแปรอุณหภูมิที่ผิวหน้าลูกกลิ้งเป็น 120 130 และ 140°C (DD-120, DD-130 และ DD-140) กำหนดความเร็วรอบของลูกกลิ้งเป็น 0.4 รอบต่อนาที ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองเป็น 0.4 มิลลิเมตร ทำแห้งเป็นเวลา 4 นาที จากนั้นบด และร่อนเช่นเดียวกับการเตรียมแป้งดิบ แป้งที่เตรียมได้ทุกตัวอย่างมีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 8

ศึกษาผลของวิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ

นำแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมได้มาทำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบโดยใช้สูตรของวลัยลักษณ์ (2549) ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนเป็นก้อนโด รีดโดด้วยลูกกลิ้ง ตัดเป็นรูปวงรีโดยใช้พิมพ์กด แล้วนำไปอบโดยใช้เตาอบไฟฟ้า (Severin, SEV-2024, Germany) เป็นเวลา 7 นาที แทนการทอดซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ผลิตขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบทางการค้า นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA-XT2, UK) และใช้หัววัดทรงกลม (Ball Probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว (P/0.25S) กดลงตรงกลางชิ้นผลิตภัณฑ์ที่วางบนฐานรองชนิด HDP/ 90 รายงานผลเป็นค่าความแตกเปราะ (Fracturability) วัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab, Miniscan XE Plus, USA) วัดค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าความเข้มของสี ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) และค่ามุมเฉดสี ($h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่าย (Image Analysis) ด้วยโปรแกรม UTHSCSA Image Tool for Windows Version 3.0 (Free Program) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส ความรู้สึกในปาก และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยวิธีการต้มและการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ทุกตัวอย่างมีค่าความแตกเปราะสูงกว่าตัวอย่างที่เตรียมจากแป้งดิบ ($p \leq 0.05$, Table 1) ผลิตภัณฑ์มีค่าความแตกเปราะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาในการต้มและอุณหภูมิบนผิวหน้าลูกกลิ้งเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องจากการเตรียมแป้งโดยวิธีพรีเจลาทิไนซ์ทั้งสองวิธี รวมทั้งการเพิ่มระยะเวลาในการต้มและอุณหภูมิบนผิวหน้าลูกกลิ้งทำให้อัตราการเกิดเจลาทิไนซ์ของแป้งเพิ่มขึ้น (Beleia และคณะ, 2006) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีโครงสร้างที่แข็งแรงกว่าและต้องใช้แรงในการทำให้ผลิตภัณฑ์เริ่มเกิดการแตกหักเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบจากแป้งที่เตรียมโดยวิธีการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่มีค่าความแตกเปราะสูงกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาเบื้องต้นที่พบว่า แป้งที่เตรียมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่มีอัตราการเกิดเจลาทิไนซ์สูงกว่าแป้งที่เตรียมโดยวิธีอื่น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบจากแป้งที่เตรียมโดยวิธีการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่มีค่าความสว่างสูงกว่าตัวอย่างอื่น แต่มีค่าความเข้มสีต่ำกว่า อาจเป็นผลจากกระบวนการเตรียมแป้งที่มีขั้นตอนการกรองแยกกากซึ่งช่วยกำจัดสิ่งเจือปนออกจากน้ำแป้งได้ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทุกตัวอย่างมีค่ามุมเฉดสีอยู่ในช่วง 83.7-85.4 ซึ่งบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมจากแป้งทั้งสองวิธีได้คะแนนความชอบทุกด้านยกเว้นลักษณะปรากฏ (appearance) ที่ควบคุมและการต้มที่อุณหภูมิต่างๆสูงกว่าการใช้แป้งพรีเจลชนิดผ่านลูกกลิ้งที่มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 130 และ 140°C ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด และมีความเป็นแป้งลดลง ($p \geq 0.05$, Table

2) นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีลักษณะปรากฏของพื้นผิวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยวิธีการต้มเมล็ดขนุนมีพื้นผิวเรียบเช่นเดียวกับตัวอย่างควบคุม (Figure 1) อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้า อาจเนื่องจากกระบวนการทำให้สุกใช้วิธีการอบแทนการทอด จึงจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น โดยสามารถใช้แป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 130°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่ามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบที่มีปริมาณไขมันลดลงได้

สรุปผล

การใช้แป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 130°C ให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด และมีลักษณะพื้นผิวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า

เอกสารอ้างอิง

ฐานเศรษฐกิจ, 2552, “เนลี่” งัดแผนรับกำลังซื้อหด วางกลยุทธ์ 2 ทางเลือกดันยอดขายทะลุ 200 ล้านบาท, [สืบค้น], http://www.thannews.th.com/detialNews.php?id=M3122962&issue=2414 [10/ June/ 09].

รุ่งฤดี สกุลณา, 2547, การใช้แป้งพรีเจลาทิไนซ์เมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในขนมปังแซนด์วิช, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.

วลัยลักษณ์ เปรมอ่อน, 2549, การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบเพื่อสุขภาพจากแป้งเมล็ดขนุน, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อมรรัตน์ มุขประเสริฐ และกมลทิพย์ สัจจาอนันตกุล, 2546, ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดแป้งจากเมล็ดขนุน, รายงานวิจัยประจำปี 2545-2546, กรุงเทพฯ, หน้า 175-178.

Beleia, A., Butarelo, S.S. and Silva, R.S.F., 2006, Modeling of Starch Gelatinization during Cooking of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.), Lebensmittel Wissenschaft and Technologie, 39, 399-404.

Villagran, M.D.M., Li, J., Yang, D.K., Chang, D.S. and Evans, J.F., 2004, Fabricated Potato Chips. United States Patent No. 6703065.

Table 1 Physical attributes of snack chips as affected by different preparation methods of jackfruit seed flour.

Preparation Methods	Fracturability (N)	Color		
		L*	C*	h*
Control	3.13^{f}±0.02	76.19^{c}±0.74	21.44^{b}±0.11	85.35^{a}±0.49
B-15	3.21^{f}±0.02	75.75^{c}±0.31	21.17^{ab}±0.06	85.08^{a}±0.15
B-30	3.70^{e}±0.06	72.97^{d}±0.30	22.25^{ab}±0.15	83.70^{bc}±0.06
B-45	3.90^{d}±0.06	72.87^{d}±0.37	22.38^{a}±1.25	83.55^{c}±1.69
DD-120	5.43^{c}±0.05	81.61^{a}±0.64	6.55^{c}±0.06	85.21^{a}±0.07
DD-130	6.84^{b}±0.09	79.44^{b}±0.35	6.90^{c}±0.02	85.07^{a}±0.17
DD-140	7.17^{a}±0.03	78.74^{b}±0.61	6.96^{c}±0.02	84.85^{ab}±0.14

[a,b,c...] Means within a column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$)

Table 2 Sensory scores of snack chips as affected by different preparation methods of jackfruit seed flour.

Preparation Methods	Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Mouth Feeling[1]	Overall acceptability
Control	6.84^{ab}±0.98	6.86^{ab}±1.11	4.68^{c}±1.15	3.62^{d}±1.96	4.62^{b}±1.93	3.22^{c}±1.43	4.12^{d}±1.21
B-15	7.06^{a}±1.13	6.98^{a}±0.86	5.34^{b}±1.02	5.08^{c}±1.05	4.70^{bc}±0.97	4.22^{b}±1.13	5.00^{c}±0.93
B-30	6.42^{b}±1.20	6.54^{ab}±1.45	5.42^{b}±0.86	5.24^{bc}±1.22	5.72^{a}±0.76	4.28^{b}±1.44	5.10^{c}±1.04
B-45	6.70^{ab}±1.34	6.44^{b}±1.40	5.08^{bc}±1.16	4.90^{c}±1.42	5.06^{b}±1.04	4.38^{b}±1.26	5.00^{c}±1.26
DD-120	4.12^{c}±1.48	4.16^{d}±1.46	5.40^{b}±1.40	5.70^{ab}±0.93	4.54^{bc}±1.01	5.68^{b}±0.71	5.54^{b}±1.07
DD-130	4.52^{c}±1.52	5.06^{c}±1.36	6.06^{a}±0.79	5.74^{a}±1.07	4.50^{c}±1.15	6.10^{a}±0.61	6.08^{a}±0.67
DD-140	4.24^{c}±1.27	4.80^{c}±0.83	6.26^{a}±0.75	6.02^{a}±0.71	4.48^{c}±1.85	6.16^{a}±0.65	6.10^{a}±0.46

$^{a,b,c...}$ Means within a column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$)

[1] Aftertaste of sample such as mealiness

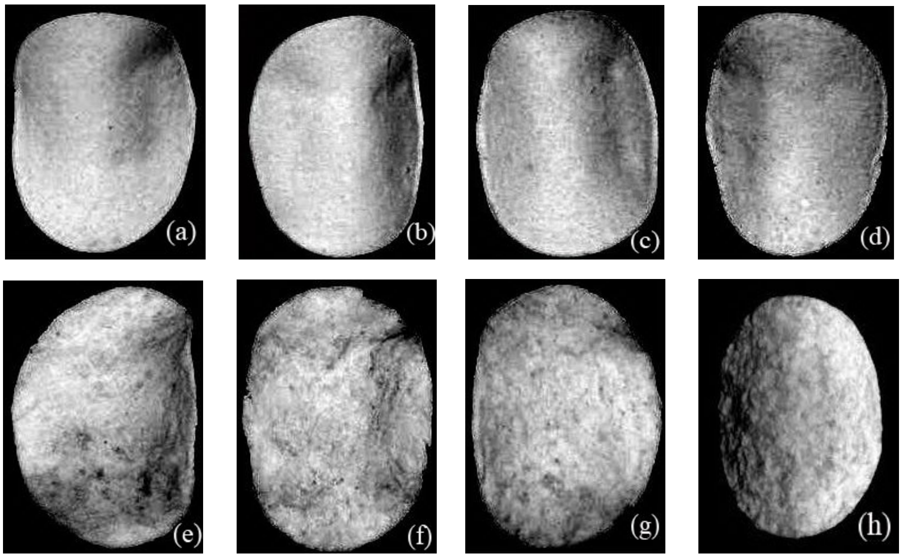


Figure 1 Surface appearance of snack chips as affected by different preparation methods of jackfruit seed flour; Control (a), B-15 (b), B-30 (c), B-45 (d), DD-120 (e), DD-130 (f), DD-140 (g) and commercial product (h).

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืช

Selection on Weed Tolerance Upland Rice Varieties

ร่วมจิตร นกขา[1] ถิรายุทธ์ วิจิตรภาพ[1] และ สตางค์ หัสนันท์[1]

Nokkoul, R.[1], Wichitparp, T.[1] and Hussanant, S.[1]

Abstract

An experiment was conducted to select the weed tolerance for upland rice varieties. Two variety of high yield pure-line selection was carried out under field condition, Dokkam and Lebnok. The experiment was done at King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang, Chumphon Campus during July to November, 2009 without weeds control. The experimented plot was sized 20x20 m. The plant system crop was 25x30 cm. The result showed that in both experimental plots had 14 types of weeds. The weeds were densely found. The Dokkam and Lebnok varieties were passed the grade standard 10 and 18 plants, respectively. Plant height of Dokkam variety was 95-120 cm. The flowering age at 50% and harvesting age were 105 and 132 days after germination, respectively with numbers of perfect and empty seed seed per panicle were 210-284 and 10-58 seeds, respectively. Plant height of Lebnok variety was 91-119 cm. The flowering age at 50% and harvesting age were 104 and 132 days after germination, respectively with numbers of perfect and empty seed per panicle were 200-364 seeds and 4-38 seeds, respectively.

Keywords: weed tolerance, upland rice, varieties selection

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อคัดเลือกหาพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืช โดยนำพันธุ์ข้าวไร่ที่ให้ผลผลิตสูงที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์แบบคัดรวมในสภาพไร่ 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เล็บนก และพันธุ์ดอกขาม ปลูกทดลองที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพร เริ่มการทดลองเดือน กรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2552 โดยไม่มีการกำจัดวัชพืชทุกระยะของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว แปลงปลูกแต่ละแปลงขนาด 20x20 เมตร ใช้ระยะปลูก 25x30 เซนติเมตร โดยไม่มีการกำจัดวัชพืชทุกระยะของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ผลการทดลอง พบว่า มีวัชพืชในแปลงข้าวทั้ง 2 พันธุ์จำนวน 14 ชนิดที่มีการกระจายตัวอย่างหนาแน่น ต้นข้าวพันธุ์ดอกขามและเล็บนกที่ผ่านเกณฑ์มาตรการจำนวน 10 และ 18 ต้น ตามลำดับ โดยพันธุ์ดอกขามมีความสูงต้น 95-120 เซนติเมตร มีอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ที่ 105 วันหลังงอกและอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 210-284 และ 10-58 เมล็ด ตามลำดับ พันธุ์เล็บนกมีความสูงต้นในช่วง 91-119 เซนติเมตร มีอายุออกดอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์ 104 วันหลังงอก และอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 200-364 และ 4-38 เมล็ด ตามลำดับ

คำสำคัญ: ทนวัชพืช ข้าวไร่ การคัดเลือกพันธุ์

คำนำ

ข้าวไร่เป็นพืชทางเลือกสำหรับการผลิตอาหารในสภาพที่มีน้ำจำกัด เนื่องจากต้องการน้ำน้อย และทนแล้งได้ดี (บุญหงษ์, 2549) ปลูกได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทย การปลูกข้าวไร่ของเกษตรกรในที่ดอน ทำให้แปลงปลูกมีปริมาณของวัชพืชมากกว่าข้าวนา ส่งผลให้ต้นทุนการกำจัดวัชพืชสูง ผลผลิตของข้าวลดลงทั้งปริมาณและคุณภาพ (Hayat และคณะ, 2003) นอกจากนี้ความรุนแรงในการระบาดของวัชพืชในแปลงข้าวขึ้นอยู่กับ ชนิด จำนวนประชากร ตลอดจนช่วงระยะเวลาในการระบาดของวัชพืช โดยเฉพาะในช่วง 2-6 สัปดาห์หลังข้าวงอก โดยวัชพืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แย่งแสงแดด น้ำ และธาตุอาหาร ทำให้ข้าวเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ลำต้นแคระแกรน แตกกอน้อยหรืออาจไม่แตกกอ ขนาดรวงสั้นเล็ก ผลผลิตลดลง (Moody, 1989) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อสร้างพันธุ์ใหม่ให้ทนวัชพืชและได้ผลผลิตสูงต้องใช้เวลาหลายปี การปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวของ

[1]หลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 80160

[1]Program in Hoticulture, Division of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang Chumphon Campus

เกษตรกรให้สัมพันธ์กับพันธุ์ข้าว โดยใช้เวลาสั้นและได้พันธุ์อย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องนำพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีอยู่เดิมมาคัดเลือกพันธุ์ข้าวให้ทนกับวัชพืช เพื่อช่วยลดต้นทุนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวไร่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนก และพันธุ์ดอกขาม ที่ผ่านการคัดเลือกพันธ์บริสุทธิ์โดยวิธี Mass selection (ร่วมจิตร และคณะ, 2551) มาปลูกเพื่อคัดพันธุ์ทนวัชพืช ใช้แปลงปลูกแต่ละแปลงขนาด 20x20 เมตร ใช้ระยะปลูก 25x30 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 4-5 เมล็ด ไม่มีการกำจัดวัชพืชทุกระยะของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำคัดเลือกต้นที่แข่งขันกับวัชพืชได้ โดยใช้เกณฑ์มาตรการในการคัดเลือกพันธุ์ ที่ดัดแปลงจาก อรอนงค์ (2547) ดังนี้ 1)โตเร็วมีลำต้นแข็งแรง 2) อายุการออกดอก 50% ไม่เกิน 110 วัน 3) ต้นสูงไม่ต่ำกว่า 90 เซนติเมตร 4)ทรงกอแบะ 5)ลำต้นมีความแข็งสูง 6) จำนวนรวงต่อกอไม่ต่ำกว่า 3 รวง 7) ความยาวรวงไม่ต่ำกว่า 25 เซนติเมตร 8) ลักษณะรวงจับกันปานกลางถึงหนาแน่น 9) ติดเมล็ดสมบูรณ์มากกว่า 80% 10) จำนวนเมล็ดดีต่อรวงไม่ต่ำกว่า 200 เมล็ด 11)ระแง้ถี่ 12) อายุการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 140 วัน 13) สีข้าวกล้องขาว และ สีแดง สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกนำไปปลูกคัดเลือกรวงต่อแถวในฤดูปลูกต่อไป

ผลการทดลอง

ชนิดวัชพืชในแปลงปลูกข้าวไร่

จากการสำรวจวัชพืชในแปลงข้าวไร่ พันธุ์เล็บนก และดอกขาม พบวัชพืชใบแคบ 4 ชนิด และวัชพืชใบกว้าง 10 ชนิด วัชพืชใบแคบ ได้แก่ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv) หญ้านกสีชมพู (*Echinochla colona)* หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens* (HBK) Henr) และหญ้าปากควาย *(Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv) และวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ กระดุมใบใหญ่ (*Spermacoce latifolia* Aubl) สาบแร้ง-สาบกา (*Ageratum conyzoides* Linn) ผักเสี้ยนผี (*Cleome viscose* Linn) ไมยราบ (*Minosa pudica* L) ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* L.) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffusa* Burm.f) ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens* L.) ผักปราบใบกว้าง (*Commelina benghalensis* L.) ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus niruri*) และหญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.)

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืช

ต้นข้าวพันธุ์เล็บนกและดอกขามที่ผ่านเกณฑ์มาตรการจำนวน 10 และ 18 ต้นตามลำดับ โดยพันธุ์ดอกขาม(Table 1)มีความสูงต้น 95-120 เซนติเมตร มีอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ที่ 105 วันหลังงอกและอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนรวงต่อกอ 9-13 รวง มีความยาวรวง 25-34 เซนติเมตรมีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 210-284 และ 10-58 เมล็ดตามลำดับ พันธุ์เล็บนก (Table 2) มีความสูงต้นในช่วง 91-119 เซนติเมตร มีอายุออกดอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์ 104 วันหลังงอก และอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนรวงต่อกอ 9-13 รวง มีความยาวรวง 25-33 เซนติเมตรมีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 200-364 และ 4-38 เมล็ด ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

จากการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืชโดยใช้ข้าวไร่ พันธุ์ดอกขาม และพันธุ์เล็บนก จากการคัดเลือกต้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรการ 10 และ 18 ต้น ตามลำดับ ข้าวที่คัดได้นั้นมีลักษณะต้นสูงปานกลางถึงต้นค่อนข้างสูง (ในช่วง 91-120 เซนติเมตร) มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงในช่วง 200-364 เมล็ด ข้าวทุกต้นที่คัดได้สามารถแข่งขันกับวัชพืชและให้ผลผลิตสูง ซึ่งสอดคล้องกับ เพ็ญศรี และคณะ (2541) ที่ได้รายงานไว้ว่าลักษณะของข้าวที่สามารถแข่งขันกับวัชพืช ต้องมีลักษณะต้นสูงปานกลางถึงค่อนข้างสูง ใบใหญ่ กอแบะ มีการแตกกอมาก มีเมล็ดดีต่อรวงสูงและมีเมล็ดขนาดใหญ่ รากลึกทำให้สามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้

สรุปผล

จากการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืชโดยใช้พันธุ์ดอกขาม และพันธุ์เล็บนก พบวัชพืชใบแคบ 4 ชนิด และใบกว้าง 10 ชนิด ลักษณะพันธุ์ข้าวไร่จากการคัดเลือกของทั้ง 2 พันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรการที่ตั้งไว้มีลักษณะใบธงยาว 10 และ 18 ต้น ตามลำดับ ทุกต้นให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงในช่วง 200-364 เมล็ด

เอกสารอ้างอิง

บุญหงษ์ จงคิด, 2549, ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ,184 หน้า.

ร่วมจิตร นกเขา ถิรายุทธิ์ วิจิตรภาพ อภิชาติ ครุฑสุวรรณ และสุวัฒน์ ไกรมาก, 2551, การรวบรวมพันธุ์การคัดเลือกพันธุ์ และการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวไร่จังหวัดชุมพร, รายงานการวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพร, ชุมพร, 23 หน้า.

เพ็ญศรี นันทสมสราญ และโอภาส วรวาท, 2541, "ข้าวขาวมะลิแข่งขันกับวัชพืชได้ดีจริงหรือ?", หนังสือพิมพ์กสิกร, ฉ. 6: 581-585.

อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547, ข้าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 366 หน้า.

Hayat, K., Awan, I.U. and Hassan, G., 2003, Impact of Seeding Dates and Varieties on Weed Infestation, Yield and Component of Rice (*Oryza Sativa* L.) under Direct Wet-seeded Culture, Pakistan Journal of Weed Science Research, 9: 59-65.

Moody, K., 1989, Weeds Reported in Rice in South and Southeast Asia, International Rice Research Institute, Philippines, p. 442.

Table 1 Plant height, flowering age 50%, harvesting age, No. panicle per hill, panicle length, perfect seed per panicle, empty seed per panicle of Dokkam upland rice variety was passed the grade standard.

Plant s	Characteristics of rice varieties weeds tolerance were passed the grade standaed						
	Plant height (cm.)	flowering age 50% (day)	harvesting age (day)	No. panicle per hill	panicle length (cm.)	perfect seed per panicle (seed)	empty seed per panicle (seed)
1	95	105	132	10	25.3	262	25
2	102	105	132	11	31	231	53
3	102	105	132	11	28	275	48
4	96	105	132	9	31	251	36
5	103	105	132	9	26.9	218	58
6	107	105	132	13	31	284	21
7	100	105	132	9	28	210	10
8	120	105	132	13	32.5	245	14
9	97	105	132	9	25	223	20
10	119	105	132	9	34	219	12
Total	1041	1050	1320	103	292.7	2418	297
Mean	104.1	105	132	10.3	29.27	241.8	29.7
S.D.	8.88	0.00	0.00	1.64	3.07	25.72	17.82

Table 2 Plant height, flowering age 50%, harvesting age, No. panicle per hill, panicle length, perfect seed per panicle, empty seed per panicle of Labnok upland rice variety was passed the grade standard.

Plant s	Characteristics of rice varieties weeds tolerance were passed the grade standaed						
	Plant height (cm.)	flowering age 50% (day)	harvesting age (day)	No. panicle per hill	panicle length (cm.)	perfect seed per panicle (seed)	empty seed per panicle (seed)
1	100	104	132	9	32	315	10
2	110	104	132	9	30.2	200	8
3	98	104	132	9	28.9	261	38
4	99	104	132	9	26.4	214	32
5	113	104	132	11	30	294	4
6	100	104	132	9	30	364	14
7	99	104	132	11	30	219	9
8	98	104	132	9	31	312	10
9	101	104	132	10	29	275	17
10	99	104	132	10	26.6	259	9
11	98	104	132	10	26.8	204	17
12	100	104	132	12	28.1	258	13
13	115	104	132	11	26.6	259	9
14	91	104	132	13	33	228	13
15	102	104	132	13	27	219	9
16	116	104	132	9	25.1	364	14
17	119	104	132	11	25.7	204	4
18	91	104	132	10	28.1	258	13
Total	1849	1872	2376	185	514.5	4707	243
Mean	102.72	104.00	132.00	10.28	28.58	261.50	13.50
S.D.	8.26	0.00	0.00	1.36	2.24	51.50	8.69

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 57-60 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 57-60 (2553)

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืช

Selection on Weed Tolerance Upland Rice Varieties

ร่วมจิตร นกขา[1] ถิรายุทธ์ วิจิตรภาพ[1] และ สตางค์ หัสนันท์[1]

Nokkoul, R.[1], Wichitparp, T.[1] and Hussanant, S.[1]

Abstract

An experiment was conducted to select the weed tolerance for upland rice varieties. Two variety of high yield pure-line selection was carried out under field condition, Dokkam and Lebnok. The experiment was done at King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang, Chumphon Campus during July to November, 2009 without weeds control. The experimented plot was sized 20x20 m. The plant system crop was 25x30 cm. The result showed that in both experimental plots had 14 types of weeds. The weeds were densely found. The Dokkam and Lebnok varieties were passed the grade standard 10 and 18 plants, respectively. Plant height of Dokkam variety was 95-120 cm. The flowering age at 50% and harvesting age were 105 and 132 days after germination, respectively with numbers of perfect and empty seed seed per panicle were 210-284 and 10-58 seeds, respectively. Plant height of Lebnok variety was 91-119 cm. The flowering age at 50% and harvesting age were 104 and 132 days after germination, respectively with numbers of perfect and empty seed per panicle were 200-364 seeds and 4-38 seeds, respectively.

Keywords: weed tolerance, upland rice, varieties selection

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อคัดเลือกหาพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืช โดยนำพันธุ์ข้าวไร่ที่ให้ผลผลิตสูงที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์แบบคัดรวมในสภาพไร่ 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เล็บนก และพันธุ์ดอกขาม ปลูกทดลองที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพร เริ่มการทดลองเดือน กรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2552 โดยไม่มีการกำจัดวัชพืชทุกระยะของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว แปลงปลูกแต่ละแปลงขนาด 20x20 เมตร ใช้ระยะปลูก 25x30 เซนติเมตร โดยไม่มีการกำจัดวัชพืชทุกระยะของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ผลการทดลอง พบว่า มีวัชพืชในแปลงข้าวทั้ง 2 พันธุ์จำนวน 14 ชนิดที่มีการกระจายตัวอย่างหนาแน่น ต้นข้าวพันธุ์ดอกขามและเล็บนกที่ผ่านเกณฑ์มาตรการจำนวน 10 และ 18 ต้น ตามลำดับ โดยพันธุ์ดอกขามมีความสูงต้น 95-120 เซนติเมตร มีอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ที่ 105 วันหลังงอกและอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 210-284 และ 10-58 เมล็ด ตามลำดับ พันธุ์เล็บนกมีความสูงต้นในช่วง 91-119 เซนติเมตร มีอายุออกดอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์ 104 วันหลังงอก และอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 200-364 และ 4-38 เมล็ด ตามลำดับ

คำสำคัญ: ทนวัชพืช ข้าวไร่ การคัดเลือกพันธุ์

คำนำ

ข้าวไร่เป็นพืชทางเลือกสำหรับการผลิตอาหารในสภาพที่มีน้ำจำกัด เนื่องจากต้องการน้ำน้อย และทนแล้งได้ดี (บุญหงษ์, 2549) ปลูกได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทย การปลูกข้าวไร่ของเกษตรกรในที่ดอน ทำให้แปลงปลูกมีปริมาณของวัชพืชมากกว่าข้าวนา ส่งผลให้ต้นทุนการกำจัดวัชพืชสูง ผลผลิตของข้าวลดลงทั้งปริมาณและคุณภาพ (Hayat และคณะ, 2003) นอกจากนี้ความรุนแรงในการระบาดของวัชพืชในแปลงข้าวขึ้นอยู่กับ ชนิด จำนวนประชากร ตลอดจนช่วงระยะเวลาในการระบาดของวัชพืช โดยเฉพาะในช่วง 2-6 สัปดาห์หลังข้าวงอก โดยวัชพืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แย่งแสงแดด น้ำ และธาตุอาหาร ทำให้ข้าวเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ลำต้นแคระแกรน แตกกอน้อยหรืออาจไม่แตกกอ ขนาดรวงสั้นเล็ก ผลผลิตลดลง (Moody, 1989) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อสร้างพันธุ์ใหม่ให้ทนวัชพืชและได้ผลผลิตสูงต้องใช้เวลาหลายปี การปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวของ

[1]หลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 80160

[1]Program in Hoticulture, Division of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang Chumphon Campus

เกษตรกรให้สัมพันธ์กับพันธุ์ข้าว โดยใช้เวลาสั้นและได้พันธุ์อย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องนำพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีอยู่เดิมมาคัดเลือกพันธุ์ข้าวให้ทนกับวัชพืช เพื่อช่วยลดต้นทุนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวไร่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนก และพันธุ์ดอกขาม ที่ผ่านการคัดเลือกพันธ์บริสุทธิ์โดยวิธี Mass selection (ร่วมจิตร และคณะ, 2551) มาปลูกเพื่อคัดพันธุ์ทนวัชพืช ใช้แปลงปลูกแต่ละแปลงขนาด 20x20 เมตร ใช้ระยะปลูก 25x30 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 4-5 เมล็ด ไม่มีการกำจัดวัชพืชทุกระยะของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำคัดเลือกต้นที่แข่งขันกับวัชพืชได้ โดยใช้เกณฑ์มาตรการในการคัดเลือกพันธุ์ ที่ดัดแปลงจาก อรอนงค์ (2547) ดังนี้ 1)โตเร็วมีลำต้นแข็งแรง 2) อายุการออกดอก 50% ไม่เกิน 110 วัน 3) ต้นสูงไม่ต่ำกว่า 90 เซนติเมตร 4)ทรงกอแบะ 5)ลำต้นมีความแข็งสูง 6) จำนวนรวงต่อกอไม่ต่ำกว่า 3 รวง 7) ความยาวรวงไม่ต่ำกว่า 25 เซนติเมตร 8) ลักษณะรวงจับกันปานกลางถึงหนาแน่น 9) ติดเมล็ดสมบูรณ์มากกว่า 80% 10) จำนวนเมล็ดดีต่อรวงไม่ต่ำกว่า 200 เมล็ด 11)ระแง้ถี่ 12) อายุการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 140 วัน 13) สีข้าวกล้องขาว และ สีแดง สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกนำไปปลูกคัดเลือกรวงต่อแถวในฤดูปลูกต่อไป

ผลการทดลอง

ชนิดวัชพืชในแปลงปลูกข้าวไร่

จากการสำรวจวัชพืชในแปลงข้าวไร่ พันธุ์เล็บนก และดอกขาม พบวัชพืชใบแคบ 4 ชนิด และวัชพืชใบกว้าง 10 ชนิด วัชพืชใบแคบ ได้แก่ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv) หญ้านกสีชมพู (*Echinochla colona)* หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens* (HBK) Henr) และหญ้าปากควาย *(Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv) และวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ กระดุมใบใหญ่ (*Spermacoce latifolia* Aubl) สาบแร้ง-สาบกา (*Ageratum conyzoides* Linn) ผักเสี้ยนผี (*Cleome viscose* Linn) ไมยราบ (*Minosa pudica* L) ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* L.) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffusa* Burm.f) ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens* L.) ผักปราบใบกว้าง (*Commelina benghalensis* L.) ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus niruri*) และหญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.)

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืช

ต้นข้าวพันธุ์เล็บนกและดอกขามที่ผ่านเกณฑ์มาตรการจำนวน 10 และ 18 ต้นตามลำดับ โดยพันธุ์ดอกขาม(Table 1)มีความสูงต้น 95-120 เซนติเมตร มีอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ที่ 105 วันหลังงอกและอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนรวงต่อกอ 9-13 รวง มีความยาวรวง 25-34 เซนติเมตรมีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 210-284 และ 10-58 เมล็ด ตามลำดับ พันธุ์เล็บนก (Table 2) มีความสูงต้นในช่วง 91-119 เซนติเมตร มีอายุออกดอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์ 104 วันหลังงอก และอายุเก็บเกี่ยว 132 วันหลังงอก มีจำนวนรวงต่อกอ 9-13 รวง มีความยาวรวง 25-33 เซนติเมตรมีจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง 200-364 และ 4-38 เมล็ด ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

จากการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืชโดยใช้ข้าวไร่ พันธุ์ดอกขาม และพันธุ์เล็บนก จากการคัดเลือกต้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรการ 10 และ 18 ต้น ตามลำดับ ข้าวที่คัดได้นั้นมีลักษณะต้นสูงปานกลางถึงต้นค่อนข้างสูง (ในช่วง 91-120 เซนติเมตร) มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงในช่วง 200-364 เมล็ด ข้าวทุกต้นที่คัดได้สามารถแข่งขันกับวัชพืชและให้ผลผลิตสูง ซึ่งสอดคล้องกับ เพ็ญศรี และคณะ (2541) ที่ได้รายงานไว้ว่าลักษณะของข้าวที่สามารถแข่งขันกับวัชพืช ต้องมีลักษณะต้นสูงปานกลางถึงค่อนข้างสูง ใบใหญ่ กอแบะ มีการแตกกอมาก มีเมล็ดดีต่อรวงสูงและมีเมล็ดขนาดใหญ่ รากลึกทำให้สามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้

สรุปผล

จากการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ทนวัชพืชโดยใช้พันธุ์ดอกขาม และพันธุ์เล็บนก พบวัชพืชใบแคบ 4 ชนิด และใบกว้าง 10 ชนิด ลักษณะพันธุ์ข้าวไร่จากการคัดเลือกของทั้ง 2 พันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรการที่ตั้งไว้มีลักษณะใบธงยาว 10 และ 18 ต้น ตามลำดับ ทุกต้นให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงในช่วง 200-364 เมล็ด

เอกสารอ้างอิง

บุญหงษ์ จงคิด, 2549, ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ,184 หน้า.

ร่วมจิตร นกเขา ถิรายุทธิ์ วิจิตรภาพ อภิชาติ ครุฑสุวรรณ และสุวัฒน์ ไกรมาก, 2551, การรวบรวมพันธุ์การคัดเลือกพันธุ์ และการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวไร่จังหวัดชุมพร, รายงานการวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพร, ชุมพร, 23 หน้า.

เพ็ญศรี นันทสมสราญ และโอภาส วรวาท, 2541, “ข้าวขาวมะลิแข่งขันกับวัชพืชได้ดีจริงหรือ?”, หนังสือพิมพ์กสิกร, ฉ. 6: 581-585.

อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547, ข้าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 366 หน้า.

Hayat, K., Awan, I.U. and Hassan, G., 2003, Impact of Seeding Dates and Varieties on Weed Infestation, Yield and Component of Rice (*Oryza Sativa* L.) under Direct Wet-seeded Culture, Pakistan Journal of Weed Science Research, 9: 59-65.

Moody, K., 1989, Weeds Reported in Rice in South and Southeast Asia, International Rice Research Institute, Philippines, p. 442.

Table 1 Plant height, flowering age 50%, harvesting age, No. panicle per hill, panicle length, perfect seed per panicle, empty seed per panicle of Dokkam upland rice variety was passed the grade standard.

Plant s	Characteristics of rice varieties weeds tolerance were passed the grade standaed						
	Plant height (cm.)	flowering age 50% (day)	harvesting age (day)	No. panicle per hill	panicle length (cm.)	perfect seed per panicle (seed)	empty seed per panicle (seed)
1	95	105	132	10	25.3	262	25
2	102	105	132	11	31	231	53
3	102	105	132	11	28	275	48
4	96	105	132	9	31	251	36
5	103	105	132	9	26.9	218	58
6	107	105	132	13	31	284	21
7	100	105	132	9	28	210	10
8	120	105	132	13	32.5	245	14
9	97	105	132	9	25	223	20
10	119	105	132	9	34	219	12
Total	1041	1050	1320	103	292.7	2418	297
Mean	104.1	105	132	10.3	29.27	241.8	29.7
S.D.	8.88	0.00	0.00	1.64	3.07	25.72	17.82

Table 2 Plant height, flowering age 50%, harvesting age, No. panicle per hill, panicle length, perfect seed per panicle, empty seed per panicle of Labnok upland rice variety was passed the grade standard.

Plant s	Characteristics of rice varieties weeds tolerance were passed the grade standaed						
	Plant height (cm.)	flowering age 50% (day)	harvesting age (day)	No. panicle per hill	panicle length (cm.)	perfect seed per panicle (seed)	empty seed per panicle (seed)
1	100	104	132	9	32	315	10
2	110	104	132	9	30.2	200	8
3	98	104	132	9	28.9	261	38
4	99	104	132	9	26.4	214	32
5	113	104	132	11	30	294	4
6	100	104	132	9	30	364	14
7	99	104	132	11	30	219	9
8	98	104	132	9	31	312	10
9	101	104	132	10	29	275	17
10	99	104	132	10	26.6	259	9
11	98	104	132	10	26.8	204	17
12	100	104	132	12	28.1	258	13
13	115	104	132	11	26.6	259	9
14	91	104	132	13	33	228	13
15	102	104	132	13	27	219	9
16	116	104	132	9	25.1	364	14
17	119	104	132	11	25.7	204	4
18	91	104	132	10	28.1	258	13
Total	1849	1872	2376	185	514.5	4707	243
Mean	102.72	104.00	132.00	10.28	28.58	261.50	13.50
S.D.	8.26	0.00	0.00	1.36	2.24	51.50	8.69

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์มแบบไม่ทำลายด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

Non-destructive Determination of Palm Oil Content in Palm Fruit by Near Infrared Spectroscopy

ศุมาพร เกษมสำราญ[1] อาทิตย์ จันทร์หิรัญ[1] วารุณี ธนะแพสย์[1] และ วิทยา ปั้นสุวรรณ[2]

Kasemsumran, S.[1], Junhiran, A.[1], Thanapase, W.[1] and Punsuvon, V.[2]

Abstract

Palm oil content is the most important factor for trading. Evaluating color of fruits by naked eye and weighing of oil palm bunch is employed to estimate the palm oil content as the rapid method for purchasing system. However, such methods are not accurate and may not yield a reasonable price for both seller and buyer. Therefore, the reliable and rapid method for determination of palm oil content is required for purchasing. The objective of this study was to investigate the feasibility of use the near infrared (NIR) spectroscopy for quantitative determination of palm oil in oil palm fruit, nondestructively. A total of 42 oil palm fruit samples with maturity were used in this experiment. They were scanned by two NIR spectrometers with different mode, one was a reflectance mode in the region of 1100 – 2500 nm and the other was an interactance mode in the region of 800 – 955 nm. Palm oil content was analyzed by the soxhlet extraction as a reference method. Partial least squares regression (PLSR) model for quantitative determination of palm oil in oil palm fruit was established from a whole spectra region and the palm oil content analyzed by reference method. Optimization of determination model was investigated. The results show that NIR spectroscopy with both scanning modes have high possibility to use as an accurate, rapid and non-destructive method for determination of palm oil content in oil palm fruit.

Keywords: near infrared spectroscopy, oil palm, palm oil, purchasing system

บทคัดย่อ

ปริมาณน้ำมันปาล์มเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดสำหรับผู้รับซื้อในตลาดรับซื้อผลปาล์มดิบ ในปัจจุบันระบบการรับซื้อผลปาล์มดิบจะใช้วิธีการประเมินปริมาณน้ำมันปาล์มโดยดูจากสีของผลด้วยตาเปล่าและการชั่งน้ำหนักทะลายปาล์มซึ่งเป็นวิธีที่รวดเร็ว แต่วิธีการเหล่านี้ขาดความแม่นยำและส่งผลให้ได้ราคารับซื้อที่ไม่เป็นธรรมต่อทั้งผู้ขายและผู้ซื้อ ดังนั้นจึงมีความต้องการหาวิธีประเมินปริมาณน้ำมันปาล์มที่รวดเร็วและเชื่อถือได้เพื่อนำมาใช้ในการรับซื้อ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แสงเนียร์อินฟราเรดสำหรับวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์มน้ำมันโดยไม่ทำลาย ในการศึกษาใช้ตัวอย่างผลปาล์มทั้งหมด 42 ผลซึ่งมีระดับอายุต่างกัน นำมาสแกนด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ช่วงเนียร์อินฟราเรดสองระบบ คือ ระบบแรกวัดการสะท้อนของแสงในตัวอย่างช่วง 1100 – 2500 นาโนเมตร และอีกระบบวัดการสะท้อนของแสงในตัวอย่างที่แนบชิดหัววัดในช่วง 800 – 955 นาโนเมตร ใช้วิธีการสกัดด้วยสารเคมีเป็นวิธีอ้างอิงในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์ม นำข้อมูลสเปกตร้าเนียร์อินฟราเรดทั้งช่วงความยาวคลื่นและค่าปริมาณน้ำมันปาล์มที่วิเคราะห์ด้วยวิธีอ้างอิงมาใช้ในการคำนวณเพื่อสร้างสมการเทียบมาตรฐานแบบ partial least square regression สำหรับทำนายปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์มน้ำมันและเลือกสมการทำนายที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้สูงที่จะนำเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีทั้งสองระบบมาใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์มน้ำมันได้แม่นยำ รวดเร็ว และไม่ทำลายตัวอย่าง

คำสำคัญ: เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี น้ำมันปาล์ม ปาล์มน้ำมัน ระบบการรับซื้อ

[1]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, 50 Phahonyotin, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]Center of Excellence for Oil Palm, Kasetsart University, 50 Phahonyotin, Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในประเทศไทย ผลตอบแทนการปลูกปาล์มน้ำมันดีกว่าการปลูกพืชชนิดอื่นๆ เนื่องจากสามารถนำน้ำมันไปใช้ได้ทั้งเพื่อการบริโภคและการผลิตพลังงานทดแทน คือ ไบโอดีเซลอีกด้วย จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาปลูกปาล์มน้ำมันกันมากขึ้น ในตลาดซื้อขายปาล์มน้ำมันจะเน้นปริมาณน้ำมันที่ได้จากการรับซื้อทะลายปาล์ม โดยเฉพาะน้ำมันที่อยู่ในส่วนเนื้อปาล์มชั้นนอก ที่เรียกว่า "น้ำมันปาล์ม" เพื่อให้ขั้นตอนรับซื้อรวดเร็วและคล่องตัว ผู้ซื้อจึงใช้วิธีประเมินปริมาณน้ำมันปาล์มโดยดูจากสีและน้ำหนักของทะลายปาล์มน้ำมัน และหากจะวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันจากผลปาล์มน้ำมันด้วยวิธีทางเคมี ก็จำเป็นต้องมีการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันแบบดั้งเดิมจะใช้วิธี Soxhlet extraction เริ่มจากบดตัวอย่างปาล์มน้ำมันให้ละเอียดแล้วสกัดด้วยตัวทำละลาย ซึ่งใช้เวลาเตรียมและสกัดอย่างน้อย 10-12 ชั่วโมงต่อหนึ่งตัวอย่าง มีค่าใช้จ่ายจากสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการสกัด จำกัดตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ได้ในแต่ละวันเนื่องจากใช้เวลามาก อีกทั้งตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์จะถูกทำลาย ดังนั้นจึงแทบเป็นไปไม่ได้ที่จะใช้วิธีการสกัดทางเคมีในขั้นตอนการรับซื้อปาล์มน้ำมัน คณะผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Near-infrared spectroscopy หรือ NIRS) มาใช้หาปริมาณน้ำมันปาล์มจากผลปาล์มน้ำมัน เพื่อทดแทนการวิเคราะห์ด้วยวิธีการสกัดด้วยสารเคมีแบบดั้งเดิม ร่วมถึงทดแทนการประเมินปริมาณน้ำมันปาล์มด้วยสีผลปาล์มจากการดูด้วยตาและการชั่งน้ำหนัก การนำวิธี NIRS เข้ามาประยุกต์ใช้จะช่วยลดต้นทุน และเวลาในการวิเคราะห์ตัวอย่างในระยะยาว ร่วมถึงเป็นแนวทางเลือกใหม่ที่สามารถนำไปใช้เพื่อประเมินปริมาณน้ำมันในขั้นตอนการซื้อขายผลปาล์มดิบอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการสร้างสมการทำนายปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์มด้วยวิธี NIRS นั้น จะเทียบกับวิธีมาตรฐาน คือ การสกัดด้วยเฮกเซน เก็บผลปาล์มที่มีความสุกระดับต่าง ๆ จากทะลายปาล์มทั้งหมด 42 ผล นำมาสแกนด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ 2 เครื่อง เครื่องที่หนึ่งใช้ระบบวัดแสงสะท้อน ในช่วงคลื่น NIR ตั้งแต่ 1100 – 2500 นาโนเมตร (Infrared analyzer 500, BRAN+LUEBBE, Norderstedt, Germany) และเครื่องที่สองใช้ระบบวัดแสงสะท้อนโดยตัวอย่างจะแนบชิดกับหัววัด (interactance mode) ในช่วงคลื่น NIR จาก 800 – 995 นาโนเมตร (SAIKA Technological Institute Foundation, Japan) โดยสแกนตัวอย่างละ 2 ด้าน ด้านละ 2 ครั้ง บันทึกค่าสเปกตรัมเฉลี่ยที่ได้จากทั้งสองเครื่อง จากนั้นนำตัวอย่างที่ผ่านการสแกนทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันปาล์มโดยการสกัดด้วยเฮกเซน (soxhlet extraction method) นำข้อมูลสเปกตร้า NIR และค่าปริมาณน้ำมันปาล์มที่วิเคราะห์โดยการสกัดด้วยเฮกเซนของตัวอย่างทั้งหมด 42 ตัวอย่างมาคำนวณสร้างสมการเทียบวิธีมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์ม ใช้วิธีทางสถิติ Partial Least Square Regression (PLSR) ด้วยโปรแกรม Unscramble (ver.9.8: CAMO) เนื่องจากตัวอย่างมีเพียง 42 ตัวอย่าง จึงใช้ข้อมูลของตัวอย่างทั้งหมดสำหรับสร้างสมการเทียบวิธีมาตรฐาน (calibration model) และทดสอบสมการ (cross validation) ศึกษาเปรียบเทียบค่าทางสถิติของสมการที่คำนวณจากเครื่อง NIR สเปกโตรมิเตอร์ทั้งสองระบบ สร้างสมการทั้งจากสเปกตรัมดิบและสเปกตรัมที่ทำการปรับแต่งด้วยวิธี 1) multiplicative scattering correction (MSC) 2) อนุพันธ์อันดับหนึ่ง 3) อนุพันธ์อันดับสอง และแบบหลายวิธีร่วมกัน เลือกสมการเทียบวิธีมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพการทำนายสูงสุด พิจารณาจากผลทางสถิติ ได้แก่ correlation (R) สูงเข้าใกล้หนึ่ง และค่าความผิดพลาดในการทำนาย root mean squared error of cross validation (RMSECV) ต่ำเข้าใกล้ศูนย์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวัดค่าการดูดกลืนแสง NIR ของผลปาล์มน้ำมัน จำนวน 42 ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง NIR spectrometer รุ่น IA 500 ของ Bran+Luebbe ด้วยระบบสะท้อนแสง (reflectance) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1100 ถึง 2500 นาโนเมตร และวัดด้วยเครื่อง NIR spectrometer ของ SAIKA Technological Institute Foundation ด้วยระบบสะท้อนแสงแนบหัววัด (interactance) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 800 ถึง 955 นาโนเมตร พบว่า ข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปของสเปกตรัมที่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความยาวคลื่น Figure 1 เมื่อพิจารณาสเปกตรัมของ Figure 1(a) พบว่า ลักษณะของสเปกตรัมที่ได้มีลักษณะฐานกว้าง เนื่องมาจากการสั่นแบบโอเวอร์โทน และคอมบิเนชั่นของการสั่นแบบพื้นฐาน (Osborne และคณะ, 1993) เป็นผลมาจากโมเลกุลของสารประกอบของผลปาล์มน้ำมันที่ดูดกลืนแสงในช่วง NIR ซึ่งรวมถึงโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันที่สนใจศึกษาด้วย ส่วน Figure 1(a) ปรากฏพีคที่มีความเข้มต่ำมากที่ตำแหน่ง ~930 นาโนเมตร เป็นการสั่นของโมเลกุลแบบโอเวอร์โทนอันดับสาม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันของเนื้อปาล์มชั้นนอกหรือที่เรียกว่า “ปาล์มน้ำมัน” โดยวิธีการสกัดด้วยเฮกเซน พบว่า ผลปาล์มทั้ง 42 ตัวอย่าง มีปริมาณน้ำมันของเนื้อปาล์มชั้นนอกตั้งแต่ 48.97 ถึง 71.91 %w/w มีปริมาณเฉลี่ย 62.96 % w/w

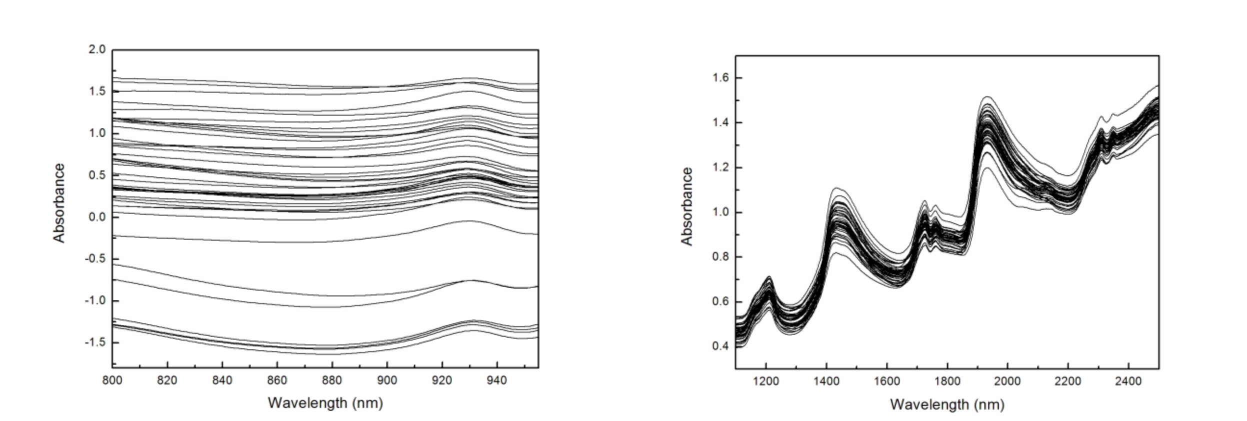


Figure 1 Original NIR spectra from two NIR spectrometers of an interactance mode (800 – 955 nm) (a) and a reflectance mode (1100 – 2500 nm) (b).

Table 1 แสดงผลการคำนวณทางสถิติทั้งหมดของสมการ NIR เทียบมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์ม โดยคำนวณและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายของสมการที่สร้างจากเครื่องระบบ interactance ในช่วง 800 – 955 นาโนเมตร และระบบ reflectance ในช่วง 1100 – 2500 นาโนเมตร ร่วมถึงการปรับแต่งสเปกตร้า NIR ด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่า สมการที่มีประสิทธิภาพในการทำนายสูงสุดในระบบการวัดแบบ interactance สร้างจากสเปกตร้า NIR ที่ปรับแต่งวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ใช้ 8 แฟกเตอร์ ให้ค่า R (Correlation) 0.946 และเมื่อทดสอบสมการด้วยวิธี cross-validation ให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดในการทำนาย (RMSECV) ต่ำที่สุด 2.792%w/w สำหรับสมการที่สร้างจากสเปกตร้าของระบบการวัดแบบ Reflectance เมื่อเปรียบเทียบผลทางสถิติพบว่าสมการที่สร้างจากสเปกตร้า NIR ปรับแต่งวิธีอนุพันธ์อันดับสองให้ผลการทำนายดีที่สุด ใช้ 8 แฟกเตอร์ ให้ค่า R 0.955 และค่า RMSECV เป็น 2.806 %w/w ซึ่งต่ำที่สุดในกลุ่ม จากผลใน Table 1 สมการทำนายปริมาณน้ำมันปาล์มของทั้งสองระบบให้ค่าทางสถิติใกล้เคียงกันมาก ทั้งจำนวนแฟกเตอร์ที่ใช้เป็น 8 เท่ากัน ค่า R ในสมการระบบ reflectance สูงกว่าสมการระบบ interactance เพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกับผล RMSECV ที่ใกล้เคียงกันมาก

Table 1 The statistical results of PLS models for determination of palm oil content in oil palm fruit.

Scanning mode	NIR region (nm)	Spectra pretreatments	Factor	Calibration		Cross-validation	
				R	RMSEC (%)	R	RMSECV (%)
Interactance	800 - 955	Original	7	0.935	2.164	0.869	3.027
		MSC	4	0.886	2.820	0.821	3.548
		1^{st} derivative	8	0.946	1.964	0.890	2.792
		2^{nd} derivative	4	0.907	2.566	0.841	3.315
		MSC+1^{st} derivative	7	0.927	2.278	0.776	4.669
		MSC+2^{nd} derivative	5	0.914	2.465	0.867	3.053
Reflectance	1100-2500	Original	8	0.952	1.853	0.877	2.960
		MSC	6	0.939	2.094	0.862	3.114
		1^{st} derivative	6	0.936	2.149	0.867	3.059
		2^{nd} derivative	8	0.955	1.798	0.890	2.806
		MSC+1^{st} derivative	6	0.933	2.184	0.862	3.118
		MSC+2^{nd} derivative	8	0.916	1.759	0.889	2.823

โดยสมการระบบ interactance ให้ค่าต่ำกว่าเล็กน้อย จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในผลปาล์มด้วย NIRS สามารถเลือกใช้ได้ทั้งสองระบบ Figure 2 แสดงการพล็อตระหว่างปริมาณน้ำมันปาล์มที่แท้จริงซึ่งได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอ้างอิงนั้นคือการสกัดด้วยเฮกเซน และปริมาณน้ำมันปาล์มที่ทำนายจากสมการ NIR เทียบมาตรฐานที่ดีที่สุดของแต่ละระบบ ได้แก่ Figure 2(a) ระบบ Interactance สมการสร้างด้วยสเปกตร้าอนุพันธ์อันดับหนึ่ง และ Figure 2(b) ระบบ reflectance สมการสร้างด้วยสเปกตร้าอนุพันธ์อันดับสอง

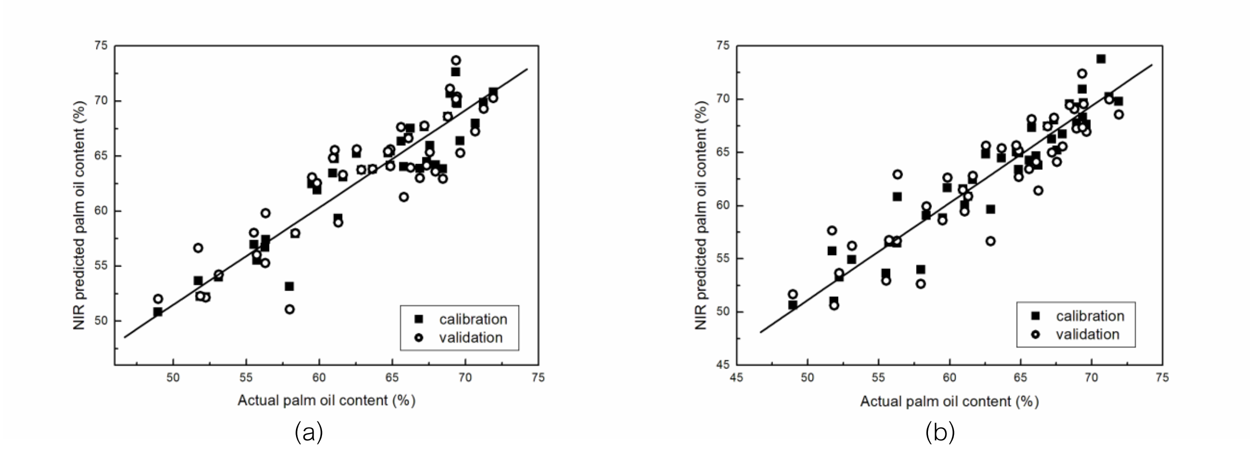


Figure 2 Correlation plot between actual (x axis) and NIR predicted (y axis) contents of palm oil in oil palm fruit using an interactance mode in the region of 800-995 nm (a) and reflectance mode in the region of 1100 – 2500 nm (b)

สรุปผล

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสามารถนำวิธี NIRS มาใช้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันปาล์มในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ และใช้ได้ทั้งในระบบการวัดแบบ Interactance ในช่วง 800 – 955 นาโนเมตร และระบบการวัดแบบ Reflectance ในช่วง 1100 – 2500 นาโนเมตร ระบบการวัดด้วยเครื่อง NIR สเปกโตรมิเตอร์ทั้งสองระบบนี้ ให้ข้อมูลสเปกตร้าการดูดกลืนแสง NIR ที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำมันปาล์ม ทำให้สมการมีผลทางสถิติทั้งค่า R ที่สูง และ RMSECV ที่ต่ำ อย่างไรก็ตามทางคณะผู้วิจัยยังอยู่ในช่วงการทำวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มปริมาณตัวอย่างให้มากขึ้น และขยายแนวทางการวิจัยเพื่อคิดค้นการหาปริมาณน้ำมันปาล์มจากตัวแทนผลปาล์มที่สุ่มจากทะลายเดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การนำเทคนิค NIRS สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในขั้นตอนการรับซื้อผลปาล์มดิบ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านปาล์มน้ำมันในการสนับสนุนทุนวิจัย และบริษัทสุขสมบูรณ์ น้ำมัน-ปาล์ม จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์สนับสนุนตัวอย่างปาล์ม

เอกสารอ้างอิง

Osborne, B.G., Fearn, T. and Hindle, P.H., 1993, Practical NIR Spectroscopy with Application on Food and Beverage Analysis. 2nd ed, Longman Scientific & Technical, Singapore.

การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

Quantitative Determination of Chemical Constituents in Biomass for Substitute Energy Utilization by using Near Infrared Spectroscopy

ศุมาพร เกษมสำราญ[1] ณัฐภรณ์ สุทธิวิจิตรภักดี[1] จริยา ประศาสน์ศรีสุภาพ[2] วารุณี ธนะแพสย์[1] และ ซาโตรุ มิยาตะ[3]
Kasemsumran, S.[1], Suttiwijitpukdee, N.[1], Prasatsrisupub, J.[2], Thanapase, W.[1] and Miyata, S.[3]

Abstract

In this study, near infrared (NIR) spectroscopy was employed to determine cellulose, hemi-cellulose in term of xylan and lignin contents in sugarcane bagasse as a biomass for energy purpose utilization. 50 sugarcane bagasse samples were collected from various sugar factories in Thailand and 20 simulated biomass prepared by mixing of 3 standard biomass were prepared in many ratio to expand the range of contents for those three analyzed. All samples were measured in the NIR region of 1100 – 2500 nm. Partial least square regression (PLSR) models for quantitative determination of cellulose, xylan and lignin contents in sugarcane bagasse samples were developed from the whole region of NIR spectra and the analyzed contents detected by reference method. The best PLSR calibration models for cellulose, xylan and lignin in sugarcane bagasse samples were developed from original, 1st derivative and multiplicative scattering correction (MSC) spectra, respectively. This study shows that NIR spectroscopy can be used to predict the necessary chemical constituents of agricultural biomass samples prior converting biomass to substitute energy.

Keywords: near infrared, biomass, cellulose, lignin

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสในรูปไซแลน และลิกนินในชานอ้อย ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ เก็บข ตัวอย่างชานอ้อย 50 ตัวอย่าง จากโรงงานผลิตน้ำตาลทรายหลายแห่งในประเทศไทยและเตรียมตัวอย่างชีวมวลสังเคราะห์ 20 ตัวอย่างจากการผสมสารมาตรฐานทั้ง 3 ชนิดในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อขยายช่วงสารชีวมวลทั้ง 3 ชนิด ปริมาณเซลลูโลส ไซแลนและลิกนิน นำตัวอย่างทั้งหมดไปวัดในช่วงเนียร์อินฟราเรดตั้งแต่ 1100 – 2500 นาโนเมตร นำข้อมูลสเปกตร้าเนียร์อินฟราเรดทั้งช่วงและค่าปริมาณแท้จริงขององค์ประกอบที่จะทำนายปริมาณซึ่งวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานมาใช้ในการคำนวณเพื่อสร้างสมการเทียบมาตรฐานแบบ partial least square regression สำหรับวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส ไซแลน และลิกนินในชานอ้อย สมการเทียบมาตรฐานที่ดีที่สุดสำหรับทำนายปริมาณเซลลูโลส ไซแลนและลิกนินสร้างจากสเปกตร้าไม่ปรับแต่ง ปรับแต่งวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่ง และปรับแต่งวิธี multiplicative scattering correction ตามลำดับ จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีสามารถใช้วิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่จำเป็นของตัวอย่างชีวมวล ก่อนที่จะนำตัวอย่างชีวมวลเปลี่ยนไปเป็นพลังงานทดแทนต่อไป

คำสำคัญ: เนียร์อินฟราเรด ชีวมวล เซลลูโลส ลิกนิน

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญประเทศหนึ่งในโลก ซึ่งผลผลิตทางการเกษตรมีหลากหลายชนิด ทั้งเพื่อการบริโภคของมนุษย์และสัตว์ ผลพลอยได้จากการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและ

[1]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, 50 Phahonyotin, Chatuchak, Bangkok 10900
[2]กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2]Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Coorperatives, Phahonyotin, Chatuchak, Bangkok 10900
[3]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศญี่ปุ่น ทซุกุบะ ญี่ปุ่น
[3]Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Japan

อุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย กากมัน แกลบ เป็นต้น ซึ่งสามารถนำมาเปลี่ยนแปลงให้เป็นพลังงานได้ เรียกวัสดุเหล่านี้ว่า "ชีวมวล" เนื่องจากน้ำมันปิโตรเลียมซึ่งถือเป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงหลักของโลกมีปริมาณลดน้อยลงและมีราคาที่สูงขึ้นทุกปี การหาพลังงานทดแทนพลังงานจากน้ำมันจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง พลังงานชีวมวลจึงเป็นพลังงานทดแทนอย่างหนึ่งซึ่งประเทศไทยได้เปรียบหลายประเทศในโลกเนื่องจากเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตชีวมวลสูง ก่อนที่จะนำชีวมวลไปเปลี่ยนเป็นพลังงานจำเป็นต้องทราบองค์ประกอบทางเคมีที่จะเป็นสารตั้งต้นในการเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน หรือเป็นสารที่ต้องทราบปริมาณเพื่อนำไปสู่การเลือกใช้กระบวนการผลิตพลังงานที่เหมาะสม องค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีนี้มีวิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อนมากและมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการหาวิธีวิเคราะห์ปริมาณระบบใหม่เพื่อทดแทนการวิเคราะห์แบบเดิมจึงมีความสำคัญยิ่ง วิธีการวิเคราะห์ด้วยแสงเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (near infrared spectroscopy; NIRS) เป็นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่รวดเร็วและมีค่าใช้จ่ายต่ำ โดยอาศัยหลักการสร้างสมการเทียบวิธีอ้างอิง (calibration model) จากข้อมูลสเปกตรัมเนียร์อินฟราเรดของตัวอย่างและค่าปริมาณองค์ประกอบที่ต้องการทำนายโดยวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสในรูปไซแลน และลิกนินในชานอ้อยซึ่งเป็นชีวมวลชนิดหนึ่งด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี โดยการสร้างสมการเทียบวิธีมาตรฐานสำหรับหาปริมาณแต่ละองค์ประกอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการสร้างสมการทำนายปริมาณเซลลูโลส ไซแลน และลิกนินในชานอ้อยด้วยเทคนิค NIRS เริ่มจากเก็บตัวอย่างชานอ้อย 50 ตัวอย่างจากโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศไทย นำมาอบแห้ง บด และร่อนให้มีขนาดอนุภาคเท่าๆ กัน (60 mesh) บรรจุผงชานอ้อยในที่ใส่ตัวอย่างระบบปิด นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง NIR ในช่วง 1100 – 2500 นาโนเมตร (Infrared analyzer 500, BRAN+LUEBBE, Norderstedt, Germany) ทุก ๆ 2 นาโนเมตร วัดค่าตัวอย่างละ 2 ครั้ง บันทึกค่าสเปกตรัมเฉลี่ย จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดไปวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส ไซแลน และลิกนิน ตามวิธีอ้างอิง (TAPPI 1997; Iiyama และคณะ, 1990) เนื่องจากตัวอย่างมีปริมาณองค์ประกอบทั้ง 3 ชนิดในช่วงแคบ เพื่อให้สมการเทียบวิธีมาตรฐานที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการทำนายครอบคลุมและแม่นยำสำหรับตัวอย่างในอนาคต จึงต้องเพิ่มตัวอย่างชีวมวลสังเคราะห์จำนวน 20 ตัวอย่างเพื่อขยายช่วงปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี โดยการผสมสารมาตรฐานเซลลูโลส ไซแลน (Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany) และลิกนิน (Wood Chemistry Lab, Tokyo University) ในอัตราส่วนต่าง ๆ ให้ได้เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักตามที่ต้องการ (เครื่องชั่งความละเอียดสูง 4 ตำแหน่ง รุ่น AE200, Mettler Toledo, Switzerland) นำตัวอย่างที่เตรียมไปวัดค่าการดูดกลืนแสง NIR ในช่วง 1100 – 2500 นาโนเมตรเช่นเดียวกัน นำข้อมูลสเปกต้รา NIR และค่าปริมาณเซลลูโลส ไซแลน และลิกนินของตัวอย่างทั้งหมด 70 ตัวอย่างมาคำนวณสร้างสมการเทียบวิธีมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทั้งสามในชานอ้อย ใช้วิธีทางสถิติ Partial Least Square Regression (PLSR) ด้วยโปรแกรม Unscramble (ver.9.8: CAMO) เนื่องจากตัวอย่างมีเพียง 70 ตัวอย่าง จึงใช้ข้อมูลของตัวอย่างทั้งหมดสำหรับสร้างสมการเทียบวิธีมาตรฐาน (calibration model) และทดสอบสมการ (cross validation) ศึกษาเปรียบเทียบค่าทางสถิติของสมการที่คำนวณจากสเปกตรัมดิบและสเปกตรัมที่ทำการปรับแต่งด้วยวิธี 1) multiplicative scattering correction (MSC) 2) อนุพันธ์อันดับหนึ่ง 3) อนุพันธ์อันดับสอง และแบบหลายวิธีร่วมกัน เลือกสมการเทียบวิธีมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพการทำนายสูงสุด พิจารณาจากผลทางสถิติ ได้แก่ correlation (R) สูงเข้าใกล้ 1.0 และค่าความผิดพลาดในการทำนาย root mean squared error of cross validation (RMSECV) ต่ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สเปกต้รา NIR ของชานอ้อยทั้งหมดแสดงใน Figure 1 สามารถสังเกตเห็นพีค O-H stretching ที่ตำแหน่ง 1426 และ 1920 นาโนเมตร พีค O-H/C-O ของกลูโคสที่ตำแหน่ง ~2280 นาโนเมตร พีค C-H stretching/CH_2 deformation combination ของโพลีแซคคาไรด์ที่ตำแหน่ง ~2350 นาโนเมตร พีคที่ปรากฏในตำแหน่ง ~ 1670 นาโนเมตร แสดง C-H aryl ของกลุ่มอะโรแมติก และที่ตำแหน่ง ~ 1370 นาโนเมตรแสดงข้อมูล C-H การสั่นของหมู่เมทิล (Workman และ Weyer, 2007)

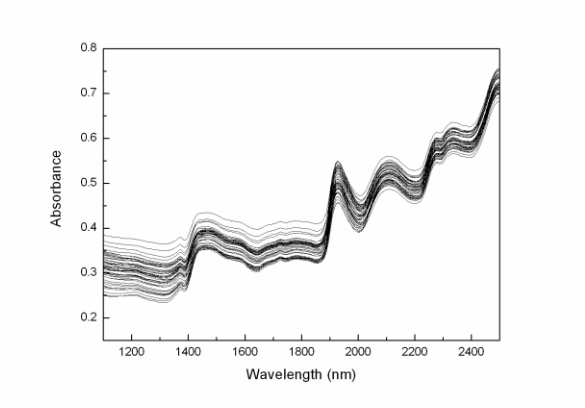


Figure 1 Original NIR spectra of sugarcane bagasse samples in the region of 1100 – 2500 nm.

Table 1 แสดงผลการคำนวณทางสถิติที่ได้จากสมการ NIR เทียบมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส ไซแลน และลิกนินในชานอ้อย จากการเปรียบเทียบสมการที่สร้างจากสเปกตร้าดิบและปรับแต่งทั้ง 5 วิธี พบว่าสมการทำนายปริมาณเซลลูโลสที่ดีที่สุดสร้างจากสเปกตร้าดิบ ใช้ 6 แฟกเตอร์ ให้ค่า correlation สูง 0.958 และเมื่อทดสอบด้วยวิธี cross-validation ให้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการทำนาย (RMSECV) ต่ำสุด 2.914 %w/w สมการทำนายปริมาณไซแลนที่มีประสิทธิภาพดีสร้างจากสเปกตร้าปรับแต่งวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ใช้ 6 แฟกเตอร์ ให้ค่า correlation สูง 0.918 และ RMSECV ต่ำสุด 1.466 %w/w และสุดท้ายสมการทำนายปริมาณลิกนินที่มีประสิทธิภาพสูง สร้างจากสเปกตร้าปรับแต่งวิธี MSC ใช้ 9 แฟกเตอร์ ให้ค่า correlation สูงสุด 0.997 และ RMSECV ต่ำสุด 1.384 % w/w พล็อตระหว่างปริมาณที่แท้จริงซึ่งได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอ้างอิง และปริมาณที่ทำนายจากสมการ NIR เทียบมาตรฐานของแต่ละองค์ประกอบแสดงใน Figure 2

Table 1 The statistical results of PLS models for cellulose, xylan and lignin in sugarcane bagasse developed from original and pretreated NIR spectral data.

PLS	Pretreatment	Factor	Calibration			Cross-validation		
model	spectra		R	RMSEC (%)	Bias	R	RMSECV (%)	Bias
Cellulose	Original	6	0.958	2.563	1.104×10^{-6}	0.945	2.914	-0.012
	MSC	6	0.955	2.646	-5.763×10^{-6}	0.938	3.109	-0.049
	1^{st} derivative	4	0.953	2.698	-1.594×10^{-6}	0.938	3.101	-0.063
	2^{nd} derivative	5	0.960	2.506	-2.493×10^{-6}	0.934	3.199	0.004
	MSC+1^{st}	5	0.954	2.669	-1.431×10^{-6}	0.937	3.122	-0.019
	MSC+2^{nd}	4	0.954	2.674	-1.076×10^{-6}	0.935	3.177	-0.014
Xylan	Original	10	0.940	1.041	-5.845×10^{-6}	0.881	1.468	-0.024
	MSC	9	0.932	1.107	2.698×10^{-5}	0.873	1.510	-0.021
	1^{st} derivative	6	0.918	1.217	9.945×10^{-7}	0.879	1.466	-0.006
	2^{nd} derivative	5	0.910	1.267	6.948×10^{-7}	0.865	1.535	-0.018
	MSC+1^{st}	6	0.909	1.274	8.311×10^{-7}	0.863	1.557	-0.002
	MSC+2^{nd}	5	0.916	1.224	5.041×10^{-7}	0.858	1.580	-0.016
Lignin	Original	8	0.996	1.226	6.539×10^{-7}	0.993	1.500	-0.005
	MSC	9	0.997	1.015	-1.079×10^{-10}	0.994	1.384	-0.033
	1^{st} derivative	7	0.996	1.107	1.335×10^{-6}	0.994	1.388	0.004
	2^{nd} derivative	5	0.993	1.271	1.417×10^{-6}	0.993	1.567	0.017
	MSC+1^{st}	6	0.996	1.131	8.447×10^{-7}	0.994	1.394	-0.016
	MSC+2^{nd}	5	0.996	1.115	1.308×10^{-6}	0.994	1.409	-0.010

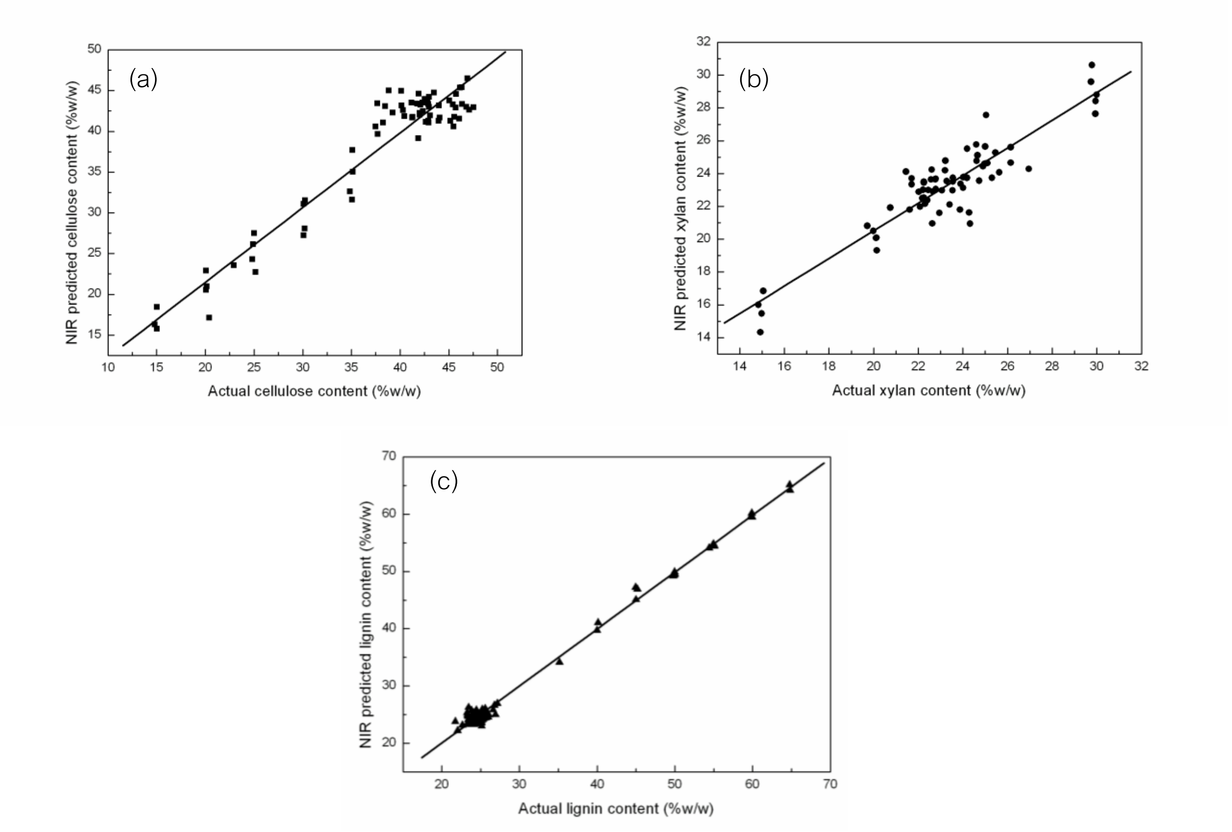


Figure 2 Correlation plot between actual (x axis) and NIR predicted (y axis) contents of cellulose (a) xylan (b) and lignin (c) in sugarcane bagasse.

สรุปผล

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคนิค NIRS สำหรับวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส ไซแลนและลิกนินในชานอ้อย เพื่อทดแทนวิธีการทางเคมีเดิมซึ่งมีความยุ่งยากและใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน ผลการทดลองยังแสดงถึงโอกาสในการศึกษาวิจัยทางด้าน NIRS สำหรับวิเคราะห์สารสำคัญเหล่านี้ในวัสดุชีวมวลอื่น ๆ เทคนิค NIRS จึงเป็นการวิเคราะห์ทางเคมีทางเลือกหนึ่งที่สะดวก รวดเร็ว และประหยัดงบประมาณ อีกทั้งช่วยลดขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเคมีทำให้กระบวนการวิเคราะห์เพื่อเปลี่ยนชีวมวลมาเป็นพลังงานง่ายยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านการตรวจสอบคุณภาพสินค้าโดยวิธีไม่ทำลาย และJapan International Research Center for Agricultural Sciences ในการสนับสนุนทุนวิจัยและประสานงาน

เอกสารอ้างอิง

Iiyama, K. and Wallis, A.F.A., 1990, Determination of Lignin in Herbaceous Plants by an Improved Acetyl Bromide Procedure, Journal of the Science of Food and Agriculture, 51:45–161.

TAPPI, 1997, Solvent Extractives of Wood and Pulp Technical Association of the Pulp and Paper Industry, T204 om-97.

Workman, J. and Weyer, J.L., 2007, Practical Guide to Interpretive Near-Infrared Spectroscopy, CRC Press, 239-263.

การลดต้นทุนการผลิตอาหารเทียมเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้ โดยใช้กากน้ำตาลทดแทนน้ำตาลทราย

Cost Reduction of Fruit Fly Artificial Larval Diet by Replacing Commercial Granular Sucrose by Sugar-cane Molasses

สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ[1] ทศพล แทนรินทร์[1] วณิช ลิ่มโอภาสมณี[1] และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์[1]

Segsarnviriya, S.[1], Tannarin, T.[1], Limophasmanee, V.[1] and Kongratarporn, T.[1]

Abstract

Commercial granular sucrose is one of the major ingredients of standard artificial larval diet of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). In this report, this ingredient was replaced by inexpensive sugar-cane molasses at 25, 50 and 75 percents of the total commercial granular sucrose in the standard larval diet. Quantity of pupae, pupal weight, adult eclosion, flight ability and adult longevity under stress were assessed. Results indicated that replacing commercial granular sucrose by sugar-cane molasses at 25 percents in larval diet had no detrimental effects on quantity and quality of fruit fly and reduced of the cost by 16.07 percents.

Keywords: oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), larval diet, cost reduction

บทคัดย่อ

น้ำตาลทรายเป็นส่วนผสมหลักหนึ่งของอาหารเทียมสูตรมาตรฐานสำหรับเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* (Hendel) การทดลองนี้เป็นการลดการใช้น้ำตาลทรายโดยใช้กากน้ำตาลที่มีราคาถูก มาทดแทนในปริมาณ 25 50 และ 75 เปอร์เซนต์ ของปริมาณน้ำตาลทรายที่ใช้ในสูตรมาตรฐาน ประเมินผลการทดลองจากปริมาณดักแด้ น้ำหนักดักแด้ การออกเป็นตัวเต็มวัย ความสามารถในการบิน และความทนทานของตัวเต็มวัยภายใต้สภาวะกดดัน ผลการทดลองพบว่าการใช้กากน้ำตาลทดแทนน้ำตาลทรายในปริมาณ 25 เปอร์เซนต์ ไม่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของแมลงวันผลไม้ที่ผลิตได้ และทำให้ต้นทุนอาหารเทียมลดลง 16.07 เปอร์เซนต์

คำสำคัญ: แมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) อาหารเทียม ลดต้นทุน

คำนำ

การผลิตแมลงวันผลไม้ที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการและต้นทุนต่ำ เป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จของโครงการควบคุมกำจัดแมลงวันผลไม้โดยใช้แมลงที่เป็นหมัน การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้จากสูตรหลัก “USDA Standard” (Tanaka และคณะ, 1969) เพื่อลดต้นทุนอาหารเทียม มีอย่างต่อเนื่อง เช่น การลดปริมาณบริวเวอร์ยีสต์ในสูตรอาหารเทียม (Cresoni–Pereira และ Zucoloto, 2001; Placido–Silva และคณะ, 2006) การหาแหล่งโปรตีนอื่นที่ราคาถูกและผลิตในประเทศทดแทนบริวเวอร์ยีสต์ โดยใช้ยีสต์ทำขนมปัง (กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2531) และใช้ยีสต์ที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตเบียร์ (สุชาดา และคณะ, 2553) น้ำตาลทรายเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารเทียมที่มีแนวโน้มราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ การใช้กากน้ำตาล ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยซึ่งมีราคาถูกกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 2 เท่า ทดแทนน้ำตาลทรายในสูตรอาหารเทียมเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนอาหารเทียม

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) ศึกษาผลของการทดแทนน้ำตาลทรายโดยกากน้ำตาลในอาหารเทียมเลี้ยงหนอน ต่อปริมาณและคุณภาพของแมลงวันผลไม้ ออกแบบการทดลองโดยใช้กากน้ำตาลทดแทนน้ำตาลทราย 25 50 และ 75 เปอร์เซนต์ ดำเนินการทดลอง 4 ซ้ำ

[1]กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 9/9 หมู่ที่ 7 ต.ทรายมูล อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120

[1]Research and Development Group, Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)9/9 Moo 7 Saimoon, Ongkharak, Nakornnayok 26120

การเลี้ยงตัวเต็มวัย เลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในกรงบุลวดตาข่ายอะลูมิเนียม ด้านหน้าบุทับด้วยแผ่นพลาสติกใส เจาะเป็นช่องเพื่อสอดท่อวางไข่ ภายในกรงแขวนลวดตาข่ายอะลูมิเนียม เพื่อให้แมลงเกาะอาศัย กึ่งกลางกรงมีโครงอะลูมิเนียมสำหรับวางถาดอาหาร ซึ่งประกอบด้วย Yeast hydrolysate และน้ำตาล ให้น้ำโดยใช้ฟองน้ำชุบน้ำวางบนหลังกรง ควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซนต์ ให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง/วัน

การเก็บไข่ เก็บไข่เมื่อตัวเต็มวัยอายุ 10 วัน โดยใช้กระบอกวางไข่ ปลายด้านหนึ่งปิดด้วยจุกยาง อีกปลายเปิดเพื่อฉีดน้ำฝรั่งเข้าในท่อ ให้แมลงวางไข่ 24 ชั่วโมง โดยเปิดไฟแสงสว่างกระตุ้นการวางไข่ตลอดเวลา เก็บไข่โดยใช้เครื่องฉีดน้ำ ฉีดน้ำเพื่อชะล้างไข่ภายในกระบอกลงมาในภาชนะรองรับ เติมวุ้นในไข่ เพื่อให้ไข่แขวนลอยในน้ำ

การเตรียมอาหารเทียม เตรียมอาหารเทียมทั้ง 4 สูตร (Table1) สูตรละ 150 กิโลกรัม / ซ้ำ โดยเครื่องผสมอาหาร ฃ ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ บรรจุอาหารเทียมลงในถาด ๆละ 7 กิโลกรัม

สูตรอาหารเทียมที่ใช้ในการทดลอง

Table 1 Formulation of larval diets with different quantity of commercial granular sucrose and sugar-cane molasses.

Ingredients (%)	larval diet Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Sodium benzoate	0.1	0.1	0.1	0.1
Methyl-p-hydroxybenzoate	0.1	0.1	0.1	0.1
Brewer's yeast	3.6	3.6	3.6	3.6
Commercial granular sucrose	12.0	9.0	6.0	3.0
Sugar-cane molasses	0	3.0	6.0	9.0
Wheat bran	26.0	26.0	26.0	26.0
HCl(conc.)	0.2	0.2	0.2	0.2
Water	58.0	58.0	58.0	58.0

การเพาะไข่ เพาะสารละลายไข่ 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนอาหารเทียมแต่ละถาด เพื่อรอการฟัก

การเลี้ยงหนอนและการดูแลดักแด้ นำถาดอาหารเทียมที่เพาะไข่แล้ว เรียงบนชั้น และคลุมด้วยผ้าไนล่อน ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซนต์ เก็บหนอนที่กระโดดตกในถาดน้ำรองรับหนอน คลุกเคล้าหนอนให้เข้ากับขี้เลื่อยในถาดพลาสติก หนอนจะเข้าดักแด้ในขี้เลื่อย เมื่อดักแด้อายุ 6 วัน ร่อนดักแด้ออกจากขี้เลื่อย

การประเมินผล ใช้วิธีการของ สุชาดาและคณะ (2553) และคู่มือควบคุมภาพแมลงวันผลไม้ (FAO/IAEA/USDA, 2003) ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซนต์

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนของสูตรอาหารเทียมทั้ง 4 สูตร ต่อปริมาณและคุณภาพของแมลงวันผลไม้ ด้วยวิธี Analysis of Variance และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลการทดลอง

Table 2 Quality and quantity measurements of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), for different larval diet formulations.

Parameter	Larval diet formulation	Means ± Standard deviation	
Pupal weight (mg/pupa)	Formula 1	12.186 ± 0.378 a	
	Formula 2	12.126 ± 0.406 a	
	Formula 3	11.782 ± 0.284 a	
	Formula 4	11.195 ± 0.161 b	
Quantity of pupae (litre/150 kg larval diet)	Formula 1	14.440 ± 1.888 a	
	Formula 2	15.840 ± 2.085 a	
	Formula 3	17.020 ± 2.983 a	
	Formula 4	16.140 ± 2.824 a	
Adult eclosion (%)	Formula 1	96.768 ± 1..242 a	
	Formula 2	96.768 ± 1.541 a	
	Formula 3	95.962 ± 0.393 a	
	Formula 4	90.458 ± 8.528 a	
Flight ability (%)	Formula 1	97.652 ± 0.669 a	
	Formula 2	97 158 ± 1.135 a	
	Formula 3	95.112 ± 2.725 a	
	Formula 4	94.954 ± 2.749 a	
Mortality under stress (%)			
After emergence 48 hrs.			
		Male	Female
	Formula 1	26.640 ± 15.550 a	27.120 ± 15.888 a
	Formula 2	35.920 ± 12.926 ab	38.240 ± 15.117 ab
	Formua 3	59.200 ± 20.682 bc	58.400 ± 17.909 bc
	Formula 4	70.960 ± 20.550 c	69.520 ± 22.111 c
After emergence 72 hrs.			
		Male	Female
	Formula 1	96.800 ± 3.611 a	98.560 ± 1.513 a
	Formula 2	98.480 ± 0.955 ab	99.200 ± 0.980 a
	Formula 3	99.680 ± 0.438 b	99.760 ± 0.358 ab
	Formula 4	98.520 ± 1.073ab	99.920 ± 0.179 b

Remark: Different letters in each parameter indicated that means were significantly different ($P \leq 0.05$)

วิจารณ์ผล

น้ำหนักดักแด้จากอาหารเทียมสูตร 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากสูตร 1 2 และ 3 ปริมาณดักแด้ การออกเป็นตัวเต็มวัย และความสามารถในการบินจากทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความทนทานของตัวเต็มวัยภายใต้สภาวะกดดันทั้งเพศผู้และเพศเมียหลังออกเป็นตัวเต็มวัย 48 และ 72 ชั่วโมง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตร 1 และ 2 ความทนทานของตัวเต็มวัยภายใต้สภาวะกดดันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P > 0.05$)เนื่องจากมาตรฐานที่ตั้งไว้สำหรับการเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโรงเลี้ยงแมลงวันผลไม้ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จะต้องมีน้ำหนักดักแด้เฉลี่ยตัวละไม่ต่ำกว่า 12 มิลลิกรัม ดั้งนั้นจึงมีเพียงสูตร 2 สูตรเดียวที่สามารถทดแทนสูตร 1 ซึ่งเป็นสูตรมาตรฐานได้ การทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Economopoulos และคณะ (1990) ซึ่งใช้กากน้ำตาลทดแทนน้ำตาลทรายในอาหารเทียม 25 เปอร์เซนต์ เพื่อเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้เมดิเตอร์เนียน *Ceratitis capitata* (Wiedemann) ได้เช่นเดียวกัน

สรุปผล

การใช้กากน้ำตาลทดแทนน้ำตาลทรายในปริมาณ 25 เปอร์เซนต์ในสูตรอาหารเทียมมาตรฐาน เพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ได้ตามมาตรฐาน โดยต้นทุนอาหารเทียมลดลง 16.07 เปอร์เซนต์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณมานนท์ สุตันทวงษ์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ปัญหาการวิจัย และตรวจแก้บทความ

เอกสารอ้างอิง

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2531, เอกสารประกอบการฝึกอบรม การควบคุมและกำจัดแมลงวันผลไม้โดยเทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมันด้วยรังสี, 30 หน้า.

สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ ทศพล แทนรินทร์ วณิช ลิ่มโอภาสมณี และฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์, 2553, การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้โดยการเพิ่มบริวเวอร์ยีสต์ เพื่อใช้ในโครงการควบคุมโดยเทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมัน, เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 48 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาพืช , 247-253.

Cresoni–Pereira, C. and Zucoloto, F.S., 2001, Influence of Quantities of Brewer Yeast on the Performance of *Anastrepha oblique* Wild Females (Diptera ,Tephritidae), Iheringia Seri Zooiogia, 91.

Economopoulos,A.P., Al-Tawee,l A.A. and Bruzzone, N.D.,1990, Larval Diet with a Starter Phase for Mass-rearing *Ceratitis capitata*: Substitution and Refinement in the Use of Yeasts and Sugars, Entomologia Experimentalis et Applicata, 55/3: 239-246.

FAO/IAEA/USDA., 2003, Manual for Product Quality Control and Shipping Procedures for Sterile Mass–reared Tephritid Fruit Fly, Version 5.0.,International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 85 p.

Placido–Silva, M.C., Alberto, S.N., Fernando, S.Z. and Iara, S.J., 2006, Effect of Different Protein Concentrations on Longevity and Feeding Behavior of Two Adult Populations of *Ceratitis Capitata* Wiedeman (Diptera:Tephritidae), Neotropical Entomology, 36: 747-752.

Tanaka, N., Steiner, L.F., Ohinata, K. and Okamoto, R., 1969, Low–cost Larval Rearing Medium for Mass Production of Oriental and Mediterranean Fruit Flies, Journal of Economic Entomology, 62: 96-968.

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าในโครงการวิจัยถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Seed Quality of Advanced Breeding Lines of Soybean under Kasetsart University Soybean Research Project

ธีรเดช เกลียวกลม[1] วันชัย จันทร์ประเสริฐ[1] จุฑามาศ ร่มแก้ว[2] และ สุปรานี งามประสิทธิ์[3]

Kleawklom, T.[1], Chanprasert, W.[1], Romkaew, J.[2] and Ngamprasitthi, S.[3]

Abstract

Seed quality is an important constraint in soybean breeding program especially in hot-humid regions. Before releasing a soybean variety, its potential in producing good quality seed must be tested. Seed germination, vigor and storability are basic characteristics need to be assessed. Six advanced breeding lines of soybean, i.e. KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, NS1 1-12, ST2 34-1 and KUSL20004 under Kasetsart University Soybean Research Project were evaluated comparing to 2 recommended cultivars, i.e. SJ5 and CM60 in 2 growing seasons. The results revealed that KUSL3802-1, KUSL3802-6 and NS1 1-12 showed high seed quality in both seasons comparing to that of SJ5, while the remainders gave relatively low quality seed similar to that of CM60. Physical properties were different between late rainy season and dry season. Negative correlations were found between seed size and seed storability in dry season. However, KUSL3802-6 and NS1 1-12 which were lines with large seed size showed rather high seed storability in this study.

Keywords: soybean, germination, seed storability, physical characteristics

บทคัดย่อ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นลักษณะสำคัญที่ต้องผ่านการทดสอบก่อนการขึ้นทะเบียนพันธุ์และส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนชื้น วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อประเมินความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น 6 สายพันธุ์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แก่ KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, NS1 1- 12, ST2 43-1 และ KUSL20004 เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริม 2 พันธุ์คือ SJ5 และ CM 60 ใน 2 ฤดูปลูก ผลการทดลองพบว่า สายพันธุ์ KUSL3802-1, KUSL3802-6 และ NS1 1-12 ให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ5 ขณะที่สายพันธุ์ ST2 34-1, KUSL3802-4 และ KUSL20004 ให้เมล็ดที่มีคุณภาพในระดับที่ใกล้เคียงกับพันธุ์ CM60 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดแตกต่างกันระหว่างฤดูปลูก และ พบว่าขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความสามารถในการเก็บรักษาในการปลูกฤดูแล้ง อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ สายพันธุ์ KUSL3802-6 และ NS1 1-12 มีความสามารถในการเก็บรักษาค่อนข้างสูง แม้ว่าจะมีขนาดเมล็ดค่อนข้างใหญ่ก็ตาม

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง ความงอก ความสามารถในการเก็บรักษา ลักษณะทางกายภาพ

คำนำ

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการผลิตถั่วเหลือง คือเกษตรกรขาดแคลนเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี การปลูกถั่วเหลืองโดยใช้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำจะให้จำนวนต้นต่อพื้นที่ต่ำ ทำให้ผลผลิตต่ำ นอกจากนี้เมล็ดถั่วเหลืองยังเสื่อมคุณภาพเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิสูง พันธุกรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกัน เช่นถั่วเหลืองพันธุ์ CM 60 เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก ให้ผลผลิตสูง มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันและโปรตีนสูงกว่าพันธุ์ SJ 5 แต่ลักษณะของพันธุ์อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อม ส่งผลให้เกิดปัญหาเรื่องการผลผลิตเมล็ด

[1]**ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900**

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]**ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140**

[2]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen campus, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[3]**สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

[3] Suwan Wajokkasikit Field Crops Research Station, Inseechandrastitya Institute, Kasetsart University

พันธุ์ที่มีคุณภาพดี (อภิพรรณ, 2546) ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง ลักษณะหนึ่งที่นักปรับปรุงพันธุ์ให้ความสนใจคือ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ลักษณะสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ คือความงอก ความแข็งแรง และการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก ซึ่งแตกต่างไปตามพันธุ์ วันชัย และคณะ (2543) ศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์ พบความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยพบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ ถั่วเหลืองที่น้ำหนักเมล็ดต่ำ ขนาดเมล็ดเล็ก รูปร่างเมล็ดยาวรีและเยื่อหุ้มเมล็ดหนา มีคุณภาพสูงและทนทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกได้ดีกว่าสายพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกันข้าม ละอองดาว และคณะ (2550) รายงานเช่นกันว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงปลูก และระหว่างการเก็บรักษาต่างกันไปตามสายพันธุ์ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความงอก ความแข็งแรง และความ สามารถในการเก็บรักษา ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองพันธุ์ SJ 5 และ CM60 เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนส่งเสริมและกระจายพันธุ์ถั่วเหลืองแก่เกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB สิ่งทดลอง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 4 ซ้ำ ได้แก่ KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, NS1 1-12, ST2 43-1, KUSL20004, SJ 5 และ CM 60 ศึกษาใน 2 ฤดูปลูก คือปลายฤดูฝน ปี 2551 (ปลูก 8 ส.ค.2551) และฤดูแล้งปี 2551 (ปลูก 8 ม.ค. 2552) ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ.นครราชสีมา เก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่เก็บเกี่ยว คือ ทันทีที่เมล็ดมีความชื้นประมาณ ร้อยละ 14 นวดเมล็ดโดยใช้ไม้ทุบ จากนั้นลดความชื้นให้เหลือประมาณ ร้อยละ 8 บรรจุในถุงพลาสติกหนา 0.3 มิลลิเมตร เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพที่ 0, 4 และ 8 เดือน ดังนี้ ความชื้นเมล็ด ทดสอบตามวิธีของ AOSA (2002) ความงอกมาตรฐาน (ISTA, 2008) ตรวจความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ ที่อุณหภูมิ 41 °C ความชื้นสัมพันธ์ ร้อยละ 100 นาน 64 ชั่วโมง ตรวจวัดลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ได้แก่ น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด) และพื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.) ตามวิธีที่อธิบายใน วันชัย และคณะ (2543)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลา 8 เดือนพบว่า ความชื้นของเมล็ดก่อนเก็บรักษาและหลังการเก็บรักษาเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ก่อนเก็บรักษามีความชื้น 7.1-7.7 เปอร์เซ็นต์ และหลังการเก็บรักษา 7.0-8.1 เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง หลังการเก็บเกี่ยว พบว่าในแรก (0 เดือน) ความงอกมาตรฐาน (table1) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์ /พันธุ์ทั้ง 2 ฤดูแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ ความงอกมาตรฐานของเมล็ดที่ปลูกในฤดูฝนสูงกว่าเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง เนื่องจากการปลูกถั่วเหลืองในปลายฤดูฝนและเก็บเกี่ยวช่วงเดือนพฤศจิกายนนั้น อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ทำให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีน้อย ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ปลูกในช่วงฤดูแล้ง และปลูกค่อนข้างล่า คือ ต้นเดือนมกราคม ทำให้ระยะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม อากาศมีอุณหภูมิสูงและมีฝนตก ส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดต่ำกว่าการปลูกในฤดูปลายฝน เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองนาน 8 เดือน พบว่า ความงอกแต่ละสายพันธุ์ /พันธุ์ลดลงแตกต่างกัน เมล็ดที่ปลูกปลายฤดูฝนยังคงมีความงอกสูงและใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้ดี ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้งมีเพียง 2 สายพันธุ์/พันธุ์ ที่มีความงอกเกิน 65 เปอร์เซ็นต์ ละอองดาวและคณะ (2550) รายงานว่า ความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดขึ้นอยู่กับคุณภาพเริ่มต้นของเมล็ดด้วย เมล็ดที่ปลูกล่าช้าในฤดูฝนจึงเสื่อมความงอกช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง โดยสายพันธุ์ KUSL3802-1 เป็นสายพันธุ์ที่เสื่อมความงอกน้อยที่สุดสอดคล้องกันทั้ง 2 ฤดูปลูก เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความงอกภายหลังการเก็บรักษา 8 เดือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปลูกฤดูแล้ง (Table 1) พบว่าสายพันธุ์ KUSL3802-1, KUSL3802-6 และ NS1 1-12 ให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ5 ขณะที่สายพันธุ์ ST2 34-1, KUSL3802-4 และ KUSL20004 ให้เมล็ดที่มีคุณภาพต่ำกว่าในระดับที่ใกล้เคียงกับพันธุ์ CM60

การศึกษาความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่า แต่ละสายพันธุ์มีความแข็งแรงต่างกัน (Table 1) เมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน พบว่า ความแข็งแรงลดลงแตกต่างกัน ถั่วเหลืองที่ปลูกในปลายฤดูฝนมีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุอยู่ระหว่าง 58.5-69.5 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ KUSL3802-6 มีความแข็งแรงสูงสุด ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้งมีความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 11.5-46 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ KUSL3802-1 มีความแข็งแรงสุงสุด ส่วนสายพันธุ์ ST2 43-1 KUSL20004 และ CM60 มีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้ง 2 ฤดูปลูก

Table 1 Standard germination (%) and accelerated aging (%) of seed of 6 advanced breeding lines and 2 recommended cultivars of soybean grown in late rainy season and dry season and stored for 0, 4 and 8 months in controlled room (20°C, 40%RH).

Line/cultivar	Late rainy season 2008			Dry season 2009		
	0 months	4 months	8 months	0 months	4 months	8 months
	Standard germination test (%)					
KUSL3802-1	95.0 a*	93.5 a	91.0 a	81.0 a	72.5 a	70.5 a
KUSL3802-4	91.5 bc	87.0 bcd	81.5 bc	71.5 cd	55.0 e	52.5 d
KUSL3802-6	88.5 e	85.5 cd	83.0 b	73.0 c	58.0 d	60.0 b
NS1 1-12	89.5 cde	87.5 bc	82.5 bc	71.5 cd	67.0 b	60.5 b
ST2. 34-1	91.0 bcd	87.0 bcd	80.5 c	67.5 e	65.0 b	56.0 c
KUSL20004	89.0 de	87.0 bcd	81.0 bc	69.5 de	55.5 e	52.0 d
SJ 5	92.0 b	88.0 b	83.0 b	76.5 b	73.0 a	71.5 a
CM 60	94.0 a	85.0 d	78.0 c	71.5 cd	61.0 c	60.0 b
Accelerated aging test (%)						
KUSL3802-1	77.5 b	76.5 b	69.5 ab	76.0 a	56.5 a	46.0 a
KUSL3802-4	74.0 c	68.5 d	66.0 cd	76.5 a	39.5 c	29.0 e
KUSL3802-6	83.0 a	81.5 a	70.5 a	69.0 c	39.0 c	39.0 b
NS1 1-12	75.5 bc	73.5 c	67.0 bc	70.0 bc	40.0 c	31.5 d
ST2. 34-1	67.5 e	66.0 d	60.5 e	68.0 cd	32.0 d	30.0 de
KUSL20004	76.0 bc	72.0 c	64.0 d	66.0 d	26.0 e	11.5 f
SJ 5	71.0 d	68.0 d	66.5 cd	72.0 b	52.0 b	47.5 a
CM 60	70.5 d	66.0 d	58.5 e	70.5 bc	41.0 c	34.5 c

* Mean values in each columnfollowed by the same letter are not significantly different at the probability level of 0.05

Table 2 Seed weight (g/1000 seeds), seed volume(cm^3/25 seeds) and surface area(mm^2) of 6 advanced breeding lines and 2 recommended cultivars of soybean grown in late rainy season 2008 and dry season 2009.

Lines/Varsities	Late rainy season 2008			Dry season 2009		
	Seed weight (g/1000seeds)	Seed Volume (cm^3/25seeds)	Surface area(mm^2)	Seed weight (g/1000seeds)	Seed Volume (cm^3/25seeds)	Surface area (mm^2)
KUSL3802-1	111.2 e*	2.74 d	119.5 c	153.4 f	3.76 d	147.5 ef
KUSL3802-4	143.5 bc	3.52 bc	132.3 b	176.8 cd	4.31 c	153.6 de
KUSL3802-6	152.0 ab	3.59 ab	139.1 ab	181.5 bc	4.39 c	157.8 cd
NS1 1-12	168.8 a	4.02 a	149.0 a	201.4 a	5.09 a	176.1 a
ST2 34-1	132.3 cd	3.47 bc	128.9 bc	189.0 b	4.56 bc	163.5 bc
KULS20004	145.2 bc	3.72 ab	144.0 a	189.2 b	4.69 b	168.7 b
SJ. 5	129.5 cde	3.42 bc	129.7 bc	160.7 ef	3.79 d	145.9 f
CM60	119.0 de	3.07 cd	118.8 c	166.1 de	3.91 d	144.4 f
LSD.05	17.3	0.45	10.6	11.0	0.27	6.9
C.V.(%)	8.54	8.94	5.4	4.20	4.30	3.0

* Mean values in each column followed by different letters are significantly different at the probability level at 0.05

Table 3 Correlation coefficient between seed physical characteristics and germination (%) and germination after accelerated aging test (%) of the 8 months storage seed of 8 soybean lines/varieties grown in dry season 2009.

	Germination at 8 mo after storage	Accelerated aging at 8 mo after storage
Seed weight (g/1000 seeds)	-0.449**	-0.520**
Seed Volume (cm^3/25 seeds)	-0.489**	-0.631**
Surface area (mm^2)	-0.438*	-0.619*

ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ทั้ง 2 ฤดูปลูก แตกต่างกัน (Table 2) ลักษณะกายภาพพื้นฐานที่ศึกษาได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร และพื้นที่ผิวเมล็ดพบว่ามีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน คือ เมล็ดที่ปริมตรหรือขนาดเล็ก มีพื้นที่ผิวและน้ำหนักต่ำ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับความงอกและความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานาน 8 เดือนปลูกในฤดูแล้ง (Table 3) พบว่าเมล็ดขนาดเล็กมีความสัมพันธ์ทางลบกับความสามารถในการเก็บรักษา แต่ไม่พบความสัมพันธ์นี้ในเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน อาจมีสาเหตุมาจากช่วงการพัฒนาเมล็ดและระยะสุกแก่ของเมล็ดเป็นระยะที่สภาพอากาศมีความแปรปรวนน้อย การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงไม่สูงนัก โดยสายพันธุ์ KUSL3802-1 มีเมล็ดขนาดเล็ก น้ำหนักเมล็ดต่ำ เป็นสายพันธุ์ที่มีความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษายาวนานกว่าสายพันธุ์ KUSL 20004 และ ST2 43-1 ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ น้ำหนักเมล็ดมาก อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ KUSL3802-6 และ NS1 1-12 ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดมาก เมล็ดขนาดใหญ่ แต่มีความสามารถในการเก็บรักษาค่อนข้างสูง ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนาน แม้จะสามารถใช้ลักษณะทางกายภาพพื้นฐาน ได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร และพื้นที่ผิวเมล็ด ประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ในเบื้องต้นได้ แต่การตัดสินใจควรใช้ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นสำคัญ

สรุปผล

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทั้ง 6 สายพันธุ์ที่ศึกษาพบว่าสายพันธุ์ที่มีคุณภาพดีภายหลังการเก็บรักษา 8 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ5 คือ KUSL3802-1, KUSL3802-6 และ NS1 1-12 ขณะที่สายพันธุ์ KUSL20004, KUSL3802-4 และST2 34-1 ให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างต่ำใกล้เคียงกับพันธุ์ CM60 และในการปลูกฤดูแล้งพบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพพื้นฐาน ได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร และพื้นที่ผิวเมล็ด กับความงอกและความแข็งแรงภายหลังการเก็บรักษา 8 เดือน

เอกสารอ้างอิง

ละอองดาว แสงหล้า สิทธิ์ แดงประดับ จิดาภา แดงประดับ คงศักดิ์ กำแหงสงคราม และเสวต เจริญอากาศ, 2550, ผลของลักษณะทางกายภาพที่มีต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ, วารสารวิชาการเกษตร 25(2): 166-176.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ เชิดชาย วังคำ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และลิลลี่ กาวีต๊ะ, 2543, ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์, น. 32-42, การประชุมทางวิชาการขมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ เชิดชาย วังคำ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และลิลลี่ กาวีต๊ะ, 2543, ลักษณะทางกาพภาพของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์. น. 11-21, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภิพรรณ พุกภักดี, 2546, ถั่วเหลืองพืชทองของไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

AOSA, 2002, Seed Vigour Testing Handbook Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing, Association of official Seed Analysis, USA.

ISTA, 2008, International Rules for Seed Testing, Edition 2008, International Rules for Seed Testing, Bassersdorf, Switzerland.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 77-80 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 77-80 (2553)

อิทธิพลของสัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และ ไนโตรเจนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะโรงเรียน

Influence of Carbondioxide, Oxygen and Nitrogen Gas on Quality and Shelf Life of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L. cv. Rongrean)

ศุภฤกษ์ พันภัย[1] และ สมชาย กล้าหาญ[1]

Phonpai, S.[1] and Glahan, S.[1]

Abstract

Influence of carbon dioxide, oxygen and nitrogen gas on quality and shelf life of rambutan (*Nephelium lappaceum* L. cv. Rongrean) was studied. The statistical model was 4×4 factorial in completely randomized design comprised of 2 factors; 4 levels of carbon dioxide and oxygen at 0, 5, 10 and 15 percent, respectively. Well selected rambutan was packed in polyethylene (PE) bags and nitrogen gas used for adjusting volume for 100 percent detected and stored at 13±2°C. The results showed that rambutan stored at 10 percent carbon dioxide,10 percent oxygen and 80 percent nitrogen has the least weight loss of 2.59 percent. Peel and pulp color has a slightly changed. Firmness, titratable acidity (TA) and total soluble solid (TSS) decreased according to storage time increased and has the longest storage life of 18 days and gave a good physical and palatability.

Keywords: rambutan, modified atmosphere packaging, shelf life

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และ ไนโตรเจนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะโรงเรียน โดยวางแผนการทดลองแบบ 4×4 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน มี 4 ระดับ คือ 0, 5, 10, และ 15 เปอร์เซ็นต์ นำผลเงาะที่คัดแล้วบรรจุในถุง polyethylene (PE) และปรับปริมาตรของก๊าซในถุงให้ครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ด้วยก๊าซไนโตรเจน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า เงาะที่เก็บรักษาที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 80 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.59 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อเพียงเล็กน้อย ความแน่นเนื้อของเปลือก ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 18 วัน โดยมีลักษณะภายนอกและคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คำสำคัญ: เงาะ การดัดแปลงบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ อายุการเก็บรักษา

คำนำ

เงาะโรงเรียนจัดเป็นผลไม้ที่ผลิตได้มากในประเทศไทย (พันธิตร์, 2549) และมีรสชาติเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปหลายอย่าง (กมล และคณะ, 2551) แต่ปัญหาที่พบในเงาะคืออายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากส่วนของขนและเปลือกเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากการหายใจและอัตราการคายน้ำสูง (จริงแท้, 2549) ดังนั้นถ้ามีการเก็บรักษาเงาะโรงเรียนในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีส่วนประกอบของก๊าซที่เหมาะสม ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำน่าจะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของผลเงาะโรงเรียนหลังการเก็บเกี่ยวได้

อุปกรณ์และวิธีการ

จัดหาเงาะพันธุ์โรงเรียนที่มีลักษณะทางคุณภาพที่ดี เก็บเกี่ยวในระยะผลสามสี นำมาล้างทำความสะอาด เอาสิ่งสกปรกออก นำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติก PE (polyethylene) ถุงละ 5 ผล ใส่สารดูดซับความชื้นและสารดูดซับเอทิลีน 4 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของเงาะ ผนึกปากถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศแล้วเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ตามวิธีการที่กำหนด

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ไว้และเติมก๊าซไนโตรเจนเพื่อปรับปริมาตรของก๊าซในภาชนะบรรจุเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส โดยวางแผนการทดลองแบบ 4X4 factorial in completely randomized design มี 2 ปัจจัย คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มี 4 ระดับ คือ 0, 5, 10, และ 15 เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณก๊าซออกซิเจน มี 4 ระดับ คือ 0, 5, 10, และ 15 เปอร์เซ็นต์ บันทึกข้อมูลก่อนการเก็บรักษาและระหว่างการเก็บรักษาทุก ๆ 3 วัน ดังนี้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ สีเปลือกและสีเนื้อ ความแน่นเนื้อ คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส อายุการเก็บรักษา และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และ ไนโตรเจนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะโรงเรียน พบว่า เงาะที่เก็บรักษาโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 80 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 18 วัน โดยมีลักษณะและคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Table 1) โดยระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุลดลง (Figure 1) และเงาะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น (Table 1) ในขณะที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความแน่นเนื้อ (data not show) ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (Figure 2) ส่วนสีเปลือกและสีเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (data not show)

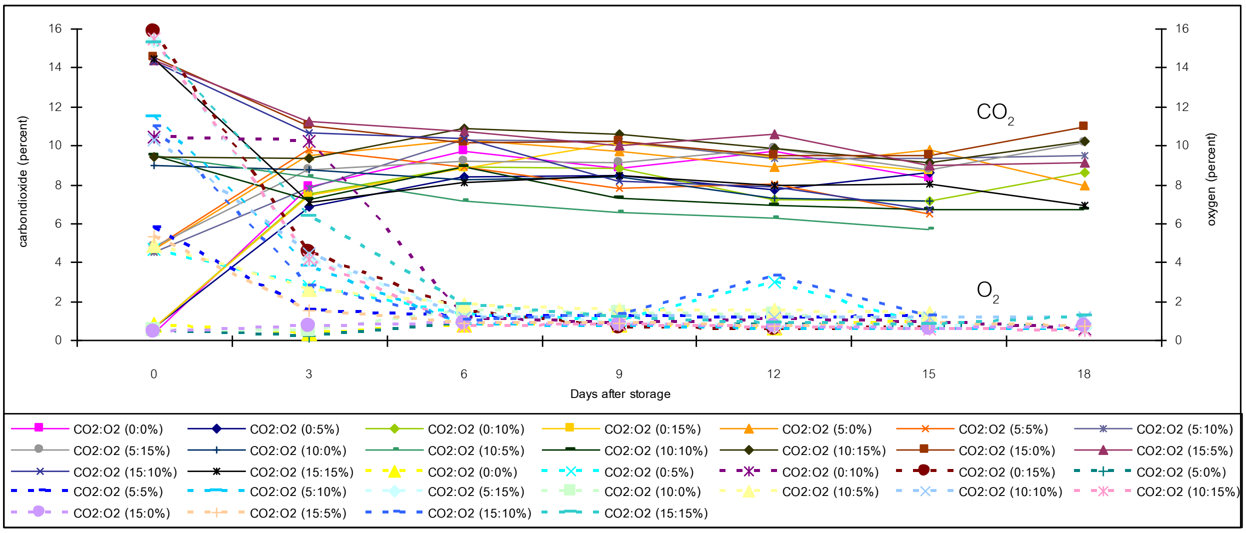


Figure 1 Carbondioxide and oxygen content (percent) of rambutan in polyethylene (PE) bags stored at 13±2 °C for 18 days.

A B

Figure 2 Rambutan appearance before storage (A) and storage at CO_2:O_2 (10:10%) for 18 days (B).

Table 1 Fresh weight loss (percent), overall acceptability (score) and shelf life (day) of rambutan after storage.

Treatment Combintion	fresh weight loss (percent)						overall acceptability score (day 18)	shelf life
	3 day	6 day	9 day	12 day	15 day	18 day		
CO_2:O_2 (0:0%)	0.64de	0.89bc	1.67ab	2.39ac	2.37ab	-	poor	15b
CO_2:O_2 (0:5%)	0.66de	1.02ac	1.52ab	2.41ac	2.47ab	-	poor	15b
CO_2:O_2 (0:10%)	0.58e	1.19a	1.46ab	2.01ad	2.58ab	3.18ab	2.67b	18a
CO_2:O_2 (0:15%)	0.73be	0.99ac	1.7ab	2.92a	2.06b	-	poor	15b
CO_2:O_2 (5:0%)	0.72be	1.18ab	1.54ab	1.57cd	3.13a	3.40a	2.83ab	18a
CO_2:O_2 (5:5%)	0.76ae	1.17ab	1.80a	1.59bd	2.07b	-	poor	15b
CO_2:O_2 (5:10%)	0.82ad	1.13ab	1.53ab	1.92ad	2.69ab	2.86ab	3.00ab	18a
CO_2:O_2 (5:15%)	0.68ce	1.08ac	1.51ab	1.97ad	2.82ab	3.04ab	3.00ab	18a
CO_2:O_2 (10:0%)	0.79ad	1.28a	1.66ab	2.90a	3.16a	-	poor	15b
CO_2:O_2 (10:5%)	0.70be	1.04ac	1.33b	2.14ad	2.63ab	-	poor	15b
CO_2:O_2 (10:10%)	0.71be	1.22a	1.41ab	1.67bd	2.37ab	2.59b	3.25a	18a
CO_2:O_2 (10:15%)	0.89ab	1.23a	1.55ab	2.49ac	2.74ab	2.86ab	3.17ab	18a
CO_2:O_2 (15:0%)	0.93a	1.20a	1.75ab	2.02ad	2.79ab	3.01ab	3.00ab	18a
CO_2:O_2 (15:5%)	0.75ae	1.13ab	1.50ab	2.59ab	2.47ab	2.91ab	3.00ab	18a
CO_2:O_2 (15:10%)	0.86ac	1.20a	1.46ab	1.73ad	2.00b	-	poor	15b
CO_2:O_2 (15:15%)	0.75ae	0.83c	1.41ab	1.25d	2.54ab	2.84ab	2.83ab	18a
%C.V.	13.54	13.46	13.70	24.61	16.99	10.27	9.01	5.99

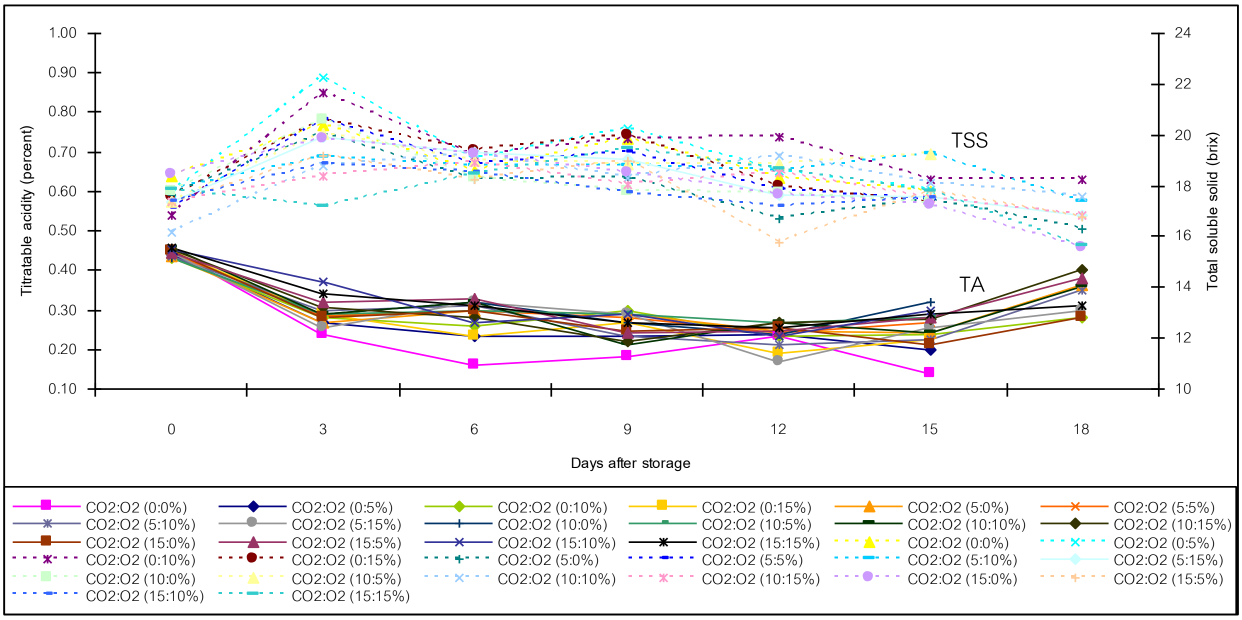


Figure 3 Total soluble solid (TSS) and titratable acidity (TA) of rambutan in polyethylene (PE) bags stored at 13±2 °C for 18 days.

วิจารณ์ผล

ภายหลังการเก็บรักษาพบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุมีการเปลี่ยนแปลงไปจากปริมาณเริ่มต้น เนื่องจากผลผลิตมีการหายใจ และการแลกเปลี่ยนก๊าซของตัวภาชนะบรรจุ (Thompson, 1996) ซึ่งการเก็บรักษาเงาะในสภาพที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงส่งผลให้เงาะมีอัตราการหายใจลดลง (Will และคณะ, 1989) และเนื่องจากมีปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุน้อยจึงยังทำให้ผลผลิตยังหายใจได้โดยไม่เกิดกระบวนการหมัก (จริงแท้, 2549) หลังการเก็บรักษาพบว่า เงาะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเงาะมีการหายใจจึงทำให้ผลเกิดการคายน้ำออกมา รวมทั้งเงาะมีพื้นที่ผิวมากกว่าผลผลิตชนิดอื่น และส่วนของขนเงาะมีปากใบมากจึงทำให้เงาะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูง และเนื่องจากเซลล์สูญเสียน้ำจึงทำให้ความดันเต่งภายในเซลล์ลดลง อาจส่งผลให้ความแน่นเนื้อของเปลือกผลลดลงด้วย (จริงแท้, 2549) โดยการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงซึ่งมีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำสามารถช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ pectin methylesterase และ polygalacturonase ที่เข้ามาย่อยสลายเพกตินหรือส่วนประกอบอื่น ๆ ของผนังเซลล์ ทำให้ความแน่นเนื้อของเปลือกผลเปลี่ยนแปลงช้าลง (O'Hare, 1995)

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเงาะที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงพบว่าลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจน้อย (จริงแท้, 2549)

สีเปลือกและสีเนื้อในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ O'Hare (1995) และวาริช (2540) พบว่า การเก็บรักษาเงาะที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 9–10 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะได้ และการเก็บในสภาพที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำยังช่วยชะลอการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายสารสีในผลได้ (จริงแท้, 2550; O'Hare, 1994)

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าการเก็บรักษาเงาะโรงเรียนที่สัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจน 10:10 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 80 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเงาะโรงเรียนได้

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์, จริงแท้ ศิริพานิช, จริยา วิสิทธิ์พานิช, ดนัย บุณยเกียรติ และอิทธิสุนทร นันทกิจ, 2551, การศึกษาเปรียบเทียบสถานภาพ ด้านการผลิต การแปรรูป การค้า การวิจัย และพัฒนาผักและผลไม้ของไทยกับต่างประเทศ, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), นพบุรีการพิมพ์ จำกัด, เชียงใหม่, หน้า 56–57.

จริงแท้ ศิริพานิช, 2549, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, 396 หน้า.

พันธิตร์ มะลิสุวรรณ, 2549, การปลูกเงาะปลอดสารพิษและวิธีเพิ่มผลผลิต, สำนักพิมพ์ยูทิไลซ์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 9–17.

วาริช ศรีละออง, 2540, ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงและการเคลือบผิวต่ออายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 132 น.

O'Hare, T.J., 1994, Low Temperature and Controlled Atmosphere Storage of Rambutan, Postharvest Biology and Technology, 4: 147-157.

Thompson, A.K., 1996, Postharvest Technology of Fruit and Vegetables, Blackwell Science Ltd, p. 86-88.

Will, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D., Lee, T.H. and Hall, E.G., 1989, Postharvest an Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. Printed in Hong Kong by South China Printing Company (1988) Limited, 173 p.

ผลของสารสกัดสมุนไพรบางชนิดในการป้องกันกำจัดโรคจุดดำของส้มโอ

Effects of Medicinal Plant Extracts to Control Pummelo Black Spot Disease

สุธามาศ ณ น่าน[1] และ ศศิธร วรปิติรังสี[1]
Nanan, S.[1] and Worapitirongsi, S.[1]

Abstract

Effects of medicinal plant extracts from may-chang (*Litsea cubeba* Pers.) plai (*Zingiber cassumonar* Roxb.) turmeric (*Curcuma longa* Linn.) siam weed (*Chromolaena odorata*) cinnamon (*Cinnamomum verum* J.Persl.) nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) and clove (*Eugenia caryophyllus*) were evaluated to control *Phyllosticta citricarpa* causing black spot of pummelo. The mycelial growth was assessed on CA containing the extract at the concentration of 50,100, 250, 500 and 1000 ppm including sterilized distilled water as a control. It was found that the extract from may-chang completely inhibited the mycelial growth of *P. citricarpa* at all concentrations. While plai extracted completely inhibited the growth of *P. citricarpa* at 100 ppm and above followed by the extracts from turmeric and siam weed at 1000 ppm with percent inhibition of 82.3 and 68.2 respectively as compared to the control. In field experiment, it was done by using Randomized Completely Blocked Design (RCBD) with 6 treatments and 4 replications. The result indicated that the extract from turmeric had highest efficacy to control black spot disease on pummelo fruit which followed by plai and azoxystrobin fungicide.

Keywords: pummelo, black spot disease, herb extracts, black spot

บทคัดย่อ

ผลของสารสกัดจากสมุนไพร 7 ชนิดได้แก่ ตะไคร้ต้น ไพล ขมิ้นชัน สาบเสือ อบเชย ลูกจันทน์ และกานพลู ในการควบคุมเชื้อรา *Phyllosticta citricarpa* สาเหตุโรคจุดดำส้มโอที่ 5 ระดับความเข้มข้นคือ 50 100 250 500 และ1000 ppm โดยวิธี poisoned food method ใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อเป็นชุดควบคุม พบว่าสารสกัดจากผลตะไคร้ต้นความเข้มข้น 50 ppm ขึ้นไป และสารสกัดจากไพล 100 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ 100% รองลงมาได้แก่ สารสกัดขมิ้นชัน และสาบเสือความเข้มข้น 1000 ppm ยับยั้งการเจริญได้เท่ากับ 82.3 % และ 68.2 % ตามลำดับ ส่วนการทดลองควบคุมโรคจุดดำในแปลงส้มโอของเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Blocked Design (RCBD) จำนวน 6 ทรีตเมนต์ 4 ซ้ำ ผลปรากฏว่าวิธีพ่นสารสกัดขมิ้นชันมีประสิทธิภาพควบคุมโรคได้ดีที่สุดพบโรคจุดดำของส้มโอ 17% รองลงมาคือกรรมวิธีพ่นสารสกัดจากไพล และสารป้องกันกำจัดโรคพืชมาตรฐานอะซ็อกซีสโตรบิน ตรวจพบส้มโอเป็นโรคจุดดำ 20% และ 21% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ส้มโอ โรคจุดดำ สารสกัดสมุนไพร black spot

คำนำ

แหล่งปลูกส้มโอเพื่อการค้าและส่งออก อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย มีพื้นที่ปลูกรวม 7,395 ไร่ นิยมปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อส่งออกไปประเทศ จีน ฮ่องกง สิงคโปร์ และประเทศในสหภาพยุโรป เมื่อปี 2549 พบโรคจุดดำ (black spot) เกิดจากเชื้อรา *Phyllosticta citricarpa* หรือ *Guignardia citricarpa* (perfact stage) ระบาดในพื้นที่ทำให้ผลผลิตส้มโอเสียหาย จนปริมาณการส่งออกลดลง โรคจุดดำมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมากเนื่องจากพบทุกแหล่งปลูกพืชตระกูลส้มในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แอฟริกา อเมริกาใต้ ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ แต่ยังไม่มีรายงานพบในสหภาพยุโรป (European Union, 2000) และสหรัฐอเมริกา (Kotze, 1981) โรคนี้จึงจัดเป็นศัตรูพืชกักกันของประเทศในสหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา การป้องกันกำจัดโรคจุดดำให้ได้ผลต้องใช้สารเคมีเช่น แมนโคเซบ, คาร์เบนดาซิม, เบโนมิล หรือ ไทโอฟาเนทเมทธิล (Chung และคณะ, 2005) ผสมผสานกับวิธีเขตกรรมและการทำความสะอาดสวนเพื่อลดปริมาณเชื้อโรค ระยะเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมาชาวสวนส้มโออำเภอเวียงแก่นใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชประเภทดูดซึมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจตกค้างในผลผลิต และทำให้เชื้อสาเหตุโรค

[1]ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย 57000
[1]Chiangrai Horticultural Research Center, Muang Chiang Rai 57000

สร้างความต้านทานต่อสารเคมีหรือส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้ ปัจจุบันยังไม่มีรายงานการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรป้องกันกำจัดโรคจุดดำของส้มโอ ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานการใช้สารสกัดจากสมุนไพรเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรที่ต้องการใช้สารสกัดจากสมุนไพรซึ่งหาได้ในท้องถิ่นมาใช้ในการควบคุมโรคจุดดำของส้มโอ และช่วยลดปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชลง จึงควรศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคจุดดำในห้องปฏิบัติการ และทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคในสวนส้มโอของเกษตรกรร่วมกับวิธีการเขตกรรมเปรียบเทียบกับสารป้องกันกำจัดโรคพืชมาตรฐาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบผลของสารสกัดสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. citricarpa*

ทดสอบสารสกัด 7 ชนิดจาก ตะไคร้ต้น ไพล ขมิ้นชัน สาบเสือ อบเชย ลูกจันทน์ และกานพลู ต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *P. citricarpa* โดยวิธี Poisoned food technique บนอาหาร Carrot Agar (CA) ที่ 5 ระดับ ความเข้มข้น ได้แก่ 50, 100, 250, 500 และ 1,000 ppm ส่วนชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแทนสารสกัด บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน บันทึกลักษณะการเจริญของเส้นใย และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา

$$\text{คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเส้นใย} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

A = ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหารชุดควบคุม (control)

B = ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหารผสมสารสกัดสมุนไพร

ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการควบคุมโรคจุดดำของส้มโอในสวนเกษตรกร

เลือกสารสกัดสมุนไพร 4 ชนิดที่มีประสิทธิภาพดีในการทดลองแรกมาทดสอบประสิทธิภาพที่สวนส้มโอของเกษตรกร ต.ม่วงยาย อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย เปรียบเทียบกับการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชอะซ็อกซีสโตรบิน 25% W/V SC และวิธีการพ่นน้ำเปล่า(control) โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 6 ทรีตเมนต์ 4 ซ้ำ เริ่มพ่นสารตั้งแต่กลีบดอกส้มโอร่วงจนกระทั่งอายุผล 6 เดือน ใช้เครื่องพ่นสารชนิดสะพายหลังเครื่องยนต์แรงดันสูงอัตราต้นละ 5 ลิตร ปฏิบัติการดูแลแปลงทดลองตามคำแนะนำระบบการจัดการคุณภาพ GAP ส้มโอของกรมวิชาการเกษตรร่วมกับวิธีการเขตกรรม ตัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มโปร่ง เก็บเศษซากกิ่งใบและผลส้มโอที่มีอาการโรคออกจากแปลง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและประเมินความรุนแรงของโรคจากอาการจุดแผลที่ปรากฏบนผลส้มโอแต่ละทรีตเมนต์ ตามวิธีการของศรีสุรางค์ และคณะ (2552) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเกิดโรค ระดับความรุนแรงของโรคจุดดำและน้ำหนักผลผลิตด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบผลของสารสกัดสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *P. citricarpa*

หลังจากบ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน วัดการเจริญเติบโตและคำนวณเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยรา *P. Citricarpa* พบว่าสารสกัดจากผลตะไคร้ต้นความเข้มข้น 50 ppm และสารสกัดไพลเข้มข้น 100 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยราได้ 100% รองลงมาได้แก่ สารสกัดขมิ้นชัน และสาบเสือความเข้มข้น 1000 ppm ยับยั้งการเจริญของเส้นใยรา ได้เท่ากับ 82.3 % และ 68.2 % ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดกานพลู อบเชย และลูกจันทน์ ความเข้มข้น 1000 ppm ยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ต่ำกว่า 50% (Table 1)

ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการควบคุมโรคจุดดำของส้มโอในสวนเกษตรกร

ประเมินผลการเกิดโรค ระดับความรุนแรงของโรคจุดดำ และน้ำหนักผลผลิตส้มโอเฉลี่ยหลังการเก็บเกี่ยว ปรากฏว่าทรีต-เมนต์ พ่นด้วยสารสกัดขมิ้นชันมีประสิทธิภาพควบคุมโรคของส้มโอได้ดีที่สุด พบโรคจุดดำ 17% รองลงมาได้แก่ สารสกัดจากไพล และสารป้องกันกำจัดโรคพืชอะซ็อกซีสโตรบิน ตรวจพบผลส้มโอเป็นโรคจุดดำเท่ากับ 20% และ 21% ตามลำดับในขณะที่วิธีการเปรียบเทียบ (control) ส้มโอเป็นโรค 25% ส่วนวิธีพ่นสารสกัด

ตะไคร้ต้นทำให้ส้มโอเป็นโรคสูงกว่าทรีตเมนต์ อื่นเมื่อประเมินความรุนแรงโรคจากการตรวจนับจำนวนจุดแผลบนผลส้มโอก็ให้ผลที่สอดคล้องกัน กล่าวคือวิธีพ่นสารสกัดขมิ้นชันพบจำนวนแผลโรคจุดดำเฉลี่ยต่ำสุดเพียง 9.2 แผล ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นสารอะซ็อกซีสโตรบินและสารสกัดชนิดอื่น อย่างไรก็ตามผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการพ่นสารสกัดขมิ้นชัน สาบเสือ และสารอะซ็อกซีสโตรบิน สามารถควบคุมการเกิดโรคจุดดำของส้มโอได้ผลดีกว่าทรีตเมนต์ เปรียบเทียบอย่างมี

นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลผลิตในแต่ละทรีตเมนต์ พบว่า การพ่นสารสกัด 3 ชนิด ยกเว้นตะไคร้ต้น ให้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างจากการพ่นสารอะซ็อกซีสโตรบิน และวิธีการเปรียบเทียบ (Table 2)

Table 1 Efficacy of plant extracts for the inhibition of mycelial growth of *Phyllosticta citricarpa* on carrot agar.

Medicinal plant extracts	Average mycelial growth inhibition (%) at difference concentrations [1]				
	50 ppm	100 ppm	250 ppm	500 ppm	1000 ppm
may-chang	100	100	100	100	100
plai	70.7	100	100	100	100
turmeric	21.4	52.7	49.4	63.4	82.3
siam weed	0	0	22.3	37.9	68.2
clove	0	0	0	26.8	40.1
cinnamon	0	0	29.0	21.2	33.4
nutmeg	0	0	0	17.9	34.6

[1] Measure of mycelial growth after 7 days incubation at room temperature and percentage of inhibition growth followed as

$$\text{Percentage of mycelial growth inhibition} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

A = average growth of mycelial on carrot agar without plant extract (control)

B = average growth of mycelial on carrot agar with plant extract

Table 2 Efficacy of some medicinal plant extracts and fungicide for the control of pummelo black spot disease in orchard at Wiang kaen, Chiang Rai province.

Treatment	Disease incident (%)	Number of black spot lesion on fruit[1]	Fruit weight (kg)
may-chang	30.0	26.0 ab[3]	1.23 a
plai	20.0	22.5 ab	1.00 bc
turmeric	17.0	9.2 a	1.05 bc
siam weed	24.0	14.0 a	0.96 c
azoxystrobin	21.0	9.5 a	1.03 bc
Control[2]	25.0	40.0 b	1.12 bc
CV (%)	45.2	67.0	8.3

[1] Disease severity evaluated from the number of lesions on fruit divided by 6 levels (ศรีสุรางค์ และคณะ 2552);

Level 0 = no symptom Level 2 = 6-10 lesions/fruit Level 4 = 26-50 lesions/fruit

Level 1 = 1-5 lesions/fruit Level 3 = 11-25 lesions/fruit Level 5 = more than 50 lesions/fruit

[2] Control treatments sprayed with water.

[3] Mean in a column followed by the same letter(s) are not significantly different according to DMRT ($p \leq 0.05$)

สรุปผล

สารสกัดสมุนไพรชนิดที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของรา *P. citricarpa* บนอาหาร carrot agar ได้ดีที่สุดคือสารสกัดจากตะไคร้ต้น รองลงมาได้แก่ สารสกัดไพล และขมิ้นชัน การใช้สารสกัดขมิ้นชันพ่นต้นส้มโออัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรตั้งแต่ระยะกลีบดอกร่วงจนผลอายุ 6 เดือนมีประสิทธิภาพควบคุมโรคจุดดำในสวนได้ดี เนื่องจากมีจำนวนแผลจากอาการโรคบนผลส้มโอเฉลี่ยต่ำสุด แต่ประสิทธิภาพควบคุมโรคไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชอะซ็อกซีสโตรบินและสารสกัดชนิดอื่น

เอกสารอ้างอิง

ศรีสุรางค์ ลิขิตเอกราช พรพิมล อธิปัญญาคม มนตรี ทศานนท์ สุธามาศ ณ น่าน บูรณี พั่วงษ์แพทย์ นภสร ปุญญพิทักษ์ รัตตา สุทธยาคม และไมตรี พรหมมินทร์, 2552, การจัดการโรคจุดดำของส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อการส่งออก, รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม, กองทุนสนับสนุนงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 42 หน้า.

Chung, K.P., Peres, N.A. and Timmer, L.W., 2005, Citrus Diseases Exotic to Florida:Black spot. Fact sheet pp.213. 5p. Http://edis.ifas.ufl.edu.

Kotze, J.M., 1981, Epidemiology and Control of Citrus Black Spot in South Africa, Plant Disease, 65: 945-950.

European Union, 2000, Special Requirement of Import Plants, Plant Products and Other Object Originating in Third Countries, Office Journal of European Community, 169: 44-45.

การตรวจสอบคุณภาพอ้อยด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด

Using Near-Infrared Spectroscopy for Quality Evaluation of Sugarcane

จิราพร อนุสรณ์วงศ์ชัย[1] ศุมาพร เกษมสำราญ[1] วีระพล พลรักดี[2] ทักษิณา ศันสยะวิชัย[2] วารุณี ธนะแพสย์[1] และ ซาโตรุ มิยาตะ[3]
Anusornwongchai, J.[1], Kasemsumran, S.[1], Ponpakdee, V.[2], Sansayavichai, T.[2], Thanapase, W.[1] and Miyata, S.[3]

Abstract

We had determined the quality of sugarcane using near infrared spectroscopy (NIRS). Totally 30 sugarcane juice as well as milled and dried sugarcane stalks (bagasse) which were collected from different part, i.e. top, middle and bottom of cane stalks, were used in this research. Sugarcane juice samples were used for determination of total soluble solid (°Brix) and polarization (Pol) values. On the other hand, bagasse samples were used for measurement of fiber content. Partial least squares (PLS) regression method in combination with the near infrared (NIR) spectroscopic technique is employed for quality evaluation of sugarcane. PLS models were developed by the original and pretreated NIR spectral data, and were compared to obtain the best performance of each model. The results showed that the correlation coefficient (R) obtained from PLS models for determination of °brix, Pol and fiber is 0.999, 0.921 and 0.867 and root mean square error of validation (RMSEV) is 0.264 °brix, 1.834% and 1.130%, respectively.

Keywords: near infrared spectroscopy, sugarcane, brix, pol

บทคัดย่อ

ตรวจสอบคุณภาพอ้อยด้วยแสงเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี ใช้ตัวอย่างทั้งหมดในรูปของน้ำอ้อยจำนวน 30 ตัวอย่าง และอ้อยที่ผ่านการบดและอบแห้ง (กากอ้อย) จำนวน 30 ตัวอย่าง ได้จากส่วนต่างๆ ของลำอ้อย ได้แก่ โคน กลาง และส่วนปลาย นำน้ำอ้อยมาวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix) และร้อยละน้ำตาลซูโครส (Pol) ส่วนกากอ้อยนำมาวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (fiber) โดยการสร้างสมการถดถ้อยเชิงเส้น (Partial Least Squares Regression (PLS) เพื่อการประเมินคุณภาพอ้อย และการเปรียบเทียบค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละสมการที่สร้างจากสเปกตรัมเริ่มต้นและผ่านการปรับแต่งสเปกตรัม จากการทดลองพบว่าสมการให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากการทำนายของ brix, Pol และ fiber ร้อยละ 0.999, 0.921 และ0.867 และ 0.264 , ร้อยละ 1.834 และ 1.130 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี อ้อย ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ร้อยละน้ำตาลซูโครส

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของไทย ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาล การซื้อขายอ้อยนั้น เป็นการซื้อขายตามคุณภาพและน้ำหนัก โดยวัดความหวานเป็น ซี.ซี.เอส.(Commercial Cane Sugar : C.C.S.) หมายถึง ปริมาณของน้ำตาลซูโครสที่มีอยู่ในอ้อยจำนวนหนึ่งซึ่งสามารถสกัดออกมาได้ในรูปของน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ซึ่งค่า C.C.S. เป็นค่าที่ต้องวิเคราะห์คุณภาพของอ้อย ได้แก่ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix) ร้อยละน้ำตาลซูโครส (Polarization; Pol) และปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ(fiber) ซึ่งค่าเคมีเหล่านี้วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน โดยต้องอาศัยความพร้อมของอุปกรณ์ แรงงาน และเวลา การทดลองนี้จึงได้ทำการตรวจสอบคุณภาพอ้อยด้วยแสงเนียร์อินฟราเรดสเปกโตสโกปี โดยการสร้างสมการถดถ้อยเชิงเส้น (Partial Least Squares Regression (PLS)) เพื่อการประเมินคุณภาพอ้อย ซึ่งน่าจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะให้ข้อมูลการวิเคราะห์ที่แม่นยำ รวดเร็ว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ต่อไป

---

[1]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, 50 Phahonyotin, Chatuchak, Bangkok 10900
[2]ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
[2]KhonKaen Field Crops Research Center, Office of for Agricultural Research and Development Region 3, Department of Agriculture, Muang, KhonKaen
[3]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศญี่ปุ่น ทซุกุบะ ญี่ปุ่น
[3]Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Japan

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างและการวัดสเปกตรัม

จำนวนตัวอย่างในการทดลอง ได้แก่ น้ำอ้อยจำนวน 30 ตัวอย่าง และกากอ้อยจำนวน 30 ตัวอย่าง จากส่วนโคน, กลาง และส่วนปลายของลำอ้อย ตัวอย่างอ้อยที่ทำการทดลองได้จากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น (12 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ kk3, kk80, k88-92, kk1, อู่ทอง 6, สุพรรณ 80, 436, 503, 006, 028, 043 และ kk3/2)

การเตรียมตัวอย่างก่อนวัดค่าสเปกตรัมนั้น น้ำอ้อยที่ได้จากการหีบแล้วจะนำเข้าเครื่องเหวี่ยง centrifuge (TOMY, Japan) ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 5°C ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที เพื่อแยกเอาส่วนใสไปวัดสเปกตรัม ส่วนกากอ้อยที่ได้จากการบด จะนำไปต้มในน้ำเดือด 30 นาที และนำไปอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นนำไปบดอีกครั้งเพื่อให้มีขนาดเท่าๆกัน แล้วจึงวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRFlex N-500 (BUCHI, Switzerland) ความยาวคลื่น 1000-2500 นาโนเมตร เป็นการวัดแบบส่องผ่านสะท้อน (transflectance) โดยบรรจุลงในภาชนะที่เหมาะสำหรับบรรจุของเหลวและของแข็ง แสดงขั้นตอนดัง Figure 1

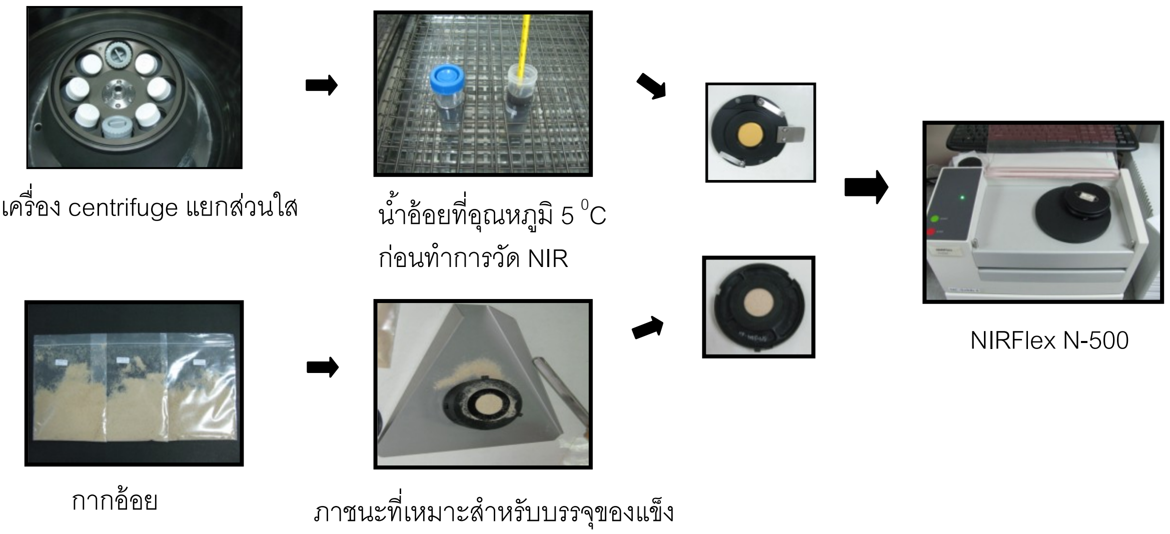


Figure 1 Flow chart of sample preparation and spectrum measurement.

วิเคราะห์ทางเคมี

ตัวอย่างน้ำอ้อยที่ได้จากการหีบแล้วนั้นจะนำมาตกตะกอนด้วย lead acetate เพื่อนำส่วนใสไปหาค่า Brix ด้วยเครื่องรีแฟคโตมิเตอร์ (PR-101α, ATAGO, Japan) และค่า Pol ด้วยเครื่องโพลาริมิเตอร์ (Polax-2L, APACO) สำหรับกากอ้อยที่ได้จากลำอ้อยที่ผ่านเข้าเครื่องสับบดนั้น นำไปหาน้ำหนักแห้ง โดยนำไปต้มในน้ำเดือด 30 นาที จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 80 $^{\circ}$C เป็นเวลา 5 วันแล้วจึงนำมาหาน้ำหนักแห้ง

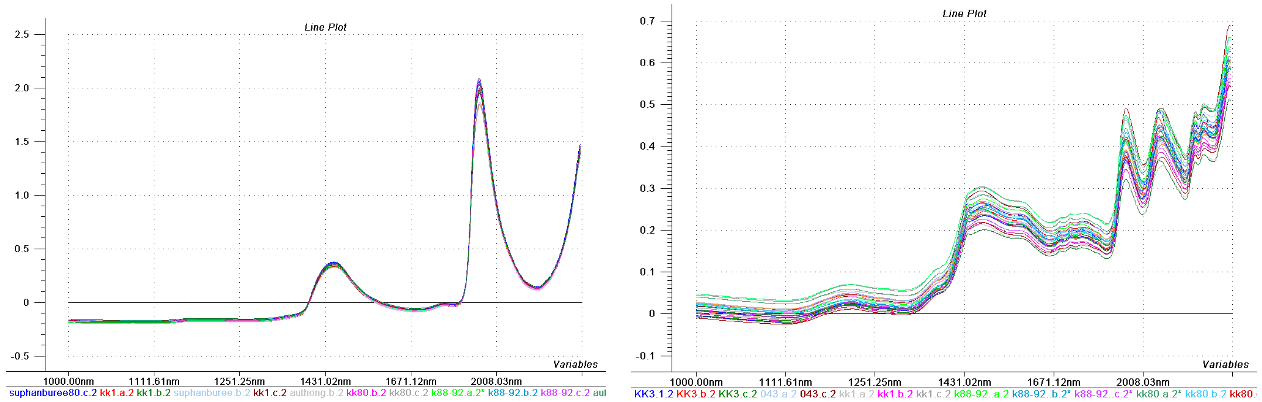
นำสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงของน้ำอ้อยและกากอ้อยมาสร้างสมการถดถ้อยเชิงเส้น (Partial Least Square (PLS)) ด้วยโปรแกรม Unscramble (Ver.9.8 : CAMO AS, Trondheim, Norway) เพื่อการประเมินคุณภาพอ้อย โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมกับค่า $^{\circ}$Brix, % Pol และ % Fiber โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation (R)) ที่มีค่าสูงเข้าใกล้ 1 และค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบประสิทธิภาพ (Root Mean Squared Error of Validation(RMSEV)) ที่ให้ค่าต่ำ เข้าใกล้ 0

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Table 1 Data of chemical analysis of sugarcane juice and bagasse.

parameter	sample size	min	max	average	std.
^{o}Brix(%)	30	7.80	23.35	14.62	4.21
Pol (%)	16	5.60	15.20	10.14	3.50
Fiber (%)	30	8.40	14.90	11.77	1.92

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติสเปกตรัมที่ได้จากการดูดกลืนแสงของน้ำอ้อย (Figure 2(1)) ให้พีคที่เกิดจากการซ้อนทับกันที่ความยาวคลื่น 1450 และ 1900 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการสั่นของพันธะ O-H โมเลกุลของน้ำ (Osborn และคณะ, 1993) และสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของกากอ้อย (Figure 2(2)) แสดงพีคที่ 2268 และ 2338 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการสั่นของโมเลกุลที่ประกอบด้วยพันธะ O-H และ C-O ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่เป็นโครงสร้างของเซลลูโลส (Burn, 2001; Ozaki, 2003)



(1) (2)

Figure 2 Absorbance and wavelength of sugarcand juice (1) and bagasses (2) at 1000-2500 nm.

ผลการทดสอบทางสถิติโดยการสร้างสมการถดถ้อยเชิงเส้น (Partial Least Squares Regression (PLS)) เพื่อการประเมินคุณภาพอ้อย จากการสร้างสมการมาตรฐาน (Calibration) และการทดสอบประสิทธิภาพของสมการ (full cross-validation) ให้ผลทางสถิติดัง Table 2 โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบประสิทธิภาพ (RMSECV) และการเปรียบเทียบค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละสมการที่สร้างจากสเปกตรัมเริ่มต้นและผ่านการปรับแต่งสเปกตรัม จากการทดลองพบว่าสมการให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากการทำนายของ brix, Pol และ fiber ที่เหมาะสมที่สุดดังนี้ 0.999, 0.921 และ0.867 และ 0.264 องศาบริกซ์, 1.834 % และ 1.130 % ตามลำดับ

Table 2 Statistical analysis of calibration and full cross validation of sugarcanejuice and bagasses by Partial least square regression.

Analyze	Pretreatment	n	PC	Calibration		Full cross validation	
				R	RMSEC	RCV	RMSECV
Brix(%)	Original	30	4	0.999	0.169	0.996	0.377
	MSC		2	0.998	0.196	0.994	0.453
	2D		4	**0.999**	0.196	0.998	**0.264**
Pol(%)	Original	16	3	0.916	1.358	0.824	1.974
	MSC		2	**0.921**	1.323	0.848	**1.834**
	2D		4	0.934	1.211	0.805	2.130
Fiber(%)	Original	30	5	0.879	0.902	0.763	1.240
	MSC		3	**0.867**	0.940	0.805	**1.130**
	2D		3	0.832	1.049	0.718	1.334

R = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

RCV = ค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

RMSEC = ค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบประสิทธิภาพ

RMSECV = ค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบประสิทธิภาพ

สรุปผล

การตรวจสอบคุณภาพของอ้อยด้วยแสงเนียร์อินฟราเรดสเปกโตสโกปี โดยการสร้างสมการถดถ้อยเชิงเส้น (Partial Least Squares Regression (PLS)) ให้ผลที่มีประสิทธิภาพในการประเมินปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (brix), เปอร์เซ็นต์น้ำตาลซูโครส (Pol) และปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (Fiber) ซึ่งน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่ให้การวิเคราะห์ที่แม่นยำ และรวดเร็ว สามารถเป็นแนวทางที่จะพัฒนานำไปใช้ในการทำนายคุณภาพอ้อยในระดับอุตสาหกรรมได้อย่างต่อเนื่องต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ Japan International Research Center for Agricultural Sciences และศูนย์วิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านการตรวจสอบคุณภาพสินค้าโดยวิธีไม่ทำลายในการสนับสนุนทุนวิจัยและประสานงาน

เอกสารอ้างอิง

Burn, D.A., 2001, Handbook of Pulping and Papermaking, Academic press,Inc., U.K, 86-91.

Ozaki, Y., 2003, Introduction to NIR Spectroscopy-Principle, Instrumentation and Application, In Warunee Thanapase, Anupun Terdwongeorakul and Thongchai Suwansichon, การอบรมเชิงปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพสินค้าด้วยเทคนิค Near Infrared Spectroscopy เพื่อการแข่งขันในเวทีการค้าโลก.

Osborne, B.G., Fearn, T. and Hindle, P.H., 1993, Practical NIR Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis, Longman Group, UK. 227.

ผลของสารสกัดอย่างหยาบจากเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชบางชนิด

Effect of Aqueous Extract of *Melaleuca cajuputi* Powell on Growth Inhibition of Some Pathogenic Fungi

นาตยา มนตรี[1] จุฑามาศ สุวรรณจันทร์[1] และ พรประพา คงตระกูล[1]
Montri, N.[1], Suwanajan, J.[1] and Pronprapa, K.[1]

Abstract

The effects of different concentrations of aqueous extract of *Melaleuca cajuputi* Powell at 100 200 400 and 800 mg/L^{-} on growth of *Fusarium oxysporum, Collectotricum gleosporides, Phytopthora parasitica* and *Pythium deliense* in Potato Dextrose Agar (PDA) compared with 0 mg/L^{-} were investigated. The result were found that all concentrations of *M. cajuputi* aqueous extract could inhibit growth of those pathogenic fungi. The percentage of fungi inhibition was increased gradually with higher concentrations. The hundred percent of growth inhibition of *P. parasitica* and *P. deliense* were found in 400 and 800 mg/L^{-} treatments at 4 and 1 days of culture. While the highest percentage of growth inhibition at 87.84 and 86.16 % was achieved in 800 mg/L^{-} treatment for *F. oxysorum* and *C. gloeosporiodes* after 5 and 9 days of culture respectively.

Keywords: *Melaleuca cajuputi*, pathogenic fungi, crude extract

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของสารสกัดอย่างหยาบจากใบแห้งของเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 100 200 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อการยับยั้งเชื้อราโรคพืช *Fusarium oxysporum, Collectotricum gleosporides, Phytopthora parasitica* และ *Pythium deliense* บนอาหารแข็ง Potato Dextrose Agar (PDA) เปรียบเทียบกับการไม่เติมสารสกัดจากเสม็ดขาว พบว่า ทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัดอย่างหยาบของเสม็ดขาว สามารถยับยั้งการเจริญเชงเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้ และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารสกัด โดยที่ระดับความเข้มข้นที่ 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *P. parasitica* และ *P. deliense* ได้ร้อยละ 100 ที่ระยะเวลา 4 และ 1 วัน หลังการเลี้ยงเชื้อ ส่วนร้อยละการยับยั้งของเชื้อ *F. oxysorum* และ *C. gloeosporiodes* สูงสุดที่ร้อยละ 87.84 และ 86.16 ในความเข้มข้น 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา 5 วัน และ 9 วัน หลังการเลี้ยงเชื้อ ตามลำดับ

คำสำคัญ: เสม็ดขาว เชื้อราโรคพืช สารสกัดอย่างหยาบ

คำนำ

ปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะทางการเกษตร มีการใช้สารเคมีปริมาณมากในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในธรรมชาติ และมีผลทางอ้อมต่อสุขภาพของมนุษย์ ทั่วโลกจึงได้ตื่นตัวในการศึกษาวิจัยเพื่อนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ทดแทนสารเคมีทางการเกษตรเพื่อให้มีความปลอดภัยต่อระบบนิเวศน์ ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้พืชสมุนไพรหลายชนิดมาใช้ในการยับยั้งและป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้เช่นเดียวกับสารเคมี ซึ่งเสม็ดขาว (*Melaleuca cajuputi* Powell) (Figure 1) เป็นพืชที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นไม้พื้นเมือง และพบมากในบริเวณป่าชายเลนและป่าพรุ ได้มีรายงานการค้นพบสาร cineole (นิจศิริ และพยอม, 2534) และนำสารสกัดมาใช้ในการฆ่าหมัดเหา (สมชัย, 2538) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสารสกัดจากเสม็ดขาวสามารถยับยั้งการกินของหนอนใยผัก และสามารถควบคุมการวางไข่ของด้วงถั่วเขียวได้ (สมชัย, 2538) ดังนั้นจึงได้นำสารสกัดหยาบจากเสม็ดขาว และทดสอบผลของสารสกัดต่อการเจริญของเชื้อราศัตรูพืชบางชนิด ได้แก่ *Pythium deliense*, *Phytophthora parasitica*, *Fusarium oxysporum* และ *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่สำคัญในพืชผัก ไม้ดอก และไม้ผล เพื่อเป็นแนวทางในการนำสารสกัดหยาบมาใช้ในการยับยั้งเชื้อราศัตรูพืช เพื่อการประยุกต์ใช้ในเชิงการค้าต่อไป

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร อ.ปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
[1]Division of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Patiw, Chumphon 86160

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัดจากใบเสม็ดขาว

นำใบสดของเสม็ดขาวจำนวน 4 กิโลกรัม มาล้าง บดให้ละเอียด แช่เมทธานอล หมักไว้ 1 คืน เขย่าด้วยเครื่อง uitrasonic เป็นเวลา 3 ชั่วโมง กรองเศษใบออกด้วยผ้าขาวบาง และกรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำกากใบไปแช่เมทธานอลอีกครั้ง นำสารที่ได้จากการกรองมาทำการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นระเหยสูญญากาศ จนกระทั่งได้สารสกัดที่มีลักษณะเป็นผง

การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

นำเชื้อรา 4 ชนิด ได้แก่ *Phytophthora parasitica* (DOAC 1026), *Fusarium oxysporum* (DOAC 1539), *Pythium deliense* (DOAC 1506) และ *Colletotrichum gloeosporioides* (DOAC 1750) จากสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร มาเลี้ยงบนอาหาร PDA เตรียมทดสอบกับสารสกัด

การทดสอบการเจริญของเชื้อในสารสกัด และการวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์

โดยการเตรียมสารสกัดหยาบที่ได้จากใบเสม็ดขาวมาปรับความเข้มเป็น 5 ระดับ คือ 0, 10, 200, 400 และ 800 ppm ผสมสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในอาหาร PDA เทอาหารใส่จานเลี้ยงเชื้อ 10 มิลลิลิตร วางเชื้อที่เตรียมไว้บนอาหาร บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (cm) แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโต (Percent Inhibition of Diameter Growth = PIDG: PI) ตามวิธีของ เกษม (2532) ดังนี้

PI = (A-B)/Ax100

โดย A = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อโรคใน control

B = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อโรคในจานเลี้ยงเชื้อร่วม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อราโรคพืช 4 ชนิด ในอาหารสูตร PDA ที่ไม่มีการเติมสารสกัดของใบเสม็ดขาว พบว่า เชื้อราทั้ง 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยเชื้อ *P. deliense* มีระยะเวลาการสร้างสปอร์จนเต็มจานเลี้ยงเป็นเวลา 1 วัน เชื้อ *Phy. parasitica* มีระยะเวลาการสร้างสปอร์จนเต็มจานเลี้ยงเป็นเวลา 4 วัน เชื้อ *F. oxysporum* มีระยะเวลาการสร้างสปอร์จนเต็มจานเลี้ยงเป็นเวลา 5 วัน และเชื้อ *C. gloeosporioides* มีระยะเวลาการสร้างสปอร์จนเต็มจานเลี้ยงเป็นเวลา 9 วัน

ส่วนการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 4 ชนิด โดยใช้ความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 800 ppm เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ที่ไม่เติมสารสกัด พบว่า การเติมสารสกัดมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้นในเชื้อราทั้ง 4 ชนิด โดยที่ความเข้มข้น 800 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. deliense*, *F. oxysporum* และ *C. gloeosporioides* ได้ดีที่สุดร้อยละ 100, 87.84 และ 86.16 โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี 0, 0.67 และ 0.76 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนเชื้อ *Phy. parasitica* พบว่าที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 400 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

โดยสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวทุกความเข้มข้น มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืช 4 ชนิด ซึ่งผลสอดคล้องกับการทดลองของ อุไรวรรณ (2545) พบว่า น้ำมันเสม็ดขาวมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราหลายชนิด ได้แก่ *Aspergillus niger, A. japonicus, Eurotium* sp., *Fusarium* sp. และ *Penicillium* ได้ดี Carson และคณะ (2006) พบว่า สารสกัดจากเสม็ดขาว มีฤทธิ์ในการยับยั้ง การเจริญของเชื้อ *Aspergillus niger, Candida albicans*, *C. glabrata*, *Saccharomyces cerevisiae* และแบคทีเรียบางชนิดได้ดี ทั้งนี้เนื่องจาก น้ำมันหอมระเหยจากใบเสม็ดขาวมีสาร ß – pipene, α – terpineol และ cineole ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้หลายชนิด (Christop และคณะ, 2000)

สรุปผล

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 4 ชนิด พบว่า สารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวมีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชดังกล่าวได้ ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการนำสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคพืช รวมทั้งการสกัดสารบริสุทธิ์และการวิจัยอันนำไปสู่การนำสารสกัดทั้งจากรูปสารสกัดอย่างหยาบและสารบริสุทธิ์ เพื่อนำไปใช้ในเชิงการค้าต่อไป

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารีฯ สนองพระราชดำริโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และได้รับการสนับสนุนงบประมาณงานวิจัยส่วนหนึ่งจากเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2551 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง, 2532, การใช้ *Chaetomium cupreum* ในการควบคุมโรคไหม้ของข้าวโดยชีววิธี, วารสารโรคพืช, 9(1): 28–33.

นิจศิริ เรืองรังสี และพยอม ตันติวัฒน์, 2534, พืชสมุนไพร, พิมพ์ที่ โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ, หน้า 112.

สมชัย ลาภอนันต์นพคุณ, 2538, การศึกษาสารควบคุมแมลงจากต้นเสม็ดและสารฆ่าเชื้อราโรคผิวหนังจากต้นขี้หนอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, 2545, สรุปความก้าวหน้าโครงการพัฒนาการผลิตและการใช้ประโยชน์จากเสม็ดขาว, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Carson, C.F., Hammer, K.A. and Riley, T.V., 2006, *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil, A Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties, The University of Western Australia, 50–62.

Christop, F., Keulfers, P.M. and Stahl-Biskup, E., 2000, A comparative Study of the in Vitro Antimicrobial Activity of Tea Tree Oils. with Special Reference to the Activity of the Beta – Triketones, Journal of Plant Medicine, 558-559.

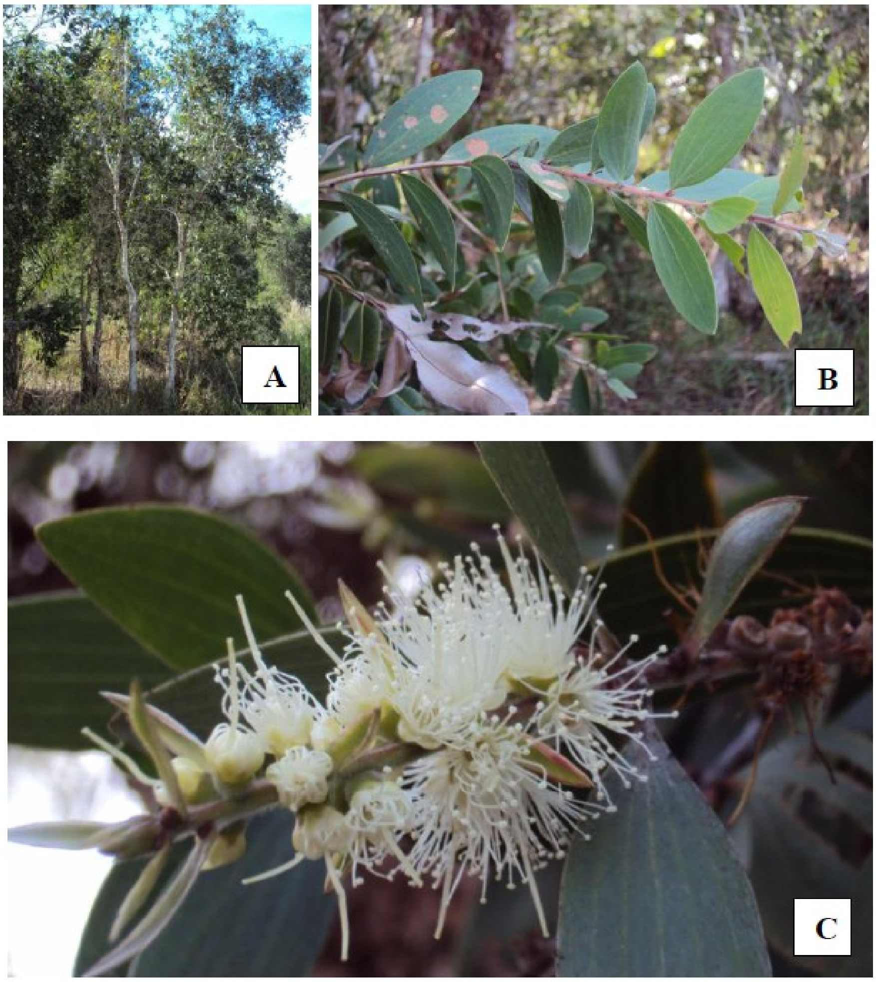


Figure 1 Characteristics of *Melaleuca cajuputi* Powell: stem (A), leave (B) and flower (C).

Table 1 Effect of *Melaleuca cajuputi* Powell crude extract on coloni diameter (Ø and growth inhibition percentage (PI) of *P. Deliense*, *P. parasitica*, *F. oxysporum* and *C. gloeosporioides*.

concentration (ppm)	*P. deliense*		*P. parasitica*		*F. oxysporum*		*C. gloeosporioides*	
	Ø[1/] (cm)	PI[1/,2/] (%)	Ø[1/] (cm)	PI[1/,2/] (%)	Ø[1/] (cm)	PI[1/,2/] (%)	Ø[1/] (cm)	PI[1/,2/] (%)
control	5.63 ±0.27a	0.00±0.00 e	5.88±0.19 a	0.00±0.00 d	5.51±0.09 a	0.00±0.00 e	5.50±0.24 a	0.00±0.00 e
100	3.56±0.21 b	36.67±5.28 d	1.22±0.10 b	79.20±1.95 c	1.78±0.09 b	67.67±0.72 d	4.66±0.11 b	15.16±3.96 d
200	1.92±0.17 c	66.87±2.29 c	0.87±0.06 c	85.20±0.82 b	1.47±0.06 c	73.30±1.46 c	4.14±0.07 c	24.19±3.48 c
400	0.76±0.05 d	86.46±0.89 b	0.00±0.00 d	100.00±0.00 a	1.24±0.06 d	77.49±0.85 b	2.74±0.05 d	50.07±2.75 b
800	0.00±0.00 e	100.00±0.00 a	0.00±0.00 d	100.00±0.00 a	0.67±0.06 e	87.84±0.87 a	0.76±0.05 e	86.16±0.90 a

[1/] Within the same column values followed by the same letter are not significantly different at the 0.1 % level (Duncan's Multiple Range Test, DMRT)

[2/]/PI = percentage of growth inhibition (PI = (A-B)/Ax100)

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 93-96 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 93-96 (2553)

อิทธิพลของซีลีเนียมต่อรูปแบบแสดงออกของโปรตีนในถั่วเขียว

Effects of Exogenous Selenium on Protein Pattern in Mungbean (*Vigna radiata* (L.) R.Wilczek)

ภัทร์ลดา สุธรรมวงศ์[1] พนิดา อติเวทิน[1] อภิเดช แสงดี[2] และ วรัญญู แก้วดวงตา[1]

Suthamwong, P.[1], Atiweti, P.[1], Sangdee, A.[2] and Kaewduangta, W.[1]

Abstract

Selenium (Se) is a trace element which is known to be essential for man and animals. It is however highly toxic at high concentrations. Se has demonstrated its potentials in reducing the risk of cancer, AIDS and free radical. There are two types of selenium: organic selenium and inorganic selenium. Inorganic selenium can be transformed to be organic selenium such as selenomethionine, selenocystine and selenocysteine by microbial and plants. In this study, effects of exogenous selenium, using 0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 µg/ml of selenate (Na_2SeO_4) on protein pattern in mungbean, were analyzed. The result have shown that mungbean accumulated the highest selenium of 1,031 mg/kg when using the selenate concentration at 90 µg/ml Na_2SeO_4. The total of selenium accumulation in mungbean had increased and had the highest amount after being treated for 168 h. Compared to untreated mungbean, it was found that the mungbean which was treated with Na_2SeO_4 expressed more the 48.6 kDa and 27.3 kDa. It could be concluded that those proteins might be related to the accumulation ability of selenium in Mungbean.

Keywords: selenium protein, selenium accumulation, mungbean

บทคัดย่อ

ซีลีเนียม เป็นธาตุที่จำเป็นต่อมนุษย์และสัตว์ การได้รับซีลีเนียมในปริมาณเล็กน้อยจะเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะแสดงบทบาทสำคัญในการลดการเกิดมะเร็ง โรคเอดส์ และต้านอนุมูลอิสระ พบได้ใน 2 รูปแบบ คือ ซีลีเนียมอินทรีย์ และซีลีเนียมอนินทรีย์ ซึ่งซีลีเนียมอนินทรีย์สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นซีลีเนียมอินทรีย์ เช่น selenomethionine, selenocystine และ selenocysteine โดยแบคทีเรีย และพืช จากการทดลองเมื่อให้สารซีลีเนตกับถั่วเขียวที่ความเข้มข้น 0, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 µg/ml Na_2SeO_4 พบว่าถั่วเขียวสะสมซีลีเนียมสูงสุด 1,031 mg/kg เมื่อได้รับซีลีเนตความเข้มข้น 90 µg/ml ปริมาณซีลีเนียมที่สะสมในถั่วเขียวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และสูงสุดเมื่อเวลาผ่านไป 168 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์รูปแบบโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE พบว่า ถั่วเขียวที่ได้รับซีลีเนตมีการแสดงออกของโปรตีนขนาดโมเลกุล 48.6 kDa และ 27.3 kDa มากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งโปรตีนทั้ง 2 ชนิดนี้อาจมีความเกี่ยวข้องกับการสะสมซีลีเนียมในถั่วเขียว

คำสำคัญ: โปรตีนซีลีเนียม พืชสะสมซีลีเนียม ถั่วเขียว

คำนำ

ซีลีเนียมจัดเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อยและมีความสำคัญในร่างกายของสิ่งมีชีวิต การได้รับซีลีเนียมเพิ่มจากระดับปกติในปริมาณ 200 µg/day ช่วยลดการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ (colorectal cancer) และมะเร็งต่อมลูกหมาก (prostate cancer) ถึงร้อยละ 50 นอกจากนี้ ลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (coronary heart disease) ลดการติดเชื้อไวรัส และปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์ และยังเป็น co-factors ของเอนไซม์ Glutathione peroxidase ทำหน้าที่ในระบบของการรีดิวซ์ H_2O_2, lipid peroxide และ sterol peroxide ป้องกันมิให้เซลล์ถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ (free radical) และ peroxide ต่างๆ (Ellis และ Salt, 2003) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มโปรตีนที่จับกับซีลีเนียม มีความสัมพันธ์ในการดูดซับซีลีเนียมทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถสะสมซีลีเนียมเพิ่มขึ้น (Mounicou และคณะ, 2004) โดยกระบวนการรวมตัวของกรดอะมิโนซีลีโนกับโปรตีนที่ไม่จำเพาะเกิดจากกรดอะมิโนซีลีโนจะรวมตัวกับโปรตีนโดยอาศัยเอนไซม์บางชนิดในกระบวนการดูดซับซัลเฟอร์จึงทำให้

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1]Department of Agricultural, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand.

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2]Department of biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand.

ซีลีเนียมสามารถที่จะเข้าไปจับกับโปรตีนในสิ่งมีชีวิต พบได้ในพืชที่สะสมซีลีเนียม เช่น ต้นหอม (*Allium fistulosu)* (Kapolna และ Fodor, 2006) บล็อคโคลี่ (*Brassica oleracea* var. botrytis) (Zhu, 1999) ซีลีเนียมในพืชเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นซีลีเนียมในรูปอินทรีย์โดยเฉพาะซีลีโนเมทไธโอนีน (selenomethyonine; SeMet) และ เมทธิลซีลีโนซิสเตอีน (methyselenocysteine; MSC) การศึกษาครั้งนี้มีการให้ซีลีเนียมกับต้นกล้าถั่วเขียวและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโปรตีนที่สกัดจากเนื้อเยื่อพืชเพื่อจะนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตพืชซีลีเนียมสูงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาความเข้มข้นของซีลีเนียมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการดูดซับซีลีเนียมในถั่วเขียว

เพาะถั่วเขียวในทรายที่เติมซีลีเนียมความเข้มข้น 0, 30, 60, 90, 120, 150 หรือ 180 µg/ml เป็นเวลา 7 วัน นำต้นกล้าล้างด้วยน้ำกลั่น 5 ครั้ง แล้วล้างด้วยน้ำ DI 1 ครั้ง อบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C นาน 48 ชั่วโมง วิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมรวม (total selenium) เก็บข้อมูล เปอร์เซ็นต์การงอก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความยาวลำต้น ปริมาณซีลีเนียมที่พืชสะสม (ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) และความทนทานของพืชต่อซีลีเนียม (ดัดแปลงจากวิธีการของ Zhang และคณะ, 2003) ค่าดัชนีความทนทานซีลีเนียม (Se tolerance index : Se – TI) คำนวณได้จาก

$$\text{SE – TI} = \frac{\text{ความยาวลำต้นพืชที่มีซีลีเนียม}}{\text{ความยาวลำต้นพืชที่ไม่มีซีลีเนียม}}$$

ศึกษาผลของซีลีเนียมที่ถั่วเขียวได้รับจากภายนอกต่อรูปแบบการแสดงออกโปรตีน

เพาะถั่วเขียวในทรายสะอาดที่บรรจุซีลีเนียมที่ความเข้มข้นที่ทำให้ถั่วเขียวมีปริมาณซีลีเนียมสะสมสูงสุดนาน 7 วัน นำต้นกล้าล้างด้วยน้ำกลั่น 5 ครั้ง ตามด้วยน้ำ DI (De – ionization) นำตัวอย่างพืชมาสกัดโปรตีน

การสกัดโปรตีนและการวิเคราะห์ขนาดโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE (sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis)

ตัวอย่างพืช 1 g นำมาบดละเอียดใน 0.1M Na_2HPO_4 (pH 7.2) ที่เติม 14 mM β -mercaptoethanol กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น เพื่อแยกกากออก นำไป centrifuge ที่ 12000 rpm 4°C นาน 15 นาที วัดความเข้มข้นของโปรตีนที่ความยาวคลื่น 280 nm ด้วย spectrophotometer (UV-1700, SHIMADZU) แยกโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE ย้อมเจลด้วย Coomassie Brilliant Blue R-250

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ซีลีเนียมในรูปซีลีเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของถั่วเขียว แต่น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นซีลีเนตที่เพิ่มขึ้น (p>0.01) ซีลีเนตที่ความเข้มข้นสูงกว่า 30 µg/ml ทำให้ความยาวลำต้นชะงัก (p=0.01) การวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมรวม (Total Selenium) พบว่าที่ความเข้มข้น 90 µg/ml ถั่วเขียวมีปริมาณซีลีเนียมสะสมสูงสุด 1,031.01 mg/kg สอดคล้องกับ Huang และ Wu (1997) พบว่าซีลีไนต์ที่ระดับ 115 µM แสดงความเป็นพิษต่อข้าว โดยพืชแสดงอาการแคระแกร็น ซีด เหลือง (chlorosis) ใบเหี่ยวแห้ง การสังเคราะห์โปรตีนลดลง และพืชตายก่อนกำหนด และความเข้มข้นซีลีเนียมที่ 180 µg/ml ทำให้น้ำหนักสดถั่วเขียวลดลงร้อยละ 40 ค่าดัชนีความทนทานซีลีเนียม (Se-TI) เท่ากับ 0.22 ซึ่งแตกต่างกับ Feist และ Parker (2001) พบว่า *Stanleya pinnata* มีค่าดัชนีความทนทานต่อซีลีเนียม (Se-TI) เท่ากับ 0.2 และใน *Brassica juncea* (L). ซึ่งเป็นพืชที่สามารถสะสมซีลีเนียมสูงถึง 1000 mg/kg มีค่าดัชนีความทนทานต่อซีลีเนียม (Se-TI) เท่ากับ 0.3

การศึกษาปริมาณซีลีเนียมรวมที่สะสมในถั่วเขียวที่ระยะเวลาต่างๆ คือ 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144 และ 168 ชั่วโมงหลังได้รับซีลีเนียม พบว่าถั่วเขียวมีการสะสมเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดย 24 ชั่วโมงแรก ถั่วเขียวสามารถสะสมปริมาณซีลีเนียมเพิ่มขึ้นและหากได้รับซีลีเนียมนาน 168 ชั่วโมงส่งผลให้ซีลีเนียมสูงสุดถึง 662.95 ± 120.75 mg/kg (Table 2) ขณะที่การศึกษาของ Zhang และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษาการดูดซับและลำเลียงซีลีเนตโดยพบว่าการตอบสนองต่อการดูดซับซีลีเนตจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของซีลีเนียม และการศึกษา De Souza และคณะ (1998) พบว่าปริมาณซีลีเนียมรวมที่สะสมใน Indian mustard เพิ่มขึ้นเมื่อให้ซีลีเนียมที่ต่ำกว่า 20 µM นานเป็นเวลา 168 ชั่วโมง

เมื่อแยกโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE และวิเคราะห์ด้วย scion image พบว่าโปรตีนขนาด 48.6 KDa และ 27.3 KDa ในถั่วเขียวที่ได้รับซีลีเนตมีการแสดงออกมากกว่าถั่วเขียวที่ไม่ได้รับซีลีเนตอย่างเห็นได้ชัด (Figure 1) สันนิษฐานว่า โปรตีนทั้งสอง

ขนาด มีความเกี่ยวข้องกับการที่พืชมีการสะสมซีลีเนียมเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับซีลีเนตจากภายนอก ซึ่ง Mounicou และคณะ (2004) พบ โปรตีนซีลีเนียมใน บล็อกโคลี่ มีน้ำหนักโมเลกุลขนาด 70 kDa, 10 kDa และ 5 kDa และ Flemetakis และคณะ (2002) ได้ศึกษาโปรตีนซีลีเนียมใน *Lotus japonicus* พบว่าโปรตีนซีลีเนียมใน *Lotus japonicus* มีน้ำหนักโมเลกุลขนาด 60 kDa ซึ่ง Behne และ Kyriakopoulos (2001) รายงานว่าโปรตีนที่จับกับซีลีเนียม ในสัตว์เลือดอุ่นมีน้ำหนักโมเลกุลขนาด 56 kDa (SELENBP1 หรือ SBP1) ซึ่งเป็นกลุ่มโปรตีนที่มีส่วนช่วยในกระบวนการลดพิษของซีลีเนียม การควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ เมทาบอลิซึมของลิพิด ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลขนาด 48.6 kDa และ 27.3 kDa ทั้งนี้อาจจะขึ้นกับชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับซีลีเนียม จากการเพาะถั่วเขียวในทรายล้างสะอาดที่เติมซีลีเนียม 90 µg/ml เป็นเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน แยกส่วนที่เป็นใบเลี้ยงมาสกัดโปรตีนด้วย 0.1M Na_2HPO_4 (pH 7.2) buffer ที่เติม 14 mM β-mercaptoethanol แยกขนาดโมเลกุลโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE พบว่าเมื่อ ระยะเวลาที่ได้รับซีลีเนต เพิ่มขึ้นส่งผลให้โปรตีนที่มีขนาดโมเลกุล 48.6 kDa ลดลงอย่างชัดเจน (Figure 2) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าโปรตีนขนาดโมเลกุล 48.6 kDa มีการสลายไป เมื่อถั่วเขียวได้รับซีลีเนตเป็นเวลา 7 วัน (Figure 3) แสดงอาการแคระแกร็น ใบเหี่ยวแห้ง ซึ่ง Terry และคณะ (2000) ได้รายงานถึงความเป็นพิษของซีลีเนียมว่าซีลีเนียมสามารถชักนำให้เกิดอาการใบซีด เหลือง โดยอาการใบซีดอาจเกิดจากการยับยั้งการสังเคราะห์ porphobilinogen synthetase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้าง Cholorophyll เพื่อช่วยในการสังเคราะห์แสงของพืช

Table 1 Effect of exogenous selenium on germination growth and total selenium in Mungbean.

Selenium concentration (µg/ml)	Germination (%)	Dry weight (g)	Shoot length (cm)	Total selenium (mg/kg)
0	74.94	2.39 b	12.51 a	1.13 d
30	85.25	3.07 ab	11.29 a	537.33 c
60	81.50	3.33 ab	8.37 b	877.91 b
90	89.25	3.89 a	5.53 c	1031.01 a
120	89.25	4.01 a	4.65 cd	1027.02 a
150	82.25	3.88 a	3.32 d	786.37 b
180	79.25	3.91 a	2.49 d	780.08 b
F – test	NS	**	**	**
% CV	1.22 %	1.95 %	2.18 %	4.08 %

NS : non significant, ** significant at $p \leq 0.01$, mean within column followed by the different letter are significantly different ($p \leq 0.01$)

Table 2 Total selenium accumulated in Mungbean.

Mungbean (hour after Se-treated)	Total selenium (mg/kg)
0	3.11 ± 0.14*
24	85.15 ± 7.14
48	244.82 ± 24.25
72	348.6 ± 29.11
96	495.25 ± 54.85
120	532.91 ± 69.94
144	482.02 ± 55.97
168	662.95 ± 120.75

*Values are expressed as mean ± standard deviation of four replicates

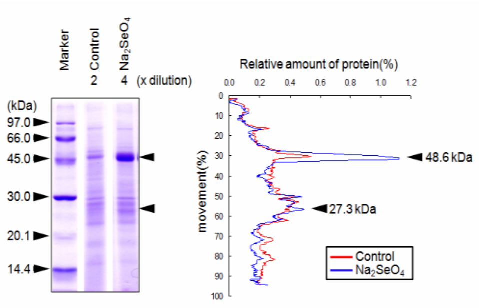


Figure 1 Compared protein pattern between Mungbean treated with Na_2SeO_4 (S) and Mungbean untreated Na_2SeO_4 (control; C).

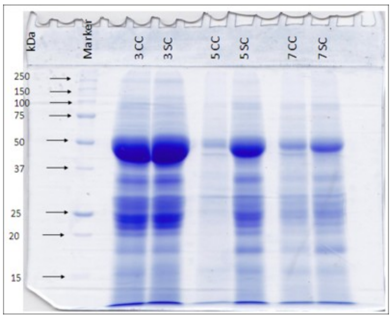


Figure 2 SDS-PAGE analysis of total protein from cotyledon of Mungbean untreated Na_2SeO_4 (control; CC) and treated Na_2SeO_4 (SC) growth 3, 5, 7 days.

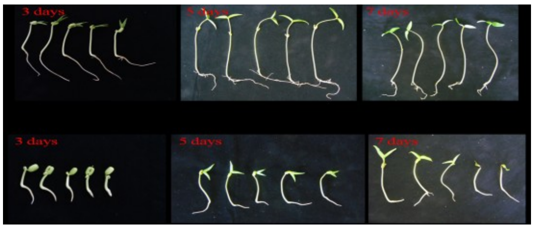


Figure 3 Effect of selenium concentration 90 µg/ml on growth 3, 5, 7 Days of Mungbean (A; control, B; treat Na_2SeO_4).

สรุปผล

เมื่อถั่วเขียวได้รับซีลีเนตที่สูงกว่า 60 µg/ml ทำให้หยุดการเจริญเติบโต และที่ความเข้มข้น 90 µg/ml ถั่วเขียวสามารถสะสมซีลีเนียมได้ 1,031.01 mg/kg จากการศึกษาอิทธิพลของซีลีเนียมต่อรูปแบบการแสดงออกของโปรตีนในถั่วเขียว พบว่าถั่วเขียวที่ได้รับซีลีเนตมีการแสดงออกของโปรตีนขนาด 48.6 kDa และ 27.3 kDa มากกว่าถั่วเขียวที่ไม่ได้รับซีลีเนต เมื่อศึกษาการปริมาณซีลีเนียมรวมที่สะสม พบว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณซีลีเนียมรวม สะสมเพิ่มมากขึ้น (สูงสุดที่ 168 ชม.หลังได้รับซีลีเนต) เห็นได้ว่า โปรตีนขนาด 48.6 kDa และ 27.3 kDa ที่พบในต้นถั่วเขียวที่ได้รับซีลีเนตนั้น มีความน่าสนใจอย่างยิ่ง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis, (17thed), Washington D.C: Association of Official Analytical Chemical.

Behne, D., Kyriakopoaoelos, A., Scheid, S. and Gessner, H., 1991, Effects of Chemical Form and Dosage on the Incorporation of Selenium into Tissue Proteins in Rats, Journal Nutrition, 121: 806-814.

De Souza, M.P., Pilon, E.A., Smits, H. and Lytle, C.M., 1998, Ratelimiting Steps in Selenium Assimilation and Volatilization by Indian Mustard, Plant Physiology, 117: 1487–1494.

Ellis, D.R. and Salt, D.E., 2003, Plants, Selenium and Human Heaith, Cur.Opin, Plant Biology, 6: 273-279.

Feist, L.J. and Parker, D.R., 2001, Ecotypic Variation in Selenium Accumulation Among Populations of *Stanleya Pinnata*, New Phytologist, 149: 61-69.

Flemetakis, E., Agalou, A., Kavroulakis, N., Dimou, M., Martsikovskaya, A., Slater, A., Spaink, P.H., Roussis, A. and Katinakis, P., 2002, Lotus japonicus Gene Ljsbp Is Highly Conserved Among Plants and Animals and Encodes a Homologueto the Mammalian Selenium-Binding Proteins, Molecular Plant Microbe Interactions, 15(4): 313–322.

Huang, A.Y. and Wu, Z.L., 1997, The Effects of Na_2SeO_3 on Rice Seedling Growth and Glutathione Peroxidase Activity, Journal Southwest China Normal University Natural Science, 22(4): 421–425.

Kapolna, E. and Fodor, P., 2006, Speciation Analysis of Selenium Enriched Green Onions (Allium fistulosum) by HPLC-ICP-MS, Microchemical Journal, 84: 56-62.

Mounicou, S., Meija, J. and Caruso, J., 2004, Preliminary Studies on Selenium-containing Proteins in Brassica juncea by Size Exclusion Chromatography and Fast Protein Liquid Chromatography Coupled to ICP-MS, Analyst, 129: 116-123.

Terry, N., Zayed, A.M., De Souza, M.P. and Tarun, A.S., 2000, Selenium in Higher Plants, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 51: 401–432.

Van, T.H., Abdel-Ghany, S., Hale, K.L., LeDuc, D., Terry, N. and Pilon-Smits, E.A., 2003, Overexpression of Cystathionine Gamma-Synthase in Indian Mustard Enchances Selenium Volatilization, Planta, 218: 71-78.

Yanling, Z., Pan, G., Chen, J. and Hu, Q., 2003, Uptake and Transport of Selenite and Selenate by Soybean Seedlings of two Genotypes, Plant and Soil Journal, 253: 437–443.

การประเมินความแปรปรวนของลักษณะฟีโนไทป์ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น

Evaluation of the Phenotypic Variation of Promising Soybean Lines

พยุดา ยอดจูน[1] รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ[1] และ จุฑามาศ ร่มแก้ว[1]

Yodchoon, P.[1], Kaveeta, R.[1] and Romkaew, J.[1]

Abstract

Evaluation of the phenotypic variation was conducted using 7 promising soybean lines and 2 recommended varieties. The experimental design was a RCB with 3 replications in late rainy season (August-November,2008), dry season (January-April, 2009), early rainy season (July-October, 2009) and dry season (December, 2009-March, 2010). The data of important phenotypic traits were collected on seed yield, yield components, namely, pods per plant, seeds per plant, seeds weight per plant and100-seeds weight and agronomic traits, *i.e.* plant height, days to 50 % flowering and days to maturity. The 7 promising soybean lines differed significantly in all trails, except, pods per plant, seeds per plant, seeds weight per plant and seed yield. Effect of environment (4 seasons) was significant in all studied traits. But, effects of genotype and environment interaction were significant only some traits, *i.e.* days to 50 % flowering, plant height and number of nodes at days to flowering, days to harvesting, number of nodes at days to harvesting, number of branches per plant and 100-seeds weight. Among promising soybean lines, NS 1 1-12 and NS 1 3-4 had good phenotypic traits than other lines and recommended varieties in short days to harvesting and high 100-seed weight. Planting of soybean in rainy season was high yield and yield components than dry season.

Keywords: soybean, variation, phenotypic, genotype and environment interaction

บทคัดย่อ

การประเมินความแปรปรวนของลักษณะฟีโนไทป์ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น ใช้ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น 7 สายพันธุ์ และพันธุ์แนะนำ 2 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ ใน 4 ฤดูปลูกคือ ปลายฤดูฝน (ส.ค.-พ.ย. 51) ฤดูแล้ง (ม.ค. – เม.ย. 52) ต้นฤดูฝน (ก.ค. – ต.ค. 52) และ ฤดูแล้ง (ธ.ค. 52 – มี.ค. 53) โดยเก็บข้อมูลลักษณะฟีโนไทป์ที่สำคัญของถั่วเหลือง ได้แก่ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และ ลักษณะทางการเกษตร เช่น ความสูง วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ วันเก็บเกี่ยว พบว่า ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 7 สายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และ ผลผลิต ส่วนอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการปลูกทั้ง 4 ฤดูปลูก พบนัยสำคัญในทุกลักษณะที่ศึกษา แต่อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม พบนัยสำคัญเฉพาะบางลักษณะ ได้แก่ วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงและจำนวนข้อที่ระยะออกดอก วันเก็บเกี่ยว จำนวนข้อที่ระยะเก็บเกี่ยว จำนวนกิ่ง และ น้ำหนัก 100 เมล็ด จากถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นทั้งหมด พบว่า นว 1 1-12 และ นว 1 3-4 มีลักษณะฟีโนไทป์ที่ดีอย่างเด่นชัดกว่าสายพันธุ์อื่นและพันธุ์เปรียบเทียบ โดยมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และ น้ำหนัก 100 เมล็ดสูง ในขณะที่การปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝนทำให้ผลผลิต และ องค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าฤดูแล้ง

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง ความแปรปรวน ฟีโนไทป์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม

คำนำ

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อแก้ไขปัญหาในด้านผลผลิตนั้น สายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้จะต้องให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงและมีลักษณะฟีโนไทป์ (phenotype) ต่างๆ ดี โดยลักษณะฟีโนไทป์ คือ ลักษณะต่างๆ ของพืชที่แสดงออกมาให้เห็น เช่น ความสูง จำนวนฝัก และ จำนวนกิ่ง เป็นต้น (รังสฤษดิ์, 2539) แต่ลักษณะฟีโนไทป์เหล่านี้จะมีความแปรปรวนเกิดขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 3 ปัจจัยคือ พันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม โดยแต่ละปัจจัยจะมีผลต่อ

[1]คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

ประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ซึ่งทำให้การแสดงออกของแต่ละพันธุ์และลักษณะต่างๆ ในพันธุ์แตกต่างกันออกไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ถ้าอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมมีมากขึ้น ก็จะทำให้ความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์ยิ่งลดลง ส่งผลให้การคัดเลือกพันธุ์มีความยุ่งยากมากขึ้น (Comstock และ Moll, 1963; Byth, 1981) นอกจากนี้ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นสายพันธุ์ใหม่ที่ได้จากคัดเลือกโดยวิธีการต่างๆ ในการปรับปรุงพันธุ์ โดยส่วนใหญ่ยังมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นทำให้ต้องมีการประเมินความแปรปรวนของลักษณะฟีโนไทป์ต่างๆ ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น เพื่อศึกษาดูว่าลักษณะฟีโนไทป์แต่ละลักษณะที่สำคัญของถั่วเหลืองมีความแปรปรวนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ใช้สายพันธุ์ถั่วเหลืองดีเด่นที่ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ KUSL 3802-1, KUSL 3802-4, KUSL 3802-6, KUSL 20004, นครสวรรค์ 1 1-12, นครสวรรค์ 1 4-6 และ สุโขทัย 2 34-1 ร่วมกับพันธุ์แนะนำ 2 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 60 และ จักรพันธ์ 1 ใช้แผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ทำการปลูกถั่วเหลืองโดยใช้ระยะปลูก 50x25 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย 2x5 ตารางเมตร ปลูก 4 ฤดูปลูก คือ ปลายฤดูฝน (ส.ค.-พ.ย. 51) ฤดูแล้ง (ม.ค. – เม.ย. 52) ต้นฤดูฝน (ก.ค. – ต.ค. 52) และ ฤดูแล้ง (ธ.ค. 52 – มี.ค. 53) เก็บข้อมูลลักษณะฟีโนไทป์ที่สำคัญของถั่วเหลือง ได้แก่ ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ โดยเก็บเกี่ยวแต่ละแปลงย่อยใช้พื้นที่เท่ากับ 1 X 2 ตารางเมตร องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น สุ่มนับจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย และ น้ำหนัก 100 เมล็ด สุ่มนับจำนวน 3 ตัวอย่างต่อแปลงย่อย และ ลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความสูงที่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนข้อที่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงที่วันเก็บเกี่ยว จำนวนข้อที่วันเก็บเกี่ยว จำนวนกิ่งต่อต้นที่วันเก็บเกี่ยว สุ่มนับจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ และ วันเก็บเกี่ยว สำหรับข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ในแต่ละฤดูปลูกจะนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combine Analysis of Variance) เพื่อประเมินอิทธิพลของพันธุ์/สายพันธุ์ (G) ฤดูปลูก (E) และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (G X E)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 7 สายพันธุ์ ในทุกลักษณะที่ทำการศึกษาที่ปลูกใน 4 ฤดูปลูก พบอิทธิพลของพันธุกรรม (สายพันธุ์/พันธุ์) และ สภาพแวดล้อม (ฤดูปลูก) มีผลต่อการแสดงออกในลักษณะต่างๆ ของถั่วเหลืองแตกต่างกันไป โดย ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกในทุกลักษณะ ได้แก่ ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงที่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนข้อที่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงที่วันเก็บเกี่ยว จำนวนข้อที่วันเก็บเกี่ยว จำนวนกิ่งต่อต้น วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ และ วันเก็บเกี่ยว (Table 1) โดยการปลูกถั่วเหลืองในต้นและปลายฤดูฝนทำให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และ ลักษณะทางการเกษตรทุกลักษณะ ดีกว่าการปลูกในฤดูแล้ง (Table 2) ส่วนความแปรปรวนอันเนื่องมาจากพันธุกรรมจะมีผลต่อแสดงออกเฉพาะในลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงที่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนข้อที่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงที่วันเก็บเกี่ยว จำนวนข้อที่วันเก็บเกี่ยว จำนวนกิ่งต่อต้นที่วันเก็บเกี่ยว วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ และ วันเก็บเกี่ยว (Table 1) โดยถั่วเหลืองสายพันธุ์ นว 1 1-12 และ นว 1 3-4 มีลักษณะฟีโนไทป์ที่ดีอย่างเด่นชัดกว่าสายพันธุ์อื่น และ พันธุ์แนะนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นว 1 1-12 มีลำต้นสูง น้ำหนัก 100 เมล็ดมาก วันออกดอก และ อายุเก็บเกี่ยวสั้น (Table 2) นอกจากนั้นยังพบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมที่ทำให้การแสดงออกของลักษณะต่างๆ แตกต่างกันเมื่อปลูกต่างฤดู ซึ่งพบนัยสำคัญเฉพาะบางลักษณะ ได้แก่ วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงและจำนวนข้อที่ระยะออกดอก วันเก็บเกี่ยว จำนวนข้อที่ระยะเก็บเกี่ยว จำนวนกิ่งต่อต้น และ น้ำหนัก 100 เมล็ด (Table 1) ชี้ให้เห็นว่าว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ศึกษามีความแปรปรวนในลักษณะดังกล่าว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมหรือฤดูปลูกหรือกล่าวอีกทางหนึ่งว่าแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่อฤดูปลูกที่แตกต่างกัน ซึ่ง นัฐภัทร์ (2546) รายงานว่า การสร้างมวลชีวภาพ ลักษณะทางพืชไร่ และ สรีรวิทยา ผลผลิต และ องค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลือง มีความแปรปรวนต่อฤดูกาล โดยมีความแปรปรวนในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง ในขณะที่ Hossain และคณะ (2003) และ Karasu และคณะ (2009) พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะความสูง วันออกดอก จำนวนกิ่งต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลือง

สรุปผล

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะฟีโนไทป์ต่างๆ พบว่า ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 7 สายพันธุ์มีความแตกต่างกันในบางลักษณะ โดย นว 1 1-12 และ นว 1 3-4 มีลักษณะฟีโนไทป์บางลักษณะที่ดีกว่าสายพันธุ์อื่น และการแสดงออกของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางเกษตรที่สำคัญ ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม (ฤดูปลูก) โดยการปลูกในฤดูฝนทำให้ลักษณะฟีโนไทป์ต่างๆ ดีกว่าฤดูแล้ง นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมในบางลักษณะ แสดงว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ศึกษาแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่อฤดูปลูกที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

นัฐภัทร์ คำหล้า, 2546, ความแปรปรวนของมวลชีวภาพเพื่อใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองวิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, 2539, การปรับปรุงพันธุ์พืชขั้นสูง I, ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Byth, D.E., 1981, Genotype x Environment Interaction and Environmental Adaptation in Plant Improvement – an overview, *In* Australian Institute of Agricultural Science, Byth, D.E. and Mungomery, V.E., eds, University of Queensland, Brisbane, 374.

Comstock, R.E. and Moll, R.H., 1963, Genotype – Environment Interaction. *In* Statistical Genetics and Plant Breeding, Hanson, W.D. and Robinson, H.F., eds, Washington, D.C: NAS – NRC., 892.

Hossain, M.A., Rahman, L. and Shamsuddin, A.K.M., 2003, Genotype – Environment Interaction and Stability Analysis in Soybean, Journal Biology Science, 3(11): 1026 – 1031.

Karasu, A., Oz, M., Goksoy, A.T. and Turan, T.M., 2009, Genotype by Environment Interaction, Stability and Heritability of Seed Yield and Certain Agronomical Traits in Soybean (*Glycine max* (L) Merr.), Journal Biology, 8(4): 580 – 590.

Table 1 Combine analysis of phenotypic trails of promising soybean lines/variety.

Source of variation	df	Mean Square					
		50%F	Ht	Node	DH	HTH	NH
Season (S)	3	464.558**	68.561**	26.087**	841.437**	696.939**	56.860**
Rep within Season	8	0.639	7.391*	0.933**	0.324	15.291	0.649
Lines (L)	8	31.934**	33.812**	1.330**	86.034**	80.118*	5.241**
S x L	24	14.189**	13.895**	0.640**	10.207**	43.277	1.026**
Error	64	0.486	2.933	0.227	0.524	36.124	0.312

** = Significance at 1% level * = Significance at 5% level

Table 1 (Cont.)

Source of variation	df	Mean Square					
		BH	Pod/P	Seed/P	SW/P	SW 100	Yield
Season (S)	3	2.276**	1492.570**	7695.32**	113.526**	85.914**	71602.2**
Rep within Season	8	0.117	35.384	246.629	1.317	1.298*	1557.12
Lines (L)	8	1.213**	147.328	261.715	5.556	35.373**	8462.52
S x L	24	0.620*	41.129	225.206	1.872	4.367**	3457.82
Error	64	0.307	107.294	485.138	5.961	0.466	5691.06

** = Significance at 1% level * = Significance at 5% level

Table 2 Mean of 100 seed weight of 7 promising soybean lines and 2 recommended varieties.

Variety (V)	Season (S)				Mean
	Late rainy season (Aug-Nov/08)	Dry season (Jan-Apr/09)	Early rainy season (Jul-Oct/09)	Dry season (Dec/09-Mar/10)	
KUSL 3802-1	12.70	10.53	13.84	11.63	12.18c
KUSL 3802-4	15.14	9.57	13.59	11.43	12.43c
KUSL 3802-6	13.92	10.32	15.31	11.73	12.82c
KUSL 20004	14.91	12.89	14.52	12.39	13.68b
NS 1 1-12	17.43	12.82	19.98	17.38	16.90a
NS 1 4-6	16.63	12.92	19.66	16.79	16.50a
ST 2 43-1	14.40	9.76	16.26	13.48	13.48b
JP 1	13.94	11.33	13.80	12.08	12.79c
CM 60	12.99	13.68	14.03	13.56	13.57b
Mean	14.67b	11.54d	15.67a	13.39c	
LSD 0.05 (S x V) = 1.11475					

Table 3 Mean of seed yield of 7 promising soybean lines and 2 recommended varieties.

Variety (V)	Season (S)				Mean
	Late rainy season (Aug-Nov/08)	Dry season (Jan-Apr/09)	Early rainy season (Jul-Oct/09)	Dry season (Dec/09-Mar/10)	
KUSL 3802-1	313.05	237.80	420.83	293.15	316.21
KUSL 3802-4	216.77	199.88	326.63	253.83	249.28
KUSL 3802-6	271.16	218.11	251.85	217.01	239.53
KUSL 20004	322.14	265.76	319.16	238.75	286.45
NS 1 1-12	282.03	244.06	371.60	328.21	306.47
NS 1 4-6	283.80	204.90	342.11	331.76	290.64
ST 2 43-1	310.64	219.59	389.78	266.48	296.62
JP 1	349.30	203.26	415.26	280.12	311.98
CM 60	291.38	252.01	329.71	268.31	285.35
Mean	293.37b	227.26c	351.88a	275.29b	
LSD 0.05 (S x V) = 125.620					

50%F = Day of flowering 50 %, Ht = plant height at 50 % flowering, Node = numbers of nodes per plant at 50% flowering, DH = days to harvesting, HTH = plant height at harvesting, NH = numbers of nodes per plant at harvesting BH = numbers of branches per plant at harvesting, Pod/P = number of pods per plant, Seed/P = number of seed per plant, SW/P = seed weight per plant, SW 100 =100 seed weight, Yield = seed yield per rai

ความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตคลองบางกรวย จังหวัดนนทบุรี

Species Diversity of Aquatic Plants in Bangkruai Canal, Nontaburi Province

สิทธิ กุหลาบทอง[1] และ สาวิกา กัลปพฤกษ์[1]
Kulabtong, S.[1] and Kunlapapuk, S.[1]

Abstract

Species diversity of aquatic plants was studies in Bangkruai canal, Nontaburi province during February – March 2009. A total of 22 species, aquatic plants family Poaceae is a prominent group, follow by aquatic plants family Araceae, Cyperaceae, Lemnaceae and Pontederiaceae. Most aquatic plants are brackish water ecosystem and some aquatic plants are loss such as *Nypa fruticans* Wurmb and wetland area become lower too.
Keywords: aquatic plant, Bangkruai canal, Nontaburi province

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตคลองบางกรวย จังหวัดนนทบุรี โดยสำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำ บันทึกข้อมูล และถ่ายภาพ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2552 จากนั้นนำมาจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง พบพรรณไม้น้ำ 22 ชนิด 16 วงศ์ โดยวงศ์ที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ Poaceae รองลงมาเป็นวงศ์ Araceae, Cyperaceae, Lemnaceae และ Pontederiaceae พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่เป็นพืชในระบบนิเวศน้ำกร่อย จากการเก็บข้อมูลในพื้นที่ทำให้ทราบว่า ปัจจุบันพรรณไม้น้ำหลายชนิดได้หายไปจากพื้นที่ เช่น ต้นจาก (*Nypa fruticans* Wurmb) อีกทั้งพื้นที่ของระบบนิเวศพรรณไม้น้ำป่าชายเลนของคลองบางกรวยในปัจจุบันลดลงมาก
คำสำคัญ: พรรณไม้น้ำ บางกรวย นนทบุรี

คำนำ

คลองบางกรวยเป็นลำนำสาขาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล ตั้งอยู่ในเขตอำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญในด้านของการอุปโภค บริโภค และการคมนาคมมาแต่อดีต แต่ในปัจจุบันแหล่งน้ำดังกล่าวเสื่อมโทรมลง (สำนักสิ่งแวดล้อม, 2551) ส่งผลต่อระบบนิเวศในคลองบางกรวย โดยเฉพาะพืชและสัตว์น้ำกร่อยหลายชนิดได้สูญหายไปจากพื้นที่ เช่น ปลาตีน (*Boleophthalmus* sp.)

จากเหตุผลข้างต้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตคลองบางกรวย จังหวัดนนทบุรี เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะพรรณไม้น้ำ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการระบบนิเวศคลองบางกรวยอย่างยั่งยืน และ เป็นการกระตุ้นเตือนให้คนท้องถิ่นหันมาให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตคลองบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี (Figure 1) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2552 แบ่งสถานีศึกษาออกเป็น 3 สถานี ได้แก่ ตอนต้นของคลอง, ตอนกลาง และคลองตนปลายบริเวณที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา โดยสำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำ บันทึกข้อมูล และถ่ายภาพ จากนั้นนำมาจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมประมง (2538) องค์การสวนพฤกษศาสตร์ (2545) ยุพา (2544) เศรษฐมันตร์ (2551) และ ลัดดา (2550)

[1]152/116 **ถ.ริมคลองท่าไข่ อ.เมือง จ. ฉะเชิงเทรา** 24000
[1]152/116 Rimkongthakai Road, Muang Distric, Chachoengsao Province, Thailand 24000

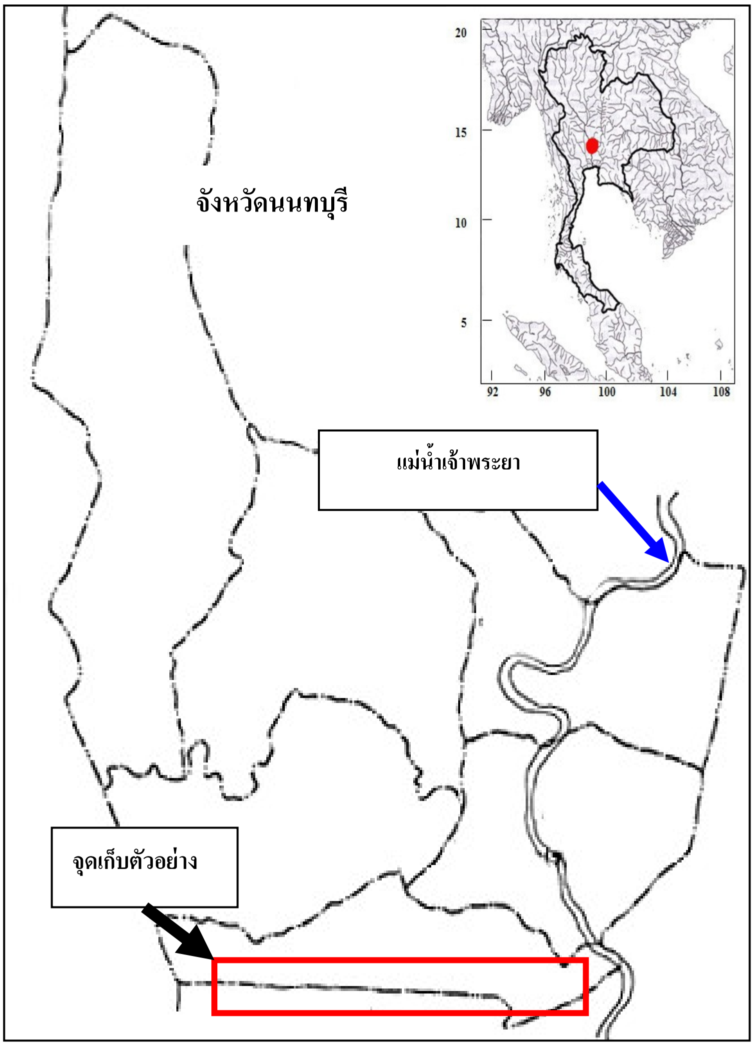


Figure 1 Area of sample collection at Bangkruai canal, Nontaburi.

ผลการทดลอง

พบพรรณไม้น้ำ 22 ชนิด 16 วงศ์ โดยวงศ์ที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ Poaceae รองลงมาเป็นวงศ์ Araceae, Cyperaceae, Lemnaceae และ Pontederiaceae พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่เป็นพืชในระบบนิเวศน้ำกร่อย (Table 1)

Table 1 Species of aquatic plants in Bangkruai canal, Nontaburi.

Family	Species	Thai common name
Acanthaceae	*Acanthus ebracteatus*	เหงือกปลาหมอ
Apocynaceae	*Cerbera odollam*	ตีนเป็ดน้ำ
Araceae	*Lasia spinosa*	จอก
	Pistia stratiotes	ผักหนาม
Cabombaceae	*Cabomba caroliniana*	สาหร่ายบัว
Ceratophyllaceae	*Ceratophyllum* cf. *demersum*	สาหร่ายพุงชะโด
Convolvuaceae	*Ipomoea aquatica*	ผักบุ้ง
Cyperaceae	*Cyperus* sp.	แห้วทรงกระเทียม
	Eleocharis dulcis	กกสามเหลี่ยม
Dennstaedtiaceae	*Acrostichum aureum*	ปรงทะเล
Flagellariaceae	*Flagellaria indica*	หวายลิง
Hydrocharitaceae	*Hydrocharis dubia*	ตับเต่าน้ำ
Lemnaceae	*Lemna perpusilla*	แหนเป็ด
	Wolffia cf. *arrhiza*	ไข่น้ำ
Mimosaceae	*Neptunia oleracea*	ผักกระเฉด
Myristicaceae	*Horsfieldia irya*	กรวย
Poaceae	*Brachiaria mutica*	หญ้าขน
	Leersia cf. hexandra	หญ้าไซ
	Oryza sativa	ข้าว
Pontederiaceae	*Eichornia crassipes*	ผักตบชวา
	Monochoria hastate	ผักตบไทย
Sonneratiaceae	*Sonneratia caseolaris*	ลำพู

วิจารณ์ผล

พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่ที่พบในเขตคลองบางกรวย เป็นพรรณไม้น้ำในระบบนิเวศน้ำกร่อย ได้แก่ ลำพู (*Sonneratia caseolaris*), กรวย (*Horsfieldia irya*), เหงือกปลาหมอ (*Acanthus ebracteatus*) หรือ ปรงทะเล (*Acrostichum aureum*) เป็นต้น สอดคล้องกับ สำนักสิ่งแวดล้อม (2551) ที่รายงานว่าคลองบางกรวยเป็นคลองที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล และจากการตรวจวัดค่าความเค็มโดยผู้วิจัยพบว่า คลองบางกรวยมีค่าความเค็มในระหว่างที่ทำการศึกษาเฉลี่ยประมาณ 5 ppt พรรณไม้น้ำหลายชนิดคนในพื้นที่มีการเพาะปลูกในเชิงเศรษฐกิจ เช่น ข้าว (*Oryza sativa*), ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) และ ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica*)

จากการสอบถามข้อมูลจากคนในพื้นที่ทำให้ทราบว่า พรรณไม้น้ำท้องถิ่นในอดีตที่พบหนาแน่น เช่น ต้นกรวย (*Horsfieldia irya*) และ ผักตบไทย (*Monochoria hastata*) ปัจจุบันลดจำนวนลงมาก อีกทั้งมีพรรณไม้น้ำหลายชนิดที่ปัจจุบันสูญหายไปจากคลองบางกรวยแล้ว เช่น ต้นจาก (*Nypa fruticans*) สอดคล้องกับการรายงานของ สุรพงษ์ (2536) ที่กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนนทบุรีเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนเมือง จากพื้นที่เกษตรกรรมเดิมเปลี่ยนไปเป็นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมและหมู่บ้านจัดสรรเพื่อการอยู่อาศัยเป็นเหตุผลให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะระบบนิเวศวิทยาทางน้ำจาก

สรุปผล

พบพรรณไม้น้ำ 22 ชนิด 16 วงศ์ ในเขตคลองบางกรวย ซึ่งพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้น้ำในระบบนิเวศน้ำกร่อย พรรณไม้น้ำบางส่วนคนในพื้นที่นำมาใช้ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ และจากการศึกษาเบื้องต้นทำให้ทราบว่าปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนนทบุรี อาจส่งผลต่อทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะทรัพยากรพรรณไม้น้ำ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ อาจารย์ชาย มีจำรัส ผู้ให้ความช่วยเหลือในด้านการเก็บตัวอย่าง และการติดต่อประสานงานในทุกๆ เรื่อง

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง, 2538, พรรณไม้น้ำในประเทศไทย, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพ.

ลัดดา วงศ์รัตน์, 2550, ป่าสักชลสิทธิ์กับการอนุรักษ์ทรัพยากรประมง, เมจิค พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพ.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, 2551, ร้อยพรรณพฤกษา พรรณไม้น้ำ, เศรษฐศิลป์, กรุงเทพ.

ยุพา วรยศ, 2532, พันธุ์ไม้น้ำ, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพ.

สุรพงษ์ สุบงกฎ, 2536, การประยุกต์การสำรวจระยะไกลและระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ในการติดตามประเมินผลการใช้ที่ดินในจังหวัดนนทบุรี, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2545, พรรณไม้น้ำบึงบอระเพ็ด, สำนักนายกรัฐมนตรี, โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.

ความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในห้วยกวาง จังหวัดกาญจนบุรี

Species Diversity of Aquatic Plants in Hui Kvang, Kanchanaburi Province

สิทธิ กุหลาบทอง[1] **และ สาวิกา กัลปพฤกษ์**[1]
Kulabtong, S.[1] and Kunlapapuk, S.[1]

Abstract

Species diversity of aquatic plants was studies in Hui Kvang, Kanchanaburi province during January 2010. A total of 20 species, seaweed is a prominent group such *Najas graminea, Utricularia* sp and *Hydrilla verticillata*. Follow by aquatic plants family Poaceae and climber. A alien species was found 1 species (*Acacia auriculiformis*) and this study reviews check list of aquatic plants in Srinakarin reservoir.

Keywords: aquatic plant, Hui Kvang, Srinakarin reservoir, Kanchanaburi province

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในห้วยกวาง จังหวัดกาญจนบุรี โดยทำการสำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำ บันทึกข้อมูล และถ่ายภาพ ในเดือนมกราคม 2553 หลังจากนั้นนำมาจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง พบพรรณไม้น้ำ 16 ชนิด โดยมีพืชกลุ่มสาหร่ายเป็นชนิดพันธุ์เด่น ได้แก่ สาหร่ายเส้นด้าย (*Najas graminea*) สาหร่ายข้าวเหนี่ยว (*Utricularia* sp.) สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) รองลงมาเป็นพืชกลุ่มหญ้า (Poaceae) พบชนิดพันธุ์ต่างถิ่น 1 ชนิด ได้แก่ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) รวมทั้งได้รายงานบัญชีรายชื่อพรรณไม้น้ำที่มีรายงานการค้นพบในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ไว้ด้วย

คำสำคัญ: พรรณไม้น้ำ ห้วยกวาง เขื่อนศรีนครินทร์ กาญจนบุรี

คำนำ

ห้วยกวางเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารธรรมชาติที่มีต้นกำเนิดอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ ในอำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ปลายน้ำไหลลงเขื่อนศรีนครินทร์ ห้วยกวางเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญในแง่ของแหล่งน้ำใช้เพื่อการเกษตรกรรม และยังเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติของสัตว์ป่าอีกด้วย แต่ปัจจุบันมีสภาพแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปมากทั้งจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของชุมชนรอบพื้นที่ป่าอนุรักษ์ และการทำเกษตรที่หนาแน่นขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติโดยตรง จึงมีความจำเป็นต้องมีมาตรการในการบริหารจัดการ แต่ปัจจุบันพื้นที่ดังกล่าวยังมีข้อมูลทางนิเวศวิทยาอยู่น้อย โดยเฉพาะทรัพยากรทางน้ำและพรรณไม้น้ำ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จะทำให้ได้ข้อมูลพรรณไม้น้ำพื้นฐานที่สำคัญ อันจะนำไปสู่การอนุรักษ์อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในบริเวณห้วยกวาง อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นลำห้วยที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ (Figure 1) ในเดือนมกราคม 2553 โดยสำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำที่ห้วยกวางและเขื่อนศรีนครินทร์ บันทึกข้อมูล และถ่ายภาพ จากนั้นนำมาจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งได้รายงานบัญชีรายชื่อพรรณไม้น้ำที่มีรายงานการค้นพบในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ไว้ด้วย

[1]152/116 ถ.ริมคลองท่าไข่ อ.เมือง จ. ฉะเชิงเทรา 24000
[1]152/116 Rimkongthakai Road, Muang Distric, Chachoengsao Province, Thailand 24000

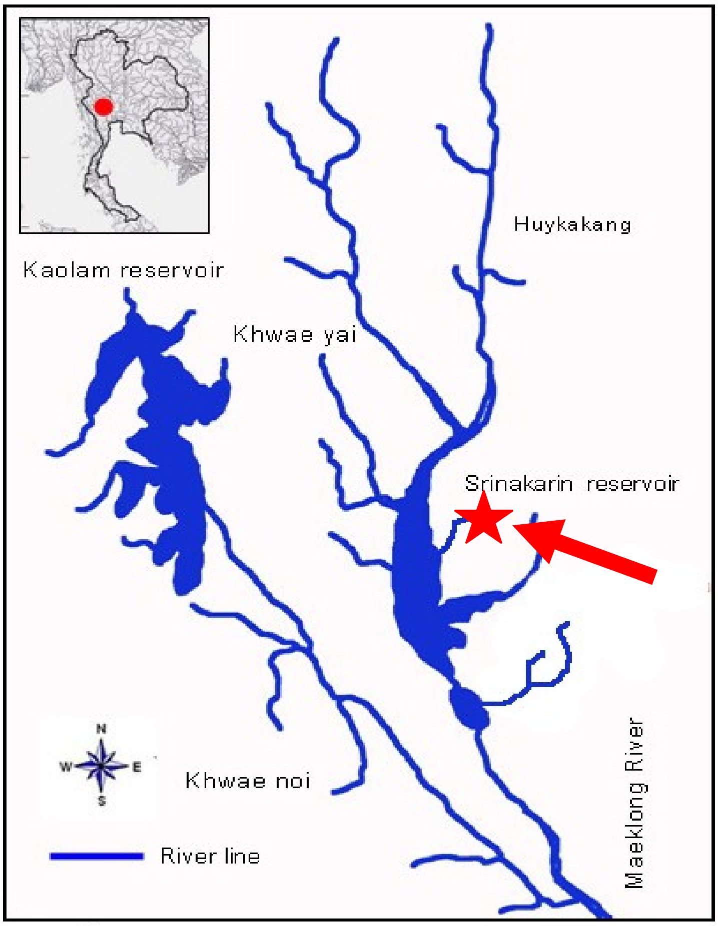


Figure 1 Area of sample collection at Hui Kvang, Kanchanaburi province.

ผลการทดลอง

พบพรรณไม้น้ำ 16 ชนิด โดยมีพืชกลุ่มสาหร่ายเป็นชนิดพันธุ์เด่น ได้แก่ สาหร่ายเส้นด้าย (*Najas graminea*) สาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularia* sp.) สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) รองลงมาเป็นพืชกลุ่มหญ้า (Poaceae) พบชนิดพันธุ์ต่างถิ่น 1 ชนิด ได้แก่ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*)

วิจารณ์ผล

บริเวณส่วนต้นของลำธารห้วยกวาง จะพบต้นบอน (*Colocasia esculenta*) และผักกูด (*Diplazium esculentum*) เป็นพืชชนิดเด่น รองลงมาเป็นกลุ่มหญ้า (Poales) ช่วงกลางน้ำจะพบผักหนาม (*Pistia stratiotes*) และพืชกลุ่มหญ้าเป็นชนิดเด่น แต่ช่วงปลายน้ำ โดยเฉพาะช่วงบริเวณที่ติดต่อกับเขื่อนศรีนครินทร์กระแสน้ำจะค่อนข้างนิ่ง โดยบริเวณนี้จะมีองค์ประกอบชนิดของพรรณไม้น้ำสูงสุด และมีความหนาแน่นสูง พรรณไม้น้ำชนิดเด่นที่พบได้แก่ ดีปลีน้ำ (*Potamogeton malaianus*), พืชกลุ่มสาหร่าย บัวแดง (*Nymsilea* cf. *rubra*) และผักแว่น (*Marsilea crenata*) ซึ่งองค์ประกอบชนิดของพรรณไม้น้ำในห้วยกวาง และในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์จะค่อนข้างมีความคล้ายคลึงกัน

Table 1 Species of aquatic plants at Hui Kvang, Kanchanaburi province.

Family	Species	Thai common name
Araceae	*Colocasia esculenta*	บอน
	Pistia stratiotes	ผักหนาม
Asteraceae	*Tridax procumbens*	ตีนตุ๊กแก
Athyriaceae	*Diplazium esculentum*	ผักกูด
Convolvulaceae	*Merremia* cf. *vitifolia*	จิ้งจ้อ
Gramineae	*Brachiaria mutica*	หญ้าขน
Poaceae	*Leersia hexandra*	หญ้าไซ
	Panicum sp.	หญ้าไข่เหา
Lentibulariaceae	*Utricularia* sp.	สาหร่ายข้าวเหนียว
Najadaceae	*Najas graminea*	สาหร่ายเส้นด้าย
	Hydrilla verticillata	สาหร่ายหางกระรอก
Marsileaceae	*Marsilea crenata*	ผักแว่น
Mimosaceae	*Mimosa pigra*	ไมยราบยักษ์
Nymphaeaceae	*Nymsilea* cf. *rubra*	บัวแดง
Polygonaceae	*Polygonum barbatum*	ผักไผ่น้ำ
Potamogetonaceae	*Potamogeton malaianus*	ดีปลีน้ำ

Table 2 Species of aquatic plants at Srinakarin reservoir Kanchanaburi. (พรพิมล, 2550)

Species	Thai common name
Rhynchelytrum sp.	หญ้าแดง
Leersia sp.	หญ้าไซ
Imperata sp.	หญ้าคา
Brachiaria sp.	หญ้าต้นติด
Dactyloctenium sp.	หญ้าปากควาย
Cynodon sp.	หญ้าแพรก
Sida sp.	ต้นไม้กวาด
Chromolaena sp.	สาบสือ
Mimosa sp.	ไมยราบเลื้อย
Scoparia sp.	กระต่ายจามใหญ่
Stachytarpheta sp.	พันงูเขียว
Mimosa sp.	ไมยราพยักษ์
Tridax sp.	ตีนตุ๊กแก
Phaseolus sp.	ถั่วผี
Aeschynomene sp.	โสนดอน
Cyperus sp.	กกสามเหลี่ยมเล็ก
Polygonum sp.	เอื้องเพ็ดม้า
Utricularia sp.	สาหร่ายข้าวเหนียว
Salvinia sp.	จอกหูหนู
Potamogeton sp.	ดีปลีน้ำ

สรุปผล

องค์ประกอบชนิดของพรรณไม้น้ำในห้วยกวางในช่วงปลายมีความหลากชนิดสูงที่สุด และมีลักษณะคล้ายคลึงกับพรรณไม้น้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ ส่วนในช่วงต้นและช่วงกลางลำธารจะพบ บอน, ผักกูด และผักหนามเป็นพืชชนิดเด่น

เอกสารอ้างอิง

พรพิมล กดทรัพย์, 2550, การประเมินศักยภาพการผลิตและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำจากการบูรณาการฐานข้อมูลแพลงก์ตอนและพรรณไม้น้ำ: กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำวชิราลงกรณ์และอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 109-112 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 109-112 (2553)

ความไวต่อการขาดน้ำและการสำลักน้ำในระหว่างการงอกของถั่วเหลืองต่างพันธุ์

Varietal Difference in Sensitivity to Water Deficit and Soaking Injury During Germination of Soybean

วันชัย จันทร์ประเสริฐ[1] ศิรินทิพย์ เหล่าวานิชกุล[1] อัจฉราวรรณ ตังสุวรรณ์[1] และ สุปราณี งามประสิทธิ์[2]
Chanprasert, W.[1], Laowanichakul, S.[1], Tangsuwan, A.[1] and Ngamprasitthi, S.[2]

Abstract

Soybean production in the tropics always faces a problem with seed quality. There are different practices for soybean sowing in farm level that cause poor seed germination both by water deficit and soaking injury. The objectives of this study were to evaluate varietal difference in sensitivity to water deficit and soaking injury during germination and to determine the germinability of advanced breeding lines of soybean. The results revealed that KUSL3802-6 and ST2 34-1 gave relatively high potential in germination under water deficit while KUSL3802-4, KUSL3802-1 and KUSL20004 were sensitive to water deficit. SJ5 showed slightly higher germination and shoot length under water stress conditions than those of CM60. For soaking injury, it was found that KUSL3802-4, KUSL20004 and CM60 were quite sensitive comparing to the others. It can be concluded that different lines/varieties responded differently to water deficit and soaking injury during germination and KUSL3802-6 seemed to be the soybean line with high germination potential to withstand water deficit and soaking injury.

Keywords: soybean, water deficit, soaking injury, varietal difference

บทคัดย่อ

การผลิตถั่วเหลืองในเขตร้อนมักประสบปัญหาด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์อยู่เสมอ ๆ วิธีการปลูกถั่วเหลืองที่แตกต่างกันของเกษตรกรในหลายท้องที่ทำให้สภาพความชื้นในดินแตกต่างกัน บางแห่งความชื้นไม่เหมาะสมขณะที่บางแห่งน้ำมากเกินต้องการจนเกิดการสำลักน้ำ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างพันธุ์ด้านความไวต่อการขาดน้ำและการสำลักน้ำระหว่างการงอกและศึกษาความสามารถในการงอกภายใต้สภาพขาดน้ำและสำลักน้ำของถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการทดลองพบว่าสายพันธุ์ KUSL3802-6 และ ST2 34-1 สามารถงอกได้ดีกว่าสายพันธุ์/พันธุ์อื่นในสภาพขาดน้ำ ขณะที่สายพันธุ์ KUSL3802-4, KUSL3802-1 และ KUSL20004 ค่อนข้างไวต่อการขาดน้ำ ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 มีความงอกและความยาวส่วนยอดของต้นกล้าสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 60 ส่วนการตอบสนองต่อการสำลักน้ำพบว่าสายพันธุ์ KUSL3802-4, KUSL20004 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 อ่อนแอต่อการสำลักน้ำมากกว่าสายพันธุ์/พันธุ์อื่น ขณะที่สายพันธุ์ KUSL3802-6 ทนต่อการสำลักน้ำได้ดีในระดับเดียวกับ ST2 34-1 และ NS1 1-12 จากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์ ตอบสนองต่อการขาดน้ำและการสำลักน้ำในระหว่างการงอกแตกต่างกัน และสายพันธุ์ KUSL3802-6 เป็นสายพันธุ์ที่แสดงออกได้ดีทั้งในสภาพขาดน้ำและสำลักน้ำ

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง การขาดน้ำ การสำลักน้ำ ความแตกต่างของพันธุ์

คำนำ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองยังคงเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตถั่วเหลืองของประเทศไทยตลอดมา โดยเกษตรกรมักพบปัญหาด้านความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในแปลงปลูก ทั้งในกรณีความชื้นหรือน้ำไม่เพียงพอต่อการงอกและในกรณีความชื้นหรือน้ำมากเกินต้องการจนเกิดอาการสำลักน้ำ (soaking injury) ซึ่งเกิดจากความไม่สมดุลกันระหว่างการดูดน้ำและออกซิเจน ส่งผลกระทบต่อเมแทบอลิซึมและสรีรวิทยาการงอกของเมล็ด Sung (1995) รายงานว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่งอกในสภาพน้ำท่วมขังมีความงอกต่ำเช่นเดียวกับเมล็ดที่งอกในสภาพออกซิเจนต่ำ แสดงถึงการขาดออกซิเจนในสภาพน้ำท่วมขัง

---

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2] Suwan Wajokkasikit Field Crops Research Station, Inseechandrastitya Institute, Kasetsart University

ทั้งนี้มีงานวิจัยมากมายที่รายงานถึงการสำลักน้ำในถั่วเหลือง เช่น นิตย์ และคณะ (2540) วันชัย และคณะ (2547) Hwang และ Sung (1991) และ Chachalis และ Smith (2000)

ถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกัน วันชัย และคณะ (2543) เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่าถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์ตอบสนองต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกแตกต่างกัน โดยมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ Manavalan และคณะ (2010) ทดสอบถั่วเหลืองต่างพันธุ์ในสภาพขาดน้ำพบความแตกต่างของความยาวราก และได้พัฒนาวิธีการคัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มศักยภาพในการดูดน้ำของรากและการทนแล้งของถั่วเหลือง เนื่องจากความสามารถที่ต่างกันของพันธุกรรม โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองจำเป็นต้องศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพื่อให้มั่นใจว่าพันธุ์ถั่วเหลืองที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไปนั้นมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี ดังนั้นในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ต่อการงอกในสภาพความชื้นต่าง ๆ กัน ทั้งในสภาพขาดน้ำและในสภาพการสำลักน้ำเปรียบเทียบกับของพันธุ์ส่งเสริมบางพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

การตอบสนองของการงอกในสภาพขาดน้ำของถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์

ปลูกถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 6 สายพันธุ์ ได้แก่ KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, NS1 1-12, ST2 34-1 และ KUSL20004 เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริม 2 พันธุ์คือ สจ. 5 (SJ5) และเชียงใหม่ 60 (CM60) ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ.นครราชสีมา เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ.2550 เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวของแต่ละพันธุ์ (ทันทีที่เมล็ดมีความชื้นประมาณร้อยละ 14) ในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน พ.ศ.2551 ลดความชื้นเมล็ดเหลือประมาณร้อยละ 10 เก็บรักษาไว้ในห้องอุณหภูมิ 20°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 เริ่มทดลองวันที่ 1 มิถุนายน 2551

ศึกษาการตอบสนองของการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์ต่อระดับความชื้นของทรายที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ สภาพขาดน้ำรุนแรงที่ระดับความชื้นร้อยละ 20 ของความจุอุ้มน้ำ (20%WHC) สภาพขาดน้ำปานกลางที่ระดับความชื้นร้อยละ 40 WHC และสภาพความชื้นเหมาะสมที่ระดับความชื้นร้อยละ 60 WHC (นิรนาม, 2539) โดยเตรียมวัสดุปลูกคือทรายที่ผ่านการอบเพื่อไล่ความชื้นและฆ่าเชื้อโรค ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพาะในถาดอะลูมิเนียม จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบโดยเพาะในกระบะทรายที่มีความชื้นร้อยละ 20 , 40 และ 60 WHC ระหว่างการเพาะเมล็ด ชั่งน้ำหนักถาดที่ปลูกถั่วเหลืองเพื่อให้น้ำควบคุมความชื้นให้เป็นไปตามระดับความชื้นที่กำหนดตลอดระยะเวลาการงอก ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติครั้งแรก 5 วันหลังเพาะ และครั้งสุดท้ายที่ 8 วันหลังเพาะ ตามวิธีของ ISTA (2008) และวัดความยาวส่วนยอดเหนือดิน (cm) ของต้นถั่วเหลืองที่งอกปกติ 8 วัน โดยวัดต้นกล้า 5 ต้น/ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial in CRD มี 4 ซ้ำ

การตอบสนองของการงอกในสภาพสำลักน้ำของถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์

นำเมล็ดถั่วเหลืองชุดเดียวกับการทดลองที่ 1 ทั้ง 8 พันธุ์/สายพันธุ์ เพาะเปรียบเทียบความงอกในทราย 3 สภาพ ได้แก่ สภาพความชื้นเหมาะสมที่ร้อยละ 60 WHC ในสภาพสำลักน้ำโดยแช่เมล็ดในน้ำ 2 ชั่วโมงก่อนนำไปเพาะที่ระดับความชื้นปกติร้อยละ 60 WHC และในสภาพสำลักน้ำที่ความชื้นทรายร้อยละ 100 WHC เริ่มทดลองวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ.2551 เตรียมวัสดุปลูกเช่นเดียวกับการทดลองแรก ควบคุมความชื้นให้ได้ตามที่กำหนดตลอดระยะเวลาการทดสอบ ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่ 8 วันหลังเพาะ และวัดความยาวส่วนยอดเหนือดิน (cm) วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial in CRD มี 4 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การตอบสนองของการงอกในสภาพขาดน้ำของถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์

จากผลการทดสอบความสามารถในการงอกของถั่วเหลืองในสภาพขาดน้ำ พบว่าที่ระดับความชื้นของทรายร้อยละ 20 WHC เมล็ดถั่วเหลืองมีความงอกต่ำมาก (เฉลี่ยร้อยละ 6.9) เทียบกับที่ความชื้นร้อยละ 60 WHC ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสม (นิรนาม, 2539; วันชัย และคณะ, 2547) พบว่าเมล็ดมีความงอกเฉลี่ยร้อยละ 86.1 (Table 1) ต้นกล้าที่งอกได้ในทรายที่มีความชื้น 20%WHC มีการเจริญเติบโตที่ต่ำมาก มีความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของต้นกล้าที่งอกในระดับความชื้นที่เหมาะสม (11.5 cm เทียบกับ 27.3 cm ตามลำดับ) กล่าวได้ว่าที่ระดับความชื้นของวัสดุเพาะร้อยละ 20 WHC ไม่เหมาะที่จะปลูกถั่วเหลือง เกือบทุกสายพันธุ์มีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นสายพันธุ์ ST2 34-1 และ KUSL20004 ที่มีความงอกแตกต่างกัน (ร้อยละ 15.0 และ 2.5 ตามลำดับ) สำหรับที่ระดับความชื้นของทรายร้อยละ 40 WHC พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองสามารถงอกได้เฉลี่ยร้อยละ 81.1 ต่ำกว่าที่ระดับความชื้นเหมาะสมไม่มากนัก (Table 1) มีความสูงของต้นกล้าเฉลี่ย 23.9 cm คิดเป็นร้อยละ 87.5 ของความสูงของต้นกล้าที่งอกในระดับความชื้นเหมาะสม สายพันธุ์ KUSL3802-6 เป็นสายพันธุ์ที่มีร้อยละ

ความงอกสูงที่สุด ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ มีความงอกไม่แตกต่างจากพันธุ์สจ .5 และเชียงใหม่60 Kpoghomou และคณะ (1990) ได้รายงานไว้เช่นกันว่ามีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ถั่วเหลืองในด้านการงอก และการแสดงออกของต้นกล้าในสภาพแห้งแล้ง โดยพบว่าเมล็ดของถั่วเหลืองบางพันธุ์ ได้แก่ Lee-74 และ Wright สามารถงอก และเจริญเติบโตในสภาพขาดน้ำดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ ขณะที่พันธุ์ Ra401 และ Bay งอกและเติบโตต่ำสุดในจำนวนทั้งหมด 17 พันธุ์ สำหรับความสูงของต้นกล้านั้นพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การงอก ($r=0.424^{ns}$) สายพันธุ์ NS1 1-12, KUSL3802-6 และ KUSL3802-4 อยู่ในกลุ่มที่ให้ต้นกล้าที่เติบโตดีใกล้เคียงกับพันธุ์ สจ.5 ขณะที่สายพันธุ์ KUSL20004, KUSL3802-1 และ ST2 34-1 อยู่ในกลุ่มที่ให้ต้นกล้าที่เติบโตต่ำกว่าซึ่งใกล้เคียงพันธุ์เชียงใหม่60 (Table 1)

Table 1 Sand germination percentage and shoot length of normal seedlings (cm) of 8 soybean lines/varieties under water deficit conditions (20 and 40%WHC) and optimum sand moisture (60%WHC).

Line/variety	Sand germination (%)			Shoot length of normal seedlings (cm)		
	20%WHC	40%WHC	60%WHC	20%WHC	40%WHC	60%WHC
KUSL3802-1	3.0 ab	76.5 bc	82.5 abc	9.3 f	20.1 g	24.4 f
KUSL3802-4	6.0 ab	73.0 bc	89.0 abc	11.1 c	24.8 c	26.8 e
KUSL3802-6	8.5 ab	90.5 a	90.5 ab	15.4 a	26.1 b	29.5 c
NS1 1-12	6.5 ab	82.5 abc	94.5 a	12.2 b	27.3 a	31.3 a
ST2 34-1	15.0 a	87.5 ab	91.0 ab	15.5 a	23.4 d	26.6 d
KUSL20004	2.5 b	76.5 bc	78.0 bc	9.6 e	21.3 f	24.1 f
SJ5	9.5 ab	81.0 abc	83.0 abc	10.1 d	26.0 b	30.0 b
CM60	4.0 ab	81.0 abc	80.5 bc	9.2 f	22.3 e	26.1 e
Average	6.9	81.1	86.1	11.5	23.9	27.3
CV(%)	14.1			12.2		

* Mean values in each column followed by different letters are significantly different at the probability level at 0.05

การตอบสนองของการงอกในสภาพสำลักน้ำของถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์

ผลการทดลองแสดงใน table 2 พบว่าภายใต้สภาพความชื้นทราย 100%WHC เมล็ดถั่วเหลืองไม่สามารถงอกได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการทดลองนี้มีการรดน้ำทุกวันเพื่อปรับระดับความชื้นให้อยู่ที่ 100%WHC ทำให้เกิดสภาพสำลักน้ำรุนแรงจนกระทั่งเมล็ดไม่สามารถงอกได้ สำหรับการทดสอบการสำลักน้ำโดยวิธีแช่น้ำ 2 ชั่วโมงก่อนนำไปเพาะที่ 60%WHC (ซึ่ง นิตย์ และคณะ, 2540 ใช้ทดสอบการสำลักน้ำได้ผลดี) พบว่าถั่วเหลืองต่างพันธุ์ตอบสนองต่างกัน สายพันธุ์ที่ทนทานต่อการสำลักน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีคือ ST2 34-1, NS1 1-12, KUSL3802-6 และ KUSL3802-1 ซึ่งไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ สจ.5 ส่วนสายพันธุ์อื่นค่อนข้างไวต่อการสำลักน้ำ จากการศึกษาของ Hou และ Thseng (1991) ซึ่งทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของเมล็ดถั่วเหลือง 730 พันธุ์ พบว่าเมล็ดต่างพันธุ์กันมีความสามารถในการงอกในสภาพน้ำท่วมขังต่างกัน และมีความสัมพันธ์กับสีของเปลือกเมล็ด (seed coat) โดยเมล็ดสีดำสามารถทนน้ำท่วมขังได้ดีกว่าเมล็ดสีเหลือง ในการทดลองนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกในสภาวะสำลักน้ำมีความสัมพันธ์กับความสูงของต้นกล้า ($r=0.862^{**}$) จึงกล่าวได้ว่าสายพันธุ์ที่งอกได้ดีในภาวะสำลักน้ำมีการเจริญเติบโตของต้นกล้าดี ในขณะที่สายพันธุ์ที่งอกได้ไม่ดีจะมีการเจริญเติบโตของต้นกล้าต่ำด้วย

สรุปผล

ถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์ตอบสนองต่อการขาดน้ำและการสำลักน้ำในระหว่างการงอกแตกต่างกัน สายพันธุ์ KUSL3802-6 และ ST2 34-1 สามารถงอกได้ดีกว่าสายพันธุ์/พันธุ์อื่นในสภาพขาดน้ำ สายพันธุ์ KUSL3802-4, KUSL3802-1 และ KUSL20004 ค่อนข้างไวต่อการขาดน้ำ ส่วนการตอบสนองของสายพันธุ์/พันธุ์ต่อการสำลักน้ำแสดงออกในทิศทางเดียวกับการขาดน้ำ กล่าวคือสายพันธุ์ KUSL3802-4, KUSL20004 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 อ่อนแอต่อการสำลักน้ำมากกว่าสายพันธุ์/พันธุ์อื่น สายพันธุ์ KUSL3802-6 เป็นสายพันธุ์ที่แสดงออกได้ดีทั้งในสภาพขาดน้ำและสำลักน้ำ

Table 2 Sand germination percentage and shoot length of normal seedlings (cm) of 8 soybean lines/varieties under optimum sand moisture (60%WHC) and soaking injury conditions (seed soaking for 2 hours before sowing in 60%WHC sand germination and sand germination at 100%WHC).

Line/variety	Sand germination (%)			Shoot length of normal seedlings (cm)		
	60%WHC	2-h soaking	100%WHC	60%WHC	2-h soaking	100%WHC
KUSL3802-1	95.5 a	77.5 a	0.0 a	27.4 a	25.5 abc	0.0 a
KUSL3802-4	91.5 a	64.5 b	0.0 a	23.5 b	19.4 d	0.0 a
KUSL3802-6	96.0 a	83.5 a	0.0 a	28.6 a	27.6 ab	0.0 a
NS1 1-12	94.0 a	84.0 a	0.0 a	29.7 a	27.9 ab	0.0 a
ST2 34-1	96.0 a	85.5 a	0.0 a	27.8 a	26.0 abc	0.0 a
KUSL20004	76.5 b	39.0 c	0.0 a	23.5 b	19.4 d	0.0 a
SJ5	90.5 a	79.5 a	0.0 a	29.2 a	28.3 a	0.0 a
CM60	95.5 a	67.0 b	0.0 a	27.2 a	23.1 c	0.0 a
Average	91.9	72.6	0.0	27.5	25.3	0.0
CV(%)	6.7			8.8		

* Mean values in each column followed by different letters are significantly different at the probability level at 0.05

เอกสารอ้างอิง

นิตย์ ศกุนรักษ์ ตระกูลพันธุ์ สู่พานิชย์ และกัลยา รัตนถาวร, 2540, ประสิทธิภาพของการปรับระดับความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองก่อนการปลูกต่อคุณภาพการงอก, หน้า. 286-295, รายงานการประชุมทางวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 6, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

นิรนาม, 2539, การทดสอบความงอก, เอกสารวิชาการที่ 77, กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ, หน้า 60.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ เชิดชาย วังคำ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และลิลลี่ กาวีต๊ะ, 2543, ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์, หน้า 32-42. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

วันชัย จันทร์ประเสริฐ พริศรา ยี่รัญศิริ ชวนพิศ อรุณรังสิกุล สุเทวี ศุขปราการ ศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์ และอนันต์ จิตรธรรม, 2547, ผลของการเคลือบเมล็ดที่มีต่อการป้องกันการสำลักน้ำและความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด, หน้า. 215-223, *ใน* รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 9, โรงแรมลำปางเวียงทอง, ลำปาง.

Chachalis, D. and Smith, M.L., 2000, Imbibition Behavior of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Accessions with Different Testa Characteristics, Seed Science and Technology, 28: 321-331.

Hou, F.F. and Thseng, F.F., 1991, Studies on the Flooding Tolerance of Soybean Seed: Varietal differences, Euphytica, 57(2): 169-173.

Hwang, W.D. and Sung, J.M., 1991, Prevention of Soaking Injury in Edible Soybean Seed by Ethyl Cellulose Coating, Seed Science and Technology, 19: 269-278.

ISTA. 2008, International Rules for Seed Testing, Edition 2008, International Rules for Seed Testing, Bassersdorf, Switzerland.

Kpoghomou, B.K., Sapra, V.T. and Beyl, C.A., 1990, Screening for Drought Tolerance: Soybean Germination and Its Relationship to Seedling Responses, Crop Science, 164(3): 153-159.

Manavalan, L.P., Guttikonda, S., Nguyen, V.T., Shannon, J.G. and Nguyen, H.T., 2010, Evaluation of Diverse Soybean Germplasm for Root Growth and Architecture, Plant and Soil, 330 :503-514.

Sung, J.M., 1995, The Effect of Sub-Optimal Oxygen on Seedling Emergence of Soybean Seed of Different Size, Seed Science and Technology, 23: 807-814.

สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ที่ผสมกับข้าวปทุมธานี1 และกข6 ก่อนหุงต้ม

Physical and Chemical Properties of Chainat1 and Pitsanulok2 Rice after Mixing with Patumthani1 and RD6 Rice Before Cooking

ภัทราพร คำผล[1] **ศศิวิมล จิตรากร**[1] **ปวีนา น้อยทัพ**[1] **และ เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์**[1]

Khomphon, P.[1], Chittrakorn, S.[1], Noitup, P.[1] and Singanusong, R.[1]

Abstract

Different rice varieties have different amylose content which can influent the softness, hardness and stickiness of cooked rice. This research was aimed to study the physical and chemical properties before cooking of Chainat1 and Pitsanulok2 rice after mixing at different ratio with Patumthani1 and RD6 rice. Physical properties examined including length, breadth, length–breadth ratio and color value. Chemical properties tested were moisture, amylose and protein content. It was found that as the mixing ratio of Patumthani1 and RD6 rice increased, the length of mixed rice decreased significantly ($P \leq 0.05$). The length of mixed rice was ranged 7.21–7.51 mm. The length–breadth ratio of mixed rice was ranged 3.31–3.64 which was classified into long grain rice. The mixed rice had 6.91–7.78% protein content and 14.66–28.67% amylose content. As the mixing ratio of Patumthani1 and RD6 rice increased, amylose content gradually decreased ($P \leq 0.05$), with the ratio of 50:50 showed the lowest amylose content. The moisture content of mixed rice was ranged 10.55–12.31%, which conformed to a standard level for rice grain. The L^* value of Pitsanulok2 and Chainat1 that mixed with RD6 rice was significantly higher ($P \leq 0.05$) than that of Patumthani1. The a^* value of mixed rice was inversely to the L^* and b^* values. Therefore, type and ratio of rice for mixing affected the physical and chemical properties before cooking of mixed rice.

Keywords: rice, amylose, protein, mixing ratio

บทคัดย่อ

ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณอะไมโลสที่แตกต่างกันจึงมีผลต่อความนุ่ม ความแข็ง และความเหนียวของข้าวหลัง หุงต้ม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและเคมีของข้าวชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 ที่ผสมกับข้าวปทุมธานี 1 และกข 6 ก่อนการหุงต้มในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยลักษณะทางกายภาพที่ตรวจสอบ คือ ความยาว ความกว้าง อัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้าง และค่าสี องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจสอบ คือ ปริมาณความชื้น อะไมโลส และโปรตีน พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของข้าวปทุมธานี 1 และกข 6 ที่ใช้ผสมกับข้าวพิษณุโลก2 และชัยนาท1 ค่าความยาวของข้าวผสมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งมีความยาว 7.21–7.51 มิลลิเมตร อัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้างมีค่า 3.31–3.64 จัดเป็นข้าวเมล็ดยาว ข้าวผสมมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.91–7.78 และมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 14.66–28.67 เมื่ออัตราส่วนของข้าวปทุมธานี1 และกข6 เพิ่มขึ้น ปริมาณอะไมโลสของข้าวผสมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และลดลงต่ำสุดที่อัตราส่วน 50:50 ความชื้นของข้าวผสมมีค่าร้อยละ 10.55–12.31 ซึ่งอยู่ในระดับมาตรฐานของข้าวสาร ค่า L^* ของข้าวพิษณุโลก2 และชัยนาท1 ที่ผสมกับข้าวกข6 มีค่าสูงกว่าที่ผสมกับข้าวปทุมธานี1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ค่า a^* ของข้าวผสมมีค่าแปรผกผันกับค่า L^* และค่า b^* ดังนั้นชนิดและอัตราส่วนของข้าวที่ใช้ในการผสมมีผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี ก่อนการหุงต้มของข้าวผสม

คำสำคัญ: ข้าว อะไมโลส โปรตีน อัตราส่วนการผสม

[1]ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1]Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand 65000

คำนำ

ลักษณะทางกายภาพและเคมีของข้าวที่แตกต่างกันหรืออาจใกล้เคียงกันขึ้นกับชนิดของพันธุ์ข้าวมีผลต่อลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสของข้าวหลังหุงต้ม ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 มีลักษณะเมล็ดข้าวสารเรียวยาว ขาวใส แต่เมื่อหุงสุกมีลักษณะร่วน ค่อนข้างแข็งและไม่มีกลิ่นหอม (งามชื่น และคณะ, 2542; กรมการข้าว, เว็บไซต์) ซึ่งข้าวทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง (ร้อยละ 24-35) ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 มีลักษณะเมล็ดยาว สีขาวใส เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะนุ่มเหนียวเหมือนข้าวหอมมะลิแต่มีกลิ่นอ่อนกว่า (อมรทิพย์, มปป.) ข้าวพันธุ์กข6 มีลักษณะเมล็ดสีขาวขุ่น เมล็ดยาว เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะนุ่มเหนียว มีกลิ่นหอม (ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี, เว็บไซต์) ซึ่งข้าวทั้งสองพันธุ์จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (ร้อยละ 1-20) ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105 ใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 ร่วมในการปรับปรุงโดยใช้อัตราส่วนการผสมที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 ก่อนการหุงต้ม

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวพันธุ์กข6 (RD6) ได้มาจากศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชที่ 7 จังหวัดเชียงใหม่ ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 (CN1) ยี่ห้อเฮียจุ้ยบ้านตลิ่งชัน ได้มาจากร้านขายพันธุ์ข้าวจังหวัดพิษณุโลก ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 (PL2) และปทุมธานี1 (PT1) ได้มาจากศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชที่ 1 จังหวัดพิษณุโลก โดยอัตราส่วนการผสมระหว่าง PL2 กับ PT1, PL2 กับ RD6, CN1 กับ PT1 และ CN1 กับ RD6 คือ 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50

ลักษณะทางกายภาพของข้าวผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันก่อนหุงต้มที่ทดสอบได้แก่ ความยาว (*L*) และความกว้าง (*B*) ของเมล็ด และอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างของเมล็ด *(L/B)* โดยประยุกต์วิธีการของ Dipti และคณะ (2002) ค่าสี (Hunter Lab Model DP9000) ส่วนลักษณะทางเคมีของข้าวผสมก่อนการหุงต้มที่ทดสอบคือ ปริมาณความชื้น โปรตีน AOAC (1990) และอะไมโลสโดยประยุกต์วิธีการของ Juliano (1971)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่ออัตราส่วนของ PT1 และ RD6 ที่ผสมกับ PL2 และ CN1 เพิ่มขึ้น ค่า *L* ของข้าวผสมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ค่า *L* ของเมล็ดข้าวผสมที่อัตราส่วนที่แตกต่างกันระหว่าง PL2 กับ PT1, PL2 กับ RD6, CN1 กับ PT1 และ CN1 กับ RD6 อยู่ในช่วง 7.21–7.51 มิลลิเมตร จัดอยู่ในช่วงข้าวเมล็ดยาวที่มีค่าระหว่าง 6.61–7.50 มิลลิเมตร (อรอนงค์, 2547; Dipit และคณะ, 2002) ค่า *B* ของ CN1 กับ PT1 ที่อัตราส่วนการผสมต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ตารางที่ 1) เมื่ออัตราส่วนการผสมของ PT1 กับ PL2 เพิ่มขึ้น ค่า *B* ของเมล็ดข้าวผสมมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้ามค่า *B* ของข้าวผสมระหว่าง PL2 กับ RD6 และ CN1 กับ RD6 เมื่ออัตราส่วนของ RD6 ที่ใช้ผสมเพิ่มขึ้น ค่า *B* ของเมล็ดข้าวผสมมีค่าเพิ่มขึ้น ค่า *L/B* ของ PL2 ที่ผสมกับ PT1 ในทุกอัตราส่วนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ไม่แสดงข้อมูล) ค่า *L/B* ของเมล็ดข้าวที่ผ่านการผสมมีค่าในช่วง 3.31–3.64 จัดเป็นข้าวชนิดเมล็ดเรียวเนื่องจากมีค่า *L/B* มากกว่า 3 ขึ้นไป (อรอนงค์, 2547; Dipit และคณะ, 2002) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของ PT1 ที่ผสมกับ PL2 พบว่าค่า L^* ของข้าวผสมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) (Table 1) เมื่ออัตราส่วนของ RD6 ที่ผสมกับ PL2 และ CN1 เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่า L^* ของข้าวผสมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละอัตราส่วนของข้าวผสมแต่ละพันธุ์ พบว่าข้าวที่ผสมระหว่าง PL2 กับ RD6 ในทุกอัตราส่วนมีค่า L^* สูงกว่าข้าวผสมพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) เมื่อเพิ่มอัตราส่วน PT1 ที่ใช้ผสมกับ PL2 ส่งผลให้ค่า a^* ของข้าวผสมมีค่าลดลง (ไม่แสดงข้อมูล) เช่นเดียวกับการเพิ่มอัตราส่วน RD6 ที่ใช้ผสมกับ PL2 และ CN1 ข้าวผสมระหว่าง CN1 กับ PT1 ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันของค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) (ไม่แสดงข้อมูล) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของ PT1 ในการผสมกับ PL2 และ RD6 ในการผสมกับ CN1 ค่า b^* ของข้าวผสมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ค่า a^* ของข้าวผสมแปรผกผันกับค่า L^* และค่า b^*

เมื่ออัตราส่วนของ PT1 ที่ผสมกับ PL2 เพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ปริมาณโปรตีนของ CN1 กับ PT1 ในทุกอัตราส่วนไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนของข้าวผสมแต่ละพันธุ์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าที่อัตราส่วน 90:10, 80:20 และ 70:30 ของการผสมระหว่าง PL2 กับ PT1 และ PL2 กับ RD6 ที่อัตราส่วนการผสม 90:10 และ 50:50 และ CN1 กับ RD6 ที่อัตราส่วนการผสม 70:30 และ 50:50 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าการผสมระหว่างข้าวพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ขณะที่อัตราส่วน 60:40 มีปริมาณโปรตีนที่ไม่แตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญ (*P*>0.05) ปริมาณโปรตีนของข้าวผสมมีค่าระหว่างร้อยละ 6.91-7.78 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khompon และคณะ (2010) ที่พบว่าปริมาณโปรตีนของ RD6, PT1, CN1 และPL2 มีค่าร้อยละ 8.32 7.85, 7.47 และ 7.64 ตามลำดับ

เมื่อปริมาณของ PL1 และ RD6 ที่ผสมกับ PL2 และ CN1 เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณอะไมโลสของข้าวผสมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (Table 2) โดยทุกอัตราส่วนการผสมของ PL2 กับ PT1 และที่อัตราส่วน 90:10, 70:30 และ 50:50 ของ CN1 ที่ผสมกับ PT1 มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าที่ใช้ RD6 ผสมอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ข้าวผสมมีปริมาณอะไมโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 14.66-28.67 พบว่า PL2 และ CN1 ที่ผสมกับ RD6 มีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าที่ผสมกับ PT1 ที่อัตราส่วนเดียวกันเนื่องจาก RD6 มีปริมาณอะไมสต่ำ (ร้อยละ 7) ส่วน PT1 มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่า (ร้อยละ 16) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของ RD6 และPT1 ที่ผสมกับ PL2 พบว่ามีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าที่ผสมกับ CN1 เนื่องจาก PL2 มีปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ 33.4) สูงกว่า CN1 (ร้อยละ 30.5) (Khompon และคณะ, 2010) และพบว่าปริมาณอะไมโลสของข้าวผสมลดลงจนถึงระดับต่ำสุดที่อัตราส่วน 50:50 ข้าวผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันจะมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (*P*>0.05) (ไม่แสดงข้อมูล) ปริมาณความชื้นของข้าวผสมอยู่ในช่วงร้อยละ 10.55-12.31 ซึ่งอยู่ในระดับทั่วไปของข้าวคือไม่เกินร้อยละ 13 (อรอนงค์, 2547)

สรุปผล

ชนิดและอัตราส่วนของข้าวที่ใช้ในการผสมมีผลต่อลักษณะทางกายภาพและเคมีก่อนการหุงต้มของข้าวผสม โดยเฉพาะปริมาณอะไมโลส ซึ่งเมื่อนำข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำมาผสมในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณอะไมโลสของข้าวผสมมีค่าลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ข้าวผสมมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มและเหนียวขึ้นเมื่อหุงสุก

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปี 2553 ขอขอบคุณศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชที่ 1 จังหวัดพิษณุโลก สำหรับข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และข้าวพันธุ์ปทุมธานี1

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, มปป, องค์ความรู้เรื่องข้าว [สืบค้น], http://www.brrd.in.th/rkb/data_002/a2/rice_xx2-03_ricebreed_Phitsanulok_2.html [7/ Sep/ 03].

งามชื่น คงเสรี สุนันทา วงศ์ปิยชน และพูลศรี สว่างจิต, 2542, คุณภาพข้าวหุงสุกจากการผสมข้าวกข23 และชัยนาท1 ในข้าวขาวดอกมะลิ105, วารสารวิชาการเกษตร, 17(3): 231-238.

ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี, 2546, งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย [สืบค้น], http://www.sci.ku.ac.th/Gamma/database/rice/rice6_story.htm. [19/July/04].

อมรทิพย์ ภิรมย์บูรณ์, มปป, กรมส่งเสริมการเกษตรเตรียมขยายเมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี [สืบค้น], http://www.library.uru.ac.th/webdb/images/aa62.htm. [19/Mar/04].

อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547, ข้าว, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 366 หน้า.

Association of Official Analytical Chemists, 1990, Official Methods of Analysis, AOAC International, Washington, D.C.

Dipti, S.S., Hossain, S.T., Bari, M.N. and Kabir, K.A., 2002, Physicochemical and Cooking Properties of Some Fine Rice Varieties, Pakistan, Journal of Nutrition, 4: 188-190.

Juliano, B.O., 1971, A Simplified Assay for Milled Rice Amylase, Cereal Science Today, 16(10): 334-338.

Khompon, P., Chittrakorn, S., Noitup, P. and Singanusong, R., 2010, Physical and Chemical Properties before and after Cooking of Five Rice Varieties Grow in Northern of Thailand, Proceedings of Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference, March 4–6, Nong Khai, Thailand, 376–379.

Table 1 Length, breadth and lightness of rice after mixing in vary ratio before cooking.

ratio	Pitsanulok 2 : Patumthani 1	Pitsanulok 2 : RD 6	Chainat 1 : Patumthani 1	Chainat 1 : RD 6
length (mm.)				
90 : 10	7.48$^{a, ns}$ ± 0.01	7.45$^{a, ns}$ ± 0.02	7.51$^{a, ns}$ ± 0.03	7.46$^{a, ns}$ ± 0.03
80 : 20	7.47$^{a, z}$ ± 0.02	7.40$^{b, y}$ ± 0.01	7.50$^{a, z}$ ± 0.02	7.41$^{ab, y}$ ± 0.01
70 : 30	7.45$^{a, z}$ ± 0.02	7.34$^{c, y}$ ± 0.01	7.46$^{ab, z}$ ± 0.02	7.33$^{bc, y}$ ± 0.04
60 : 40	7.46$^{ab, z}$ ± 0.01	7.25$^{d, y}$ ± 0.03	7.45$^{ab, z}$ ± 0.02	7.28$^{cd, y}$ ± 0.03
50 : 50	7.42$^{b, z}$ ± 0.01	7.22$^{d, y}$ ± 0.01	7.43$^{b, z}$ ± 0.01	7.21$^{d, y}$ ± 0.03
breadth (mm.)				
90 : 10	2.11$^{ab, y}$ ± 0.00	2.14$^{c, z}$ ± 0.00	2.08$^{ns, x}$ ± 0.00	2.11$^{c, y}$ ± 0.00
80 : 20	2.10$^{ab, xy}$ ± 0.00	2.15$^{c, z}$ ± 0.00	2.09$^{ns, x}$ ± 0.01	2.12$^{bc, y}$ ± 0.01
70 : 30	2.12$^{a, ns}$ ± 0.02	2.16$^{b, ns}$ ± 0.00	2.11$^{ns, ns}$ ± 0.03	2.14$^{ab, ns}$ ± 0.00
60 : 40	2.09$^{ab, y}$ ± 0.00	2.18$^{a, z}$ ± 0.01	2.07$^{ns, y}$ ± 0.01	2.16$^{a, z}$ ± 0.01
50 : 50	2.08$^{b, y}$ ± 0.00	2.19$^{a, z}$ ± 0.01	2.07$^{ns, y}$ ± 0.03	2.17$^{a, z}$ ± 0.01
Ligntness (*L**)				
90 : 10	75.15$^{a, y}$ ± 0.08	75.83$^{d, z}$ ± 0.04	73.71$^{ab, x}$ ± 0.03	73.67$^{d, x}$ ± 0.05
80 : 20	74.84$^{bc, y}$ ± 0.04	76.39$^{c, z}$ ± 0.09	73.58$^{b, x}$ ± 0.14	73.54$^{d, x}$ ± 0.10
70 : 30	75.00$^{b, y}$ ± 0.06	76.84$^{b, z}$ ± 0.08	73.63$^{ab, x}$ ± 0.02	74.78$^{c, y}$ ± 0.15
60 : 40	74.92$^{bc, x}$ ± 0.04	77.03$^{b, z}$ ± 0.19	73.85$^{a, w}$ ± 0.02	75.40$^{b, y}$ ± 0.09
50 : 50	74.81$^{c, x}$ ± 0.02	78.13$^{a, z}$ ± 0.08	73.73$^{ab, w}$ ± 0.07	76.51$^{a, y}$ ± 0.11

a - d = ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละคุณลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

z - w = ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันในแต่ละคุณลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns = ไม่แตกต่างกันในแต่ละคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

*L** มีค่า 100 = ขาว; 0 = ดำ

Table 2 Protein content and amylase content of rice after mixing in vary ratio before cooking.

ratio	Pitsanulok 2 : Patumthani 1	Pitsanulok 2 : RD 6	Chainat 1 : Patumthani 1	Chainat 1 : RD 6
protein content (%)				
90 : 10	7.78$^{a, z}$ ± 0.07	7.59$^{a, z}$ ± 0.05	7.06$^{ns, y}$ ± 0.08	7.26$^{ab, y}$ ± 0.06
80 : 20	7.57$^{ab, z}$ ± 0.04	7.31$^{b, y}$ ± 0.07	7.16$^{ns, xy}$ ± 0.04	6.91$^{b, x}$ ± 0.13
70 : 30	7.45$^{b, z}$ ± 0.01	7.03$^{c, xy}$ ± 0.06	6.93$^{ns, x}$ ± 0.10	7.26a$^{b, yz}$ ± 0.13
60 : 40	7.28$^{bc, ns}$ ± 0.13	7.17$^{bc, ns}$ ± 0.06	7.17$^{ns, ns}$ ± 0.05	7.22$^{ab, ns}$ ± 0.17
50 : 50	7.06$^{c, y}$ ± 0.14	7.67$^{a, z}$ ± 0.11	7.20$^{ns, y}$ ± 0.18	7.50$^{a, yz}$ ± 0.10
amylase content (%)				
90 : 10	28.50$^{a, z}$ ± 0.50	26.50$^{a, y}$ ± 0.50	28.67$^{a, z}$ ± 0.29	24.17$^{a, x}$ ± 0.29
80 : 20	27.50$^{a, z}$ ± 0.29	23.00$^{b, x}$ ± 0.00	26.33$^{b, y}$ ± 0.17	23.17$^{b, x}$ ± 0.17
70 : 30	25.00$^{b, z}$ ± 0.58	21.50$^{c, y}$ ± 0.23	25.33$^{c, z}$ ± 0.33	21.67$^{c, y}$ ± 0.17
60 : 40	24.00$^{b, z}$ ± 0.58	18.00$^{d, x}$ ± 0.00	22.00$^{d, y}$ ± 0.00	17.00$^{d, w}$ ± 0.00
50 : 50	22.00$^{c, z}$ ± 0.58	15.83$^{e, y}$ ± 0.44	20.83$^{e, z}$ ± 0.17	14.66$^{e, y}$ ± 0.17

a - c = ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

z - x = ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันในแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns = ไม่แตกต่างกันในแต่ละองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 117-120 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 117-120 (2553)

ผลของอายุและตำแหน่งช่อผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

Effects of Fruit Maturation and Cluster Order on Seed Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

ธีระพงศ์ จันทร์พริ้ม[1] ปริยานุช จุลกะ[1] พิจิตรา แก้วสอน[1] และ ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา[1]

Junprim, T.[1], Chulaka, P.[1], Kaewsorn, P.[1] and Paisooksantivatana, Y.[1]

Abstract

The influences of harvesting time and fruit cluster order of 2 tomato lines (01 and 02) were conducted at Udonthani Province during November 2009 to March 2010. The seeds of the line 01 and 02 reached their physiological maturity at 45 and 50 days after pollination, respectively. Total soluble solid (TSS) of the line 01 was higher than 02 when the harvesting time increased, while that of the line 02 did not change. Fruits of the line 01 gave highest TSS (5.9°Brix) at 55 days after pollination. Two tomatoes lines harvested at different cluster order of the 1st 2nd 3rd 4th 5th 6th and 7th showed the decreasing of number of fruit per cluster, number of seed per fruit, 1000 seed weight, and seed germination when harvested at the higher order of cluster. Fruits of the 1st cluster order of both two tomatoes lines gave the highest germination (100 %). However, the fruit in different cluster order did not affect the mean germination time.

Keywords: tomato, physiological maturity, fruit cluster, mean germination time

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอายุและตำแหน่งช่อผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 2 สายพันธุ์ คือ 01 และ 02 ณ แปลงเกษตรกร จังหวัดอุดรธานี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือนมีนาคม 2553 พบว่าเมล็ดมะเขือเทศสายพันธุ์ 01 และ 02 มีระยะแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 45 และ 50 วัน หลังผสมเกสรตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของสายพันธุ์ 01 มีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุผลที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่า TSS สูงที่สุดคือ 5.9°Brix เมื่ออายุ 55 วันหลังผสมเกสร ในขณะที่ ค่า TSS ของสายพันธุ์ 02 ไม่พบการเปลี่ยนแปลง การเก็บเกี่ยวผลที่ตำแหน่งช่อผลต่างกันของมะเขือเทศทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ ตำแหน่งที่ 1 2 3, 4, 5, 6 และ 7 พบว่า จำนวนผลต่อช่อ จำนวนเมล็ดต่อผล จำนวนเมล็ดต่อช่อ น้ำหนัก 1000 เมล็ด และความงอก มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บเกี่ยวผลในตำแหน่งที่สูงขึ้น โดยการเก็บเกี่ยวผลตำแหน่งที่ 1 ของมะเขือเทศทั้ง 2 สายพันธุ์ ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุดคือร้อยละ 100 แต่ตำแหน่งที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก

คำสำคัญ: มะเขือเทศ ระยะแก่ทางสรีรวิทยา ตำแหน่งช่อผล เวลาเฉลี่ยในการงอก

คำนำ

มะเขือเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ใช้รับประทานทั้งรูปของผลสดและนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะวิตามินเอและซี ผลมะเขือเทศมีสารไลโคปีน ที่สามารถลดการเกิดมะเร็งในลำไส้ มะเร็งต่อมลูกหมาก (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2542) ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่สำคัญแห่งหนึ่ง ในปี 2552 ประเทศไทยมีการส่งออกเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมากเป็นอันดับ 2 รองจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มีมูลค่าการส่งออกกว่า 352.34 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) การผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีนั้นต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะอายุเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพเมล็ด เมล็ดพันธุ์จะมีความแข็งแรงสูงสุดเมื่อถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา สภาพอากาศที่ร้อนขึ้นมีผลทำให้เมล็ดแก่เร็วขึ้น นอกจากนี้ตำแหน่งผลบนต้นแม่ยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพเมล็ดเช่นกัน มะเขือเทศที่มีการเจริญเติบโตแบบเลื้อย (indeterminate type) การเคลื่อนย้ายอาหารสะสมหรือความสามารถในการดึงอาหารในแต่ละตำแหน่งช่อผลจะแตกต่างกัน (Ozlem และ Benian, 2007) จึงเป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดี ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้คือ ศึกษาผลของอายุและตำแหน่งช่อผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเป็นการค้าให้ได้คุณภาพต่อไป

---

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกมะเขือเทศ 2 สายพันธุ์ (indeterminate type) คือ 01 และ 02 ณ แปลงเกษตรกร จังหวัดอุดรธานี ปลูกลงแปลงขนาด 1 x 30 เมตร แบบแถวคู่ ระยะปลูกระหว่างต้น 50 x 50 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 1 ต้น ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 12-12-17 อัตรา 10 กรัมต่อต้น คลุมพลาสติกสีดำเงินเพื่อควบคุมความชื้นภายในดินและป้องกันวัชพืช ให้น้ำแบบตามร่องและให้ปุ๋ยสูตรเดิมโดยวิธีการขุดหลุมฝังทุก ๆ 10 วัน แบ่งเป็น 2 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์

ผูกดอกบานหลังผสมเกสรที่ตำแหน่งผลที่ 1 ของช่อแรกด้วยไหมพรมสีต่าง ๆ แทนวันที่ผูกดอก เก็บเกี่ยวผลเมื่ออายุ 40 45 50 และ 55 วันหลังผสมเกสร นำมาศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ ค่า Total soluble solid (TSS) น้ำหนักแห้งของเมล็ด ความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด (Mean germination time)

$$MGT = \frac{G_1 \times D_1 + G_2 \times D_2 + \ldots + G_n \times D_n}{\text{Total germination}}$$

$G_{1,2,\ldots n}$ คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในวันที่ 1, 2, ... , n (n=14)

$D_{1,2,\ldots n}$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2,..., n (n=14) นับหลังจากวันเพาะเมล็ด

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของตำแหน่งช่อผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design เก็บเกี่ยวผลที่อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ 1 (ผลเปลี่ยนเป็นสีแดง) ที่ตำแหน่งช่อผลต่างกัน คือ 1 2 3 4 5 6 และ 7 นำมาศึกษาข้อมูลดังนี้ จำนวนผลต่อช่อ จำนวนเมล็ดต่อผล จำนวนเมล็ดต่อช่อ น้ำหนัก1000 เมล็ด ความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

ศึกษาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์น้ำหนักแห้งของเมล็ดเพิ่มขึ้นตามอายุของเมล็ดที่เพิ่มขึ้น เมล็ดมะเขือเทศสายพันธุ์ 01 มีน้ำหนักแห้งสูงสุดที่ 45 วันหลังผสมเกสร (3.53 กรัม/1000 เมล็ด) และสายพันธุ์ 02 ที่อายุ 50 วันหลังผสมเกสร (3.11 กรัม/1000เมล็ด) (Table 1) ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity; PM) (Harrington, 1972) หลังจากนั้นน้ำหนักแห้งของเมล็ดคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เนื่องจากมีการเคลื่อนย้ายอาหารจากต้นแม่น้อยลง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า TSS ของสายพันธุ์ 01 มีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงสุดเมื่ออายุ 55 วันหลังผสมเกสร (5.9^{o}Brix) TSS เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของแป้งและน้ำตาลในระหว่างการสุกของผล แต่สายพันธุ์ 02 ค่า TSS ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสายพันธุ์ที่ต่างกันจึงมีค่า TSS ต่างกัน และยังขึ้นอยู่กับฤดูกาล การจัดการดูแลรักษา (Garcia และ Barrett, 2006)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของตำแหน่งช่อผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

จำนวนผลต่อช่อ จำนวนเมล็ดต่อผล จำนวนเมล็ดต่อช่อของมะเขือเทศทั้ง 2 สายพันธุ์ ลดลงเมื่อตำแหน่งช่อผลสูงขึ้น (Table 2 และ 3) ตำแหน่งช่อผลที่ 1 และ 2 ของสายพันธุ์ 01 และ 02 มีจำนวนผลต่อช่อสูงที่สุด คือ 5.67 และ 5.33 ผลตามลำดับ เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ผลมีการพัฒนาขึ้นก่อนตำแหน่งอื่น ๆ จึงสะสมอาหารได้มากกว่า เมื่อตำแหน่งผลที่สูงขึ้นมีแนวโน้มน้ำหนักของเมล็ดลดลงเนื่องจากผลและเมล็ดที่พัฒนาขึ้นก่อนจะมีการเจริญเติบโตและสะสมอาหารได้มากกว่าผลและเมล็ดที่เกิดขึ้นภายหลัง และเมื่อจำนวนผลเพิ่มขึ้นทำให้ต้นแม่ส่งอาหารไปเลี้ยงได้ไม่เพียงพอ ผลและเมล็ดที่อยู่ตำแหน่งช่อผลแรก ๆ จึงมีความสามารถในการสะสมอาหารได้มากกว่า (Ozlem และ Benian, 2007)

นอกจากนี้เมล็ดในตำแหน่งช่อผลแรก ๆ จะมีความงอกสูง และมีแนวโน้มลดลงเมื่อตำแหน่งช่อผลที่สูงขึ้นทั้ง 2 สายพันธุ์ (Table 4) สำหรับเวลาเฉลี่ยในการงอกของสายพันธุ์ 01 ที่ตำแหน่งช่อผลต่างกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าตำแหน่งช่อผลที่ 1 มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุดคือ 5.40 วัน ส่วนสายพันธุ์ 02 เมล็ดในตำแหน่งช่อผลที่ 1 2 5 6 และ 7 มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วกว่าเมล็ดในช่อผลที่ 3 และ 4 เนื่องจากช่อที่ 1 และ 2 เป็นเมล็ดจากตำแหน่งช่อผลแรก ๆ เมล็ดมีอาหารสะสมมาก การสะสมอาหารเกี่ยวข้อง source/sink ratio ในระหว่างการเกิดผล ซึ่งการพัฒนาของผลในช่อที่ 3 และ 4 อาจเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตของส่วนยอดมากกว่าการสะสมอาหารในผลและเมล็ด ทำให้เมล็ดมีอาหารสะสมน้อย จึงส่งผล

ให้เมล็ดงอกช้าลง ในขณะผลจากช่อที่ 5 6 และ 7 มีการเจริญเติบโตทางส่วนยอดลดลง อาหารจึงถูกเคลื่อนย้ายมาสะสมที่เมล็ดมากขึ้นอีกครั้ง (Bertin และคณะ, 1998)

สรุปผล

1. เมล็ดมะเขือเทศสายพันธุ์ 01 และ 02 มีระยะแก่ทางสรีรวิทยาที่ 45 และ 50 วันหลังผสมเกสร ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด 3.53 และ 3.11 กรัมต่อ 1000 เมล็ด ตามลำดับ

2. จำนวนผลต่อช่อ จำนวนเมล็ดต่อผล จำนวนเมล็ดต่อช่อ น้ำหนัก 1000 เมล็ด และความงอกของทั้ง 2 สายพันธุ์ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บเกี่ยวผลในตำแหน่งช่อผลที่สูงขึ้น โดยมีค่าสูงที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลจากช่อที่ 1 และ 2

เอกสารอ้างอิง

สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2542, ผักพื้นบ้านภาคกลาง, โครงการพัฒนาตำรา สถาบันการแพทย์แผนไทย, กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ, 279 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553, ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า ปี 2547-2552, [สืบค้น], http://122.154.14.16/ewt_news.php?nid=8115&filename=index, [20/March/10].

Bertin, N., Gary, C., Tchamitchian, M. and Vaissiere, B.E., 1998, Influence of Cultivar, Fruit Position and Seed Content on Tomato Fruit Weight during a Crop Cycle under Low and High Competition for Assimilates, Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 73(4): 541-548.

Harrington, J.F., 1972, Seed Development and Longevity, pp. 151-209, *In* T.T. Kozlowski, ed. Seed Biology. Academic press, New York.

Garcia, E. and Barret, D.M., 2006, Evaluation of Processing Tomatoes from Two Consecutive Growing Seasons: Quality Attributes, Peelability and Yield, Journal of Food Processing and Preservation, 30: 20–36.

Ozlem, A. and Benian, E., 2007, Pepper Seed Yield and Quality in Relation to Fruit Position on the Mother Plant, Pakistan, Journal of Biological Science, 10(23): 4251-4255.

Table 1 Changes in total soluble solid (TSS) and seed dry weight of tomato line 01 and 02.

Day after pollination	Total soluble solid (°Brix)		Seed dry weight (g/1000 seeds)	
	Line 01	Line 02	Line 01	Line 02
40	5.10	5.03	3.26	2.93
45	5.60	4.60	3.53	3.05
50	5.50	4.25	3.45	3.11
55	5.90	4.80	3.37	3.10

Table 2 Number of fruit per cluster, number of seed per fruit, number of seed per fruit cluster and 1000 seed weight of tomato line 01 at different cluster orders.

Cluster order	Number of fruit per inflorescence	Number of seed per fruit	Number of seed per fruit cluster	1000 seed weight (g)
1st	5.67 a[1/]	111.67 a	642.00 a	3.65 a
2nd	5.67 a	103.67 ab	588.33 a	3.25 b
3nd	4.67 ab	87.33 b	403.00 b	3.12 cd
4th	4.67 ab	87.67 b	432.00 b	3.15 c
5th	4.00 b	61.00 c	286.00 bc	3.07 d
6th	3.33 b	57.67 c	176.33 cd	3.06 d
7th	2.00 c	60.00 c	120.00 d	3.08 d
F-test	*	**	**	**
C.V. (%)	16.88	13.07	22.49	1.25

[1/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant at $p \leq 0.05$ and 0.01 by DMRT

Table 3 Number of fruit per cluster, number of seed per fruit, number of seed per fruit cluster and 1000 seed weight of tomato line 02 at different cluster orders.

Cluster order	Number of fruit per cluster	Number of seed per fruit	Number of seed per fruit cluster	1000 seed weight (g)
1st	5.33 a[1/]	116.67 a	624.00 a	3.41 a
2nd	5.33 a	80.67 b	424.00 b	3.20 cd
3nd	4.67 ab	64.33 bc	303.00 c	3.16 d
4th	4.33 b	49.67 cd	232.00 cd	3.16 d
5th	4.00 b	43.00 cd	172.00 de	3.27 bd
6th	2.33 c	51.00 cd	116.67 de	3.16 d
7th	2.00 c	41.00 d	84.67 e	3.33 ab
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	12.20	18.67	23.38	1.51

[1/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant at $p \leq 0.01$ by DMRT

Table 4 Changes in germination and mean germination time (MGT) of tomato line 01 and 02 at different cluster orders.

Cluster order	Line 01		Line 02	
	Germination (%)	MGT (day)	Germination (%)	MGT (day)
1st	100.00 a[1/]	5.40	100.00 a	5.81 b
2nd	99.50 a	5.77	99.50 ab	5.77 b
3nd	99.50 a	5.56	99.50 ab	6.29 a
4th	100.00 a	5.69	98.00 ab	6.58 a
5th	97.00 b	5.89	97.50 ab	5.84 b
6th	98.00 ab	5.51	97.50 ab	5.76 b
7th	96.50 b	5.62	96.50 b	5.90 b
F-test	*	ns	*	*
C.V. (%)	1.35	5.80	1.97	4.21

[1/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant at $p \leq 0.05$ by DMRT

ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อปริมาณและคุณภาพรากของกล้วยไม้ดินใบหมากลูกผสม เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางเซลล์วิทยา

Effects of Growing Media Types on Root Quantity and Quality of *Spathoglottis* hybrids For Cytological Analysis Uses

ศิวพร แก้วชุ่มชื่น[1] **และ เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์**[1]
Kaeochumchuen, S.[1] and Wongchaochant, S.[1]

Abstract

The effects of 5 media types on root quantity and root qualities of *Spathoglottis* hybrids, *S.* 'Julalux' and yellow hybrid were studied. *S.* 'Julalux' grown in coconut coir showed the highest average root number 8.40±3.58 roots. In case of yellow hybrid, revealed the highest average root number 5.20±3.11 roots when grown in sand. Yellow hybrid growing in peatmoss could produce the longest average root length 1.38±0.16 cm. However, the most proper growing media types for cytological analysis uses were coconut chips, coconut coir or peatmoss. Because they could produce clean healthy and solf roots. The most suitable time to collect root tip samples was 11.00 am. Pre-treatment with 8-hydroxyquinoline for 3 and 6 hours presented the similar results. Chromosome numbers of *S.* 'Julalux' and yellow hybrid were 2n = 40.

Keywords: *Spathoglottis*, media types, chromosome number

บทคัดย่อ

เปรียบเทียบผลของวัสดุปลูก 5 ชนิดต่อการเพิ่มจำนวนและคุณภาพรากของกล้วยไม้ดินใบหมากลูกผสม 'จุฬาลักษณ์' และลูกผสมสีเหลือง พบว่า ลูกผสม'จุฬาลักษณ์' ที่ปลูกในขุยมะพร้าว เกิดรากมากที่สุดถึง 8.40±3.58 ราก กรณีลูกผสมสีเหลืองให้จำนวนรากสูงสุดถึง 5.20±3.11 ราก เมื่อปลูกในทราย ส่วนความยาวรากเมื่อปลูกในพีทมอส ให้ความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.38±0.16 ซม. แต่วัสดุปลูกที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ปลูกกล้วยไม้ดินเพื่อศึกษาทางเซลล์วิทยา ได้แก่ กาบมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว หรือพีทมอส เนื่องจากให้รากที่สะอาด สมบูรณ์ และไม่แข็ง ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากกล้วยไม้ดินทั้ง 2 สายพันธุ์คือ 11.00 น. การหยุดวงชีพเซลล์ในสารละลาย 8-hydroxyguinoline เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง ให้ผลไม่แตกต่างกัน การนับจำนวนโครโมโซม พบว่า ลูกผสม 'จุฬาลักษณ์' และลูกผสมสีเหลือง มีจำนวนโครโมโซม 2n = 40

คำสำคัญ: กล้วยไม้ดินใบหมาก ชนิดวัสดุปลูก จำนวนโครโมโซม

คำนำ

กล้วยไม้ดินใบหมาก (*Spathoglottis*) เป็นกล้วยไม้ดินพันธุ์พื้นเมือง กระจายพันธุ์อยู่ในเขตร้อนของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก เช่น อินเดีย จีน นิวกินี ออสเตรเลีย สิงคโปร์ พม่า ฟิลิปปินส์ และไทย เป็นกล้วยไม้ที่มีความหลากหลายทั้งขนาดดอก สีสันของดอก ความสูงต้น ขนาดของใบและความต้องการสภาพอากาศในการเจริญเติบโต จึงสามารถปลูกได้เกือบทุกภาคของประเทศไทย ดูแลรักษาง่าย และมีอายุการใช้งานยาวนาน ปัจจุบันนักปรับปรุงพันธุ์ให้ความสนใจพัฒนาพันธุ์กล้วยไม้สกุล *Spathoglottis* เพื่อใช้เป็นไม้กระถาง โดยมีแนวความคิดของการพัฒนา คือ สามารถประดับได้ทุกสถานที่ ทรงต้นกะทัดรัด ออกดอกง่ายและสามารถออกดอกได้ตลอดปี มีสีสันสดใส และดอกบานทน (Locker และ Grünberg, 2000) การวิจัยในครั้งนี้จึงใช้กล้วยไม้ลูกผสม 2 สายพันธุ์ คือ ลูกผสม 'จุฬาลักษณ์' ซึ่งมีลักษณะทรงต้นกะทัดรัด ช่อดอกพรูไม่ยาวจนเกินไป และลูกผสมสีเหลืองซึ่งมีการแตกกอที่ดีมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเป็นไม้กระถางในอนาคตได้ แต่ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้สกุลนี้ยังมีไม่เพียงพอโดยเฉพาะในส่วนของการศึกษาทางด้านเซลล์วิทยา ในสภาพธรรมชาติกล้วยไม้ดินมีการเจริญของลำต้นอยู่เหนือผิวดินและมีการเจริญของรากอยู่ภายในดินทำให้การศึกษาทางเซลล์วิทยาทำได้ยากเนื่องจาก รากของกล้วยไม้ที่เจริญอยู่ในดินนั้นมีลักษณะแข็งมากและเป็นสี

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Jatujak, Bangkok, 10900

น้ำตาล ดังนั้น การศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมในการเกิดรากที่สมบูรณ์ สะอาด เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ทางเซลล์วิทยาและเทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากเพื่อการศึกษาจำนวนโครโมโซมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

เลือกต้นพืชที่มีความสมบูรณ์ ปราศจากโรค และเจริญเติบโตเต็มที่ ทำการแยกกอจากต้นเดิมลงกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว เพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูก 5 ชนิด ได้แก่ กาบมะพร้าวสับ กาบมะพร้าวสับผสมทราย (1:1) ทราย ขุยมะพร้าว และ พีทมอส ปลูกเลี้ยงภายในโรงเรือนพลาสติกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ บันทึกจำนวนราก ความยาวราก และลักษณะความสมบูรณ์ของรากที่เจริญในวัสดุปลูกแต่ละชนิด จากนั้นคัดเลือกรากที่สะอาด และสมบูรณ์ตัดเฉพาะส่วนของปลายรากที่กำลังเจริญเติบโต สังเกตจากรากมีสีขาว และปลายรากมีสีเหลือง ขั้นแรกศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากโดยเก็บตัวอย่างที่เวลา 9.00-14.00 น. ตัดส่วนปลายรากให้มีความยาว 0.3-0.5 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาด ขั้นตอนที่สองเปรียบเทียบผลการใช้และไม่ใช้สารละลาย 8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.002 M เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังจากแช่ในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ล้างรากด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง แช่ปลายรากในน้ำยาคงสภาพเซลล์ที่ประกอบด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์และกรดอะซิติกเข้มข้น อัตราส่วน 3:1 (Gosden, 1994) นาน 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ล้างปลายรากให้สะอาดแล้วนำไปย่อยด้วยสารละลาย HCl ความเข้มข้น 1 N นาน 8 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ล้างด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง ตัดเฉพาะส่วนของปลายรากที่มีสีขาวขุ่น วางบนแผ่นสไลด์ย้อมด้วย lacto-propionic orcein นำแผ่นสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เลือกเซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียสในระยะเมตาเฟสนับจำนวนโครโมโซมที่เห็นชัดเจนและกระจายตัวเต็มที่ แล้วบันทึกภาพ

ผลการทดลอง

การศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมในการเกิดรากของลูกผสม ‘จุฬาลักษณ์’ พบว่า ขุยมะพร้าวและพีทมอส ให้จำนวนรากเฉลี่ยระหว่าง 8.4±3.58 และ 6.2±3.11 ราก ซึ่งเป็นจำนวนรากเฉลี่ยที่มากกว่าการปลูกในวัสดุปลูกชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) วัสดุปลูกทุกชนิดให้ผลความยาวรากเฉลี่ยไม่แตกต่างกันโดยมีความยาวรากเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.59±0.38 และ 2.12±0.66 เซนติเมตร ส่วนลูกผสมสีเหลืองเมื่อปลูกในทรายให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติกับทุกวัสดุปลูกชนิดอื่น คือ ให้จำนวนรากเฉลี่ยสูงสุด 5.2±3.11 ราก ความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อปลูกในพีทมอสและกาบมะพร้าวสับผสมทราย (1:1) คือ 1.38±0.16 เซนติเมตร และ 1.10±0.19 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) คุณภาพของรากที่ได้จากการใช้กาบมะพร้าวสับ กาบมะพร้าวสับผสมทราย (1:1) ขุยมะพร้าว และพีทมอสมีลักษณะคล้ายกันคือ รากมีสีขาว ผิวเรียบ และมีขนาดสม่ำเสมอ ส่วนรากที่ได้จากวัสดุปลูกที่มีทรายเป็นส่วนประกอบเพียงอย่างเดียว พบว่า รากค่อนข้างแข็งและผิวมีลักษณะขรุขระ

จากการเก็บตัวอย่างปลายรากของพืชทดลองในช่วงเวลา 9.00 10.00 11.00 12.00 13.00 และ 14.00 น. แล้วนำไปผ่านขั้นตอนการเตรียมเนื้อเยื่อเพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซม พบว่า การเก็บตัวอย่างปลายรากของกล้วยไม้ดินใบหมากลูกผสม ‘จุฬาลักษณ์ และลูกผสมสีเหลือง ที่เวลา 9.00 ถึง 10.00 น. พบเซลล์อยู่ในระยะอินเตอร์เฟสและโปรเฟสมากที่สุด คือ เซลล์และนิวเคลียสมีขนาดใหญ่ โครโมโซมเกาะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน เวลา 11.00 น. ได้จำนวนเซลล์ที่อยู่ในระยะเมตาเฟสมากที่สุดสามารถตรวจนับจำนวนโครโมโซมได้ง่าย ที่เวลา 12.00 ถึง 14.00 น. พบเซลล์ที่อยู่ในระยะแอนาเฟสและระยะทีโลเฟสเป็นส่วนใหญ่ เมื่อใช้สารละลาย 8-hydroxyquinoline ในการหยุดวงชีพเซลล์เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง พบว่า โครโมโซมหดสั้นและกระจายตัวออกจากกัน ทำให้เห็นรูปร่างของโครโมโซมชัดเจน (Figure 1) การใช้สารละลายหยุดวงชีพเซลล์เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมงให้ผลไม่แตกต่างกัน สำหรับเซลล์ที่ไม่ผ่านการหยุดวงชีพเซลล์แสดงโครโมโซมที่ค่อนข้างยาว และไม่กระจายตัว จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชทดลองโดยใช้เทคนิคการเตรียมเนื้อเยื่อดังที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า กล้วยไม้ดินลูกผสม ‘จุฬาลักษณ์’ และลูกผสมสีเหลือง มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n = 40 (Figure 2)

วิจารณ์ผล

วัสดุปลูกที่เหมาะต่อการเกิดรากควรจะสามารถเก็บกักความชื้นได้ดี ให้รากที่สมบูรณ์และสะอาด เช่น ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว และพีทมอส แต่ไม่ควรใช้วัสดุปลูกที่มีทรายเป็นสวนประกอบหลักเพราะหากล้างไม่สะอาดจะทำให้กระจกปิดสไลด์แตกขณะทำ Squashing (อดิศร, 2547) อีกทั้งยังทำให้รากแข็ง ไม่สะดวกในการใช้เอนไซม์ย่อยผนังเซลล์ด้วย ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของกล้วยไม้ดินใบหมากลูกผสม ‘จุฬาลักษณ์’ และลูกผสมสีเหลือง คือ เวลา 11.00 น. สอดคล้องกับการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากในกล้วยไม้ช้างผสมโขลง (จารุภัทร, 2549) และกล้วยไม้แผ่นดินเย็นพันธุ์ HKRCO1 (พิชญนาถ, 2551) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปลายรากมีการแบ่งเซลล์เป็นจำนวนมาก การใช้สารละลาย 8-hydroxyquinoline ในการหยุดวงชีพเซลล์ช่วยให้การวิเคราะห์ผลมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น เนื่องจาก

มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดเส้นใยสปินเดิล ทำให้โครโมโซมหดสั้นและกระจายตัว จากการทดลอง พบว่า ระยะเวลาในการหยุดวงชีพเซลล์ 3 และ 6 ชั่วโมง ให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการปฏิบัติงานควรใช้เวลาในการหยุดวงชีพเซลล์เพียง 3 ชั่วโมง เพื่อเป็นการร่นระยะเวลาในการเตรียมเนื้อเยื่อเพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซม

สรุปผล

วัสดุปลูกที่เหมาะสมในการเพิ่มจำนวนรากของลูกผสม 'จุฬาลักษณ์' คือ ขุยมะพร้าว และพีทมอส ส่วนลูกผสมสีเหลือง คือ ทราย แต่อย่างไรก็ตาม กาบมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว และพีทมอสเป็นวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ปลูกเพื่อศึกษาโครโมโซมเนื่องจากให้รากที่มีคุณภาพดี ไม่แข็ง

การทดลองเพื่อหาเทคนิคที่เหมาะสมในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากของกล้วยไม้ดินใบหมากลูกผสม 'จุฬาลักษณ์' และลูกผสมสีเหลืองเพื่อศึกษาโครโมโซม พบว่า วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ เก็บตัวอย่างปลายรากที่เวลา 11.00 น. การแช่ตัวอย่างปลายรากในสารละลาย 8 – hydroxyquinoline 3 และ 6 ชั่วโมง ให้ผลไม่แตกต่างกัน ก่อนนำไปผ่านขั้นตอนการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากสามารถช่วยให้การศึกษาจำนวนโครโมโซมมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น และจากการตรวจนับจำนวนโครโมโซม พบว่า ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ 2n = 40

คำขอบคุณ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

จารุภัทร ประราศรี, 2549, การศึกษาลักษณะของกล้วยไม้ช้างผสมโขลงที่ศูนย์การพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 86 หน้า.

พิชญนาถ อัญชลิสังกาศ, 2551, การศึกษาลักษณะ การเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อของกล้วยไม้แผ่นดินเย็นพันธุ์ HKRC01 และ HKRC02, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 112 หน้า.

อดิศร กระแสชัย, 2547, บทปฏิบัติการ Cytogenetics in Agriculture, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 101 หน้า.

Gosden, J.R., 1994, Chromosome Analysis Protocols, Humana Press, New Jersey, 508 p.

Locker, H.J. and Grünberg, M.R., 2000, *Spathoglottis* plant named 'Lencaract', United States Patent 11:54-56.

Table 1 Root number and root length of *S.* 'Julalux'.

Media types	Root number (Root)	Root length (cm.)
coconut chip	4.0±2.34[1/] b[2/]	1.59±0.38
coconut chip + sand (1:1)	4.4±1.67 b	1.76±0.62
sand	4.2±1.30 b	1.89±0.46
coconut coir	8.4±3.58 a	1.93±0.46
peatmoss	6.2±3.11 a	2.12±0.66
CV. (%)	46.86	28.30
F-test	*	ns

ns = not significant at 0.05 probability level

[1/] Mean ± standard deviation

[2/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant different at $p \leq 0.05$ by DMRT.

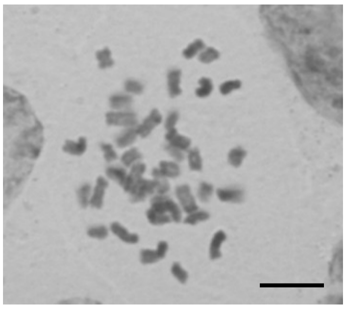
Table 2 Root number and root length of Yellow hybrid.

Media types	Root number (root)	Root length (cm.)
coconut chip	2.4±1.44[1/] b[2/]	0.78±0.19 b
coconut chip + sand (1:1)	2.8±1.10 b	1.10±0.19 a
sand	5.2±3.11 a	0.64±0.33 b
coconut coir	2.4±0.55 b	0.57±0.16 b
peatmoss	2.2±0.84 b	1.38±0.16 a
CV. (%)	54.16	24.07
F-test	*	*

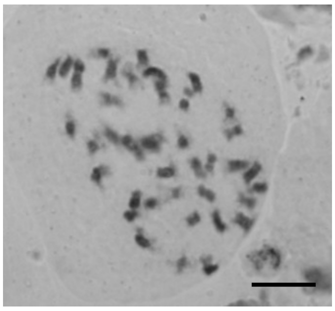
ns = not significant at 0.05 probability level

[1/] Mean ± standard deviation

[2/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant different at $p \leq 0.05$ by DMRT.

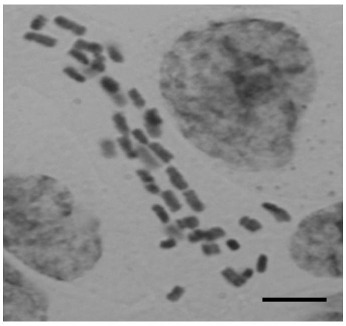


S. 'Julalux'

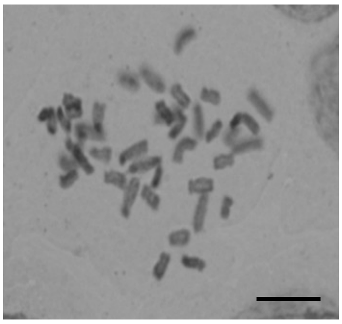


Yellow hybrid

Figure 1 Root tip cells of *Spathoglottis* hybrids treated with 8-hydroxyquinoline for 6 hours., bars = 5 µm.



S. 'Julalux'



Yellow hybrid

Figure 2 Chromosomes number of *S.* 'Julalux' and Yellow hybrid (2n = 40), bars = 5 µm.

รูปแบบการตัดแต่งสับปะรดพร้อมบริโภคพันธุ์ตราดสีทองต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา

Cutting Styles of Fresh-cut Pineapple cv. Trad Seethong on Quality after Storage

ธนิตชยา พุทธมี[1] เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์[1] และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1]

Puthmee, T.[1], Matulaprungsan, B.[1] and Kanlayanarat, S.[1]

Abstract

The study of cutting styles of fresh-cut pineapple cv. Trad Seethong on quality after storage. Fruits were various cutting styles as cross section, half of cross section, long section per half of fruit and sixteen pieces per half of fruit which packed in polypropylene trays and wrapped with PVC film. The samples were stored at 10ºC, 92-95% RH. Cutting styles of fresh-cut pineapple have the effects on quality after storage. The cutting of long section per half of fruit delayed total ascorbic and b* changing and delayed microbial (total plant count) growth. While a cutting of sixteen pieces per half of fruit promises to delayed titratable acidity and total soluble solid but it had soft color and higher contaminant than long section per half of fruit. Both of cutting styles had shelf life 8 days.

Keywords: pineapple, cutting styles, fresh-cut pineapple

บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบการตัดแต่งสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา โดยนำสับปะรดมาตัดแต่งเป็นรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การหั่นชิ้นตามขวาง การหั่นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่ง การหั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผล และการหั่นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผล บรรจุในถาดโฟม (Polypropylene trays) หุ้มด้วยฟิล์ม PVC เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 92-95 พบว่ารูปแบบการตัดแต่งของสับปะรดพร้อมบริโภคมีผลต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา โดยสับปะรดที่หั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี ค่า b* และชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count) ในขณะที่การหั่นสับปะรดตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลมีแนวโน้มในการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่มีสีเนื้ออ่อนกว่าและมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ total plate count สูงกว่าการหั่นสับปะรดเป็นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผล การหั่นทั้ง 2 รูปแบบ สามารถเก็บรักษาได้นาน 8 วัน

คำสำคัญ: สับปะรด รูปแบบการตัดแต่ง สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นไม้ผลเขตร้อนชนิดหนึ่งที่เจริญเติบโตได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ผลิตผลส่วนใหญ่จำหน่ายในรูปผลสด และการแปรรูปอื่นๆ เช่น สับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรด และฟรุตสลัด ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกสูงเป็นอันดับหนึ่งของโลก (สถาบันอาหาร, 2551) ปัจจุบันผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศให้ความสนใจในการบริโภคผลิตผลในรูปของผลสดเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศที่มีปริมาณการส่งออกเพิ่มสูงขึ้น แต่เนื่องจากการส่งออกสับปะรดในรูปของผลสดมีปัญหาในเรื่องของผลไม่ได้คุณภาพอันมีสาเหตุจากขนาด รูปร่าง ผลช้ำ ตำหนิ และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การสุก และการเน่าเสีย จากปัญหานี้ส่งผลให้มีปริมาณการส่งออกไม่มากเท่าที่ควรโดยเฉพาะในช่วงที่มีผลผลิตออกมามาก ทำให้มีการส่งเสริมการแปรรูปสับปะรดสดเป็นสับปะรดตัดแต่ง พร้อมบริโภค เพื่อส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ แต่กระบวนการตัดแต่งสับปะรดพร้อมบริโภคต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การล้างทำความสะอาด การปอกเปลือก การตัด การหั่นให้เป็นชิ้น และการบรรจุหีบห่อ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้อาจก่อให้เกิดการสูญเสียคุณภาพ เช่น การสูญเสียน้ำ และการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะขั้นตอนการหั่นและการตัดที่ก่อให้เกิดความบอบช้ำ และบาดแผลต่อผลิตผล ดังนั้นจึงได้ศึกษารูปแบบการตัดแต่งสับปะรดพร้อมบริโภคพันธุ์ตราดสีทองต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศต่อไป

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, บางขุนเทียน, กรุงเทพฯ 10150

[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresourse and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien Bangkok, 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองจากสวนในจังหวัดตราด โดยคัดเลือกผลที่มีขนาดสม่ำเสมอและมีความสุกที่เหมาะสม (ตาเปิดสีเหลืองของตาประมาณ 4 แถว) น้ำหนักประมาณ 1,000-1,200 กรัมต่อผล ปราศจากโรคและแมลง จากนั้นตัดจุกและก้านผลออกแล้วนำมาล้างน้ำสะอาดเพื่อล้างสิ่งปนเปื้อน แล้วล้างอีกครั้งด้วยน้ำที่มีส่วนผสมของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 300 ppm เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจติดมาจากแปลงปลูก หลังจากนั้นนำมาปอกเปลือกและแกะตาออก แล้วหั่นเป็นรูปแบบต่างๆ ได้แก่ หั่นชิ้นตามขวาง หั่นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่ง หั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผล และหั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผล บรรจุในถาดโฟม (polypropylene trays) หุ้มด้วยฟิล์ม PVC เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของชั้นวางจำหน่ายผลิตผลสดในห้างสรรพสินค้าทั่วไป ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 92-95 ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ค่า b* ของเนื้อสับปะรด และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสูญเสียน้ำหนักสดของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคในทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยพบว่าการหั่นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าการหั่นรูปแบบอื่นในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา (Figure 1A) เมื่อเข้าสู่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา การหั่นสับปะรดเป็นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเป็นสองเท่าของการหั่นรูปแบบอื่น แม้ว่ารูปแบบการตัดแต่งจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มว่ารูปแบบการตัดแต่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ซึ่งอาจเป็นเพราะกระบวนการตัดแต่งทำให้เกิดบาดแผลที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเครียดกับตัวผลิตผล สภาวะความเครียดกระตุ้นให้กระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเกิดเร็วขึ้น ก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำหรือ dehydration (Cantwell และ Suslow, 2002) ซึ่งต่างจาก อดิศักดิ์ และเหมวรรณ (2551) รายงานว่าการสูญเสียน้ำหนักสดของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์ภูแลมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ยกเว้นสับปะรดที่หั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลที่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และมีค่ามากกว่าสับปะรดที่หั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1B) การตัดแต่งผักและผลไม้พร้อมบริโภคทำให้ผลิตผลสูญเสียปริมาณอาหาร เช่น ปริมาณวิตามินซี (Gil และคณะ, 2006) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสับปะรดตัดแต่งรูปแบบต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 12.83-15.60°Brix (Figure 1C) รูปแบบการตัดแต่งมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา โดยการหั่นสับปะรดเป็นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าการหั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 15.30°Brix ในขณะที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของสับปะรดตัดแต่งรูปแบบต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.75-1.22 รูปแบบการตัดแต่งไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ การหั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลมีแนวโน้มในการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ดีกว่าการหั่นในรูปแบบอื่น (Figure 1D) Montero-Calderon และคณะ (2008) รายงานว่าสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา ค่า b* เป็นค่าสีที่แสดงสีเหลืองไปจนสีน้ำเงิน ค่า b* มีค่าเป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างมีสีเหลือง จากการทดลองพบว่าค่า b* ของเนื้อสับปะรดตัดแต่งเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 11.57-19.45 การหั่นสับปะรดเป็นชิ้นตามขวางและการหั่นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่ง สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 วัน โดยมีค่า b* เท่ากับ 16.21 และ 14.12 ตามลำดับ ในขณะที่การหั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลและการหั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลสามารถเก็บรักษาได้นาน 8 วัน โดยการหั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลมีค่า b* น้อยกว่าการหั่นชิ้นตามยาว (Figure 1E) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการตัดแต่งด้วยการหั่นหรือการตัดหลายๆ ครั้งส่งผลให้ผลิตผลบอบช้ำจนมีสีคล้ำลงในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้มีค่า b* น้อยลง สอดคล้องกับรายงานของ Montero-Calderon และคณะ (2008) รายงานว่าค่า b* ของเนื้อสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคมีค่าลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count) เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 2.29 log CFU/g ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count) ของทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยการหั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลมีปริมาณเชื้อสูงกว่าสับปะรดที่ตัดแต่งรูปแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1F) เมื่อเข้าสู่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา สับปะรดในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count) ลดลง โดยเฉพาะการหั่นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่งและการหั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลที่มีปริมาณเชื้อลดลงต่อเนื่องในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และมีค่าน้อยกว่าการหั่นชิ้นตามขวางและการหั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ดีการหั่น

ชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลมีแนวโน้มในการชะลอการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count) ทั้งนี้เป็นเพราะการหั่นชิ้นตามยาวมีพื้นที่ในการปนเปื้อนน้อยกว่าการหั่นชิ้นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบหกชิ้นต่อครึ่งผล Riquelme (1994) รายงานว่าสับปะรดที่ถูกหั่นให้เป็นชิ้นเล็กลง จะเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมสูง โดยส่วนใหญ่การปนเปื้อนมักเกิดจากความไม่สะอาดของบรรจุภัณฑ์ และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการตัดแต่ง (Tournas และคณะ, 2006)

สรุปผล

รูปแบบการตัดแต่งสับปะรดพร้อมบริโภคมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา โดยการหั่นสับปะรดเป็นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงวิตามินซี สี (ค่า b*) และมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count) น้อยที่สุด และสามารถเก็บรักษาได้นาน 8 วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สถาบันอาหาร, 2551, อุตสาหกรรมสับปะรด (ยุทธศาสตร์สับปะรดของไทย) [สืบค้น], http://www.nfi.or.th/nfi/pineapple/pine3.asp [26/June/10].

อดิศักดิ์ จูมวงษ์ และเหมวรรณ อัมภาพร, 2551, ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา และคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ภูแลตัดแต่งพร้อมบริโภค, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 39(3)(พิเศษ)

Cantwell, M.I. and Suslow, T.V., 2002, Postharvest Handling Systems: Minimally Processed Fruits and Vegetables. In: Kader, A.A. (Ed.), Postharvest Technology of Horticultural Crops, 3rd ed. University of California, Davis, Agriculture and Natural Resources, Pub 3311, pp. 445-463.

Gil, M.I., Aguayo, E. and Kader, A.A., 2006, Quality Changes and Nutrient Retention in Fresh-cut Versus Whole Fruit During Storage, Journal of Agricultural Food Chemistry, 54: 4284-4296.

Montero-Calderon, M., Rojas-Grua, M.A. and Martin-Belloso, O., 2008, Effect of Packaging Conditions on Quality and Shelf-life of Fresh-cut Pineapple (*Ananas comosus*), Journal of Postharvest Biology and Technology, 50: 182-189.

Riquelme, F., Pretel, M.T., Martinez, G., Serrano, M., Amoros, A. and Romo Jaro, F., 1994, Packaging of Fruits and Vegetables: Recent Result, In Food Packing and Preservation. M. Mathlouthi (Ed.), pp. 141-168, U.K. Blackie Academic and Professional.

Tournas, V.H., Heeres, J. and Burgess, L., 2006, Moulds and Yeasts in Fruit Salads and Fruit Juices, In Food Microbiology, 23: 684-688.

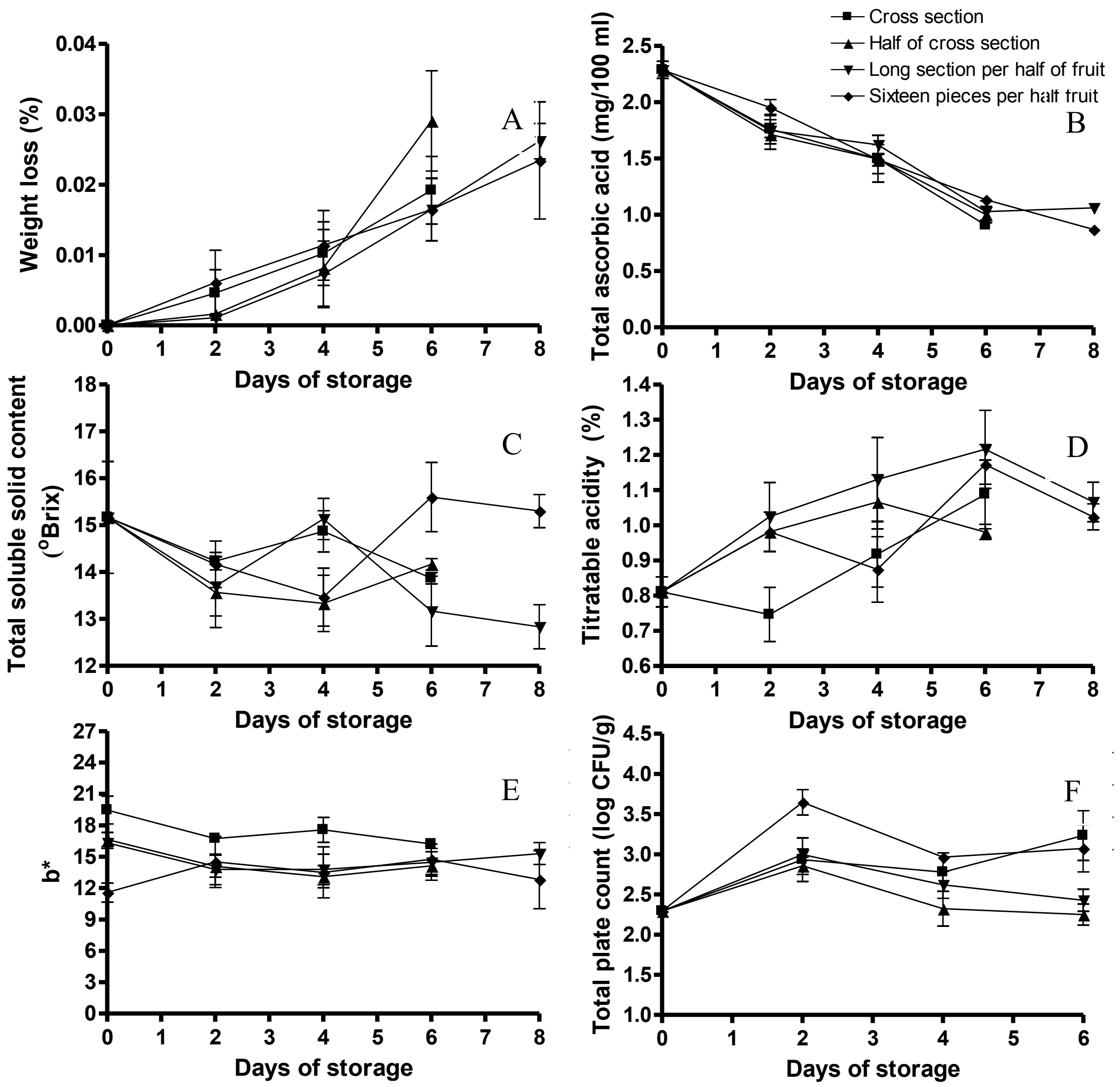


Figure 1 Effect of cutting styles on weight loss (A), total ascorbic acid (B), total soluble solids (C), titratable acidity (D), b* value of flesh (E) and total plate count (F) of fresh-cut pineapple cv. Trad Seethong stored at 10°C, 92-95% RH.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 129-132 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 129-132 (2553)

ผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ในระบบการปลูกแบบ Nutrient Film Technique

Effect of Wastewater from Fish Culture on Growth of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Nutrient Film Technique

อังคณา โชติช่วง[1] **ปริยานุช จุลกะ**[1] **พิจิตรา แก้วสอน**[1] **ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์**[2] **และ ประธาน โพธิสวัสดิ์**[2]

Chotchuang, A.[1], Chulaka, P.[1], Kaewsorn, P.[1], Visutthipat, R.[2] and Photisawad, P.[2]

Abstract

The influences of wastewater from fish culture on growth of lettuce in nutrient film technique (NFT) system were investigated at Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Pathumthani during March 2009 to April 2010. The experiment was done into 2 parts. The experiment I was compared the quality of wastewater from 3 species of fishes (nile tilapia, catfish and climbing perch). The results showed the macronutrient contents and pH in wastewater from nile tilapia and catfish were suitable for growth of lettuce, while wastewater from climbing perch contained low macronutrient contents and high pH (8.6). The experiment II was studied on the growth of lettuce in wastewater from nile tilapia and catfish culture in NFT. The results showed the growth of lettuce was statistically significant difference. The lettuce grown in the mixes of nutrient solution: nile tilapia wastewater (1:1) showed highest leaf area (27.01 cm^2), leaf greenness (14.63), number of leaves (8 leaves), shoot and root fresh weight (18.49 and 3.11 g) and shoot and root dry weight (1.08 and 0.19 g). In addition, lettuce grown in nutrient solution and harvested in March showed highest nitrate accumulation (2667.50 mg/kg fresh weight), while the vitamin C content was not significant different.

Keywords: wastewater, lettuce, soilless, nitrate content

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบการปลูกแบบ nutrient film technique (NFT) ณ โรงเรือนทดลอง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จ.ปทุมธานี ทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำจากการเลี้ยง ปลา 3 ชนิดได้แก่ ปลานิล ปลาดุกและปลาหมอ พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักและความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำที่ได้จากการ เลี้ยงปลานิลและปลาดุกมีปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ในขณะที่น้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาหมอมี ปริมาณธาตุอาหารหลักต่ำและ pH สูง (8.6) การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในสารละลายที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลและปลาดุก พบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลานิล (1:1) มีพื้นที่ใบ (27.01 ซม.^{2}) ความเขียวของใบ (14.63) จำนวนใบ (8 ใบ) น้ำหนักสดต้นและราก (18.49 และ 3.11 กรัม) และน้ำหนักแห้งต้นและราก (1.08 และ 0.19 กรัม) สูงที่สุด นอกจากนี้ไนเตรทสะสมในผักกาดหอมที่ใช้สารละลายธาตุอาหารมีปริมาณสูงที่สุด (2667.50 มก./กก. นน. สด) เมื่อเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคม ในขณะที่ปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: น้ำทิ้ง ผักกาดหอม การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ปริมาณไนเตรท

[1]**ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ** 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Jatujak, Bangkok, 10900

[2]**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) คลองหลวง ปทุมธานี** 12120

[2]Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Klongluang, Pathumthani, 12120

คำนำ

ปัญหามลพิษทางน้ำของประเทศไทยนับวันจะรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเป็นอีกสาเหตุหนึ่ง โดยมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเตรียมบ่อเพาะเลี้ยง อาหาร สิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ รวมถึงน้ำทิ้งที่ระบายออกมาขณะจับสัตว์น้ำและทำความสะอาดบ่อ ดังนั้นการนำน้ำเหลือทิ้งมาใช้ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจึงน่าจะเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการลดมลพิษทางน้ำได้ ซึ่งพบว่าน้ำเหลือทิ้งที่ได้จากการเลี้ยงปลามีปริมาณธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช Rafiee และ Saad (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรของธาตุอาหารและผลผลิตที่ได้จากของเสียระหว่างที่มีการเลี้ยงปลานิลแดงที่ระยะแตกต่างกันภายใต้ระบบการผสมผสานกันระหว่างการปลูกพืชและเลี้ยงปลาพบว่า น้ำเหลือทิ้งที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลที่อายุแตกต่างกันนั้นจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งพบปริมาณ P และ Mg อยู่ที่ระหว่าง 5.9-14.5 และ 3.34-4.70 มก./ลิตร และนอกจากนี้ยังพบปริมาณ Ca และ K เท่ากับ 27 และ 39.33 มก./ลิตรด้วย อีกทั้งงานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการนำน้ำเหลือทิ้งที่ได้จากการเลี้ยงปลามาใช้กับพืชในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินยังมีอยู่น้อย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบการปลูกแบบ NFT เพื่อเป็นการประเมินความเป็นไปได้ในการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาในการปลูกผักกาดหอมและลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในระบบ NFT

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลานิล ปลาดุก และปลาหมอ โดยเลี้ยงปลาทั้ง 3 ชนิดในบ่อไฟเบอร์กลาสปริมาตร 1500 ลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาทั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ดังนี้ ธาตุอาหารหลัก (N, P, K, Ca, Mg และ S) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) นำข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาทั้ง 3 ชนิด มาเปรียบเทียบกันแล้วเลือกน้ำจากการเลี้ยงปลาที่สามารถนำมาใช้ปลูกพืชในระบบ NFT เพียง 2 ชนิดเพื่อนำไปใช้ในการทดลองที่ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในสารละลายที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลและปลาดุกในระบบ NFT สารละลายที่นำมาใช้มี 3 สูตร ได้แก่ สารละลายธาตุอาหาร (control) สารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลานิล (1:1) และสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลาดุก (1:1) เพาะเมล็ดผักกาดหอมในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ perlite และ vermiculite อัตราส่วน 4:1 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วย้ายปลูกลงโต๊ะปลูกระบบ NFT เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เก็บเกี่ยวผลผลิตในสัปดาห์ที่ 5 หลังจากเพาะเมล็ด (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2553) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น บันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโตทุกสัปดาห์หลังย้ายปลูก ได้แก่ ความเขียวของใบโดยใช้ SPAD-502 จำนวนใบ น้ำหนักสดต้นและราก น้ำหนักแห้งต้นและราก เก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากย้ายปลูก 3 สัปดาห์ แล้วนำมาวัดพื้นที่ใบ และวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทและวิตามินซีสะสมในผักกาดหอมโดยใช้ RQ-Flex Reflectometer ยี่ห้อ Merck นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Different ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 พบว่าคุณสมบัติของน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลานิล ปลาดุก และปลาหมอ ที่ระยะเวลา 8 สัปดาห์มีความแตกต่างกัน โดยน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลและปลาดุกให้ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ NH^+_4, NO^-_3, P, K, Ca, Mg และ S เท่ากับ 1.1 และ 0.3 mg L^{-1}, 1.7 และ 1.4 mg L^{-1}, 44.9 และ 52.7 mg L^{-1}, 14 และ 35.1 mg L^{-1}, 55.9 และ 248.6 mg L^{-1}, 8 และ 11.7 mg L^{-1} และ 37.5 และ 31.2 mg L^{-1} ตามลำดับ (Table 1) รวมทั้งค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 8.2 และ 7.4 ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ในขณะที่น้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาหมอมีปริมาณธาตุอาหารหลักทุกชนิดต่ำกว่าน้ำเลี้ยงปลาอีก 2 ชนิด และมีค่า pH สูง คือ 8.6 คุณสมบัติของน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกันอาจจะเนื่องจากชนิดของปลาที่นำมาเลี้ยง ความสามารถในการกินอาหารของปลาแต่ละชนิด รวมทั้งของเสียที่ปล่อยออกมาด้วย จึงทำให้คุณสมบัติของน้ำมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลและปลาดุกมาใช้ในการทดลองที่ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในสารละลายที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลและปลาดุกในระบบ NFT พบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลานิล (1:1) มีการเจริญเติบโตสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลาดุก (1:1) ตลอด

อายุการเจริญ (Table 2) และพบว่าเมื่อเก็บเกี่ยวผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลานิล (1:1) มี ความเขียวของใบ จำนวนใบ น้ำหนักสดต้นและราก น้ำหนักแห้งต้นและรากสูงที่สุด (14.63, 8 ใบ, 18.49 กรัม, 3.11 กรัม, 1.08 กรัม และ 0.19 กรัม ตามลำดับ) รองลงมาคือ ผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร (control) ในขณะที่ผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลาดุก (1:1) มีการเจริญเติบโตต่ำที่สุด ซึ่งผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลานิล (1:1) มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหาร เนื่องจากน้ำเลี้ยงปลานิลมีปริมาณธาตุอาหารหลักและ pH อยู่ในระดับที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในขณะที่น้ำเลี้ยงปลาดุกธาตุอาหารหลักอาจจะอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอทำให้ผักกาดหอมมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าสารละลายสูตรอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (เดือนมีนาคม) ผักกาดหอมที่ใช้สารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลานิลมีพื้นที่ใบสูงที่สุด เท่ากับ 27.01 ซม.^{2} (Figure 1) ส่วนไนเตรทสะสมในผักกาดหอมที่ใช้สารละลายธาตุอาหาร มีปริมาณสูงที่สุดคือ 2667.50 มก./กก.นน.สด รองลงมาคือ สารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลานิล เท่ากับ 1218.50 มก./กก.นน.สด ส่วนสารละลายธาตุอาหาร:น้ำเลี้ยงปลาดุกมีปริมาณไนเตรทสะสมต่ำสุด เท่ากับ 793.30 มก./กก.นน.สด (Figure 2) ซึ่งพบว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดย European Commission กำหนดปริมาณไนเตรทสูงสุดที่ยอมให้มีอยู่ในผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) ในช่วงระหว่าง 2500-3000 มก./กก.นน.สด (European Commission,1997) ปริมาณไนเตรทสะสมในพืชขึ้นกับปัจจัยด้านต่างๆ ได้แก่ ชนิดพืช ส่วนของพืช อายุของพืช และสภาพแวดล้อม เช่น เวลาในช่วงวันและความเข้มแสง โดย Carrasco และคณะ (1994) พบว่าการปลูก red chicory ในสภาพความเข้มแสงต่ำ ทำให้มีการสะสมไนเตรทมากกว่า 4000 มก./กก.นน.สด ในขณะที่ปริมาณวิตามินซีในผักกาดหอมที่ใช้สารละลายทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผล

น้ำเหลือทิ้งที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลสามารถนำมาใช้ในการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT ได้โดยผสมกับสารละลายธาตุอาหาร อัตราส่วน 1:1 ทำให้ผักกาดหอมมีพื้นที่ใบ ความเขียวของใบ จำนวนใบ น้ำหนักสดต้นและราก น้ำหนักแห้งต้นและรากสูงที่สุด และการเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนมีนาคมพบปริมาณไนเตรทสะสมต่ำกว่าสารละลายธาตุอาหาร (control) ซึ่งมีปริมาณไนเตรทสะสมสูงที่สุด

คำขอบคุณ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

เอกสารอ้างอิง

Carrasco, G..A., Burrage, S.W. and Kazakidou, D.,1994, Nitrate Accumulation in Red Chicory (*Cichorium intybus* L.) Grown at a Low Level of Light Intensity, Acta Horticulturae, 361: 274-281.

European Commission, 1997, Commission Regulation (EC) No. 194/97 of 31 January 1997, Official Journal of the European Communities No.L31: 48-50.

Rafiee, G. and Saad, C.R., 2005, Nutrient Cycle and Sludge Production during Different Stages of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) Growth in Recirculating Aquaculture System, Aquaculture, 244: 109-118.

Table 1 Quality of wastewater from nile tilapia, catfish and climbing perch culture after 8 weeks.

Treatment	Macronutrient content (mg L^{-1})							EC (mS/cm)	pH
	NH_4^+-N	NO_3^--N	Total P	Total K	Total Ca	Total Mg	Total S		
Wastewater from nile tilapia	1.1	1.7	44.9	14.0	55.9	8.0	37.5	0.6	8.2
Wastewater from catfish	0.3	1.4	52.7	35.1	248.6	11.7	31.2	2.4	7.4
Wastewater from climbing perch	0.8	0.0	41.0	12.2	37.0	5.7	18.7	0.4	8.6

Table 2 Leaf greenness, number of leaf, shoot and root fresh weight, shoot and root dry weight of lettuce at 1, 2 and 3 week after transplanting.

Treatment	Leaf Greenness	Number of Leaf (leaf)	Fresh Weight (g)		Dry Weight (g)	
			Shoot	Root	Shoot	Root
1 week						
Nutrient solution	14.10	3.0	0.86 a[1/]	0.18	0.05 b	0.009 b
Nutrient solution : nile tilapia wastewater (1:1)	14.98	3.0	0.90 a	0.20	0.06 a	0.012 a
Nutrient solution : catfish wastewater (1:1)	12.89	2.8	0.65 b	0.22	0.04 c	0.012 a
$LSD_{0.05}$	ns	ns	0.13	ns	0.01	0.002
CV. (%)	16.42	8.3	17.42	19.92	16.47	22.470
2 week						
Nutrient solution	10.09 c	4.70	3.24 b	0.46 c	0.174 b	0.028 c
Nutrient solution : nile tilapia wastewater (1:1)	14.03 a	4.90	5.34 a	1.35 a	0.348 a	0.084 a
Nutrient solution : catfish wastewater (1:1)	12.10 b	4.40	2.48 b	0.71 b	0.159 b	0.050 b
$LSD_{0.05}$	1.29	ns	1.03	0.17	0.062	0.012
CV. (%)	11.64	12.64	30.42	22.62	29.710	23.940
3 week						
Nutrient solution	12.51 b	6.30 b	7.74 b	0.88 b	0.45 b	0.07 b
Nutrient solution : nile tilapia wastewater (1:1)	14.63 a	8.00 a	18.49 a	3.11 a	1.08 a	0.19 a
Nutrient solution : catfish wastewater (1:1)	12.54 b	4.90 c	3.92 c	1.11 b	0.28 c	0.09 b
$LSD_{0.05}$	1.65	1.01	2.72	0.51	0.16	0.04
CV. (%)	13.58	17.27	29.48	32.79	28.83	32.96

[1/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant different at $p \leq 0.05$ by Least Significant Different

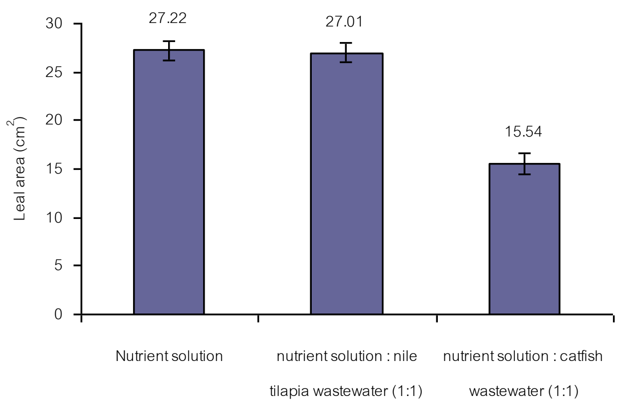


Figure 1 Leaf area of lettuce at harvest.

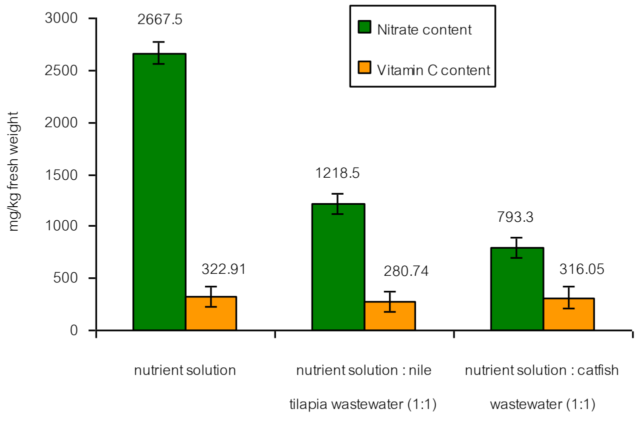


Figure 2 Nitrate content and vitamin C content of lettuce at harvest.

การเปรียบเทียบการอบแห้งชาโมโรเฮยะด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและอากาศร้อน ที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง

Comparative Study of Moroheiya Tea Drying Using Low Relative Humidity Air and Hot Air at Low and High Temperature

สันติ แนวทอง[1] ศิริธร ศิริอมรพรรณ[2] ศักดิ์ชัย ดรดี[3] และ นเรศ มีโส[1]

Naewthong, S.[1], Siriamornpun, S.[2], Dondee, S.[3] and Meeso, N.[1]

Abstract

This study aimed to evaluate the drying methods for Moroheiya tea using low relative humidity air (LRH) and hot air (HA). Factors studied were temperatures of 40 and 80°C, relative humidities of 30-40% and constant air velocity of 0.3 m/s. The results showed that the moisture contents of dried Moroheiya tea with LRH were reduced faster and taken less drying time to reach a_w between 0.4- 0.5, compared with that by HA. Changes in color (ΔE) of Moroheiya tea were found significantly smaller figures in LRH than HA, with consideration that the first had higher L- and b- but lower a-values than the latter. Antioxidants activities (DPPH and FRAP values) were comparatively significantly different among all teas dried with LRH and HA at 40 and 80°C ($p \leq 0.05$). The results of total phenolic contents in teas were found similar trend to the values of DPPH and FRAP. From data obtained we suggest that LRH provided superior quality of Moroheiya tea with consideration of colour.

Keywords: color, hot air drying, low relative humidity air drying, Moroheiya tea

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ เพื่อเปรียบเทียบการอบแห้งชาโมโรเฮยะด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และอากาศร้อน ปัจจัยที่ศึกษา คืออุณหภูมิ 40 และ 80°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 30-40 และความเร็วของอากาศ 0.3 m/s จากผลการทดลอง พบว่า การอบแห้งชาโมโรเฮยะด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสามารถลดความชื้นของใบชาโมโรเฮยะได้เร็วกว่าและใช้เวลาในการอบแห้งเพื่อให้ได้ค่าน้ำอิสระ (a_w) ของใบชาโมโรเฮยะอยู่ระหว่าง 0.4-0.5 น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการอบแห้งด้วยอากาศร้อน สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีของใบชาโมโรเฮยะ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสีชาที่อบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีน้อยกว่า โดยมี ค่า L* และ b* สูงกว่า แต่มีค่า a* ที่ต่ำกว่าชาที่อบแห้งด้วยอากาศร้อน ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของใบชาโมโรเฮยะที่อบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 80°C มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากผลการทดลองในการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการอบแห้งชาโมโรเฮยะด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำได้ชาที่มีคุณภาพด้านสีโดดเด่นกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน

คำสำคัญ: สี การอบแห้งด้วยอากาศร้อน การอบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ชาโมโรเฮยะ

Introduction

Moroheiya (*Corchorus olitorius* L.) is a plant in the Tilaceae family, the plants that have high nutritional value. As a source of beta carotene (Opondo, 2003), vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, folic acid, vitamin C and protein (Palada and Changet, 2003). In order to preserve this seasonal plant, and make it available to consumers during the whole year, it undergoes specific technological treatments such as drying. Drying provides a very useful preservation. Generally, a part of the moroheiya may be tied in small bundles and hung up, or the

[1]หน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ. กันทรวิชัย จ. มหาสารคาม

[1]Research Unit of Drying Technology for Agricultural Products, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kuntarawichai, Mahasarakham

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม

[2]Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Muang, Mahasarakham

[3]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อ. เมือง จ. ขอนแก่น

[3]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Northeastern University, Muang, Khon Kaen

leaves and flowering tops spread on a screen and dried in the shade. Drying is one of the oldest methods of food preservation, and it represents a very important aspect of food processing. The main aim of drying products was to allow longer periods of storage, minimize packaging requirements and reduced shipping weights. Hot air drying is the most common method used to preserve agricultural products in the World. However, the higher temperature of the material during drying leads to the degradation on nutritional value of moroheiya. Therefore, the objective of this study was comparative study of moroheiya tea drying using low relative humidity air and hot air at low and high temperature.

Materials and Methods

Moroheiya leaves were dried at air temperatures of 40 and 80°C, relative humidities of 30-40% and constant air velocity 0.3 m/s. Moroheiya leaves were positioned on a tray and thermocouple (type K) was inserted into the moroheiya leaves in order to measure the product temperature. All measurements of temperature were recorded by data logger. The sample weight was continuously recorded by a computer using a RS232 interface at 1 minute interval the final moisture content of less than 7% (w.b.). All the tests were performed in three replicates. The initial moisture content (M_o) of the sample was not same for all the drying treatments. In order to normalize the drying curves, the data on moisture content (M) was transformed to dimensionless moisture ratio defined by MR using Eq. $MR = (M-M_e)/(M_o-M_e) = M/M_o$. The equilibrium moisture content, M_e, has been numerically set to zero. The water activity value (a_w) was measured using the AquaLab.

The color of moroheiya leaves was measured by hunter Lab model Miniscan XE Plus and displayed in L (darkness/whiteness), a (greenness/redness) and b (blueness/yellowness).

The antioxidant activity was determined by DPPH radical scavenging activity, the percent inhibition activity was calculated as [(Ao-Ae)/Ao]*100 (Ao = absorbance without extract; Ae = absorbance with extract) and ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay determined from a standard curve plotted using the $FeSO_4.7H_2O$ linear regression equation to calculate the FRAP values of the sample (Wanyo *et al*., 2009).

The total phenolic contents (TPC) of each extract were determined using the Folin–Ciocalteu reagent (Zhou and Yu, 2006). The reaction mixture contained 1 mL of mulberry tea extract, 0.5 mL of the Folin–Ciocalteu reagent, 3 mL of 20% sodium carbonate and 10 mL of distilled water. After 2 h of reaction at ambient temperature, the absorbance at 765 nm was measured and used to calculate the phenolic contents using gallic acid as a standard. The total phenolic contents were then expressed as gallic acid equivalent (GAE), in mg/g dry sample (Wanyo *et al*., 2009).

Results and Discussions

The effect of LRH and HA temperatures drying on moisture ratio and product temperatures, obtain in experiments for thin layer of moroheiya leaves carried out at 40 and 80ºC have been represented in Figure 1. The product temperatures increased while the moisture ratio curves reduced with the increase of air drying temperature, the highest value of product temperatures was obtained during the experiment at 80 ºC of drying air temperature and moisture ratio of moroheiya leaves was dried with LRH fast dropped than HA, decreased exponentially with elapsed drying time. The water activity (a_w) of moroheiya tea dried was between 0.4-0.5 which was similar to final moisture content of less than 7% (w.b.) shown in Figure 1. Antioxidants activities (DPPH and FRAP values) were comparatively significantly different among all teas dried with LRH and HA at 40 and 80°C ($p \leq 0.05$). The results of total phenolic contents in teas were found similar trend to the values of DPPH and FRAP in Table 1.

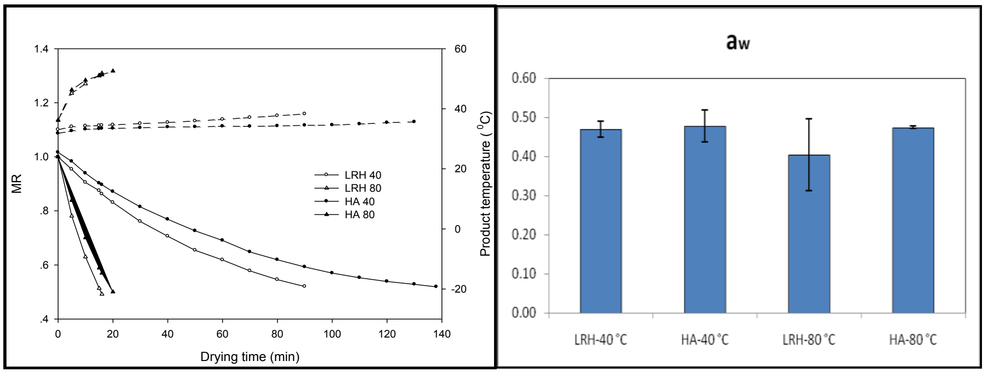


Figure 1 Effect of LRH and HA temperatures on drying curves and water activity.

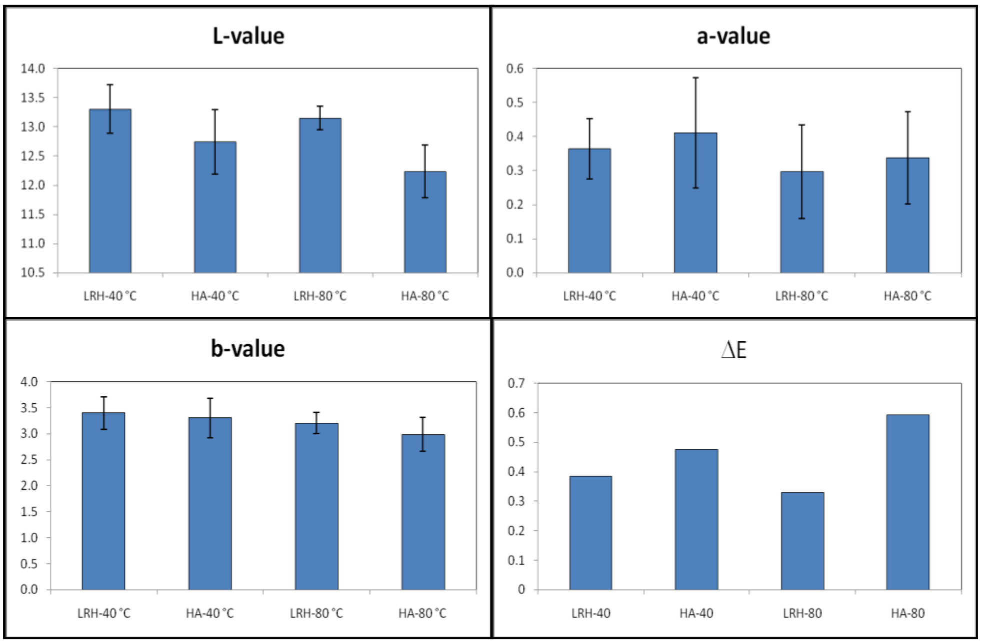


Figure 2 Effect of LRH and HA temperature on color changes (ΔE).

Table 1 Effect of temperatures drying on the total phenolic contents and antioxidant activity between LRH and HA drying.

Temp. (°C)	Total phenolic content (mg GAE/1g sample)		DPPH radical scavenging activity (%inhibition activity)		Ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay (µmol/L)/g_{sample})	
	LRH	HA	LRH	HA	LRH	HA
40	18.89 ± 0.09aA	18.48 ± 0.08bB	90.93 ± 0.21aA	87.37 ± 0.43bB	384.93 ± 0.69aB	393.20 ± 2.07bA
80	12.27 ± 0.05bB	38.86 ± 0.11aA	81.21 ± 0.50bB	91.98 ± 0.14aA	384.99 ± 2.21aB	421.96 ± 2.15aA

Means with different small letters in the same column are significantly different at $p \leq 0.05$ within the same parameter.
Means with different capital letters in the same row are significantly different at $p \leq 0.05$ within the same parameter.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Thailand Research Fund (TRF) for financial supporting.

Summary

Moroheiya leaves drying with low relative humidity air was found that increased product temperature with increase in low relative humidity temperature and moisture ratio decrease the drying time is shorter compared to the hot air. Final change color, water activity was has not changed much. Antioxidants activities (DPPH and FRAP values) were comparatively significantly different among all teas dried with LRH and HA at 40 and 80°C. The results of total phenolic contents in teas were found similar trend to the values of DPPH and FRAP.

Literature cited

Opondo, K., 2003, A Review on the Seed Protection and Handing of Indigenous Vegetables (Spiderplant Jute Mallow and African Nightshade Complex), Sustainable Horticulral Production in the Tropics, 23: 42-45.

Palada, M.C. and Chang, L.C., 2003, Suggested Cultural Practices for Jute Mallow, International Cooperator Guide, 2(14): 1-4.

Wanyo, P., Siriamornpun, S. and Meeso, N., 2009, Improvement of Quality and Antioxidant Properties of Dried Mulberry Leaves with Combined Far-infrared Radiation and Air Convection in Thai tea process, 6(4): 470-479.

Zhou, K. and Yu, L., 2006, Total Phenolic Contents and Antioxidant Properties of Commonly Consumed Vegetables Grown in Colorado, Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie, 39: 1155–1162.

อิทธิพลของระยะปลูกและเวลาเก็บเกี่ยวต่อผลผลิตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักขจร

Effects of Spacing and Time of Harvest on Yield and Antioxidant Activity of Cowslip Creeper (*Telosma minor* Craib)

เกศศิรินทร์ แสงมณี[1] และ ปริยานุช จุลกะ[1]

Sangmanee, K.[1] and Chulaka, P.[1]

Abstract

The effects of plant spacing and time of harvest on yield and antioxidant activity of cowslip creeper were carried out at the experimental field, Department of Horticulture, Kasetsart University Bangkhen campus during August 2007 to August 2008. The experiment was done in split plot in randomized complete block design. The 3 spacings (0.25x2.5 0.50x2.5 or 0.75x2.5 m) were tested as main plot, and 4 harvest times (May, June, July and August) were tested as subplot. The results showed the spacing of 0.75x2.5 m gave highest inflorescences weight (3.24 g) and antioxidant activity (74.60 %). Harvesting in May gave highest the number of inflorescences per branch (9.36 inflorescences), total yield (600.15 g/m^2), antioxidant activity (80.28 %) and vitamin C content (66.45 mg/100 g fresh weight). However, the planting in 0.25x2.5 m spacing and harvesting in May gave the highest yield (801.16 g/m^2) whereas, 0.75x2.5 m spacing and harvesting in May gave the highest antioxidant activity and vitamin C content (89.58 % and 70.87 mg/100 g fresh weight, respectively).

Keywords: cowslip creeper, spacing, antioxidant activity, vitamin C

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของระยะปลูกและเวลาเก็บเกี่ยวต่อปริมาณผลผลิตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักขจร ณ แปลงปลูกพืชทดลอง ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in Randomized complete block โดยให้ระยะปลูกเป็นปัจจัยหลัก ได้แก่ 0.25x2.5, 0.50x2.5 และ 0.75x2.5 เมตร และเวลาเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยรองได้แก่ เดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2551 พบว่าที่ระยะปลูก 0.75x2.5 เมตร ทำให้ผักขจรมีน้ำหนักช่อดอก (3.24 กรัม) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (ร้อยละ 74.60) เมื่อเก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคมได้จำนวนช่อดอกต่อกิ่งแขนง (9.36 ช่อดอก) ปริมาณผลผลิตรวม (600.15 กรัมต่อตารางเมตร) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ 80.28) และปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด (66.45 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม) อย่างไรก็ตามการปลูกโดยใช้ระยะปลูก 0.25x2.5 เมตร และเก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตรวมสูงที่สุด คือ 801.16 กรัมต่อตารางเมตร แต่การใช้ระยะปลูก 0.75x2.5 เมตร และเก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคมทำให้ดอกขจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและวิตามินซีสูงที่สุด คือ ร้อยละ 89.58 และ 70.87 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: ผักขจร ระยะปลูก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี

คำนำ

ผักขจรเป็นผักพื้นบ้านที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ผักขจรสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายส่วน เช่น ยอดอ่อน ดอก ผลอ่อน รับประทานสดหรือลวกให้สุกรับประทานร่วมกับน้ำพริก ดอกของผักขจรมีรสชาติหวาน จึงนิยมนำดอกมาประกอบอาหารหลากหลายประเภท เช่น แกงส้ม ไข่ตุ๋น ยำ เป็นต้น นอกจากจะปลูกเพื่อรับประทานแล้ว ยังมีผู้นำผักขจรมาปลูกเป็นไม้ประดับเถาเลื้อยที่มีดอกสวยงามและส่งกลิ่นหอมในเวลาเช้าและกลางคืนอีกด้วย ผักขจรเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีฟอสฟอรัส แคลเซียมและวิตามิน (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2538) และยังพบสารต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 2.85±0.39 (Chanwitheesuk และคณะ, 2004) จากการที่ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจในเรื่อง

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok, 10900

สุขภาพกันมากขึ้น จึงทำให้ผักขจรได้รับความนิยมมากขึ้น ปัจจุบันเกษตรกรจำนวนมากหันมาปลูกผักขจรเป็นการค้า ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีวิธีการปลูกและเวลาเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลให้ปริมาณผลผลิตที่ได้แตกต่างกันและมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิตและปัจจัยที่มีผลต่อสารต้านอนุมูลอิสระในผักขจรยังมีอยู่ น้อยมาก ดังนั้นจึงได้ศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกและเวลาเก็บเกี่ยวต่อผลผลิตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักขจร เพื่อให้ทราบถึงช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่ให้ผลผลิตที่สูงและมีคุณภาพที่ดี มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้ผักขจรเป็นพืชเศรษฐกิจในต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ แปลงปลูกพืชทดลองของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ โดยเตรียมแปลงปลูกขนาด 2.5x3.5 เมตร จำนวน 12 แปลง โดยให้ระยะห่างระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร เพื่อเป็นช่องว่างสำหรับทางเดิน นำท่อนพันธุ์ขจรพันธุ์หลวงอายุ 45 วัน ย้ายปลูกลงในแปลงปลูก แปลงละ 2 แถว ปลูกหลุมละ 1 ต้น โดยมีระยะปลูก 0.25x2.5, 0.50x2.5 และ 0.75x2.5 เมตร หลังจากย้ายปลูกได้ 2 สัปดาห์ (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550) ใส่ปุ๋ยสูตร 21-0-0 อัตรา 15 กรัมต่อต้น และ 16-16-16 อัตรา 25 กรัมต่อต้น ทุกเดือนเป็นระยะเวลา 12 เดือน ทำค้างรูปตัวยูคว่ำ และใช้ตาข่ายขึงเพื่อให้กิ่งของผักขจรเลื้อย ให้น้ำด้วยระบบ mini sprinkler อย่างสม่ำเสมอเช้าและเย็น วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block ประกอบด้วยปัจจัยการทดลอง 2 ปัจจัย จำนวน 3 ซ้ำ โดยให้ระยะปลูกเป็นปัจจัยหลัก (main plot) คือ 0.25x2.5, 0.50x2.5 และ 0.75x2.5 เมตร และเวลาเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยรอง (sub plot) คือ พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม

บันทึกจำนวนช่อดอกต่อกิ่งแขนง น้ำหนักช่อดอก จำนวนดอกย่อยต่อช่อ และปริมาณผลผลิตรวม วิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และปริมาณวิตามินซีของดอกโดยใช้ reflectometer RQ-flex นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เพื่อหาความแตกต่างและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Different ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 99 และ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของระยะปลูก พบว่าไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกต่อกิ่งแขนง จำนวนดอกย่อยต่อช่อ ปริมาณผลผลิตรวม และปริมาณวิตามินซี แต่มีแนวโน้มว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะปลูกเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าระยะปลูกมีผลต่อน้ำหนักช่อดอก ที่ระยะปลูก 0.75x2.5 เมตร ผักขจรมีน้ำหนักช่อดอกสูงที่สุดคือ 3.24 กรัม (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากการที่ระยะปลูกกว้างนั้น พืชจะได้รับปัจจัยในการเจริญเติบโตอย่างเพียงพอ ทั้งแสง น้ำและธาตุอาหารพืช จึงมีการสังเคราะห์แสงมาก ส่งผลให้ต้นมีการสะสมอาหารได้มาก ทำให้ได้ช่อดอกที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากกว่าระยะปลูกที่แคบ จึงส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด คือ 389.61 กรัม อีกทั้ง ผักขจรเป็นพืชเลื้อยมีความสามารถในการแตกกิ่งแขนงได้มาก การปลูกระยะปลูกที่กว้างจึงส่งเสริมให้ผักขจรมีการแตกกิ่งแขนงมาก และยังพบว่าที่ระยะปลูก 0.75x2.5 เมตร ดอกขจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ 74.60 เปอร์เซ็นต์ เพราะระยะปลูกที่กว้างดอกขจรจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อพื้นที่น้อย พืชจึงได้รับแสงอย่างทั่วถึง โดยแสงจะไปกระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ superoxide dismutase (SOD) ที่เกิดในช่วงที่มีการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Ali และ Alqurainy, n.d.) (Table 1)

เมื่อศึกษาถึงเวลาเก็บเกี่ยว พบว่าไม่มีผลต่อจำนวนดอกย่อยต่อช่อ แต่การเก็บเกี่ยวผักขจรในเดือนพฤษภาคมมีผลต่อจำนวนช่อดอกต่อกิ่งแขนงสูงที่สุด คือ 9.36 ช่อ จำนวนดอกย่อยต่อช่อสูงสุด คือ 16.54 ดอก และปริมาณผลผลิตรวมสูงสุด คือ 600.15 กรัมต่อตารางเมตร (Table 1) อาจเป็นเพราะผักขจรเป็นพืชที่ชอบแสงแดด สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้นและกึ่งร้อน (Arai และคณะ, 1998) ในช่วงเดือนพฤษภาคมซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.53 องศาเซลเซียส จะส่งเสริมให้เกิดดอก อีกทั้งทำให้มีการสะสม ethylene ที่สูงขึ้น เพื่อเข้าสู่การชราภาพและจะช่วยกระตุ้นการสร้างตาดอก (สมบุญ, 2548) และในเดือนนี้ยังมีความเข้มแสงสูง เพราะความเข้มแสงจะมีผลต่อการสะสมปริมาณสารอาหารในพืชและจะช่วยกระตุ้นตาดอก จึงส่งผลให้มีการสร้างช่อดอกมาก ทำให้มีผลผลิตรวมต่อพื้นที่สูงในเดือนพฤษภาคม เช่นเดียวกับ บัวสอน (2545) พบว่าการเก็บเกี่ยวตำลึงในช่วงฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม) ให้จำนวนยอดและผลผลิตรวมต่อพื้นที่สูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝน เนื่องจากว่าตำลึงเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อนและได้รับความชื้นอย่างเพียงพอต่อความต้องการ และยังพบว่าการเก็บเกี่ยวดอกขจรในเดือนพฤษภาคมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ ร้อยละ 80.28 และมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด คือ 66.45 มิลลิกรัมต่อ

น้ำหนักสด 100 กรัม (Table 1) อาจเป็นเพราะเดือนนี้มีความเข้มแสงเฉลี่ยสูงสุดคือ 24.00 MJ/m^2 ซึ่งสภาพที่มีความเข้มแสงสูงในระหว่างการเจริญเติบโต มีผลทำให้พืชมีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น เนื่องจากเกิดความร้อนสะสมภายในพืชทำให้เนื้อเยื่อได้รับความร้อนมากเกินไป ทำให้พืชมีการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาป้องกันเซลล์ไม่ให้เสื่อมสภาพ (Adegoroye และ Jolliffe, 1987) นอกจากนี้ สภาพอุณหภูมิที่สูงมีผลต่อปริมาณวิตามินซี Lorenzana (2002) ได้ศึกษาถึงฤดูปลูกต่อปริมาณวิตามินซีในตำลึง พบว่า ในช่วงฤดูร้อน (อุณหภูมิเฉลี่ย 33.4/25.4 องศาเซลเซียส) ตำลึงมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าที่ปลูกในฤดูหนาว (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.2/18.3 องศาเซลเซียส) ส่วนในเดือนมิถุนายนมีน้ำหนักช่อดอกสูงสุด (3.21 กรัม) อาจเป็นเพราะมีจำนวนช่อดอกน้อยที่สุดในเดือนนี้ ในขณะที่พืชได้รับธาตุอาหารเท่ากัน ธาตุอาหารจึงถูกนำไปใช้ในการเพิ่มน้ำหนักหรือสะสมน้ำหนักแห้งมาก

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลรวมระหว่างระยะปลูกและเวลาเก็บเกี่ยว พบว่าการใช้ระยะปลูก 0.25x2.5 เมตร เก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม ให้จำนวนช่อดอกต่อกิ่งแขนงสูงที่สุด คือ 9.69 ช่อ และปริมาณผลผลิตรวมสูงที่สุดคือ 801.16 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มาก จึงเป็นผลให้มีผลผลิตรวมต่อพื้นที่สูงสุด อีกทั้งในเดือนพฤษภาคมต้นมีความสมบูรณ์ มีการสะสมอาหารพร้อมที่จะให้ผลผลิต ผักขจรจึงให้ผลผลิตสูง อย่างไรก็ตามทุกระยะปลูกให้ผลผลิตดอกขจรสูงที่สุดในเดือนพฤษภาคม และที่ระยะปลูก 0.75x2.5 เมตร เก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 89.58 และปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด 70.87 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (Table 2) ทั้งนี้เนื่องมาจากระยะปลูกที่กว้างจะทำให้ทรงพุ่มได้รับแสงอย่างทั่วถึง ส่งผลให้พืชมีการสังเคราะห์วิตามินซีสูง (Table 2)

สรุปผล

1. ระยะปลูกไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกต่อกิ่งแขนง ปริมาณผลผลิตรวมและปริมาณวิตามินซี แต่การปลูกที่ระยะปลูก 0.75x2.5 เมตร ทำให้ผักขจรมีน้ำหนักช่อดอกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด
2. การเก็บเกี่ยวดอกขจรในเดือนพฤษภาคมให้จำนวนช่อดอกต่อกิ่งแขนง จำนวนดอกย่อยต่อช่อดอก ปริมาณผลผลิตรวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

บัวสอน หลวงศักดา, 2545, การศึกษาลักษณะพืชและค้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตตำลึง, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2538, ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม, หน้า 120, ผักพื้นบ้าน, องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2548, สรีรวิทยาของพืช, ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Adegoroye, A.S. and Jolliffe, P.A., 1987, Some Innibitory Effects of Radiation Stress on Tomato Fruit Ripening, Agricultural and Food Chemistry, 39: 297-302.

Ali, A. and Alqurainy, F., n.d. Activities of Antioxidants in Plant, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.

Arai, T., Hashimoto, S. and Furukawa, K., 1993, Volatile Components of *Telosma cordata* Merrill Flowers, Journal Flavour Fragrance, 8(4): 221-223.

Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A. and Rakariyatham, N., 2004, Screening of Antioxidant Activity and Antioxidant Compounds of Some Edible Plant of Thailand, Food Chemistry, 92: 491-497.

Lorenzana, R.E., 2002, Variability of Antioxidant Activity in Ivy Grourd, *Coccinia grandis* (L.) Voigt., B.S. Special Problems, The College of Arts and Sciences, Philippines.

Table 1 Number of inflorescence per branch, inflorescence weight, number of floret per inflorescence, antioxidant activity and vitamin C yield of cowslip creeper as affected by spacing and time of harvest.

Treatment		No. of inflorescence per branch	Inflorescence weight (g)	No. floret per inflorescence	Yield (g/m^2)	Antioxidant activity (%)	Vitamin C (mg/100 g)
Spacing	0.25 x 2.5 m	6.56	2.87 b	15.09	365.64	61.42 b	46.01
(A)	0.50 x 2.5 m	6.67	3.01 ab	15.15	384.03	74.04 a	43.51
	0.75 x 2.5 m	7.06	3.24 a	15.45	389.61	74.60 a	46.60
$LSD_{0.05}$		ns	0.32	ns	ns	6.93	ns
Time of Harvest	May 2008	9.36 a[1/]	2.76 b	16.54	600.15 a	80.28 a	66.45 a
(B)	Jun. 2008	5.64 b	3.21 a	15.55	336.43 b	65.10 b	40.22 b
	Jul. 2008	5.97 b	3.02 b	14.65	298.01 b	74.92 a	38.31 b
	Sep. 2008	6.03 b	2.92 b	12.85	285.30 b	59.77 b	31.68 c
$LSD_{0.05}$		2.10	0.29	1.55	2.12	6.48	3.95
A x B		*	*	ns	*	*	*
CV. (A) %		17.28	8.91	64.56	48.12	23.65	32.31
CV. (B) %		22.56	5.47	33.52	29.56	23.49	8.69

[1/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant different at $p \leq 0.05$ by Least Significant Different

Table 2 Average of number of inflorescence per branch, inflorescence weight, antioxidant activity and vitamin C yield of cowslip creeper as affected by spacing and time of harvest.

Spacing	Time of Harvest	No. of inflorescence per branch	Inflorescence weight (g)	Yield (g/m^2)	Antioxidant activity (%)	Vitamin C (mg/100 g)
0.25 x 2.5 m	May 2008	9.69 a[1/]	2.87 bc	801.16 a	71.07 bcd	58.24 b
	Jun. 2008	5.06 c	3.08 ab	344.71 cd	53.37 f	38.30 cde
	Jul. 2008	5.75 bc	2.48 c	167.51 d	68.56 bcde	45.45 c
	Sep. 2008	5.25 bc	2.82 bc	396.04 bcd	60.91 cdef	32.56 ef
0.50 x 2.5 m	May 2008	7.81 ab	2.50 c	601.56 abc	80.04 ab	67.45 a
	Jun. 2008	5.13 c	3.09 ab	326.00 cd	60.60 bcd	41.29 cd
	Jul. 2008	6.13 bc	3.18 ab	493.91 abcd	80.46 ab	36.30 de
	Sep. 2008	6.19 bc	2.93 bc	295.11 cd	55.56 ef	28.76 f
0.75 x 2.5 m	May 2008	7.63 abc	2.91 bc	724.40 ab	89.58 a	70.87 a
	Jun. 2008	6.31 bc	3.55 a	514.27 abcd	73.76 abc	41.01 cd
	Jul. 2008	5.88 bc	3.28 ab	364.31 cd	80.21 ab	36.27 de
	Sep. 2008	6.96 bc	2.98 bc	271.87 cd	57.99 def	33.46 ef

[1/] Mean in the same column followed by the same letter are not significant different at $p \leq 0.01$ by Duncan's new multiple range test

การศึกษาสภาพพื้นฐานของเกษตรกรในพื้นที่รับน้ำชลประทานผ่านอุโมงค์ผันน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่ อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์

Study on Basic Demographics of Farmers in Irrigated Areas from Huai Pai Tunnel Diverse, Khao Wong District, Kalasin Province

สุภาภรณ์ เลิศศิริ[1] และ ปพิชญา จินตพิทักษ์สกุล[1]
Lertsiri, S.[1] and Chintapitaksakul, P.[1]

Abstract

Objectives of this research were: 1) to examine farmers' socio-economic background, and 2) to study their farming system. Samples were 291 farmers in irrigated areas from Huai Pai tunnel diverse. Samples were purposively selected. Data were collected by questionnaires and group discussion. Descriptive statistics included percentage and arithmetic mean. Findings revealed that on average farmers were 51.1 years old, attained primary education, had 3.7 members in farm household, gained 2.9 members for farm labors and earned 9.3 rai for farm tenure. Major occupation was rice cultivation. Minor occupation was farm labor. Problems of rice cultivation were lack of fertilizers and high labor costs. On average, costs of rice production were as follows: hired labors in fertilizers broadcasting 6,025 Baht/rai, rice harvest 4,852.40 Baht/rai, cultural practice 4,155.38 Baht/rai, fertilizers 2,534.05 Baht/rai, gasoline 1,324.55 Baht/rai, rice seeds 368.75 Baht/rai. On average, farmers received incomes from weaving 15,461.11 Baht, plant production 15,333.99 Baht and being employed by outside an agricultural sector 13,782.52 Baht. Traditional event in which farmers mostly participated was merit for rice spirit festival. Also, farmers had common agreements to establish the basic water usage organization.

Keywords: irrigated area, Huai Pai tunnel diverse, Kalasin province

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร 2) ระบบเกษตรของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรในพื้นที่รับน้ำชลประทานผ่านอุโมงค์ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่ จำนวน 291 ราย ด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและการสนทนากลุ่ม นำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่าอายุเกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ย 51.1 ปี ระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.7 คน แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.9 คน พื้นที่ถือครองเฉลี่ย 9.3 ไร่ อาชีพหลักคือการทำนา อาชีพรอง คือรับจ้าง ปัญหาหลักของการปลูกข้าวคือ การขาดแคลนปุ๋ย และแรงงานมีราคาสูงเกษตรกร ค่าใช้จ่ายของแรงงานเพื่อการใส่ปุ๋ยเฉลี่ย 6,025 บาท/ไร่ การเก็บเกี่ยว นวด สี เฉลี่ย 4,852.40 บาท/ไร่ การปลูกทั้งหมดต่อปีเฉลี่ย 4,155.38 บาท/ไร่ การซื้อปุ๋ยเฉลี่ย 2,534.05 บาท/ไร่ น้ำมันเฉลี่ย 1,324.55 บาท/ไร่ เมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 368.75 บาท/ไร่ รายได้จากการทอผ้าและจักรสานเฉลี่ย15,461.11 บาท การปลูกพืชเฉลี่ย 15,333.99 บาท และการรับจ้างนอกภาคเกษตรเฉลี่ย 13,782.52 บาท งานประเพณีที่เข้าร่วมมากที่สุดคือ งานบุญกลุ่มข้าว และมีการหาแนวทางร่วมกันในการจัดตั้งองค์กรผู้ใช้น้ำพื้นฐาน

คำสำคัญ: พื้นที่รับน้ำชลประทาน อุโมงค์ผันน้ำห้วยไผ่ จังหวัดกาฬสินธุ์

คำนำ

โครงการพัฒนาลุ่มน้ำลำพะยังตอนบน เป็นโครงการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระราชดำริให้กรมชลประทานพิจารณาวางการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำและระบบส่งน้ำ เพื่อช่วยเหลือราษฎรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพะยังตอนบน อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ ให้มีน้ำทำการเกษตรและอุปโภคบริโภคได้ตลอดปี โครงการฯ นี้ สามารถส่งน้ำให้กับเกษตรกรได้ 2 ส่วน คือ ส่วนแรก คือ พื้นที่รับน้ำการเกษตรที่รับน้ำชลประทานจากอ่างเก็บน้ำลำพะยังตอนบน มีพื้นที่ประมาณ 4,600 ไร่ และส่วนที่สองคือ พื้นที่

[1]ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Agricultural Extension and Communication Faculty of Agriculture Kasetsart University50 Phaholyothin Rd. Chatuchak Bangkok 10900

การเกษตรรับน้ำจากอุโมงค์ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่ มีพื้นที่ประมาณ 12,000 ไร่ รวมพื้นที่รับน้ำชลประทานทั้งโครงการประมาณ 16,600 ไร่ (อำพล และรุ่งโรจน์, 2552) แต่ขณะนี้เกษตรกรยังไม่สามารถทำการเกษตรได้เต็มศักยภาพของพื้นที่ เนื่องจากเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจและทักษะต่าง ๆ ที่ถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชาการเกี่ยวกับการทำการเกษตร เช่น หนึ่งฤทัย (2547) ศึกษาความต้องการพัฒนาอาชีพเกษตรกรรมของเกษตรกรตามแนวทฤษฎีใหม่ในพื้นที่โครงการพัฒนาลุ่มน้ำลำพะยังตอนบน อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ และมีข้อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรใน 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ การพัฒนาอาชีพเสริม ซึ่งควรมีการส่งเสริมอาชีพทางการเกษตรอื่น ๆ นอกเหนือจากอาชีพหลักที่เป็นการปลูกข้าวให้แก่เกษตรกร ที่สามารถใช้ประโยชน์ในพื้นที่อย่างต่อเนื่องตลอดปี ประเด็นที่ 2 คือ ประเด็นการเพิ่มพูนความรู้ ซึ่งควรมีการจัดการเพิ่มพูนความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพของเกษตรกร ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเกษตรกรและระบบการเกษตร เพื่อนำไปเป็นข้อมูลที่จะใช้ประกอบในการดำเนินงานพัฒนาและส่งเสริมการเกษตร งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาสภาพพื้นฐานของเกษตรกรในพื้นที่รับน้ำชลประทานผ่านอุโมงค์ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป การ ศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพเศรษฐกิจ สังคมและระบบการเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่พื้นที่รับน้ำชลประ ทานจากอุโมงค์ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากร คือ เกษตรกรในพื้นที่รับน้ำชลประทานจากอุโมงค์ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่ นำข้อมูลประชากรที่ได้มากำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างขนาด โดยใช้ตารางสำเร็จรูป ของ Krejcie และ Morgan ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% ซึ่งได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 291 ราย นำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย ด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างและการสนทนากลุ่ม

ผลการทดลอง

1. ลักษณะพื้นฐานครัวเรือนของเกษตรกรทั้งหมดในพื้นที่รับน้ำชลประทานผ่านอุโมงค์ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ มีพื้นที่ถือครองประมาณ 10 ไร่ โดยการเกษตรที่ทำเป็นหลัก คือ การทำนาควบคู่กับการเลี้ยงโคและการเลี้ยงปลาดุก โดยปลาที่เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นปลานิลและปลาดุก และรายได้จากภาคการเกษตรของครัวเรือนใกล้กับรายจ่ายภาคเกษตรของครัวเรือน อยู่ในระดับน้อยกว่า 10,001 บาทต่อปี

2. ลักษณะพื้นฐานกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่รับน้ำชลประทานผ่านอุโมงค์ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่

2.1 ลักษณะพื้นฐานของเกษตรกร พบว่ามีอายุเฉลี่ย 51.1 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 64.7 จบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 74.3 มีจำนวนสมาชิกในครอบครัวรวมเฉลี่ย 3.7 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2.9 คน มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 9.3 ไร่

2.2 ลักษณะพื้นฐานด้านอาชีพและกลุ่มทางสังคมของเกษตรกร พบว่า ส่วนใหญ่มีอาชีพหลักคือ การทำนา ร้อยละ 94.0 มีอาชีพรอง คือ รับจ้าง และ ทอผ้า เกษตรกรเป็นสมาชิกกลุ่มกองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 39.6 รองลงมา คือ กลุ่มสมาชิกธนาคารเพื่อการเกษตร ร้อยละ 36.4

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลประชากรเกษตรในพื้นที่จะเห็นได้ว่า เกษตรกรจะทำนา เลี้ยงวัว และทำการประมงเป็นหลัก จึงได้เลือกการทำนามาทำการศึกษา พบว่า ลักษณะการผลิตส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน ร้อยละ 71.6 มีสระเก็บน้ำประจำไร่นา ร้อยละ 71.7 มีความต้องการความรู้ด้านการป้องกันกำจัดแมลง ร้อยละ 28.6 รองลงมา คือ การทำปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 27.2 และ การเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิต ร้อยละ 19.6 ตามลำดับ และมีการต้องการได้รับความรู้จากวิธีการฝึกอบรมด้านปัจจัยการผลิตข้าวที่ขาดแคลน โดยส่วนใหญ่จะขาดแคลนปุ๋ย ร้อยละ 42.5 รองลงมา คือ สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 36.5 และเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 9.2 ตามลำดับ ด้านสินเชื่อ เกษตรกรไม่มีความต้องการสินเชื่อ ร้อยละ 55.2 และ มีความต้องการสินเชื่อร้อยละ 44.8 ความต้องการเงินจากสินเชื่อเฉลี่ย 9,636.7 บาท ปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องการความช่วยเหลือ คือ ต้องการให้มีการประกันราคา ร้อยละ 56.1 รองลงมา คือการหาแหล่งรับซื้อผลผลิต ร้อยละ 40.7 ปัญหาในการปลูกข้าว พบว่า ส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับการให้ปุ๋ย การปลูก และการให้น้ำ นอกจากนี้ส่วนใหญ่พบ ปัญหาในการปลูกข้าวเกี่ยวกับการเตรียมดิน ได้แก่ ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ ค่าจ้างแรงงานสูง มีวัชพืชมาก ปุ๋ยมีราคาสูง และปัญหาโรคแมลงระบาด ต้นทุนการผลิตข้าวต่อครัวเรือน พบว่า ค่าจ้างแรงงานเพื่อการการใส่ปุ๋ยเฉลี่ย 6,025.00 บาท ค่าจ้างการเก็บเกี่ยว นวด สี เฉลี่ย 4,852.40 บาท และค่าจ้างการปลูกข้าวเฉลี่ย 4,155.38 บาท ค่าต้นทุนปุ๋ยเฉลี่ย 2,534.05 บาท ค่าน้ำมันเฉลี่ย 1,324.55 บาท และค่าเมล็ดพันธุ์ เฉลี่ย 368.75 บาท

2.4 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจของเกษตรกรในพื้นที่ มีรายได้ต่อปีอุตสาหกรรมในครัวเรือนมากที่สุด เฉลี่ย 15,461.11 บาท รองลงมา คือ รายได้จากการปลูกพืช เฉลี่ย 15,333.99 บาท และรายได้จากการรับจ้างนอกงานเกษตร เฉลี่ย13,782.52 บาท ตามลำดับ สำหรับแหล่งเงินทุนในการกู้ยืมของเกษตรกร คือ กองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 35.4 ธนาคารเพื่อการเกษตร ร้อยละ 34.1 และกลุ่มออมทรัพย์ ร้อยละ 14.4 ตามลำดับ โดยจำนวนเงินที่กู้ยืมต่อครัวเรือนที่เกษตรกรกู้ยืมจากกองทุนหมู่บ้านเฉลี่ย 28,785.7 บาท เกษตรกรกู้ยืมจากธนาคารเพื่อการเกษตร เฉลี่ย 12,097.9 บาท จำนวนเงินที่กู้ยืมจากกลุ่มออมทรัพย์ เฉลี่ย 4,220.3 บาท สำหรับการออมเงินเกษตรกรมีการออมเงิน ร้อยละ 91.0 และมีจำนวนเงินออมเฉลี่ย 15,213.3 บาท

2.5 ข้อมูลด้านสังคมของเกษตรกร เกษตรกรจะเข้าร่วมงานประเพณีงานบุญกลุ่มข้าว จำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 72.4 รองลงมาเป็นงานบุญสงกรานต์ คิดเป็นร้อยละ 7.6 งานกฐิน คิดเป็นร้อยละ 5.3 งานเข้าพรรษา คิดเป็นร้อยละ 4.4 งานข้าวประดับดิน คิดเป็นร้อยละ 4.1 ตามลำดับ

3. จากการสำรวจกิจกรรมทางการเกษตรโดยการสนทนากลุ่มเกษตรเกี่ยวกับระบบการเกษตร โดยได้ทำการสำรวจเฉพาะกิจกรรมหลัก คือ การปลูกข้าว การเลี้ยงวัว และการเลี้ยงปลา พบว่า มีการทำนาตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม ส่วนการเลี้ยงวัวและปลามีการเลี้ยงตลอดทั้งปี

4. จากการสนทนากลุ่มเกษตรกรร่วมกับเจ้าหน้าที่ชลประทาน ในเรื่องการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้น้ำจากอุโมงค์ผันน้ำห้วยไผ่ พบว่าจะต้องมีการจัดตั้งองค์กรผู้ใช้น้ำกลุ่มพื้นฐาน ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำระดับพื้นฐานขนาดเล็ก มีขอบเขตการบริหารจัดการ 1 กลุ่ม ต่อ 1 พื้นที่หัวจ่าย มีโครงสร้างขององค์กรจะต้องประกอบด้วยหัวหน้ากลุ่ม ผู้ช่วยหัวหน้ากลุ่ม และสมาชิกองค์กรผู้ใช้น้ำนี้จะมีบทบาทในการบริหารการส่งน้ำ บำรุงรักษาโครงการชลประทานควบคุมดูแลการส่งน้ำ ติดตามระดับน้ำในคลองส่งน้ำ กำหนดหลักเกณฑ์การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร และการใช้น้ำประจำฤดูให้สอดคล้องกับการเพาะปลูก และยังต้องเป็นศูนย์รวมในการประสานงานระหว่างผู้ใช้น้ำ หน่วยงานราชการ และเอกชนอื่นๆ

วิจารณ์ผล

เนื่องจากในพื้นที่มีระบบชลประทานที่สามารถทำให้เกษตรกรใช้น้ำได้อย่างเต็มที่ ควรมีการส่งเสริมอาชีพทางการเกษตรอื่นนอกเหนือจากอาชีพหลักที่เป็นการปลูกข้าว ให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ เพื่อให้เกษตรกรมีโอกาสใช้ประโยชน์ในพื้นที่อย่างต่อเนื่องตลอดปี แต่อาชีพเสริมนี้จะต้องทำภายหลังการทำนา อาจเป็นการปลูกพืชไร่หลังนา เช่น ข้าวโพด และควรมีการจัดการเพิ่มพูนความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพของเกษตรกร ในรูปแบบการจัดฝึกอบรมภายในหมู่บ้านหลังฤดูกาลเก็บเกี่ยว ควรส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ทำการเกษตรทฤษฎีใหม่ เนื่องพื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่จะมีบ่อน้ำที่ชลประทานขุดให้ทำให้สามารถพัฒนาอาชีพเกษตรกรรมตามแนวทฤษฎีใหม่ได้ เกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นมีรูปแบบการผลิตเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน ถ้ามีผลผลิตเหลือจึงจะขาย จึงมีความจำเป็นต้องการให้ได้รับการส่งเสริมความรู้ด้านการเกษตรด้านการผลิตในทุกขั้นตอน เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีจำนวนมากพอเพียงที่จะบริโภค และสามารถจำหน่ายได้รายได้เข้าสู่ครัวเรือน และควรมีการส่งเสริมด้านปัจจัยการผลิตต่างๆ ทั้งปุ๋ยและการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เกษตรกรที่สามารถขายผลผลิตได้มีความกังวลเรื่องของราคาผลผลิต รัฐควรให้ความมั่นใจเรื่องราคาข้าวหรือดำเนินนโยบายประกันรายได้เพื่อจูงใจให้ผลิตสินค้าเกษตร ในพื้นที่นี้มีผลผลิตทางการเกษตรที่มีชื่อเสียง เช่น ข้าวเหนียวเขาวง และผ้าทอเขาวงที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงและไม่มีพื้นที่อื่นใดทดแทนได้ จึงควรสนับสนุนการขึ้นทะเบียนตรา Thai Geographical Indication หรือตราสัญลักษณ์ GI ซึ่งการขึ้นทะเบียนจีไอเป็นการสร้างให้ชุมชน เกษตรกร เกิดความภาคภูมิใจในสินค้าท้องถิ่น และไม่เคลื่อนย้ายไปจากแหล่งกำเนิด และเพิ่มมูลค่ากับสินค้าเป็นสินค้าคุณภาพสูง ทำให้สินค้าที่มีราคาสูงกว่าปกติ ๆ ได้ หากมีการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งองค์กรเครือข่ายผู้ใช้น้ำ เพื่อที่จะได้เป็นประโยชน์ต่อไปในการจัดการทรัพยากรน้ำชลประทาน ให้มีการใช้ทรัพยากรน้ำคุ้มค่ามากที่สุด และศึกษาในด้านประชากรศาสตร์ เนื่องจากพบว่า เกษตรกรมีอายุเฉลี่ยค่อนข้างสูง อาจเป็นอุปสรรคในการทำการเกษตรในอนาคต เพราะถ้าพื้นที่มีระบบการชลประทานที่เพียบพร้อม แต่มีเกษตรกรสูงอายุอยู่เป็นจำนวนมาก ก็ไม่อาจจะทำการเกษตรได้ และจะต้องหาแนวทางแก้ไขเพื่อให้คนรุ่นใหม่กลับเข้ามาประกอบอาชีพในพื้นที่ต่อไป

สรุปผล

เกษตรกรส่วนใหญ่ มีอายุเฉลี่ยสูง มีการศึกษาในระดับประถมศึกษา อาชีพหลักคือการทำนา โดยมีการเลี้ยงวัว และเลี้ยงปลาควบคู่ไปด้วย สำหรับการทำนาจะพบปัญหาที่สำคัญคือ การขาดแคลนปุ๋ย สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และค่าจ้างแรงงานมีราคาแพง และลักษณะของการผลิตเป็นการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือนเท่านั้น มีอาชีพรอง คือ รับจ้าง และ ทอผ้า ทำให้มีรายได้ทั้งในและนอกภาคเกษตร สำหรับความเข้าใจในระบบชลประทานจะต้องมีการจัดตั้งองค์กรผู้ใช้น้ำ เพื่อบริหารจัดการการใช้น้ำต่อไป

คำขอบคุณ

โครงการปริญญาโทส่งเสริมการเกษตร สำหรับผู้บริหาร คุณอำพล ตมโคตร และ คุณสมศักดิ์ ชมภูพงษ์

เอกสารอ้างอิง

สุวิมล ติรกานันท์, 2549, การใช้สถิติในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

หนึ่งฤทัย ไชยสมบูรณ์, 2547, การศึกษาความต้องการพัฒนาอาชีพเกษตรกรรมของเกษตรกรตามแนวทฤษฎีใหม่ในพื้นที่โครงการพัฒนาลุ่มน้ำลำพะยังตอนบน อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 173 หน้า.

อำพล ตมโคตร และรุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม, 2552, ก้าวแรกในการส่งเสริมการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาในเขตชลประทาน โครงการพัฒนาลุ่มน้ำลำพะยังตอนบน อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์, การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2552.

ผลของการลวก กรดซิตริกและกลีเซอรอลต่อคุณภาพของมะพร้าวอบแห้ง

Effect of Blanching, Citric Acid and Glycerol on Qualities of Dried Coconut

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์[1] มณฑิรา นพรัตน์[2] จุฑารัตน์ แจ้งกระจ่าง[1] ญาดา แสงพริ้ง[1] และ วันดี อยู่เจริญสุข[1]

Vongsawasdi, P.[1], Nopharatana, M.[2], Jaengkajang, J.[1], Sangpring, Y.[1] and Yoochareonsuk, W.[1]

Abstract

The aim of this study was to improve color and textural attributes of dried coconut. The effects of blanching (blanching at 65$\pm$3^{o}C for 3 min, without blanching), soaking in citric acid (0, 0.5 and 1% by weight) and glycerol (10, 20, and 30% by weight) on qualities of dried coconut undergone drying at 50, 60 and 70^{o}C in hot air oven were investigated. The results showed that blanching treatment and citric acid concentration had significant effects on L*, a* and b* ($p \leq 0.05$). As the concentration of citric acid increased, L* of treated coconut increased whereas a* and b* decreased. Higher glycerol concentration resulted in significant softening of dried coconut texture ($p \leq 0.05$). The suitable condition for preparing coconut before drying was blanching at 65$\pm$3^{o}C for 3 min and then soaking in the mixture solution of 0.5% w/w citric acid and 30% glycerol for 10 min. The dried coconut had moisture content, A_w and firmness of 8.89$\pm$0.63%, 0.535$\pm$0.011 and 57.07$\pm$3.39 N/g, respectively. The treated coconut had L*, a* and b* of 66.12$\pm$2.80, -0.86$\pm$0.19 and 5.18$\pm$0.24, respectively. Sensorial results indicated that the treated coconut was yellow white to white. It had coconut aroma without other contaminated odors, sweet with coconut taste, moderately soft with elastic texture. The treated coconut was like moderately to like very much by the panelists.

Keywords: dried coconut, blanching, citric acid, glycerol

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสของเนื้อมะพร้าวอบแห้งโดยศึกษาผลของการลวก (ลวกที่อุณหภูมิ 65$\pm$3^{o}C เป็นเวลา 3 นาที, ไม่ลวก) การแช่ในสารละลายกรดซิตริก (ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.5 และ 1 โดยน้ำหนัก) และกลีเซอรอล (ความเข้มข้นร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก) ต่อคุณภาพเนื้อมะพร้าวซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70^{o}C ด้วยตู้อบลมร้อน ผลการทดลองพบว่า การลวกและความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกที่ใช้มีผลต่อค่า L*, a* และ b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะพร้าวที่ผ่านการลวกและแช่ในสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นสูงจะมีค่า L* สูงขึ้น แต่มีค่า a* และ b* ลดลง ส่วนเนื้อมะพร้าวที่แช่ในกลีเซอรอลที่ความเข้มข้นสูงจะมีค่าความแน่นเนื้อต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งมะพร้าวคือ การลวกที่อุณหภูมิ 65$\pm$3^{o}C เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาแช่ในสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ร่วมกับสารละลายกลีเซอรอลความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งพบว่ามะพร้าวอบแห้งที่ได้มีปริมาณความชื้น ค่า A_w และค่าความแน่นเนื้อเท่ากับร้อยละ 8.89$\pm$0.63, 0.535$\pm$0.011 และ 57.07$\pm$3.39 นิวตัน/กรัม ในขณะที่มีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 66.12$\pm$2.80, 0.86$\pm$0.19 และ 5.18$\pm$0.24 ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า มะพร้าวสีขาวอมเหลืองถึงสีขาวนวล มีกลิ่นมะพร้าวเล็กน้อย แต่ไม่มีกลิ่นแปลกปลอมอื่นๆ มีรสชาติหวานมัน มีเนื้อนุ่มยืดหยุ่นในระดับปานกลาง และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

คำสำคัญ: มะพร้าวอบแห้ง การลวก กรดซิตริก กลีเซอรอล

คำนำ

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ในปัจจุบันการนำมะพร้าวมาแปรรูปยังจำกัดอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม่กี่ประเภทและมีมูลค่าต่ำ สำหรับในต่างประเทศมีการนำเอาเนื้อมะพร้าวอบแห้งมารับประทานร่วมกับอาหารที่ทำจากธัญพืช ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเนื้อมะพร้าวแล้วยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิต

[1]ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[1]Department of Microbiology, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi

[2]ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2]Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi

ภัณฑ์อีกด้วย อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นกับมะพร้าวอบแห้งคือเนื้อมะพร้าวมีสีเหลืองคล้ำ มีเนื้อสัมผัสแห้งและแข็ง สำหรับการเกิดสีเหลืองคล้ำบนผิวมะพร้าวมีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) จากการสืบค้นข้อมูลพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในผลิตผลหลายชนิด อาทิ Altunkaya และ Gokmen (2009) พบว่ากรดซิตริกร้อยละ 0.5 และซิสเตอีนร้อยละ 0.05 สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมได้ดีกว่าการใช้กรดแอสคอร์บิคร้อยละ 0.5 และกรดออกซาลิกร้อยละ 0.5 ในขณะที่ Sapers และ Ziolkowski (1987) พบว่า การใช้กรดซิตริกร้อยละ 1.0 สามารถลดการเกิดจุดสีน้ำตาลในชิ้นแอปเปิล ส่วนการศึกษาของ Duangmal และ Apenten (1999) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะกับการทำงานของโพลิฟีนอลออกซิเดสอยู่ที่ 25-30°C ในขณะที่การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70-90°C สามารถยับยั้งกิจกรรมของโพลิฟีนอลออกซิเดสได้ ส่วนกรณีเนื้อสัมผัสที่แห้งและแข็งเกินไปของผลิตภัณฑ์นั้นเกิดจากผู้ผลิตต้องการลดปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ ดังนั้นแนวทางการแก้ไขสามารถทำโดยเติมสารที่มีคุณสมบัติในการลดความเป็นอิสระของน้ำ เพื่อทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำน้ำไปใช้ในการเจริญได้ ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการเติมวัตถุเจือปนเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหารได้แก่ งานของ Muguruma และคณะ (1987) ซึ่งพบว่า การใช้ส่วนผสมกลีเซอรอลร้อยละ 10 โพรพิลีนไกลคอลร้อยละ 5 และซอร์บิทอลร้อยละ 4 ร่วมกับเกลือจะทำให้เนื้อหมูและเนื้อวัวอบแห้งมีเนื้อสัมผัสดีกว่าใช้เกลือเพียงอย่างเดียว สำหรับในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสของเนื้อมะพร้าวอบแห้งโดยศึกษาผลของการลวก การใช้กรดซิตริกและกลีเซอรอลต่อคุณภาพของมะพร้าวแห้ง โดยคาดหวังว่าผลที่ได้จะสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของมะพร้าวแห้งให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำมะพร้าวทึนทึกอายุ 8 เดือน (นับอายุตั้งแต่มะพร้าวเริ่มออกดอก) มาหั่นเป็นชิ้น ขนาด 1x6x1 ซม.^{3} จากนั้นนำมาศึกษาผลการลวก (ลวกที่อุณหภูมิ 65±3°C เป็นเวลา 3 นาที, ไม่ลวก) การแช่ในสารละลายกรดซิตริก (ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1 % โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 10 นาที) ต่อคุณภาพเนื้อมะพร้าวซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C (เป็นเวลา 22 ชั่วโมง), 60°C (เป็นเวลา 18 ชั่วโมง) และ 70°C (เป็นเวลา 14 ชั่วโมง) ด้วยตู้อบลมร้อน (Fisher scientific, model 800, USA) จนมีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 7 (เกณฑ์ที่กำหนดโดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อมะพร้าวอบแห้ง 2551) จากนั้นศึกษาผลของกลีเซอรอล (ความเข้มข้น 10, 20 และ 30 % โดยน้ำหนัก) ต่อคุณภาพเนื้อมะพร้าวอบแห้ง การตรวจสอบคุณภาพเนื้อมะพร้าวแห้งจะทำโดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ ความชื้น (AOAC,1995), A_w (Novasina, model TH2-RTD33, Switzerland), สี (HunterLab, UltraScan XE/IX7, USA) การตัดสินเลือกสภาวะการผลิตที่เหมาะสมจะใช้การทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสร่วมในการตัดสินใจ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ตรวจสอบคุณลักษณะด้านสี (5=ขาวนวล, 1=เหลืองเข้ม) กลิ่นรส (5=กลิ่นมะพร้าวตามธรรมชาติ 1=มีกลิ่นผิดปกติ เช่นกลิ่นไหม้) รสชาติ (5= รสหวานมันของมะพร้าว 1=มีรสที่ไม่ต้องการเช่นรสขม) และเนื้อสัมผัส (5=เหนียวนุ่ม มีความยืดหยุ่น 1= เหนียวแห้งและแข็ง) การวิเคราะห์ข้อมูลจะทำโดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติจะทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan’s new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จาก Figure 1a-1b พบว่า เมื่ออุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้นจะทำให้เนื้อมะพร้าวมีปริมาณความชื้นและค่า A_w ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ที่อุณหภูมิการอบแห้งเดียวกัน เนื้อมะพร้าวที่ผ่านการลวกมีปริมาณความชื้นและค่า A_w ลดลงมากกว่าที่ไม่ผ่านการลวก จากผลการทดลองพบว่า กรดซิตริกที่ใช้มีผลต่อปริมาณความชื้นและค่า A_w ของมะพร้าวทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการลวกอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) สำหรับผลการวิเคราะห์ค่าสีพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งทำให้มะพร้าวอบแห้งมีค่า L*, a* และ b* เพิ่มสูงขึ้น (Figure 1c-1e) อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70±2°C มีค่า L* แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60±2°C แต่มีค่าสูงกว่ามะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50±2°C อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ในขณะที่อุณหภูมิการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า a* ของมะพร้าวอบแห้งแต่มีผลต่อค่า b* อย่างมีนัยสำคัญ โดยในส่วนของค่า b* นั้นพบว่า มะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70±2°C มีค่า b*สูงที่สุด รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 60±2 และ 50±2°C ตามลำดับ สำหรับผลของการลวกและการใช้สารละลายกรดซิตริกพบว่า ทั้ง 2 ปัจจัยมีผลต่อค่าสีของตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยมะพร้าวที่ผ่านการลวกมีค่า L* สูงกว่า แต่มีค่า a* และ b* ต่ำกว่ามะพร้าวที่ไม่ผ่านการลวก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการลวกจะช่วยยับยั้งการทำงานของโพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งเป็นสาเหตุประการหนึ่งของการเกิดสีน้ำตาล ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ทำกับผักผลไม้ชนิดอื่น เช่น มันฝรั่ง (Severini และคณะ, 2003) พีช (Koukounaras และคณะ, 2008) และฝรั่ง (พรรณจิรา และคณะ, 2552) เป็นต้น ในขณะที่การแช่มะพร้าวในกรดซิตริกนั้นพบว่า สามารถทำให้ตัวอย่างมีคุณลักษณะด้านสีดีขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากกรดซิตริกมี

ประสิทธิภาพในการลด pH ให้ต่ำกว่า 4.0 และมีคุณสมบัติเป็น chelator โดยจะไปจับกับทองแดงที่บริเวณเร่งของเอนไซม์ (Vamos-Vigyazo และ Nadudvari-Markus, 1982) ดังนั้นกรดซิตริกจึงสามารถลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งแบบใช้เอนไซม์และปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhao และคณะ (2008) ที่พบว่า การแช่พุทราจีนในสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5-1.5 สามารถช่วยรักษาคุณภาพสีของพุทราจีนระหว่างการเก็บได้ การทดลองนี้พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของกรดซิตริกจากร้อยละ 0.5 เป็น 1 โดยน้ำหนักกลับทำให้มะพร้าวที่ผ่านการลวกแล้วมีค่าสีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อนำมะพร้าวอบแห้งมาวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อพบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้นจะทำให้เนื้อมะพร้าวมีค่าความแน่นเนื้อสูงขึ้นและเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิการอบแห้งเดียวกันพบว่าเนื้อมะพร้าวที่ผ่านการลวกมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าที่ไม่ผ่านการลวก (Figure 1f) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการลวกจะทำให้น้ำในอาหารระเหยออกไป เมื่อนำมาอบแห้งต่อจึงทำให้มีการสูญเสียน้ำมากกว่า ส่งผลให้มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่า ส่วนผลของการแช่สารละลายกรดซิตริกพบว่า มีผลต่อความแน่นเนื้อของมะพร้าวอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากการทดลองข้างต้นพบว่า มะพร้าวที่อบแห้งที่อุณหภูมิ $50\pm2^{\circ}C$ มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม โดยมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด แต่มีสีคล้ำทั้งที่ได้ผ่านขั้นตอนการลวกและการแช่สารละลายกรดซิตริกมาแล้ว ในขณะที่มะพร้าวที่อบแห้งที่อุณหภูมิ $60\pm2^{\circ}C$ และ $70\pm2^{\circ}C$ มีค่าสีที่ใกล้เคียงกันและมีค่าความสว่างมากกว่ามะพร้าวที่อบแห้งที่อุณหภูมิ $50\pm2^{\circ}C$ แต่มีปัญหาด้านเนื้อสัมผัส ดังนั้นสภาวะที่ใช้นำไปศึกษาขั้นต่อไปคือ การนำมะพร้าวมาลวกแล้วนำมาแช่ในสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 0.5% (โดยน้ำหนัก) ก่อนนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ $60\pm2^{\circ}C$

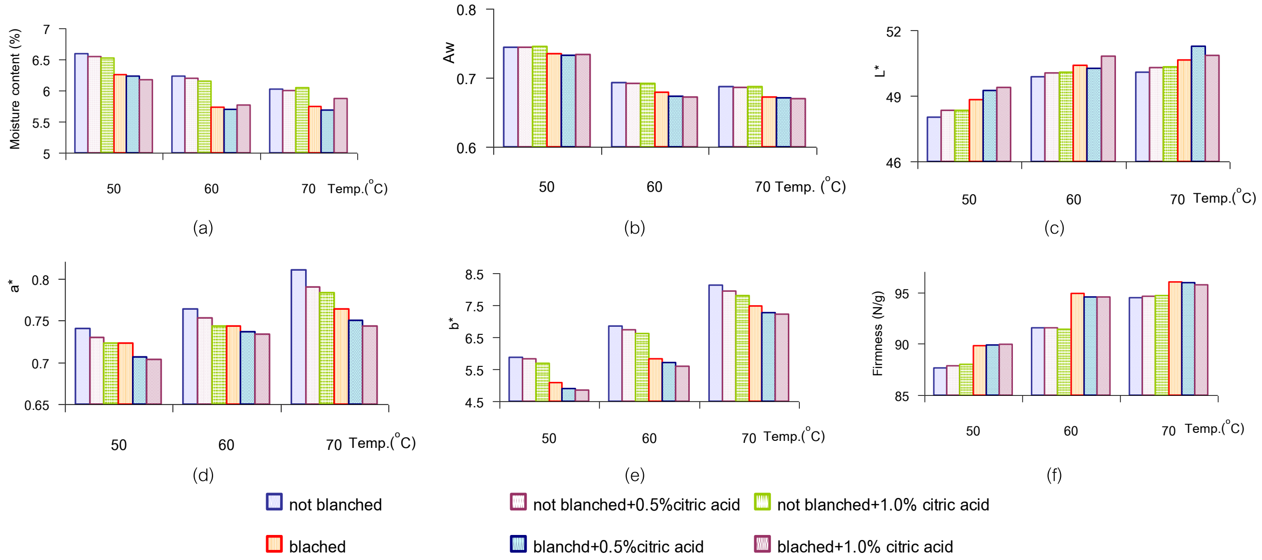


Figure 1 Physical properties [moisture content, (a); Aw, (b); color values (c-e) and firmness, (f)] of dried coconut blanched and soaked in citric acid (0-1.0% by wt) before drying at 50-70°C.

ในการทดลองใช้กลีเซอรอลเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส ซึ่งมีผลต่อปริมาณความชื้นและค่า A_w ของมะพร้าว ดังนั้นจึงต้องมีการหาเวลาในการอบแห้งอีกครั้ง Figure 2a และ b พบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาการอบนานขึ้นเนื้อมะพร้าวจะมีปริมาณความชื้นและค่า A_w ลดลง ในขณะที่เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาการอบแห้งเท่ากันพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของกลีเซอรอลมีผลทำให้ปริมาณความชื้นในเนื้อมะพร้าวเพิ่มขึ้นแต่มีผลทำให้ค่า A_w ในเนื้อมะพร้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่ากลีเซอรอลช่วยลดค่า A_w ของผลิตภัณฑ์ลงและช่วยรักษาความชื้นในชิ้นเนื้อมะพร้าว โดยกลีเซอ รอลจะเคลือบอยู่บริเวณด้านนอกของชิ้นมะพร้าว และบางส่วนก็จับกับโมเลกุลของน้ำที่อยู่ในเนื้อมะพร้าวจึงทำให้น้ำในมะพร้าวระเหยออกมาได้ยาก ส่วนการเพิ่มความเข้มข้นของกลีเซอรอลแล้วทำให้ค่า A_w ลดลงนั้นอธิบายได้ว่ากลีเซอรอลเป็นสารประกอบพวก polyhydroxy alcohol ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุลหลายหมู่ ดังนั้นการเพิ่มความเข้มข้นของกลีเซอรอลจึงยิ่งทำให้มีการสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้มากขึ้น สำหรับผลการวิเคราะห์ด้านสีพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นกลีเซอรอลมีผลต่อค่า L*, a* และ b* ของเนื้อมะพร้าวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ไม่ได้แสดงผล) ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาการอบนานขึ้นเนื้อมะพร้าวจะมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นของกลีเซอรอลมีผลทำให้เนื้อมะพร้าวมีค่าความแน่นเนื้อลดลง (Figure 2c) ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า กลีเซอรอลช่วยลดค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ลงได้เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้แช่กลีเซอรอล ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของสารนี้จับน้ำเอาไว้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่มและชุ่มชื้น จากผลการทดลองที่ได้ในขั้นตอนนี้ ทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการ

อบแห้งได้คือที่ 16 ชั่วโมง โดยที่สภาวะนี้มะพร้าวมีค่า A_w อยู่ในช่วง 0.567-0.685 ซึ่งเพียงพอที่จะช่วยยับยั้งการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ รวมทั้งอีกทั้งยังมีค่าความแน่นของเนื้อต่ำที่สุด

จาก Figure 3 ซึ่งแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่ามะพร้าวอบแห้งที่เตรียมจากแต่ละความเข้มข้นของกลีเซอรอลมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและสีต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเนื้อมะพร้าวอบแห้งมีสีขาวอมเหลืองถึงสีขาวนวล ในขณะที่การเพิ่มระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลมีผลทำให้มะพร้าวมีกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและคะแนนการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยมะพร้าวที่ผ่านการแช่กลีเซอรอลที่ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนักจะมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีที่สุด กล่าวคือ ได้คะแนนด้านกลิ่นรสเท่ากับ 3.45$\pm$0.83 (มีกลิ่นมะพร้าวเล็กน้อย แต่ไม่มีกลิ่นแปลกปลอมอื่นๆ เช่น กลิ่นหืน) ด้านรสชาติเท่ากับ 3.70$\pm$0.82 (รสชาติหวานมัน) ด้านเนื้อสัมผัสเท่ากับ 3.75$\pm$0.87 (เนื้อนุ่มและยืดหยุ่นในระดับปานกลาง) และได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบเท่ากับ 3.8$\pm$0.89 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก)

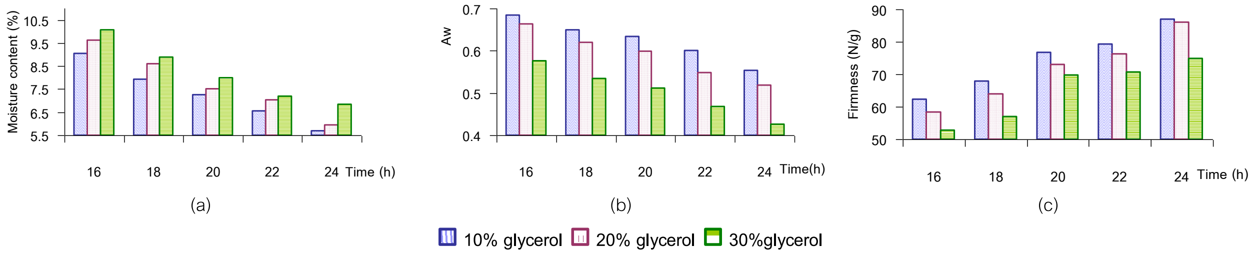


Figure 2 Physical properties [moisture content, (a); Aw, (b); and firmness, (c)] of dried coconut soaked in glycerol at concentration of 10-30% by wt) before drying at 60$\pm$2°C.

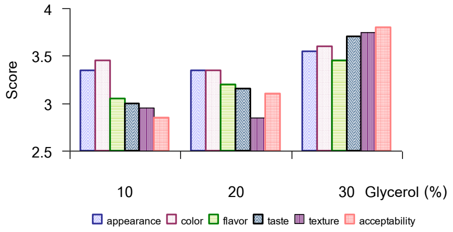


Figure 3 Sensorial qualities of dried coconut soaked in glycerol at concentration of 10-30% by wt before drying at 60$\pm$2°C for 16 h.

สรุปผล

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะพร้าวอบแห้งคือการลวกที่อุณหภูมิ 65$\pm$3°C เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาแช่ในสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ร่วมกับสารละลายกลีเซอรอลความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมาอบแห้งที่ที่อุณหภูมิ 60$\pm$2°C เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ มณฑิรา นพรัตน์ พัชยา วิริยะประกอบ และริสสา ดิษฐ์น้อย, 2552, ฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภค: ตอนที่ 1 ผลของการใช้ความร้อนและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของฝรั่ง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(3) (พิเศษ): 125-128.

AOAC, 1995, Official Methods of Analysis, 16th edition, The Association of Official Analytical Chemists, 1: 1-108.

Altunkaya, A. and Gokmen, V., 2009, Effect of Various Anti-browning Agents on Phenolic Compounds Profile of Fresh Lettuce (*L. sativa*), Food Chemistry, 117: 122-126.

Duangmal, K. and Apenten, R.K.O., 1999, A comparative study of polyphenoloxidases from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum var.*Romano), Food Chemistry, 64: 351-359.

Koukounaras, A., Diamantidis, G. and Sfakiotakis, E., 2008, The Effect of Heat Treatment on Quality Retention of Fresh-cut Peach, Journal of Postharvest Biology and Technology, 48: 30-36.

Muguruma, M., Nishimura, T., Umetsu, R., Goto, I. and Yamaguchi, M., 1987, Humectants Improve Myosin Extractability and Water Activity of Raw, Cured Intermediate Moisture Meats, Meat Science, 20: 179-194.

Sapers, G.M. and Ziolkowski, M.A.1987, Comparison of Erythorbic and Ascorbic Acids as Inhibitors of Enzymatic Browning in Apple, Journal of Food Science, 52: 1732-1733.

Severini, C., Baiano, A., Pilli, T.D., Romaniello, R. and Derossi, A., 2003, Prevention of Enzymatic Browning in Sliced Potatoes by Blanching in Boiling Saline Solutions, Lebensmittel.-Wiss-u-Technology, 36: 657-665.

Vamos-Vigyazo, L. and Nadudvari-Markus, V., 1982, Enzymatic Browning, Polyphenol Oxidase and Peroxidasein Pear Cultivars, Acta Alimentaria, 11: 157-168.

Zhao, Z.H., Liu, M.J., Liu, P., Liu, X.Y., Dai, L., Yang, L. and Tian, S.L., 2008, Effect of Citric Acid Treatments on the Postharvest Fruit Quality of *Ziziphus jujuba* Mill. 'Linyilizao', ISHS Acta Horticulturae 840: I International Jujube Symposium.31 August 2009, Baoding, China.

การเปรียบเทียบผลผลิตของเนื้อไม้ และค่าพลังงานความร้อนของกระถิน 5 พันธุ์/สายพันธุ์ อายุ 3 ปี เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน

Comparation of Wood Productivity and Calorific Value of Five Varieties/Lines of *Leucaena leucocephala* After Three Years of Establishment for Sustainable Renewable Energy

กานต์รวี ศรีพวงผกาพันธุ์[1] สายัณห์ ทัดศรี[1] ประภา ศรีพิจิตต์[1] และ เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์[1]

Sripongpakapun, K.[1], Tudsri, S.[1], Sripichitt, P.[1] and Kaewtrakulpong, K.[1]

Abstract

The study was conducted to compare the wood productivity and the calorific value of the 5 varieties/lines of *Leucaena leucocephala* (Cunningham, Tarramba, Peru, 5/7 and 4/14) after three years of planting. A randomized complete block design was used in 5 replications with spacing 1x0.5 m. The experiment was conducted at the National Corn and Sorghum Research Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima. The duration of the experiment was three years. The results showed that the plant height and diameter (at 130 cm. height level from the ground) of Tarramba was the greatest (1,043 cm. and 4.9 cm., respectively). The lowest plant height and diameter (at 130 cm. height level from the ground) was of Cunningham (835 cm. and 3.7 cm., respectively). As for the wood production, the greatest dry wood productivity was Tarramba (13.29 t/rai) and 4/14 (13.81 t/rai). The lowest dry wood productivity was Cunningham (5.46 t/rai). However, there was no significant differences in wood density, ash and calorific value of all 5 varieties/lines.

Keywords: fuel wood, leucaena, sustainable renewable energy

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของเนื้อไม้ และค่าพลังงานความร้อนของกระถิน อายุ 3 ปี พันธุ์คันนิ่งแฮมพันธุ์ทารัมบ้า พันธุ์เปรู สายพันธุ์5/7 และ สายพันธุ์4/14 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block จำนวน 5 ซ้ำ และใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ทดลองระยะเวลา 3 ปี ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า กระถินพันธุ์ทารัมบ้า ให้การเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ที่ระดับ 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน) สูงที่สุด (1,043 เซนติเมตร และ 4.9 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์คันนิ่งแฮม ให้การเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ที่ระดับ 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน) น้อยที่สุด (835 เซนติเมตร และ 3.7 เซนติเมตร ตามลำดับ) ในด้านผลผลิตเนื้อไม้ พบว่าพันธุ์ทารัมบ้าให้ผลผลิตเนื้อไม้สูงที่สุด (13.29 ตัน/ไร่) และสายพันธุ์ 4/14 (13.81 ตัน/ไร่) ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อไม้น้อยที่สุดคือพันธุ์คันนิ่งแฮม (5.46 ตัน/ไร่) ในส่วนความแน่นของเนื้อไม้ ปริมาณเถ้า และค่าพลังงานความร้อนไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติของกระถินทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์

คำสำคัญ: เชื้อเพลิง กระถิน พลังงานทดแทนที่ยั่งยืน

คำนำ

จากสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย พบว่ามีมูลค่าการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศสูงขึ้นทุกปี ทั้งน้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ และไฟฟ้า จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2547 รัฐบาลได้ส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ ทำให้ปริมาณการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศมีแนวโน้มลดลง โดยการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะพลังงานจากพืช (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์, 2552) รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ ได้แก่ พลังงานชีวมวลจากไม้โตเร็ว (fast growing tree) (ณัฐ และคณะ, 2551; สายัณห์ และคณะ, 2552) คุณสมบัติที่เหมาะสมของไม้โตเร็วที่นำมาใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิง คือ ต้องมีการเจริญเติบโตเร็ว ปลูกง่าย ทนต่อสภาพแห้งแล้ง และให้ค่าความร้อนที่สูง จากคุณสมบัติดังที่กล่าวมาข้างต้นพบว่ากระถินมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำมาใช้ กระถินสามารถตรึงไนโตรเจนจึงช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้ปุ๋ยเคมี และเพิ่ม

[1]คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

[1]Faculty of Agriculture , Kasetsart University, Bangkok

ความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน นอกจากนั้นใบยังสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (สายัณห์ และคณะ, 2552) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์กระถินที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทย (พันธุ์คันนิ่งแฮม และ เปรู) กับพันธุ์/สายพันธุ์ใหม่ที่มีการนำเข้ามาศึกษาจากต่างประเทศ (พันธุ์ทารัมบ้า สายพันธุ์ 5/7 และ 4/14) ในด้านศักยภาพการให้ผลผลิต ความหนาแน่นของเนื้อไม้ และค่าพลังงานความร้อนในช่วงอายุ 3 ปี หลังการปลูก

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกกระถินในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block จำนวน 5 ซ้ำ ใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร พื้นที่ในแต่ละแปลงย่อยมีขนาด 14 ตารางเมตร (4x3.5 เมตร) ใช้กระถินยักษ์พันธุ์คันนิ่งแฮม พันธุ์ทารัมบ้า พันธุ์เปรู สายพันธุ์5/7 และ สายพันธุ์4/14 ปลูกโดยใช้เมล็ดที่ผ่านการทำลายการพักตัวและคลุกเชื้อไรโซเบียมลงในแปลงที่ได้รับการเตรียมดินอย่างดีแล้ว หลังจากเมล็ดงอก 2 สัปดาห์ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น และใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 0-52-34 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ สูตร 0-0-60 อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ กำจัดวัชพืชภายหลังการปลูกครั้งเดียว (4 สัปดาห์หลังเมล็ดงอก) ให้น้ำทุกๆ สัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน หลังจากนั้นจึงปล่อยให้ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ เมื่อครบ 3 ปีจึงวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับความสูง 130 เซนติเมตร พร้อมทั้งเก็บข้อมูลผลผลิตแบ่งเป็นลำต้น กิ่งก้าน และใบ วัดความหนาแน่นของไม้โดยใช้วิธีการของ Pottinger และ Hughes (1995) และนำไปหาค่าพลังงานความร้อนด้วยเครื่อง bomb calorimeter และปริมาณเถ้าด้วยเครื่องเตาเผา (muffle furnaces) (AOAC., 1980)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดของลำต้นของกระถินทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ปลูกเป็นระยะเวลา 3 ปี พบว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้า สายพันธุ์ 4/14 และ 5/7 มีการเจริญเติบโตด้านความสูง และขนาดลำต้นใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าพันธุ์คันนิ่งแฮมและเปรู โดยมีความสูง 1,043, 985, 976, 835 และ 841 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) ในขณะที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมีค่า 4.9, 4.6, 4.6, 3.7 และ 4.1 ตามลำดับ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัษฎาภรณ์ และคณะ (2552) และ Castillo และคณะ, 1998) ที่พบว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้าสามารถเจริญเติบโตในด้านความสูง และขนาดลำต้นได้ดีกว่าพันธุ์คันนิ่งแฮม และเปรู อย่างไรก็ตามจากการทดลองของ สรายุทธ (2529) ที่ปลูกกระถินยักษ์ อายุ 3 ปี ที่ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ที่ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา พบว่า กระถินยักษ์มีขนาดลำต้นเพียง 2.5 เซนติเมตร

จากข้อได้เปรียบในด้านความสูงและขนาดของลำต้น จึงทำให้กระถินพันธุ์ทารัมบ้า สายพันธุ์ 4/14 และสายพันธุ์ 5/7 ให้ผลผลิตชีวมวลรวมทั้งในด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าพันธุ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (พันธุ์คันนิ่งแฮม และเปรู) อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (Table 2) และเมื่อคิดในแง่ของเนื้อไม้สด (woody stem) ที่เกษตรกรสามารถจำหน่ายได้มีค่าสูงถึง 23, 21 และ 18 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่กระถินพันธุ์ที่ใช้ปลูกในปัจจุบันให้ผลผลิตเนื้อไม้เพียง 9-11 ตัน/ไร่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัษฎาภรณ์ (2552) ที่พบว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้า และ 5/7 ให้ผลผลิตสูงกว่ากระถินพันธุ์คันนิ่งแฮม และเปรู แม้ว่าจะเก็บเกี่ยวในช่วงที่พืชมีอายุเพียง 1 ปีก็ตาม อย่างไรก็ตามผลการทดลองนี้ให้ผลผลิตสูงกว่าการทดลองของ สรายุทธ (2529) ที่พบว่ากระถินยักษ์ อายุ 3 ปี และมีระยะปลูกเท่ากันกับงานทดลองนี้ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของลำต้นเพียง 5.0 ตัน/ไร่ ซึ่งความแตกต่างในด้านผลผลิตอาจเนื่องมาจากความแตกต่างในด้านพันธุ์ และสภาพแวดล้อมของสถานที่ในการทดลอง ในส่วนของค่าพลังงานความร้อน ปริมาณเถ้า และความหนาแน่นเนื้อไม้ ของกระถินทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าพลังงานความร้อน มีค่าอยู่ระหว่าง 4.71-4.81 กิโลแคลอรี่/กรัม, ปริมาณเถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.46-2.01 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นเนื้อไม้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.57-0.64 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 3)

สรุปผล

กระถินพันธุ์ทารัมบ้า สายพันธุ์ 5/7 และ สายพันธุ์ 4/14 ซึ่งเป็นพันธุ์/สายพันธุ์ใหม่ที่นำเข้ามาปลูกทดลองในประเทศไทยมีศักยภาพในการเจริญเติบโตทั้งด้านความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น ชีวมวลรวม รวมถึงผลผลิตของเนื้อไม้สูงกว่าพันธุ์เดิมที่มีการแนะนำให้ปลูกในประเทศไทย คือ พันธุ์คันนิ่งแฮม และเปรู เมื่อเก็บเกี่ยวอายุ 3 ปี แต่ปริมาณเถ้า ค่าพลังงานความร้อน และ ความหนาแน่นของเนื้อไม้พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติสำหรับการใช้พื้นที่และอุปกรณ์ของศูนย์เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐ วรยศ ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ นคร ทิพยาวงศ์ ณัฐนี วรยศ ณัฐวุฒิ ดุษฎี ชูรัตน์ ธารารัตน์ และอติพงศ์ นันทพันธุ์, 2551, การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าระดับชุมชนโดยใช้พลังงานจากไม้โตเร็ว, รายงานการวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุณยะเวชชีวิน, 2529, การเจริญเติบโต มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และผลผลิตไม้ฟืนของกระถินยักษ์ที่ใช้ระยะปลูกต่างๆที่สะแกราช นครราชสีมา, วารสารวนศาสตร์, 3(4): 307-320.

สายัณห์ ทัดศรี ประภา ศรีพิจิตต์ กานดา นาคมณี และณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ, 2552, การศึกษามวลชีวภาพของกระถินเพื่อใช้เป็นแหล่งทดแทนพลังงานอย่างยั่งยืน, รายงานการวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์, 2552, ยุทธศาสตร์พลังงาน, สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน กระทรวงพลังงาน, กรุงเทพฯ.

อัษฎาภรณ์ กาญจนคูหา สายัณห์ ทัดศรี ประภา ศรีพิจิตต์ กานดา นาคมณี และณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ, 2552, การเปรียบเทียบกระถินยักษ์ 5 พันธุ์ในด้านผลผลิตของเนื้อไม้ และค่าพลังงานความร้อน เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน, การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 2, โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ, หน้า 141-144.

AOAC., 1980, Official Method of Analysis, 13th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.

Castillo, A.C., Acasio, R.N., Deocareza, A.G., Victorio, E.E., Moog, F.A., Galido, E. and Llarena, A.A., 1998, New Leucaena Species and Hybrids for Livestock Production, A.C. de la Vina and Moog, F.A., eds., Proceedings 6th Meeting of the Regional Working Group on Grazing and Feed Resources for Southeast Asia, Mayon International Hotel Legaspi City, Philipines, p. 99-114.

Pottinger, A.J. and Hughes, C.E., 1995, A Review of Wood Quality in Leucaena, Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L Brewbaker, eds., Leucaena Opportunities and Limitations Proceedings of a Workshop Held in Bogor. Indonesia, p. 98-102.

Table 1 Plant height and stem diameter of five varieties of *Leucaena leucocephala* after 3 years of planting.

Variety	Plant height (cm.)	Stem diameter (cm.)
Cunningham	835 b[1]	3.7 c
Tarramba	1,043 a	4.9 a
Peru	841 b	4.1 bc
5/7	976 a	4.6 ab
4/14	985 a	4.6 ab
F-test	**	*

* Significance at 5% level

** Significance at 1% level

[1] Means within columns followed by the same letter are not different (P>0.05) according to DMRT

Table 2 Biomass yield of *Leucaena leucocephala* after 3 years of planting.

Variety	Leaf (t/rai)		Branch (t/rai)		Total stem (t/rai)		Total biomass (t/rai)	
	FW	DW	FW	DW	FW	DW	FW	DW
Cunningham	0.73	0.27	1.45 bc[1]	0.78 c	8.90 c	5.46 c	11.07 b	6.51 c
Tarramba	1.09	0.47	1.79 ab	0.95 bc	22.98 a	13.29 a	25.86 a	14.72 ab
Peru	0.79	0.34	1.91 ab	1.09 bc	11.39 bc	6.96 bc	14.09 b	8.39 bc
5/7	0.82	0.36	2.25 a	1.31 ab	18.29 ab	11.69 ab	21.36 ab	13.36 ab
4/14	0.83	0.37	0.93 c	1.64 a	21.31 a	13.81 a	24.92 a	15.82 a
F-test	ns	ns	**	*	*	*	*	*

[ns] Non-significance

* Significance at 5% level

** Significance at 1% level

[1] Means within columns followed by the same letter are not different (P>0.05) according to DMRT

Table 3 Ash (%), heat value and wood density of *Leucaena leucocephala* after 3 years of planting.

Variety	Stem		Wood density (g/cm^3)
	Ash (%)	Heat value (kcal/g)	
Cunningham	1.69	4.76	0.60
Tarramba	2.01	4.75	0.57
Peru	1.69	4.76	0.63
5/7	1.56	4.71	0.59
4/14	1.46	4.81	0.64
F-test	ns	ns	ns

[ns] Non-significance

ผลของสารสกัดจากใบกระโดนบกต่อลักษณะทางกายภาพ ประสาทสัมผัสและการเกิดออกซิเดชันของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

Effect of Kadon Bok Leaves Extract on Physical, Sensory Characteristic and Oxidation in Frankfurter Sausage

วิชชุดา สังข์แก้ว[1]
Sangkaeo, W.[1]

Abstract

The effect of Kadon bok extract powder (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0%, w/w) in frankfurter sausage on physical, sensory properties and oxidation stability was investigated. The results showed that the increase of kadon bok extract powder (KBEP) affected the decrease of cutting force and lightness. Whereas, the sensory scores of sausage with 1.0% KDBP were not significantly different from that of control (0%) (p>0.05). Moreover, storage stability of samples with KDBP 1.0% was evaluated comparing to that with no KDBP (control), 0.02% BHT and 0.02% α-tocopherol by using sensory test, % purge loss and TBA number. The results showed that sausage with 1.0% KDBP was not significantly in juiciness, softness, off flavor and overall acceptability scores from control (p>0.05). After 15 days of storage, % purge loss of all samples were increased. TBA number of the sausage with 1.0% KDBP showed lower values than that of control, 0.02% BHT and 0.02 % α-tocopherol during storage.

Keywords: Kadon Bok, frankfurter sausage, oxidation

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการเติมผงสารสกัดกระโดนบก ร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนัก ลงในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ต่อสมบัติทางกายภาพ ทางประสาทสัมผัสและการเกิดออกซิเดชันของไส้กรอก จากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณผงสารสกัดกระโดนบกเพิ่มขึ้น ไส้กรอกมีค่าแรงตัดขาดและค่าความสว่างลดลง ในขณะที่ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกที่มีการเติมผงสารสกัดกระโดนบกปริมาณร้อยละ 1.0 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านไม่แตกต่างจากไส้กรอกสูตรควบคุม (p>0.05) เมื่อศึกษาอายุการเก็บของตัวอย่างที่เติมผงสารสกัดกระโดนบก ร้อยละ 1.0 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม สูตรที่เติม BHT ร้อยละ 0.02 และสูตรที่เติม α-tocopherol ร้อยละ 0.02 โดยการประเมินผลทางประสาทสัมผัส การสูญเสียน้ำ % purge และการเกิดออกซิเดชันในรูปของ TBA จากผลการทดลอง พบว่า ไส้กรอกที่เติมผงสารสกัดกระโดนบก ร้อยละ 1.0 มีคะแนนด้านความชุ่มฉ่ำ ความอ่อนนุ่ม กลิ่นรสแปลกปลอมและการยอมรับโดยรวม ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม (p>0.05) เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ไส้กรอกทุกตัวอย่างมีค่า % purge loss เพิ่มขึ้น นอกจากนี้สูตรที่เติมผงสารสกัดกระโดนบกมีค่า TBA ต่ำกว่าสูตรควบคุม สูตรที่เติม BHT ร้อยละ 0.02 และสูตรที่เติม α-tocopherol ร้อยละ 0.02

คำสำคัญ: กระโดนบก ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ออกซิเดชัน

คำนำ

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของไขมันในปริมาณสูง ซึ่งไขมันเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดออกซิเดชันได้ง่าย เมื่อเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงเกิดกลิ่นหืน การป้องกันการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นิยมใช้สาร Butylated hydroxyl toluene (BHT) และ Butylated hydroxyl anisole (BHA) ซึ่งเป็นสารกันหืนสังเคราะห์และนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาสูง แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมสารสังเคราะห์ จึงมีการศึกษาการนำสมุนไพรที่มีองค์ประกอบของสารฟีนอลิกที่มีประสิทธิภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถป้องกันการ เกิดออกซิเดชันได้ดีมาใช้แทนสารกันหืนสังเคราะห์ต่างๆ ใบกระโดนบกเป็นสมุนไพรไทยที่มีสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณสูง มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทางธรรมชาติ (พิชญ์อร, 2546) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ

[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 126/1 ถนนวิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพฯ 10400
[1]Faculty of Science, University of the Thai Chamber of Commerce, 126/1 Vibhavadee-Rangsit Rd., Dindaeng, Bangkok 10400

การเติมผงสารสกัดจากใบกระโดนบกลงในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ ทางประสาทสัมผัสและการเกิดออกซิเดชันของไส้กรอกและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันการหืนของสารสกัดจากใบกระโดนบก กับ BHT และ α-tocopherol

อุปกรณ์และวิธีการ

สูตรมาตรฐานและวิธีการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

สูตรมาตรฐานของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ประกอบด้วย เนื้อหมู เนื้อวัว มันหมู น้ำแข็ง เครื่องเทศ ฟอสเฟต นมโปรตีน เกลือไนไตรท์ (เกลือ : ไนไตรท์ 6:1) ร้อยละ (โดยน้ำหนักสูตร) 20, 25, 24.88, 24.88, 1.77, 0.31, 2.10 และ 1.12 ตามลำดับ วิธีการผลิตไส้กรอกทำโดยนำเนื้อวัวและเนื้อหมูมาบดแยกกัน นำมาผสมกันแล้วหมักด้วยเกลือไนไตรท์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นมาสับให้มีขนาดเล็ก บดในเครื่องสับนวดประมาณ 2 นาที เติมฟอสเฟตและน้ำแข็งระหว่างการสับนวด ใส่มันหมูบดที่ผ่านการแช่แข็งเพื่อลดอุณหภูมิของมันหมู สับนวดต่อจนเกิดอีมัลชัน เติมนมโปรตีนและเครื่องเทศ สับนวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน (ระยะเวลาในการสับนวดทั้งหมดไม่ควรเกิน 15 นาที) หลังจากนั้นนำไปแช่เย็นที่ 10 องศาเซลเซียส 20 นาที เพื่อให้อีมัลชันคงตัว อัดลงในไส้พลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร มัดเป็นท่อนยาว 5 นิ้ว นำไปต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 90 นาที แช่ในน้ำเย็น 10 องศาเซลเซียส ผึ่งให้แห้งแล้วบรรจุแบบสุญญากาศในถุงโพลีเอธิลีน เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส

ศึกษาปริมาณของผงสารสกัดกระโดนบกที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ผลิตไส้กรอกโดยนำผงสารสกัดจากใบกระโดนบกที่เตรียมตามวิธีของ พิชญอร (2546) เติมลงในสูตรมาตรฐานร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักสูตร ประเมินผลเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมแล้วนำไปเปรียบเทียบกับ สูตรควบคุม สูตรที่เติม Butylated hydroxy toluene (BHT) และ α–tocopherol ประเมินผลการทดลองโดยวิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ในด้านค่าแรงตัดขาด ด้วยเครื่อง Texture analyser รุ่น LRX (Lloyd Instrument, Hampshire, UK) ใช้ load cell ขนาด 100 นิวตัน ใบมีดตัด 60° โดยมีความเร็วของหัวตัด (crosshead speed) เท่ากับ 250 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าที่วัดได้เป็น ค่าแรงตัดขาด หน่วยเป็น นิวตัน (N) ค่าสี โดยใช้เครื่อง HunterLab digital color difference meter รุ่น DP-9000 วัดค่า % Purge loss ตามวิธีของ Prabhu (1997) ประเมินผลทางประสาทสัมผัส ในด้านความแน่นเนื้อ ความชุ่มฉ่ำ ความยืดหยุ่นและการยอมรับโดยรวม โดยวิธี 9-point Scoring Test ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน สมบัติทางกายภาพวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ ผลทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการเติมผงสารสกัดกระโดนบกในปริมาณต่างๆ ลงในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ พบว่า เมื่อปริมาณผงสารสกัดกระโดนบกเพิ่มขึ้นไส้กรอกมีค่าแรงตัดขาดและค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) (Table 1) ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณผงกระโดนบกที่เพิ่มขึ้นทำให้ไส้กรอกเกิดอีมัลชันได้ไม่ดีเท่ากับสูตรควบคุม และปริมาณผงสารสกัดกระโดนบกที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ไส้กรอกมีสีเข้มขึ้น แต่เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า การเติมผงสารสกัดกระโดนบกปริมาณร้อยละ 0.5 และ 1 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (Table 2)

Table 1 Physical properties of frankfurter sausage as affected by different levels of kadon bok powder.

Kadon bok powder (%)	Cutting Force (N)	L★	a★	b★
0	9.68[a]	67.83[a]	2.86[c]	15.61[c]
0.5	7.92[b]	66.15[b]	2.90[c]	16.53[a]
1.0	7.84[b]	65.4[b]	4.20[a]	16.43[a]
1.5	7.21[c]	63.67[c]	3.86[b]	15.99[b]
2.0	7.19[c]	63.07[c]	2.42[d]	16.09[b]

[a,b,c] Means within a column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$)

Table 2 Sensory scores of frankfurter sausage as affected by different levels of kadon bok powder.

Kadon bok powder (%)	Color	Taste	Firmness	Juiciness	Overall acceptability
0	7.20[a]	7.0[a]	7.33[a]	6.60[a]	7.27[a]
0.5	7.20[a]	7.0[a]	6.80[a]	6.60[a]	7.26[a]
1.0	7.06[a]	6.93[a]	7.06[a]	7.07[a]	7.27[a]
1.5	5.60[b]	5.27[b]	5.53[b]	6.07[b]	5.53[b]
2.0	5.40[b]	3.60[c]	3.73[c]	4.80[b]	3.93[c]

[a,b,c] Means within a column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$)

ดังนั้น จึงนำไส้กรอกที่เติมผงสารสกัดกระโดนบกร้อยละ 1 ไปศึกษาอายุการเก็บโดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม สูตรที่เติม BHT ร้อยละ 0.02 และสูตรที่เติม α-tocopherol ร้อยละ 0.02 ผลการศึกษา พบว่า ไส้กรอกที่เติมผงสารสกัดกระโดนบก ร้อยละ 1 มีคะแนนด้านความชุ่มฉ่ำ ความอ่อนนุ่ม กลิ่นรสแปลกปลอมและการยอมรับโดยรวม ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (Table 3) และ ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำโดยหาค่า % purge loss พบว่า เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นไส้กรอกทุกตัวอย่างมีค่า % purge loss ไม่แตกต่างกันมากนัก สำหรับการประเมินค่าการหืนโดยวิเคราะห์ค่า TBA พบว่า สูตรควบคุมมีค่า TBA สูงที่สุด สูตรที่เติม BHT ร้อยละ 0.02 และสูตรที่เติม α-tocopherol ร้อยละ 0.02 มีค่า TBA ไม่แตกต่างกันมากนัก และสูตรที่เติมผงสารสกัดกระโดนบกมีค่า TBA ต่ำที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา

Table 3 Sensory scores of frankfurter sausage as affected by different antioxidants and kadon bok powder.

	Firmness	Juiciness	softness[ns]	Off Flavor[ns]	Overall acceptability
Control	6.40[b]	6.60[b]	6.13	2.73	6.67[a]
Kadon bok 1 %	6.60[a]	6.40[b]	5.93	2.87	5.60[a]
BHT 0.02 %	5.20[c]	6.27[b]	6.13	2.60	6.47[a]
α-tocopherol 0.02 %	5.27[c]	5.13[a]	5.87	2.73	4.06[b]

[ns] Means within a column are non significantly different ($p\leq0.05$)

[a,b,c] Means within a column with different superscripts are significantly different ($p\leq0.05$)

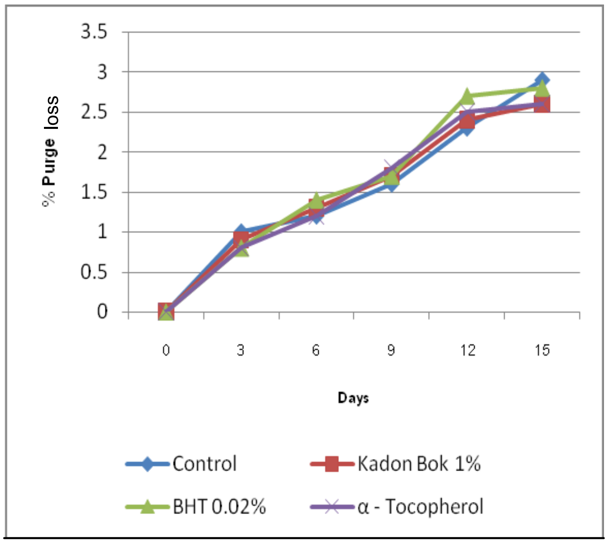


Figure 1 % Purge loss of the four different formulations during storage.

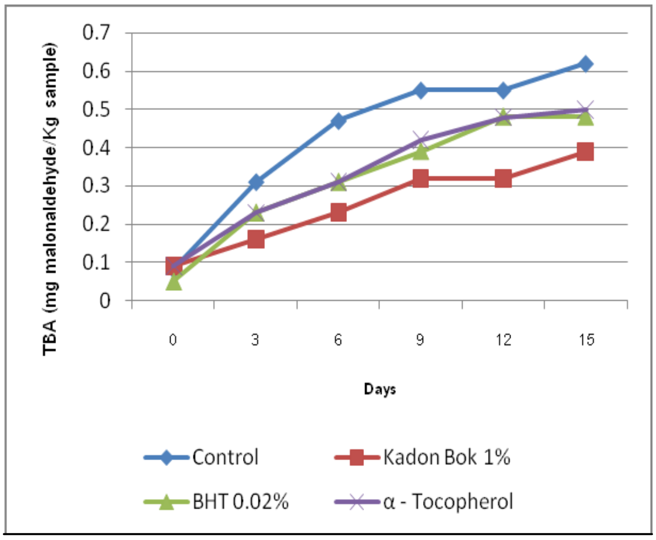


Figure 2 TBA number of the four different formulations during storage.

สรุปผล

การเติมผงสารสกัดกระโดนบกลงในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ในปริมาณร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน ความชุ่มฉ่ำ ความอ่อนนุ่ม กลิ่นรสแปลกปลอมและการยอมรับโดยรวม ไม่แตกต่างจากสูตรที่ไม่เติมผงสารสกัดกระโดนบก นอกจากนี้สูตรที่เติมผงสารสกัดกระโดนบก สามารถต้านการเกิดการหืนได้ดีกว่าสูตรที่เติม BHT และ α-tocopherol

เอกสารอ้างอิง

พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล, 2546, ผลของเวลาที่มีต่อการสกัดการประกอบฟีนอลิกในใบติ้ว ใบกระโดนบก และใบผักหวานบ้าน, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 23: 66 77.

Prabhu, G.A. and Sebranek, J.G.,1997, Quality Characteristics of Ham Formulated with Modified Corn Starchand Kappa-carrageenan, Journal of Food Science, 62: 198–202.

การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกบนดินกรดจัด จังหวัดปทุมธานี

A Comparative Study on Growth and Yield of Different Vetiver Ecotypes as Affected by Acid Sulfate Soil in Pathum Thani Province

ภูรินทร์ อัครกุลธร[1] และ สมพร คนยงค์[1]
Akkarakultron, P.[1] and Konyong, S.[1]

Abstract

A study of growth and yield of 18 ecotypes of vetiver grass on acid sulfate soil was carried out for 18 months at Rajamangala University of Technology Thunyaburi, Tambon Klong 6, Amphoe Thunyaburi, Pathum Thani province. The results showed that Trang 2 ecotype gave the highest shoot fresh weight and shoot dry weight yield of 3416.9 and 2695.1 kg/rai, respectively. Prarachathan ecotype gave the highest root fresh weight and root dry weight yield of 3477.3 and 1784.9 kg/rai respectively and tended to give the lowest shoot: root ratio of 1:1.35. The ecotypes suitable for soil and water conservation and soil improvement in acid sulfate soil were Prarachathan, Trang 2, Prachuap Khiri Khan, Nakhon Sawan and Surat Thani, respectively.
Keywords: vetiver, ecotypes, acid sulfate soil

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าแฝก 18 แหล่งพันธุ์ ในแปลงทดลองซึ่งเป็นดินกรดจัด ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต. คลองหก อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี เป็นเวลา 18 เดือน พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ตรัง 2 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคิดเป็น 3416.9 และ 2695.1 กก./ไร่ ตามลำดับ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์พระราชทานให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของรากสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคิดเป็น 3477.3 และ 1784.9 กก./ไร่ ตามลำดับ และมีแนวโน้มให้อัตราส่วนของต้นต่อรากแคบที่สุดคือ 1:1.35 แหล่งพันธุ์หญ้าแฝกที่เหมาะสมในการอนุรักษ์ดินและน้ำและปรับปรุงดินสำหรับดินกรดจัด จ. ปทุมธานี ได้แก่ แหล่งพันธุ์พระราชทาน ตรัง 2 ประจวบคีรีขันธ์ นครสวรรค์ และสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ
คำสำคัญ: หญ้าแฝก แหล่งพันธุ์ ดินกรดจัด

คำนำ

ปัจจุบันการส่งเสริมให้ปลูกหญ้าแฝก เพื่อป้องกันการชะละลายและการกร่อนดินได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากหน่วยราชการสู่เกษตรกรและประชาชนอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการนำหญ้าแฝกไปปลูกในแต่ละพื้นที่นั้น จะต้องพิจารณาถึงแหล่งพันธุ์หญ้าแฝกที่มีการเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ด้วย โดยเฉพาะในสภาพพื้นที่ดินกรดจัดหรือดินที่มี pH ต่ำกว่า 4.1 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) เช่น ชุดดินรังสิตกรดจัดซึ่งจัดเป็นดินที่ไม่ค่อยเหมาะสมในการทำนาเนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านความเป็นกรดรุนแรง บางครั้ง pH ของดินอาจต่ำถึง 3 หรือ 3.5 เกษตรกรจึงมักปล่อยดินทิ้งไว้โดยไม่ทำการเพาะปลูก (เสรี, 2536) การศึกษาทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าแฝก 18 แหล่งพันธุ์ เพื่อคัดเลือกแหล่งพันธุ์หญ้าแฝกที่เหมาะสมสำหรับปลูกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในสภาพพื้นที่ที่เป็นดินกรดจัด จังหวัดปทุมธานี และอาจนำไปปรับใช้กับพื้นที่ดินกรดจัดในบริเวณอื่นๆ ต่อไป

---

[1]คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถ. พหลโยธิน ต. ประชาธิปัตย์ อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี. 12130
[1]Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thunyaburi, Tambon Prachatipat, Amphoe Thunyaburi, Pathum Thani. 12130.

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCB) มี 18 ตำรับทดลอง ทำ 3 ซ้ำ ตำรับทดลองประกอบด้วย หญ้าแฝกจำนวน 18 แหล่งพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มหญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides*) 10 แหล่งพันธุ์ได้แก่ แหล่งพันธุ์พระราชทาน อินเดียเหนือ มอนโต สุราษฎร์ธานี สงขลา 1 สงขลา 2 สงขลา 3 ตรัง 2 กำแพงเพชร 2 และศรีลังกา และกลุ่มหญ้าแฝกดอน (*Vetiveria nemoralis*) 8 แหล่งพันธุ์ได้แก่ แหล่งพันธุ์จันทบุรี กำแพงเพชร พิษณุโลก ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี นครสวรรค์ ร้อยเอ็ด และนครพนม 2 ปลูกหญ้าแฝกในแปลงทดลองขนาด 2.5x2.5 เมตร ระยะปลูก 50x50 ซม. ในสภาพธรรมชาติ โดยไม่มีการตัด การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย และการดูแลใด ๆ ดินที่ทำการทดลองเป็นดินกรดจัด มีสภาพเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 3.5) เนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) มีอินทรียวัตถุปานกลาง (ร้อยละ 1.5) ฟอสฟอรัสสูง (31 ppm) โพแทสเซียมสูงมาก (132 ppm) แคลเซียมสูง (1077 ppm) แมกนีเซียมสูง (675 ppm) และอลูมิเนียมที่สกัดได้ 95-130 ppm

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้ Analysis of Variance เพื่อหาค่า F หากข้อมูลแสดงความแตกต่างในระดับนัยสำคัญขึ้นไป ก็นำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan' s new multiple range test ตามวิธีที่ระบุไว้โดย สุรพล (2521)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เปรียบเทียบความลึกของรากหญ้าแฝก 18 แหล่งพันธุ์ในดินกรดจัด จ. ปทุมธานี

การเจริญเติบโตด้านความลึกของรากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์นครพนมมีแนวโน้มให้ความลึกของรากสูงสุด 53.20 ซม. หญ้าแฝกส่วนใหญ่จะให้ความลึกของรากอยู่ระหว่าง 40-50 ซม. ส่วนหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 2 มีแนวโน้มให้ความลึกของรากต่ำสุด 38.10 ซม. การที่รากหญ้าแฝกทั้ง 18 แหล่งพันธุ์ไม่สามารถหยั่งลึกลงดินได้มากกว่า 53.2 ซม. นั้นน่าจะเนื่องมาจากชั้นของแร่จาโรไซต์ที่พบอยู่ในชั้นดินล่างของดินรังสิตกรดจัด ที่ระดับความลึก 56-92 ซม. (สุเทพ, 2527) เมื่อมีโอกาสทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะทำให้เกิดกรดกำมะถันขึ้นในดิน (สรสิทธิ์, 2520) ส่งผลให้รากหญ้าแฝกไม่สามารถหยั่งลงไปในดินชั้นล่างซึ่งเป็นชั้นของจาโรไซต์ได้

เปรียบเทียบผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าแฝก 18 แหล่งพันธุ์ในดินกรดจัด จ. ปทุมธานี

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ตรัง 2 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคิดเป็น 3416.9 และ 2695.1 กก./ไร่ ตามลำดับและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีและนครสวรรค์ ส่วนหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์พิษณุโลกให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table1) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์พระราชทานให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของรากสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คิดเป็น 3477.3 และ 1784.9 กก./ไร่ ตามลำดับ และมีแนวโน้มให้อัตราส่วนของต้นต่อรากแคบที่สุดคิดเป็น 1:1.35 คือมีปริมาณรากมากกว่าลำต้น หรือมีระบบรากที่แข็งแรงในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใหญ่มีแนวโน้มให้อัตราส่วนของต้นต่อรากกว้าง หรือมีระบบรากไม่ค่อยแข็งแรงยึดเหนี่ยวดินได้อย่างหลวม ๆ จึงมีแนวโน้มที่จะช่วยป้องกันการชะละลายและการกร่อนดินได้น้อยกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ที่มีปริมาณรากมาก แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นจะพบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์พระราชทานให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นเพียง 1326.2 กก./ไร่ ซึ่งต่ำกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ตรัง 2 ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเนื่องจากรากหญ้าแฝกมีบทบาทสำคัญในการอนุรักษ์ดิน ลดการชะละลายและการกร่อนดิน (สำนักงาน กปร., 2547) และยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน โดยช่วยเพิ่ม

Table 1 Comparison of root depths, fresh weight yield and dry weight yield (kg/rai) and shoot/root ratio of 18 vetiver ecotypes grown on acid sulfate soil, Pathum Thani province.

Vetiver ecotypes	Root depths (cm.)	Fresh weight yield (kg/rai)		Dry weight yield (kg/rai)		Shoot : root ratio
		Shoot	Root	Shoot	Root	
Prarachathan	50.30	1635.6 d-f	3477.3 a	1326.2 d-f	1784.9 a	1 : 1.35
North India	45.73	2065.8 c-f	2631.1 b-d	1632.0 b-f	1290.7 b-d	1 : 0.79
Monto	50.93	1073.8 ef	1687.7 e-h	858.1 ef	1031.1 c-e	1 : 1.20
Surat Thani	46.13	3111.1 a-c	2556.4 b-d	2464.0 ab	1223.1 b-d	1 : 0.50
Songkhla 1	51.40	2420.2 a-d	1934.2 d-g	1846.5 b-d	888.9 de	1 : 0.48
Songkhla 2	38.10	1667.6 d-f	1033.2 h	1326.2 d-f	480.0 f	1 : 0.36
Songkhla 3	46.33	2185.5 b-e	1931.9 d-g	1694.8 b-e	924.4 c-e	1 : 0.55
Trang 2	48.20	3416.9 a	2808.9 a-c	2695.1 a	1493.3 ab	1 : 0.55
Kamphaeng Phet2	44.27	1991.1 c-f	1632.0 f-h	1514.7 c-f	682.7 ef	1 : 0.45
Sri Lanka	44.73	1653.3 d-f	2876.4 b-f	1287.1 d-f	1173.3 b-d	1 : 0.91
Chanthaburi	46.73	2040.9 c-f	1929.5 d-g	1410.4 d-f	933.9 c-e	1 : 0.66
Kamphaeng Phet1	47.47	1960.3 d-f	2228.1 b-g	1540.7 c-f	1035.9 c-e	1 : 0.67
Phitsanulok	49.07	966.9 f	1516.1 gh	784.8 f	693.3 ef	1 : 0.88
Prachuap Khiri Khan	46.67	2432.0 a-d	3025.8 a-c	1866.7 b-d	1475.6 ab	1 : 0.79
Ratchaburi	48.67	1667.6 d-f	2183.1 c-g	1251.6 d-f	970.7 c-e	1 : 0.78
Nakhon Sawan	44.13	3192.9 ab	2876.4 a-c	2272.0 a-c	1333.3 bc	1 : 0.59
Roi Et	42.47	2488.9 a-d	3064.9 ab	1806.2 b-d	1297.8 b-d	1 : 0.72
Nakhon Phanom2	53.20	2415.4 a-d	2517.3 b-e	1882.1 b-d	1114.1 b-d	1 : 0.59
MSE	41.29	340728	196538.2	192029.5	46233.97	-
F-test	0.92^{ns}	3.92^{**}	6.10^{**}	3.92^{**}	6.75^{**}	-
CV (%)	13.70	27.40	19.20	26.80	19.50	-

† - = no statistical analysis

‡ Mean within each column followed by the different letters are significantly different at P < 0.05.

± ns = not significant.

* Significant at the 0.05 probability level.

** Significant at the 0.01 probability level.

ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน เช่น แบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลส แบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ และราเอนโดไมคอร์ไรซา ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน เช่น ช่วยเพิ่ม pH ของดินให้สูงขึ้นซึ่งมีส่วนทำให้การละลายของเหล็กและอลูมินัมในดินลดลงมีผลให้ความเป็นพิษของเหล็กและอลูมินัมในดินกรดจัดลดลง และยังช่วยให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ดินมีกิจกรรมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินโดยรากหญ้าแฝกจะช่วยเพิ่มช่องว่างในดินทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดีขึ้นอีกด้วย (วรรณลดา, 2546) ดังนั้น

หากให้ความสำคัญกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของรากหญ้าแฝกเป็นหลัก จะพบว่าแหล่งพันธุ์หญ้าแฝกที่เหมาะสมที่สุดในกรณีของดินกรดจัด จ. ปทุมธานี ได้แก่ แหล่งพันธุ์พระราชทาน ตรัง 2 ประจวบคีรีขันธ์ นครสวรรค์ และสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ

สรุปผล

ผลการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าแฝก 18 แหล่งพันธุ์ ที่ปลูกในดินกรดจัด จ. ปทุมธานี พอสรุปได้ดังนี้

1. หญ้าแฝกส่วนใหญ่ให้ความลึกของรากอยู่ระหว่าง 40-50 ซม. หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์นครพนมมีแนวโน้มให้ความลึกของรากสูงสุด 53.20 ซม.

2. หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ตรัง 2 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นสูงสุดคิดเป็น 3416.9 และ 2695.1 กก./ไร่ ตามลำดับ

3. หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์พระราชทานให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของรากสูงสุดคิดเป็น 3477.3 และ 1784.9 กก./ไร่ ตามลำดับ และมีแนวโน้มให้อัตราส่วนของต้นต่อรากแคบที่สุดคือ 1:1.35 หรือมีระบบรากที่แข็งแรง ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใหญ่มีแนวโน้มให้อัตราส่วนของต้นต่อรากกว้างหรือมีระบบรากไม่ค่อยแข็งแรง

4. แหล่งพันธุ์หญ้าแฝกที่เหมาะสมในการอนุรักษ์ดินและน้ำและปรับปรุงดินสำหรับดินกรดจัด จ. ปทุมธานีที่ศึกษาในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ แหล่งพันธุ์พระราชทาน ตรัง 2 ประจวบคีรีขันธ์ นครสวรรค์และสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน, 2545, ดินเปรี้ยวกับการใช้วัสดุปรับปรุง, เอกสารคำแนะนำ (แผ่นพับ), สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1, ปทุมธานี, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, 2546, ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ดินบริเวณรากหญ้าแฝกในสภาพดินที่มีปัญหา, วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ, 18(3): 28-44.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2520, ดินกรดจัดของประเทศไทย, เอกสารวิชาการฉบับที่ 1, โครงการวิจัยและแนะนำทางเทคโนโลยีของดินและปุ๋ย, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ, 77 หน้า.

เสรี ดาหาญ, 2536, อิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟตละลายช้าที่มีต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีและผลผลิตของข้าวในดินเปรี้ยวจัดของภาคกลางตอนใต้, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

สุรพล อุปดิสกุล, 2521, สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ, 145 หน้า.

สุเทพ ทองแพ, 2527, การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารพืชที่เกิดขึ้นในระยะต่างๆ ของขบวนการเกิดดินกรดจัด, วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

สำนักงาน กปร., 2547, สาระน่ารู้เรื่องหญ้าแฝก, โครงการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 91 หน้า.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 161-164 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 161-164 (2553)

ผลของความชื้นต่อการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนาง
Effect of Moisture on Dormancy Break of *Geodorum*

วาริษา รอดน้อย[1] ศิวาพร ธรรมดี[1,2] และ ฉันทลักษณ์ ติยายน[1,2]
Rodnoi, W.[1], Thumdee, S.[1,2] and Tiyayon, C.[1,2]

Abstract

Geodorum is a terrestrial orchid whose dormancy break has been related to moisture in nature. This study emphasizes on the relationship between moisture and dormancy break of *Geodorum* in order to develop growth and dormancy break control methods. *Geodorum* corms from six sites of Khun Mae Kwuang National Reserved Forest were grown in an open greenhouse. The experimental design was RCBD (collected sites were blocks). Corms were irrigated starting at different timings, which were the beginning of January, the beginning of February, the middle of February, the beginning of March, and the middle of March. In addition, there were two controls, receiving precipitate (control) and omitting water (negative control). The results showed that corms irrigated from the beginning of January tended to resume growth later than those irrigated from the beginning of March. Corms in all irrigation treatments sprouted before the control and the negative control. Most corms sprouted from the beginning to the middle of April. Periods from the fist irrigation to emergence were significantly different among treatments. Irrigation starting in the middle of March had the shortest period of the first irrigation to emergence (24 days) that was different from the irrigation starting at the beginning of January, the beginning of February, and the middle of February (104, 64 and 53 days, respectively). The results suggested that dormancy break of *Geodorum* was affected by not only moisture, but also other factors.
Keywords: *Geodorum*, moisture, dormancy break

บทคัดย่อ

ว่านจูงนางเป็นกล้วยไม้ดินที่มีการพ้นระยะพักตัวสัมพันธ์กับความชื้นในธรรมชาติ การศึกษานี้เน้นความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนางเพื่อพัฒนาวิธีควบคุมการเจริญเติบโตและการพ้นระยะพักตัว โดยนำหัวพันธุ์ว่านจูงนางขณะที่ยังพักตัวจากเขตป่าสงวนแห่งชาติขุนแม่กวง 6 แห่งมาปลูกในโรงเรือนเปิด โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยให้แหล่งของว่านจูงนางเป็นบล็อค เริ่มให้น้ำแก่หัวพันธุ์อย่างสม่ำเสมอที่ช่วงเวลาต่างกัน คือ ต้นเดือนมกราคม ต้นเดือนกุมภาพันธ์ กลางเดือนกุมภาพันธ์ ต้นเดือนมีนาคม และกลางเดือนมีนาคม และให้ได้รับน้ำตามธรรมชาติ (กรรมวิธีควบคุม) และงดน้ำ (กรรมวิธีควบคุมเชิงลบ) ผลการศึกษาพบว่า การให้น้ำตั้งแต่เดือนมกราคมมีแนวโน้มที่จะส่งผลให้หัวพันธุ์แทงหน่อช้ากว่าการให้น้ำตั้งแต่ต้นเดือนมีนาคม แต่หัวพันธุ์ในทุกกรรมวิธีที่ให้น้ำอย่างสม่ำ เสมอเจริญพ้นวัสดุปลูกก่อนกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีควบคุมเชิงลบ หัวพันธุ์แทงหน่อในเวลาใกล้เคียงกันคือในช่วงต้นถึงปลายเดือนเมษายน จำนวนวันนับจากเริ่มให้น้ำจนถึงวันที่แทงหน่อพ้นวัสดุปลูกจึงมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ให้น้ำ หัวพันธุ์ที่ได้รับน้ำตั้งแต่กลางเดือนมีนาคมใช้เวลาในการเจริญพ้นวัสดุปลูกสั้นที่สุด (24 วัน) แตกต่างจากหัวพันธุ์ที่ได้รับน้ำตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม ต้นเดือนกุมภาพันธ์ และกลางเดือนกุมภาพันธ์ (104, 64 และ 53 วัน ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่านอกจากความชื้นแล้วยังมีปัจจัยอื่นเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนาง
คำสำคัญ: ว่านจูงนาง ความชื้น การพ้นระยะพักตัว

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand
[2]ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220
[2]Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Doi Saket, Chiang Mai, 50220

คำนำ

ว่านจูงนาง (*Geodorum* spp.) เป็นกล้วยไม้ดินที่พบในป่าผลัดใบ ป่าดงดิบ ป่าดิบเขา และป่าดิบชื้นทั่วไปของประเทศไทย (สลิล และนฤมล, 2543, อบฉันท์, 2542) ว่านจูงนางมีการเจริญเติบโตสลับกับการพักตัว โดยพักตัวในรูปของหัวใต้ดินแบบคอร์ม (corm) ที่อยู่ติดกันเป็นแถวขนานไปกับผิวดิน หัวที่เจริญเติบโตครบวงจรในปีล่าสุดมีขนาดใหญ่กว่าหัวที่เกิดขึ้นในปีก่อนๆ และมีตาที่จะเจริญเติบโตในปีถัดไป (ศลิษา, 2549) การพักตัวของหัวว่านจูงนางใช้เวลานาน 4-5 เดือน ก่อนที่ตาบนหัวล่าสุดจะเจริญเป็นต้นใหม่ในปลายเดือนมีนาคม เนื่องจากยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ว่านจูงนางพ้นระยะพักตัว แต่ในถิ่นอาศัย การงอกของว่านจูงนางสัมพันธ์กับความชื้นในธรรมชาติ (ศิวาพร และคณะ, 2552) จึงอาจเป็นไปได้ว่าความชื้นเป็นปัจจัยที่ทำให้ว่านจูงนางพ้นระยะพักตัว การทดลองนี้จึงศึกษาผลของความชื้นต่อการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนาง โดยเริ่มให้น้ำแก่หัวว่านจูงนางที่ช่วงเวลาต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาวิธีควบคุมการพักตัวของว่านจูงนางต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บหัวพันธุ์ว่านจูงนางขณะที่ยังพักตัวจากพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติขุนแม่กวง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ทั้งหมด 6 แห่ง แห่งละ 7 กอ นำมาปลูกในตะกร้าพลาสติก 1 กอต่อตะกร้า โดยใช้วัสดุปลูกเป็นทราย ถ่านแกลบ แกลบ และเปลือกถั่ว อัตราส่วน 2:1:1:1 และเก็บในโรงเรือนป้องกันฝน วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 7 กรรมวิธี 6 บล็อค โดยให้แหล่งหัวพันธุ์เป็นบล็อค กรรมวิธีทดลองเป็นเวลาที่เริ่มให้น้ำแก่ว่านจูงนางอย่างสม่ำเสมอ โดยเริ่มให้น้ำตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม ต้นเดือนกุมภาพันธ์ กลางเดือนกุมภาพันธ์ ต้นเดือนมีนาคม และกลางเดือนมีนาคม และกรรมวิธีควบคุม 2 แบบ คือ กรรมวิธีควบคุมที่ให้ตะกร้าว่านจูงนางได้รับความชื้นตามธรรมชาติ และกรรมวิธีควบคุมเชิงลบที่งดน้ำโดยวางตะกร้าว่านจูงนางไว้ในโรงเรือนกันฝนและน้ำค้าง บันทึกวันแทงหน่อและการเติบโตทุกสัปดาห์ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

ผลการทดลอง

การให้น้ำแก่หัวว่านจูงนางในระยะพักตัว ทำให้ว่านจูงนางแทงหน่อได้ก่อนการได้รับน้ำตามธรรมชาติ (กรรมวิธีควบคุม) และการไม่ให้น้ำ (กรรมวิธีควบคุมเชิงลบ) ซึ่งหัวว่านจูงนางในกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำสามารถแตกตาได้แต่ไม่แทงหน่อพ้นวัสดุปลูก และเมื่อยังคงไม่ได้รับน้ำ หน่อที่แตกออกมาจึงแห้งเหี่ยว ว่านจูงนางในกรรมวิธีทดลองที่ให้น้ำส่วนใหญ่แทงหน่อพ้นวัสดุปลูกประมาณต้นเดือนเมษายน ใช้เวลา 89 ถึง 94 วันนับจากวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นวันที่เริ่มการทดลอง ยกเว้นกรรมวิธีที่เริ่มให้น้ำตั้งแต่ต้นเดือนมกราคมที่หัวว่านจูงนางแทงหน่อออกมาในกลางเดือนเมษายน โดยใช้เวลา 104 วันนับจากวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2553 และมีแนวโน้ม (p = 0.084) ในการแทงหน่อช้ากว่ากรรมวิธีที่เริ่มให้น้ำตั้งแต่ต้นเดือนมีนาคม ว่านจูงนางที่ได้รับน้ำตามธรรมชาติ (กรรมวิธีควบคุม) ใช้เวลาในการแทงหน่อ 141 วันนับจากวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2553 เนื่องจากในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 มีฝนตกเพียงเล็กน้อยและทิ้งช่วง วัสดุปลูกของกรรมวิธีควบคุมแห้งมากทำให้ตาที่แตกออกมาเหี่ยวแห้ง เมื่อได้รับน้ำฝนอีกครั้งหัวว่านจูงนางจึงแตกตาใหม่เป็นเหตุให้ใช้เวลานานในการแทงหน่อให้พ้นวัสดุปลูก (Table 1) เมื่อนับจำนวนวันจากวันที่เริ่มให้น้ำของแต่ละกรรมวิธีจนกระทั่งแทงหน่อพ้นวัสดุปลูก พบว่า แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเริ่มให้น้ำตั้งแต่ต้นเดือนมกราคมทำให้ว่านจูงนางใช้เวลาในการแทงหน่อนานกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยใช้เวลา 104 วันนับจากวันที่เริ่มให้น้ำ การเริ่มให้น้ำตั้งแต่กลางเดือนมีนาคม ใช้เวลา 24 วัน ในการแทงหน่อซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีที่เริ่มให้น้ำต้นเดือนมกราคม ต้นเดือนกุมภาพันธ์ และกลางเดือนกุมภาพันธ์ (Table 1) ต้นว่านจูงนางที่งอกออกมามีความสูงแตกต่างกันตั้งแต่ช่วงปลายเดือนมีนาคมจนถึงปลายเดือนเมษายนตามความเร็วในการแทงหน่อ แต่กรรมวิธีที่เริ่มให้น้ำตั้งแต่ต้นเดือนมกราคมซึ่งแทงหน่อทีหลังมีอัตราการเติบโตของต้นอย่างรวดเร็ว จนต้นสูงใกล้เคียงกับต้นในกรรมวิธีที่ให้น้ำอื่นๆ ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ความสูงของว่านจูงนางเริ่มคงที่ (Figure 1)

Table 1 Effects of irrigation on time to emergence and date of emergence (n=6).

Treatment (starting irrigation at)	Time to emergence (days)		Date of emergence
	Days from 6th January [ns]	Days from the first irrigation [1]	
The beginning of January	104	104 d	April 18, 2010
The beginning of February	90	64 c	April 4, 2010
The middle of February	94	53 bc	April 8, 2010
The beginning of March	89	34 a	April 4, 2010
The middle of March	90	24 a	April 4, 2010
Control (nature precipitation)	141[2]	-	May 26, 2010
Negative control (without water)	-	-	no emergence

[ns] Means were not significantly different by ANOVA at p = 0.05

[1] Means followed by different characters within the same column were significantly different by LSD test at p = 0.05

[2] Mean was not statistical compared to other treatment means as there were only two plants emerged

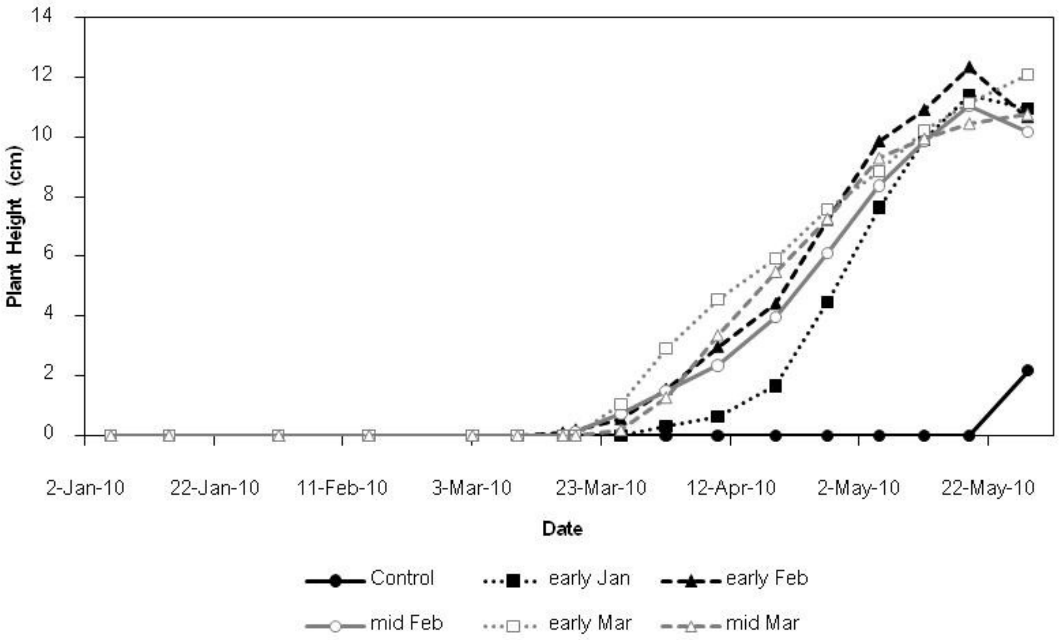


Figure 1 Effect of the fist irrigation on plant height of *Geodorum* (n=6).

วิจารณ์ผล

การให้น้ำมีผลทำให้ว่านจูงนางแทงหน่อในเวลาใกล้เคียงกันคือต้นเดือนเมษายน ซึ่งเร็วกว่าการให้ได้รับน้ำตามธรรม-ชาติและการไม่ให้น้ำ เนื่องจากน้ำมีความสำคัญต่อพืช โดยน้ำสามารถกระตุ้นให้เอนไซม์เริ่มทำงาน ซึ่งเอนไซม์นี้จะไปย่อยอาหารสะสมที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต (สโรชา, 2539) และน้ำยังทำให้เซลล์พืชมีความเต่งซึ่งมีความสำคัญต่อการขยายตัวของเซลล์และการแบ่งตัวของเซลล์ (บัณฑูรย์, 2546) ในสภาพธรรมชาติของแหล่งกระจายพันธุ์เขตป่าสงวนแห่งชาติขุนแม่กวง ว่านจูงนางแตกตาประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์แต่ยังไม่แทงหน่อพ้นผิวดินถ้ายังไม่ได้รับน้ำฝน เมื่อฝนตกแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ ว่านจูงนางจึงแทงหน่อขึ้นมาพ้นผิวดินและเจริญเติบโตต่อไป (ฝนตก 19 มีนาคม พ.ศ. 2553 ว่านจูงนางแทงหน่อ 26 มีนาคม พ.ศ. 2553) เมื่อนับเวลาจากวันที่เริ่มให้น้ำของแต่กรรมวิธีจนกระทั่งว่านจูงนางแทงหน่อพ้นวัสดุปลูกพบว่า ช่วงเวลาที่ให้น้ำมีผลให้การแทงหน่อใช้เวลาแตกต่างกัน แสดงว่าการให้น้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ว่านจูงนางแทงหน่อได้ จึงเป็นไปได้ว่ามีปัจจัยอย่างอื่นเป็นปัจจัยร่วมกับความชื้นในการทำให้ว่านจูงนางแทงหน่อออกมา ซึ่งอาจเป็น

ปัจจัยอุณหภูมิ เพราะในช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์นั้นสภาพอากาศยังหนาวเย็นอยู่ และเมื่อเข้าสู่เดือนมีนาคมจนถึงเดือนเมษายนอากาศเริ่มร้อนขึ้น ซึ่งเป็นช่วงที่ว่านจูงนางแทงหน่อขึ้นมา การเจริญนี้สอดคล้องกับการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนางในธรรมชาติ การให้น้ำแก่หัวว่านจูงนางในฤดูหนาวและปลูกที่อุณหภูมิสูงภายในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม (growth chamber) ทำให้หัวว่านจูงนางแทงหน่อได้ภายในเวลา 1 เดือน ในขณะที่หัวว่านจูงนางที่ได้รับน้ำแต่อยู่ในอุณหภูมิปกติของฤดูหนาวไม่แทงหน่อจนกว่าจะถึงปลายเดือนมีนาคม (ฉันทลักษณ์ และคณะ, ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) ดังนั้นอุณหภูมิสูงจึงอาจจำเป็นต่อการแทงหน่อของหัวว่านจูงนาง ส่วนเวลาที่ใช้ในการแทงหน่อของหัวว่านจูงนางในกรรมวิธีที่ให้น้ำตั้งแต่ต้นเดือนมกราคมมีแนวโน้มช้ากว่าหัวว่านจูงนางในกรรมวิธีที่ให้น้ำอื่นๆ อาจเกิดจากอุณหภูมิของวัสดุปลูกที่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ วัสดุปลูกที่ชื้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าวัสดุปลูกที่แห้งประมาณ 5 °C ในตอนกลางวันที่อุณหภูมิอากาศ 40°C และต่ำกว่าวัสดุปลูกที่แห้งประมาณ 2°C ในตอนกลางคืนที่อุณหภูมิอากาศ 15°C (ลมรัก และคณะ, ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) จึงเป็นไปได้ว่าการให้น้ำแก่ว่านจูงนางในเดือนมกราคมทำให้วัสดุปลูกมีอุณหภูมิต่ำกว่าวัสดุปลูกที่ยังไม่ได้ให้น้ำ ทำให้ระยะพักตัวของว่านจูงนางยืดยาวออกไป

สรุปผล

ความชื้นมีผลต่อการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนาง แต่ไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวที่ควบคุมการพ้นระยะพักตัว อุณหภูมิสูงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งร่วมกับความชื้นที่ทำให้หัวว่านจูงนางพ้นระยะพักตัว การให้น้ำแก่หัวว่านจูงนางในขณะที่อุณหภูมิต่ำมีแนวโน้มทำให้การพักตัวของหัวว่านจูงนางยืดยาวออกไป ดังนั้นการกระตุ้นให้หัวว่านจูงนางพ้นระยะพักตัวควรให้ความชื้นควบคู่กับอุณหภูมิสูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่เอื้อเฟื้อหัวพันธุ์และอำนวยความสะดวกในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บัณฑูรย์ วาฤทธิ์, 2546, ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกับพืช, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 267 หน้า.

ศลิษา รุจิวณิชย์กุล, 2549, การศึกษาลักษณะของกล้วยไม้ว่านจูงนางที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 119 หน้า.

ศิวาพร ธรรมดี ฉันทลักษณ์ ติยายน วาริษา รอดน้อย รณณรงค์ อินทุภูติ และฉันทนา สุวรรณธาดา, 2552, ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับการพ้นการพักตัวของว่านจูงนางในถิ่นอาศัย, เอกสารการประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 4 “ทรัพยากรไทย: ผันสู่วิถีใหม่ในฐานไทย”, 20-23 ตุลาคม 2552, สวนสัตว์เปิดเขาเขียว อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี, หน้า 27-32.

สโรชา จิรชวนันท์, 2539, โลกของพืช, โรงพิมพ์ไทยวัฒนา จำกัด, กรุงเทพฯ, 49 หน้า.

สลิล สิทธิธรรม และนฤมล กฤษณชาญดี, 2543, คู่มือกล้วยไม้, สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพฯ. 248 หน้า.

อบฉันท์ ไทยทอง, 2542, กล้วยไม้เมืองไทย, สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ, 461 หน้า.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเหนียว (อาราเร่) จากข้าวเหนียวดำ

Development of Rice Crackers (Arare) from Black Glutinous Rice

นวรัตน์ เศรษฐสุวรรณ[1] น้ำตาล เนื่องจำนงค์[1] และ อโนชา สุขสมบูรณ์[1]
Sattasuwan, N.[1], Nuengjamnong, N.[1], and Suksomboon, A.[1]

Abstract

The objectives of this research were to study the effect of black glutinous rice content and processing conditions on the quality of rice crackers (Arare). Black glutinous rice contained higher protein (9.39% db) and ash (1.5% db) than white glutinous rice. The pasting properties data from Brabender Viscoamylograph showed that black glutinous rice gave the higher pasting temperature but showed the lower peak viscosity, viscosity at 95°C and viscosity at 50°C than those of white glutinous rice. Rice crackers from black glutinous rice were produced. It was found that the increasing amount of black glutinous from 0, 5, 10 and 15 % resulted in volume expansion decreased significantly ($p \leq 0.05$), while the acceptability scores were not significantly different ($p>0.05$). Rice crackers with 15% black glutinous rice were produced to determine the effect of chilling process of rice cake at 5°C for 24, 48 and 72 hour on the quality of rice crackers. The result showed that chilling time had no significant effect ($p>0.05$) on volume expansion, density, hardness, color and sensory evaluation of rice crackers.

Keywords: rice cracker, Arare, black glutinous rice, chilling process of rice cake

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณข้าวเหนียวดำและกระบวนการผลิตที่มีต่อคุณภาพของแครกเกอร์ข้าวเหนียว จากผลการทดลองพบว่าข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ 9.39 ฐานแห้ง) และ เถ้า (ร้อยละ 1.5 ฐานแห้ง) สูงกว่าข้าวเหนียวขาว จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดด้วยเครื่องบราเบนเดอร์อะไมโลกราฟ พบว่าข้าวเหนียวดำมีอุณหภูมิในการเริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืดสูงกว่าข้าวเหนียวขาว แต่มีค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95°C และความหนืดเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 50°C ต่ำกว่าข้าวเหนียวขาว เมื่อนำข้าวเหนียวดำมาผลิตเป็นแครกเกอร์ข้าวเหนียว พบว่า การเพิ่มปริมาณข้าวเหนียวดำจากร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ทำให้ค่าการขยายตัวในเชิงปริมาตรของแครกเกอร์ข้าวเหนียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ($p>0.05$) และจากการตรวจสอบผลของระยะเวลาในการแช่เย็นของแผ่นแป้งที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ต่อคุณภาพของแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่มีปริมาณข้าวเหนียวดำร้อยละ 15 พบว่า ระยะเวลาในการแช่เย็นของแผ่นแป้งทำให้แครกเกอร์ข้าวเหนียวมีค่าการขยายตัวเชิงปริมาตร ค่าความหนาแน่น ค่าความแข็ง และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คำสำคัญ: แครกเกอร์ข้าวเหนียว อาราเร่ ข้าวเหนียวดำ การแช่เย็นแผ่นแป้ง

คำนำ

อาราเร่ (Arare) หมายถึง แครกเกอร์ที่ทำจากข้าวเหนียว และทำให้พองด้วยการย่างบนความร้อน (baking) (งามชื่น, 2546) และยังเป็นสินค้าแปรรูปข้าวของไทยที่สำคัญ ในปี 2552 ประเทศญี่ปุ่นนำเข้าผลิตภัณฑ์ แครกเกอร์จากข้าวจากไทย มูลค่า 8.948 ล้านเหรียญสหรัฐ (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2553) ข้าวเหนียวมีสีที่แตกต่างกันตามสีของเยื่อหุ้มเมล็ด โดยข้าวเหนียวดำมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายชนิด ได้แก่ โปรตีน แร่ธาตุ เส้นใย แกมมาโอไรซานอล และแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2553) Keeratipibul และคณะ (2008) รายงานว่าปริมาณอะไมโลส คุณสมบัติทางเคมีและเคมีกายภาพของข้าวเหนียว มีผลต่อการขยายตัวในเชิงปริมาตรและเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์ข้าวเหนียว นอกจากนั้นคำรบ (2546) รายงานว่า การเกิดรีโทรกราเดชันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าอัตราส่วนการพองตัว ความแข็ง และความหนาแน่นของแครกเกอร์ข้าวเหนียว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของปริมาณข้าวเหนียวดำ และกระบวน

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131
[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Saensuk, Muang, Chonburi, 20131 THAILAND

การผลิตแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่มีต่อคุณภาพของแครกเกอร์ข้าวเหนียว เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของแครกเกอร์ข้าวเหนียว และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวเหนียวดำ

อุปกรณ์และวิธีการ

บดข้าวเหนียวดำและข้าวเหนียวขาวด้วยเครื่องบดของแห้ง (hammer mill) ร่อนผ่านตะแกรง 80 เมช แล้วนำไปตรวจสอบปริมาณความชื้นด้วยวิธี AOAC standard (Oven) method (AOAC, 2000) ปริมาณโปรตีนของแป้งด้วยวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2000) ปริมาณเถ้าด้วยวิธี method number 923.03 (AOAC, 2000) แล้วนำแป้งไปวัดอุณหภูมิในการเกิดเจลาทิไนเซชันและการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งด้วยเครื่อง Brabender Viscoamylograph (AACC, 2000)

แครกเกอร์ข้าวเหนียวเตรียมโดยผสมข้าวเหนียวดำร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 กับข้าวเหนียวขาวร้อยละ 100, 95, 90 และ 85 โดยนำส่วนผสมของข้าวเหนียวทั้งสองชนิด 300 กรัม แช่น้ำสะอาดในอัตราส่วน ข้าวเหนียว:น้ำ เท่ากับ 1:4 ที่อุณหภูมิ 15°C นาน 16 ชั่วโมง นำไปนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C นาน 20 นาที นำไปบดและนวดข้าวเหนียวให้เป็นก้อนโด แล้วรีดเป็นแผ่นหนา 0.3 ซ.ม. นำแผ่นแป้งไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตัดให้เป็นชิ้นขนาด 2.5x2.0x0.3 ซ.ม.อบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55°C จนมีความชื้นร้อยละ 23 และเก็บในที่แห้งไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 300°C นาน 8 นาที นำแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่ได้ไปวัดความหนาแน่นของแครกเกอร์ วัดการขยายตัวในเชิงปริมาตรของแครกเกอร์ วัดค่าความแข็งของแครกเกอร์โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (TAXT2) ใช้หัววัดทรงกระบอก (P/2) ตามวิธีของ Keeratipibul และคณะ (2008) และตรวจสอบการยอมรับการทางประสาทสัมผัสแบบ 9-Point hedonic scale ในด้านสี การพองตัว ความกรอบ กลิ่นรส ความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

ตรวจสอบผลของระยะเวลาในการแช่เย็นแผ่นแป้งที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และนำแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่ได้ไปตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้างต้น

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 13.0

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการตรวจสอบโปรตีน และเถ้า ของข้าวเหนียวทั้งสองชนิด พบว่า ข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ 9.39 ฐานแห้ง) เถ้า (ร้อยละ 1.5 ฐานแห้ง) สูงกว่าข้าวเหนียวขาว (Table 1) เนื่องจากเมล็ดข้าวเหนียวดำมีส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีเข้มซึ่งมี โปรตีน ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี และวิตามิน จึงทำให้ข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีนและสารอนินทรีย์สูงกว่าข้าวเหนียวขาว (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2553) เมื่อนำตัวอย่างข้าวเหนียวดำและข้าวเหนียวขาวมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความหนืดด้วยเครื่อง Brabender Viscoamylograph พบว่า ข้าวเหนียวดำมีค่าอุณหภูมิที่เกิดเจลาทิไนเซชัน อุณหภูมิที่เกิดความหนืดสูงสุด สูงกว่าข้าวเหนียวขาว ในขณะที่มีค่าความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95°C ค่าความหนืดเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 50°C และค่า consistency ต่ำกว่าข้าวเหนียวขาว เนื่องจากข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวเหนียวขาว โดยโปรตีนขัดขวางการเกิดเจลาทิไนซ์ของสตาร์ซ และทำให้ได้เจลที่มีความหนืดต่ำ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

Table 1 Chemical compositions of black glutinous rice and white glutinous rice.

Sample	Protein (% db)	Ash (% db)	Temperature (° C)		Viscosity (B.U.)			
			Gelatinization	Peak	Peak	Final 95 °C	50°C	Consistency
Black glutinous	9.39±0.17	1.54±0.04	67.13±0.06	83.77±12.	16.33±0.58	16.00±0.00	40.67±0.58	24.67±0.58
White glutinous	6.65±0.33	0.27±0.02	61.93±0.32	71.23±0.1	652.00±7.8	406.00±5.2	536.33±7.51	130.33±2.52

* All data are the mean ± SD of three replicates.

ผลการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่ทำจากข้าวเหนียวดำร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 (Table 2) พบว่าปริมาณข้าวเหนียวดำมีผลต่อการขยายตัวในเชิงปริมาตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่ไม่มีการเติมข้าวเหนียวดำให้ค่าการขยายตัวในเชิงปริมาตรสูงที่สุดโดย ในขณะที่แครกเกอร์ข้าวเหนียวที่มีการเติมข้าวเหนียว

ดำร้อยละ 5, 10 และ 15 มีค่าการขยายตัวในเชิงปริมาตรไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 120.27-123.29) คำรบ (2546) รายงานว่า ปริมาณโปรตีนมีผลต่อการขยายตัวในเชิงปริมาตรของแครกเกอร์ข้าวเหนียว เมื่อปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นทำให้อัตราส่วนในการพองตัวในผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นการเติมข้าวเหนียวดำทำให้โปรตีนในส่วนผสมสูงขึ้นจึงทำให้มีค่าการขยายตัวในเชิงปริมาตรลดลงตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณข้าวเหนียวดำไม่มีผลต่อค่าความแข็งของแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่ได้

Table 2 Physical properties and sensory evaluation of rice cracker from different amounts of black glutinous rice.

Level of black glutinous rice addition	Volume Expansion (%)	Hardness [ns] (N force)	Hedonic sensory score				
			Color	Expansion	Crispiness [ns]	Flavor [ns]	Overall acceptability
0 %	133.09±4.75 [a]	33.22±3.51	7.23±1.14 [a]	7.13±0.90 [a]	6.90±1.52	6.13±1.38	7.03±1.56 [a]
5 %	123.29±6.09 [b]	35.57±2.79	5.73±1.28 [b]	6.13±1.25 [b]	6.70±1.60	6.47±1.22	6.63±1.25 [ab]
10 %	123.08±5.38 [b]	34.78±4.48	5.97±1.43 [b]	6.30±1.26 [b]	6.20±1.69	6.20±1.40	6.17±1.32 [b]
15 %	120.27±2.69 [b]	36.14±4.25	6.30±1.78 [b]	6.37±1.50 [b]	6.20±1.69	6.03±1.56	6.23±1.28 [b]

* All data are the mean ± SD of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณข้าวเหนียวดำในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเหนียว ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านความกรอบ และกลิ่นรส ($p>0.05$) (Table 2) โดยแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่ไม่มีการเติมข้าวเหนียวดำให้ มีคะแนนความชอบด้านสี การพองตัว และการยอมรับโดยรวมสูงกว่า แครกเกอร์ข้าวเหนียวที่มีการเติมข้าวเหนียวดำร้อยละ 5, 10 และ 15 ซึ่งมีคะแนนความชอบด้านสี การพองตัว และการยอมรับโดยรวมที่ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) จากสมบัติด้านกายภาพ และด้านประสาทสัมผัสบางประการที่ไม่แตกต่างกันของแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่เติมข้าวเหนียวดำร้อยละ 5, 10 และ 15 ดังกล่าว จึงพิจารณาเลือกตัวอย่างที่มีข้าวเหนียวดำสูงที่สุด (ร้อยละ 15) มาใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

จากผลการตรวจสอบผลของระยะเวลาในแช่เย็นแผ่นแป้ง ซึ่งเป็นการทำให้เกิดคืนตัวของแป้ง (Retrogradation) ทำให้แผ่นแป้งสามารถตัดเป็นชิ้นได้ง่ายขึ้น ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของ แครกเกอร์ข้าวเหนียว (Table 3) พบว่า ระยะเวลาการแช่เย็นแผ่นแป้ง 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อค่าการขยายตัวในเชิงปริมาตร และค่าความแข็ง นอกจากนั้นยังพบว่า ระยะเวลาในการแช่เย็นแผ่นแป้งไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี การพองตัว กลิ่นรส และความชอบโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 3 Physical properties and sensory evaluation of rice cracker with different rice-cake chilling periods.

Time of chilling rice cake	Volume Expansion [ns] (%)	Hardness [ns] (N force)	Hedonic sensory score				
			Color [ns]	Expansion [ns]	Crispiness	Flavor [ns]	Overall acceptability [ns]
24 hr	143.89±0.87	29.22±5.07	7.23±0.94	6.83±1.15	6.30±1.78 [b]	7.10±0.66	7.53±0.57
48 hr	142.78±1.73	30.06±4.25	7.00±1.05	6.90±1.32	7.40±1.28 [a]	7.40±0.77	7.60±0.81
72 hr	144.46±2.38	27.97±4.48	6.83±1.44	7.27±1.31	7.03±1.25 [ab]	7.10±1.18	7.40±0.67

* All data are the mean ± SD of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p \leq 0.05$)

สรุปผล

ข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีน เถ้า สูงกว่าข้าวเหนียวขาว แต่มีค่าความหนืดของน้ำแป้งสุกต่ำกว่าแป้งข้าวเหนียวขาว การเติมข้าวเหนียวดำร้อยละ 5, 10 และ 15 ทำให้ค่าการขยายตัวในเชิงปริมาตร คะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าสูตรที่ไม่เติมข้าวเหนียวดำ (ร้อยละ 0) อย่างไรก็ตาม แครกเกอร์ข้าวเหนียวที่มีข้าวเหนียวดำร้อยละ 5, 10 และ 15 มีสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับผลของการแช่เย็นแผ่นแป้งที่ระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์ข้าวเหนียว

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการส่งออก, 2553, ตลาดขนมกรอบจากแป้งข้าว [สืบค้น], http://www.depthai.go.th/DEP/DOC/53/53002586.pdf, [1/July/10].

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546, เทคโนโลยีของแป้ง, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 303 หน้า.

คำรบ สมะวรรธนะ, 2546, ผลของเจลาติไนเซชันและรีโทรกราเดชันต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวจากข้าว, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 85 หน้า.

งามชื่น คงเสรี, 2546, ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, 167 หน้า.

สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2553, ข้าวก่ำ มหัศจรรย์พื้นบ้านแห่งล้านนา [สืบค้น], http://www.riceproduct.org [1/July/10].

AACC, 2000, Approved methods of American Association of Cereal Chemists (10th ed.), American Association of Cereal Chemists, Inc., St Paul.

AOAC, 2000, Official methods of analysis (17th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Arlington.

Keeratipibul, S., Luangsakul, N. and Lertsatchayarn, T., 2008, The Effect of Thai Glutinous Rice Cultivars, Grain Length and Cultivating Locations on the Quality of Rice Cracker (Arare), LWT-Food Science and Technology, 41(10): 1934-1943.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 169-172 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 169-172 (2553)

ผลของเวลาการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและผลผลิตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อชะลอการเก็บเกี่ยว

Effects of Pruning Time on Flowering and Yield of 'Nam Dok Mai' Mango for Delayed Harvesting

ศรัญญา ใจพะยัก[1] และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1]
Jaiphayak, S.[1] and Radanachaless, T.[1]

Abstract

Mango is an important commercial fruit for export in Thailand. On season production in April to May gets the large amount of products resulting in the lower price. Off or late-season production take the opposite result in promoted highly demand and prices. The objective of this study was to investigate effect of pruning time on flowering and yield of 'Nam Dok Mai' mango for the purpose of delayed harvesting. The experiment was conducted at Mae Taeng district, Chiang Mai province during June 2009 to June 2010. The experimental design was (Randomized Complete Block Design ; RCBD) with 5 replications consisting of 4 periods of pruning time started on July, August, September and October, respectively. The behavior of flowering and fruit setting, inflorescence quality and fruit yields were recorded. The result showed that regular flowering of mango was occurred in December to January when pruning in July, August and September, while the pruning in October was delayed flowering to February. Percentage of flowering and fruit setting were significantly difference by the treatments. The pruning in October gave the best result in fruit setting (48.68%) and it could delay harvesting period until June. But it did not affect flower sex ratios, diameter of panicle and fruit yields which value around 7.56 to 11.98 kg/plant.

Keywords: pruning, flowering, delayed harvesting

บทคัดย่อ

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจเพื่อการส่งออกที่สำคัญของประเทศ ในฤดูเก็บเกี่ยวปกติเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมผลผลิตมักมีจำนวนมากทำให้ราคาต่ำ ในขณะที่การผลิตนอกฤดูหรือล่าฤดูได้ราคาที่สูงกว่า วัตถุประสงค์ของการศึกษาผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและผลผลิตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อชะลอการเก็บเกี่ยว ดำเนินการวิจัยที่สวนเกษตรกรในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ กรรมวิธีในการทดลองคือ ตัดแต่งกิ่งในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และ ตุลาคม บันทึกพฤติกรรมการออกดอกและติดผล คุณภาพช่อดอก และปริมาณผลผลิตที่ได้ ผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน มะม่วงออกดอกตามปกติในเดือนธันวาคม ในขณะที่การตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคมสามารถเลื่อนการออกดอกไปเป็นเดือนกุมภาพันธ์ การตัดแต่งกิ่งในเดือนที่ต่างกันส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การออกดอก ร้อยละการติดผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเดือนตุลาคมช่อที่ติดผลต่อต้นสูงที่สุดร้อยละ 43.68 และสามารถเก็บเกี่ยวล่าฤดูในเดือนมิถุนายน แต่ไม่มีผลต่อสัดส่วนเพศดอก ขนาดของช่อดอก ปริมาณผลผลิตที่ได้ ซึ่งปริมาณผลผลิตที่ได้อยู่ระหว่าง 7.56–11.98 กิโลกรัมต่อต้น

คำสำคัญ: การตัดแต่งกิ่ง การออกดอก ชะลอการเก็บเกี่ยว

คำนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทยที่ได้รับผลตอบแทนต่อไร่สูง จึงทำให้ได้รับความนิยมจากเกษตรกรปลูกมากในลำดับต้นๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2545) มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในออกดอกทะวายบังคับให้ออกดอกได้ไม่ยาก ออกดอกสม่ำเสมอทุกปี และติดผลง่ายปานกลาง (ภูวนาท, มปป) ในฤดูเก็บเกี่ยวปกติผลผลิตมักมีจำนวนมากทำให้ราคาตกต่ำ ในขณะที่การผลิตนอกฤดูหรือล่าฤดูได้ราคาสูงกว่า มะม่วงล่าฤดูเป็นมะม่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวและนำออกสู่ตลาดได้ในตอนปลายสุดของฤดูกาลผลิตปกติ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผลผลิตส่วนใหญ่ของประเทศหมดไปจากตลาด ผลผลิตมี

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

น้อยลงทำให้มูลค่าสูงขึ้นมาก จัดเป็นช่วงแคบๆ ของฤดูกาลผลิตมะม่วงในประเทศไทย และถือเป็นโอกาสดีเฉพาะผู้ผลิตมะม่วงในบางจังหวัดของภาคเหนือตอนบนเท่านั้น Chutichudet (2005) ได้ศึกษาการจัดการเพื่อผลิตมะม่วงล่าฤดูในพันธุ์แก้วของจังหวัดเชียงใหม่ พบทำได้หลายวิธี คือ การเลื่อนระยะการตัดแต่งกิ่ง เพื่อยืดเวลาการออกดอก การพ่นสารหน่วงการเจริญเติบโต เพื่อยืดเวลาการเติบโตของช่อดอก การห่อผล เพื่อยืดเวลาการเติบโตของผล และการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อยืดระยะการเจริญเต็มวัยของผลอ่อน การตัดแต่งกิ่งเป็นขั้นตอนที่เกษตรกรปฏิบัติทุกปี เพื่อให้มีการแตกกิ่งใหม่สำหรับเป็นจุดสร้างตาดอก ทำให้ทรงพุ่มโปร่ง (ธวัชชัย และรุ่งทิพย์, 2552) Oosthuyse (1996) พบว่า การตัดแต่งกิ่งปลายยอดลงมาประมาณ 5 เซนติเมตร ก่อนการออกดอก จะทำให้มะม่วงพันธุ์ Sensation มีการออกดอกติดผลและการเก็บเกี่ยวล่าช้าตามไปด้วย ขณะที่ วินัย และคณะ (2546) พบว่าการตัดแต่งกิ่งลึกเข้าหาลำต้นมากๆ จะยิ่งมีการแตกยอดใหม่มากขึ้นและมีขนาดทรงพุ่มเตี้ยลง แต่เปอร์เซ็นต์การออกดอกลดลงเมื่อมีการตัดแต่งกิ่งลึกมากๆ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะการตัดแต่งกิ่งต่อการชะลอระยะเก็บเกี่ยว อันจะเป็นแนวทางนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของมะม่วงน้ำดอกไม้ให้แก่เกษตรกรในภาคเหนือตอนบนได้อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองกับต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ อายุ 8 ปี จำนวน 20 ต้น บนพื้นที่ของเกษตรกรในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น มี 4 กรรมวิธี คือ ตัดแต่งกิ่งในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และ ตุลาคม ตามวิธีของเกษตรกร การให้น้ำ ใส่ปุ๋ย การใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ และการจัดการส่วนอื่น ทำตามข้อกำหนดของเกษตรกร ทำการบันทึกบันทึกพฤติกรรมการออกดอกและติดผล คุณภาพช่อดอก คือ เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของช่อดอก สัดส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกสมบูรณ์เพศเมื่อดอกบานเต็มที่ เปอร์เซ็นต์ช่อที่ออกดอก ติดผล และช่อผลที่เก็บเกี่ยวได้ต่อต้น และปริมาณผลผลิตที่ได้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การออกดอก

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้อายุ 8 ปี ต้นมีขนาดทรงพุ่งกว้าง 3.75 เมตร และความสูง 3.76 เมตร หลังได้รับการตัดแต่งกิ่ง พบว่าการตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคม สามารถเลื่อนระยะเวลาการออกดอกออกไปได้ โดยออกในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งปกติมะม่วงมีการออกดอกในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม (Table 1) และการตัดแต่งกิ่งในเดือนที่ต่างกันส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ช่อที่ออกดอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดแต่งกิ่งช้าในเดือนกันยายนและตุลาคมทำให้เปอร์เซ็นต์ช่อที่ออกดอกมีแนวโน้มลดลงกว่าเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 74.44, 78.52, 45.64, และ 57.80 ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับวินัยและคณะ (2546) พบว่า ระยะเวลาตัดแต่งกิ่งต่างกัน ทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกของมะม่วงโชคอนันต์มีความแตกต่างกัน

คุณภาพช่อดอก

ด้านคุณภาพช่อดอก เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอก จำนวนดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอกมีค่าอยู่ระหว่าง 18.76–20.06 เซนติเมตร จำนวนดอกเพศผู้ 560–689 ดอกต่อช่อ จำนวนดอกสมบูรณ์เพศ 92–95 ดอกต่อช่อ (Table 3) ยกเว้นความยาวช่อดอกซึ่งการตัดแต่งกิ่งในเดือนสิงหาคมและกันยายนทำให้ช่อดอกมีขนาดสั้นกว่าเดือนกรกฎาคมและตุลาคม (Table 3) อย่างไรก็ตาม Chutichudet (2005) พบว่า การเลื่อนระยะการตัดแต่งกิ่งไม่มีผลต่อขนาดของช่อดอกและเปอร์เซ็นต์เพศดอก โดยความยาวของช่อดอกมีขนาด 29.35–34.98 เซนติเมตร และความกว้าง 16.54–18.56 เซนติเมตร

การติดผล

ด้านการติดผล พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคมมีเปอร์เซ็นต์ช่อที่ติดผลมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 43.68 (Table 2) เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่าการตัดแต่งกิ่งเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน สามารถเก็บเกี่ยวได้พร้อมกันในฤดูกาลตามปกติเดือนพฤษภาคม ส่วนการตัดแต่งกิ่งเดือนตุลาคมสามารถเก็บเกี่ยวล่าฤดูออกไปในเดือนมิถุนายน จำนวนช่อผลที่เก็บเกี่ยวได้ มีค่าร้อยละ 11.04, 12.84, 10.16 และ 15.74 ของช่อดอกทั้งหมด (Table 2)

ผลผลิต

ส่วนผลผลิตที่ได้จากทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักของผลผลิตต่อต้นไม่แตกต่างกันที่ 7.56–11.98 กิโลกรัมต่อต้น (Table 4) ในขณะที่ Chutichudet (2005) พบว่า การเลื่อนระยะการตัดแต่งกิ่งส่งผลให้ร้อยละการติดผล และผลผลิตที่ได้ลดลงในสภาพขาดน้ำของที่ดอนอาศัยน้ำฝน

Table 1 Period of flowering and harvesting of Nam Dok Mai mango tree after pruning in different months.

Pruning month	Period of flowering	Period of harvesting
July	December-January	May
August	December-January	May
September	December-January	May
October	February	June

Table 2 Percentage of panicle at flowering, fruit setting and fruit maturity of Nam Dok Mai mango tree after pruning in different months.

Pruning month	Percentage of panicle		
	Flowering	Fruit setting	Fruit maturity
July	74.44ab[1]	26.58b	11.04
August	78.52a	27.98b	12.84
September	45.64c	25.86b	10.16
October	57.80bc	43.68a	15.74
$LSD_{0.05}$	19.68	12.04	ns
%cv	22.28	28.18	79.20

[1] Means within the same column followed by different alphabets were significantly difference at $P \leq 0.05$

ns non significant at 95% level (P>0.05)

Table 3 Panicle size, number of flower per panicle and sex ratio of Nam Dok Mai mango tree after pruning in different months.

Pruning month	Panicle size (cm)		Number of flower per panicle		Sex ratio
	Diameter	Length	Male	Perfect	
July	19.64	36.52a[1]	622	92	6.89
August	18.76	31.48b	560	94	6.65
September	20.06	31.70b	689	92	8.46
October	20.06	37.94a	604	95	7.19
$LSD_{0.05}$	ns	3.74	ns	ns	ns
%cv	10.87	7.84	43.52	33.60	59.18

[1] Means within the same column followed by different alphabets were significantly difference at $P \leq 0.05$

ns non significant at 95% level (P>0.05)

Table 4 Yield of Nam Dok Mai mango tree after pruning in different months.

Pruning month	Yield (kg/tree)
July	10.26
August	7.56
September	7.62
October	11.98
$LSD_{0.05}$	ns
%cv	42.85

ns non significant at 95% level (P>0.05)

สรุปผล

การตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคมสามารถเลื่อนระยะเวลาการออกดอกจากปกติในเดือนธันวาคมถึงมกราคมไปเป็นเดือนกุมภาพันธ์ และระยะเก็บเกี่ยวจากปกติในเดือนพฤษภาคมไปเป็นเดือนมิถุนายน ทำให้เปอร์เซ็นต์ช่อที่ติดผลสูงกว่าการตัดแต่งในเดือนอื่นๆ แต่ปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ไม่แตกต่างกันกับมะม่วงในฤดูที่เก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้เงินสนับสนุนในการวิจัย และขอขอบคุณ คุณลุงอาทิตย์ เกษมศรี ที่ได้ช่วยเหลือด้านสถานที่ที่ใช้ในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2545, เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับมะม่วง, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 24 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และรุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์, 2552, เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ฉบับชุมชน 2 ชมรมผู้ปลูกมะม่วงจังหวัดเชียงใหม่, ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 36 หน้า.

ภูวนาท นนทรี, มปป, คู่มือการปลูกมะม่วง, โครงการหนังสือเกษตรชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 196 หน้า.

วินัย วิริยะอลงกรณ์ เสกสันต์ อุสสหตานนท์ พาวิน มะโนชัย และวรินทร์ สุทนต์, 2546, การศึกษาผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในระยะปลูกชิด, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่, 22 หน้า.

Chutichudet, B., 2005, Delayed Harvesting to Increase Value of Mango cv. Kaew in The Semi-Arid Area of the Upper North, Ph.D dissertation, Chiang Mai University, Chiang Mai, 246 pp.

Oosthuyse, S.A., 1996, Some Principles Pertaining to Mango Pruning and the Adopted Practices of Pruning Mango Trees in South Africa, Acta Horticulturae, 455: 413-421.

การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรบางประการในถั่วเหลือง

Path Analysis of Yield, Yield Components and Some Agronomic Characters in Soybean

พรทิพย์ มังกรแก้ว[1] รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ[1] และ ชูศักดิ์ จอมพุก[2]
Mangkornkeaw, P.[1], Kaveeta, R.[1] and Jompuk, S.[2]

Abstract

Path analysis of yield, yield components and some agronomic characters of seven soybean breeding lines obtained from the Kasetsart University Soybean Breeding Program and 3 recommended varieties were conducted in the RCB with 3 replication in 2 planting seasons at the field experiment, Kasetsart University at Khumpaengsaen campus. Total relationships of numurous characteristics revealed that the days to 50% flowering, days to harvesting, number of pods per plant and number of seeds per plant had significant total effect on yield. However, 100 seeds weight had significant total effect on yield only in dry season. Path analysis to separate the direct and indirect effect showed that days to 50% flowering had the same direct effect on yield in both season. This indicated the less effect of environment and this character could be used as the main selection criteria. Whilst, days to harvesting and number of pods per plant had different direct effect on yield in each season and number of seeds per plant had direct effect on yield only in rainy season. For 100 seeds weight, low direct effect on yield was observed and indirect effect through other characters *i.e.*, days to 50% flowering, days to harvesting, number of pods per plant and/or number of seeds per plant were relatively high. Thus, the use of 100 seeds weight as selection criterion should also consider these indirect effect characters.

Keywords: path analysis, yield, yield components, soybean

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ โดยนำสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 7 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์แนะนำ 3 พันธุ์ มาปลูกที่แปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 2 ฤดูปลูก เมื่อศึกษาความสัมพันธ์อิทธิพลรวมของลักษณะต่างๆ ที่มีต่อผลผลิต พบว่า วันออกดอก ร้อยละ 50 วันเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้น มีอิทธิพลรวมต่อผลผลิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลรวมอย่างมีนัยสำคัญต่อผลผลิตเฉพาะในฤดูแล้ง ซึ่งเมื่อวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ เพื่อแยกอิทธิพลทางตรง และทางอ้อม พบว่า วันออกดอก ร้อยละ 50 มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูง ไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 ฤดู แสดงว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลน้อยมาก และสามารถใช้เป็นเกณฑ์หลักในการคัดเลือกได้ ขณะที่ลักษณะวันเก็บเกี่ยว และจำนวนฝักต่อต้น มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูง แต่แตกต่างกันในแต่ละฤดู ส่วนลักษณะจำนวนเมล็ดต่อต้น มีอิทธิพลทางตรงสูงเฉพาะฤดูฝน ลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่ามีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ เนื่องจากมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านลักษณะอื่นๆ เช่น วันออกดอก ร้อยละ 50 วันเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น และ/หรือจำนวนเมล็ดต่อต้น การนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก จึงควรพิจารณาลักษณะอื่นๆ ที่มีอิทธิพลทางอ้อมประกอบด้วย

คำสำคัญ: การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ถั่วเหลือง

---

[1]คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Faculty of Agriculture , Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเป้าหมายเพิ่มผลผลิตเป็นสำคัญนั้น การพิจารณาผลผลิตเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จึงต้องใช้ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตมาร่วมด้วย ทั้งนี้ลักษณะที่กล่าวมามักมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และอาจมีผลกระทบต่อความสัมพันธ์ของผลผลิต การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว ทำได้หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ และวิเคราะห์รีเกรสชั่น การวิเคราะห์ทั้งสองวิธีนี้สามารถบอกถึงอิทธิพลโดยรวม (total effect) ว่าแต่ละลักษณะมีความสัมพันธ์มากหรือน้อย และมีความสัมพันธ์แบบใด แต่ไม่สามารถบอกถึงอิทธิพลทางตรง (direct effect) และอิทธิพลทางอ้อม (indirect effect) ผ่านทางลักษณะอื่นๆ (ชูศักดิ์, 2551) Wright (1921) ได้เสนอวิธี Path Analysis เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยจำแนกทิศทางหรือเส้นทางของแต่ละความสัมพันธ์ว่ามีอิทธิพลทางตรงหรืออิทธิพลทางอ้อม ซึ่งสามารถช่วยให้ทราบถึงอิทธิพลของลักษณะอื่นๆ ที่มีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะเปลี่ยนไปอย่างไร ในการศึกษาครั้งนี้ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีของ Deway และ Lu (1959) เพื่อประเมินหาลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อผลผลิต และใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะผลผลิตในถั่วเหลืองต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกถั่วเหลือง 10 สายพันธุ์/พันธุ์ ประกอบด้วยสายพันธุ์ถั่วเหลืองดีเด่นจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 7 สายพันธุ์ ได้แก่ นว.1 1-12, นว.1 4-6, สท.2 34-1, KUSL 20004, KUSL 3802-1, KUSL 3802-4 และ KUSL 3802-6 และพันธุ์แนะนำ 3 พันธุ์ คือ สท.2, ชม.60 และจักรพันธุ์1 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูแล้ง (ธ.ค. – มี.ค. 52) และฤดูฝน (ก.ค. – ต.ค. 52) โดยใช้ระยะปลูกระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย 2 X 5 ตารางเมตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ โดยสุ่มถั่วเหลือง 10 ต้น ในแต่ละแปลง ดังนี้ วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ วันเก็บเกี่ยว ความสูงต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว จำนวนข้อต่อต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และ ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางการเกษตร และองค์ประกอบผลผลิตกับผลผลิต โดยใช้วิธี Path Analysis ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยการจำแนกทิศทาง หรือเส้นทางของแต่ละความสัมพันธ์ ตามวิธีการของ Dewey และ Lu (1959)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า พันธุกรรม (สายพันธุ์/พันธุ์) มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แทบทุกลักษณะที่ศึกษาในทั้ง 2 ฤดูปลูก ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันมากในแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ ยกเว้นจำนวนเมล็ดต่อต้น มีความแตกต่างของพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะในฤดูฝน ซึ่งอาจมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

การประเมินหาค่าความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอย่างกว้าง (heritability in broad sense) (Table 1) พบว่า ทั้งฤดูแล้ง และฤดูฝน แทบทุกลักษณะที่ศึกษามีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมผ่านไปยังชั่วลูกชั่วหลานในระดับปานกลางถึงระดับสูง ยกเว้นจำนวนเมล็ดต่อฝักมีค่าที่ต่ำ แสดงว่าได้รับอิทธิพลและมีความแปรปรวนต่อสภาพแวดล้อมสูงกว่าลักษณะอื่น

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ที่มีต่อผลผลิตของถั่วเหลืองในฤดูแล้ง (Table 1) พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.645**, 0.620** และ 0.389* ตามลำดับ แต่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับวันออกดอก ร้อยละ 50 และวันเก็บเกี่ยว โดยมีค่า r เท่ากับ -0.347* และ -0.401* ส่วนในฤดูฝน พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับวันออกดอก ร้อยละ 50 วันเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้น โดยมีค่า r เท่ากับ 0.347*, 0.631**, 0.657** และ 0.326* ตามลำดับ

การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ต่อผลผลิต (Table 2) พบว่า อิทธิพลรวมของวันออกดอก ร้อยละ 50 วันเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้น มีอิทธิพลรวมต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 ฤดู แต่น้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลรวมต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในฤดูแล้ง เมื่อวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ เพื่อแยกอิทธิพลทางตรง และทางอ้อม พบว่า วันออกดอก ร้อยละ 50 มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูง ไปในทิศทางเดียวกันทั้งในฤดูแล้ง (0.572) และฤดูฝน (0.531) แสดงว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลน้อยมาก และสามารถใช้เป็นเกณฑ์หลักในการคัดเลือกได้ ขณะที่วันเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงทั้งฤดูแล้ง (0.429) และฤดูฝน (-1.219) แต่แตกต่างกันในแต่ละฤดู การนำมาใช้

เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ควรพิจารณาลักษณะอื่นๆ ที่มีอิทธิพลทางอ้อมประกอบด้วย สำหรับจำนวนฝักต่อต้น มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงทั้งฤดูแล้ง (-0.825) และฤดูฝน (1.305) แต่แตกต่างกันในแต่ละฤดู ในขณะที่ นัฐภัทร์ (2546) พบว่าจำนวนฝักต่อต้นใช้เป็นตัวคัดเลือกผลผลิตได้ดีกว่าการคัดเลือกผลผลิตโดยตรง ส่วนจำนวนเมล็ดต่อต้นมีอิทธิพลทางตรงสูงเฉพาะฤดูฝน (-1.427) ลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่ามีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำทั้งฤดูแล้ง (0.231) และฤดูฝน (-0.237) เนื่องจากมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านลักษณะอื่นๆ เช่น วันออกดอก ร้อยละ 50 วันเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น และ/หรือจำนวนเมล็ดต่อต้น การนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ควรพิจารณาลักษณะอื่นๆ ที่มีอิทธิพลทางอ้อมประกอบด้วย ซึ่ง Frank และ Fehr (1981) ใช้ความกว้างของฝักเป็นเกณฑ์คัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักเมล็ด แทนการคัดเลือกน้ำหนักเมล็ดโดยตรง

สรุปผล

การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ต่อผลผลิต พบว่า วันออกดอก ร้อยละ 50 มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูง และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีค่า heritability สูง สามารถใช้เป็นเกณฑ์หลักในการคัดเลือกได้ ขณะที่วันเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้น(ฤดูฝน) แม้จะมีค่า heritability และมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูง แต่เจาะจงกับฤดูปลูก การนำมาใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือก จึงควรพิจารณาลักษณะอื่นๆ ที่มีอิทธิพลทางอ้อม ประกอบกัน ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อต้น(ฤดูแล้ง) มีค่า heritability สูง แต่มีมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตต่ำ และยังเจาะจงกับฤดูปลูก การนำมาใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือก จึงควรพิจารณาลักษณะอื่นๆ ที่มีอิทธิพลทางอ้อม ประกอบด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ จอมพุก, 2551, สถิติการวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วย R, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นัฐภัทร์ คำหล้า, 2546, ความแปรปรวนของมวลชีวภาพเพื่อใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองวิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Deway, D.R. and Lu, K.H., 1959, A Correlation and Path-Coefficient Analysis of Components of Crested Wheat Grass Production, Agronomy Journal, 51: 515-518.

Frank, S.J. and Fehr, W.R., 1981, Associations Among Pod Dimensions and Seed Weight in Soybeans, Crop Science, 21: 547-550.

Wright, S., 1921, Correlation and Causation, Journal of Agricultural Research, 20: 557-585.

Table 1 Heritability in broad sense (h_B^2), genotypic (r_g) and phenotypic (r_p) correlation the different characters affecting yield of 10 soybean lines/varieties in 2 seasons.

Characters	Dry season			Rainy season		
	h_B^2	r_g	r_p	h_B^2	r_g	r_p
Days to 50% flowering	0.858	-0.334*	-0.347*	0.989	0.375*	0.347*
Plant height of day to harvesting	0.960	-0.023	-0.052	0.803	0.410*	0.239
Nods per plant of day to harvesting	0.780	-0.357*	-0.271	0.535	-0.051	-0.087
Days to harvesting	0.918	-0.426*	-0.401*	0.911	0.725**	0.631**
Number of pods per plant	0.826	0.720**	0.645**	0.804	0.724**	0.657**
Number of seeds per pod	-0.219	0.097	0.175	-0.331	-0.525**	-0.112
Number of seeds per plant	0.751	0.676**	0.620**	0.785	0.327*	0.326*
100 seeds weight	0.653	0.540**	0.389*	0.899	0.046	0.019

* Significance at the 0.05 level

** Significance at the 0.01 level

Table 2 Path analysis of the different characters affecting yield of 10 soybean lines/varieties in 2 seasons.

	Dry season	Rainy season
Correlations between days to 50% flowering on yield		
Direct effect of days to 50% flowering	0.572	0.531
Indirect effect through days to harvesting	0.348	-0.984
Indirect effect through number of pods per plant	-0.053	0.530
Indirect effect through number of seeds per plant	-0.057	-0.478
Indirect effect through 100 seeds weight	-0.122	-0.063
Total effect	0.688	-0.464
Correlations between days to harvesting on yield		
Direct effect of days to harvesting	0.429	-1.219
Indirect effect through days to 50% flowering	0.465	0.429
Indirect effect through number of pods per plant	0.063	0.843
Indirect effect through number of seeds per plant	-0.038	-0.466
Indirect effect through 100 seeds weight	-0.129	-0.037
Total effect	0.790	-0.450
Correlations between number of pods per plant on yield		
Direct effect of number of pods per plant	-0.825	1.305
Indirect effect through days to 50% flowering	0.037	0.215
Indirect effect through days to harvesting	-0.033	-0.787
Indirect effect through number of seeds per plant	0.153	-1.115
Indirect effect through 100 seeds weight	0.023	0.065
Total effect	-0.645	-0.317
Correlations between number of seeds per plant on yield		
Direct effect of number of seeds per plant	0.241	-1.427
Indirect effect through days to 50% flowering	-0.134	0.178
Indirect effect through days to harvesting	-0.067	-0.398
Indirect effect through number of pods per plant	-0.526	1.019
Indirect effect through 100 seeds weight	-0.033	0.127
Total effect	-0.519	-0.501
Correlations between 100 seeds weight on yield		
Direct effect of 100 seeds weight	0.231	-0.237
Indirect effect through days to 50% flowering	-0.301	0.140
Indirect effect through days to harvesting	-0.240	-0.191
Indirect effect through number of pods per plant	-0.081	-0.357
Indirect effect through number of seeds per plant	-0.034	0.762
Total effect	-0.425	0.097

การศึกษาอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องและสมุนไพรสำหรับการผลิตชาข้าวกล้องสมุนไพร

The Study of Ratio between Brown Rice and Herb for Herbal Brown Rice Tea Production

ควพร พุ่มเชย[1] สุพัตรา สุวรรณธาดา[2] ปวีนา น้อยทัพ[1] และ เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์[1]

Pumchoe, C.[1], Suwannatada, S.[2], Noitup, P.[1] and Singanusong, R.[1]

Abstract

Brown rice and herb contain different nutritive components and flavors, ratio of mixing between brown rice and herb is important. This research was aimed to study the appropriate ratio between brown rice and herb for the production of herbal brown rice tea. Roasted black glutinous rice was mixed with dried and ground 8 herbs at the ratio of 1:3, 2:2 and 3:1. It was found that brown rice with kaffir lime leave tea had the lowest turbidity ($P \leq 0.05$). Brown rice with basil leave tea had the highest antioxidant activity ($P \leq 0.05$). Brown rice with mint leave tea showed the highest total phenolic content ($P \leq 0.05$). Brown rice with celery tea had the highest lightness ($P \leq 0.05$). Brown rice with white basil leave tea had higher color score ($P \leq 0.05$) than other teas except brown rice with mint leave tea. Brown rice with coriander leave tea had higher odor score ($P \leq 0.05$) than other teas except brown rice with mint leave tea. All tea types had no significant different ($P > 0.05$) in flavor and overall liking scores. Brown rice with sweet basil leave tea had higher texture score ($P \leq 0.05$) than other teas except brown rice with mint leave tea. It can be concluded that all 8 types of tea had similar properties. However, when considering the antioxidant activity, brown rice with white basil leave tea, brown rice with chaplu leave tea, brown rice with celery tea and brown rice with coriander leave tea at the ratio of 1:3 had higher antioxidant activity ($P \leq 0.05$) than other teas and ratios.

Keywords: herbal brown rice tea, antioxidant activity, total phenolic

บทคัดย่อ

ข้าวกล้องและสมุนไพรมีสารอาหารและรสชาติที่แตกต่างกัน อัตราส่วนที่นำมาใช้ในการผสมจึงมีความสำคัญ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องและสมุนไพรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตชาข้าวกล้องสมุนไพร โดยนำข้าวกล้องเหนียวดำอบและไม่บดมาผสมกับใบสมุนไพรอบแห้งและบด 8 ชนิดในอัตราส่วน 1:3, 2:2 และ 3:1 พบว่า ชาข้าวกล้องผสมใบมะกรูดมีความขุ่นน้อยที่สุด ($P \leq 0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบกระเพรามีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ($P \leq 0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่มีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดสูงที่สุด ($P \leq 0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบคื่นฉ่ายมีค่าความสว่างสูงที่สุด ($P \leq 0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบกระเพราได้รับการยอมรับด้านสีมากกว่าชาชนิดอื่นๆ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่ ชาข้าวกล้องผสมใบผักชีได้รับการยอมรับด้านกลิ่นมากกว่าชาชนิดอื่นๆ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่ ชาทุกชนิดมีรสชาติที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบแมงลักได้รับการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสมากกว่าชาชนิดอื่นๆ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่ และชาทุกชนิดมีคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าชาข้าวกล้องสมุนไพรทั้ง 8 ชนิด มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ชาข้าวกล้องผสมใบกะเพรา ชาข้าวกล้องสมใบชะพลู ชาข้าวกล้องผสมใบขึ้นฉ่าย และชาข้าวกล้องผสมใบผักชี ในอัตราส่วน 3:1 มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ($P \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ชาข้าวกล้องสมุนไพร กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ฟีนอลิคทั้งหมด

[1]ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1]Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand 65000

[2]ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก65130

[2]Phitsanulok Rice research Center, Wangthong, Phitsanulok 65130

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคใส่ใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น ข้าวสีดำและรำข้าวของข้าวสีดำมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากมีสารจับอนุมูลอิสระทั้ง quinolone alkaloid, vitamin E, phitate, gamma-oryzanol, polyphenol และ anthocyanin อยู่สูง (อทิตยา, 2551) เมื่อนำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มประเภทชาและเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยสมุนไพรไทยที่มีฤทธิ์ทางยาก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ชาข้าวกล้องสมุนไพรที่ทรงคุณค่าทางโภชนาการและเหมาะสำหรับผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ใส่ใจต่อสุขภาพของตนเอง

อุปกรณ์และวิธีการ

นำกะเพรา โหระพา แมงลัก ผักชี คื่นฉ่าย สะระแหน่ มะกรูด และชะพลู มาเด็ดเอาใบที่ 2-3 ถัดจากใบสุดท้ายของยอด ล้างด้วยน้ำ แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.4 นาน 15 นาที (กรมวิชาการเกษตร, มปป) ล้างด้วยน้ำกลั่น อบที่ 60°C นาน 6 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีความชื้นสุดท้ายไม่เกิน ร้อยละ 7 นำข้าวกล้องข้าวเหนียวดำอบที่ 140°C นาน 15 นาที หรือจนกระทั่งมีความชื้นสุดท้ายไม่เกิน ร้อยละ 10 นำใบสมุนไพรอบผสมกับข้าวกล้องข้าวเหนียวดำอบในอัตราส่วนข้าวกล้อง: สมุนไพร 1:3, 2:2 และ 3:1 วิเคราะห์ความขุ่น (AOAC, 1990) ค่าสี กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Pellati และคณะ, 2004) และปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (Dewanto และคณะ, 2002) นำชาข้าวกล้องสมุนไพรอัตราส่วนต่างๆ บรรจุในถุงชาจำนวน 4 กรัม แช่ในน้ำร้อน 5-8 นาที นำน้ำชามาทดสอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ด้วยวิธี Hedonic scale 9 point และใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน เลือกชาข้าวกล้องสมุนไพรที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด 4 ชนิด วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ชาข้าวกล้องผสมใบชะพลูกับชาข้าวกล้องผสมใบผักชีอัตราส่วน 2:2 มีค่าความขุ่นสูงที่สุด ($P\leq0.05$) ส่วนชาข้าวกล้องผสมใบมะกรูดอัตราส่วน 1:3 มีค่าต่ำที่สุด ($P\leq0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบกระเพราอัตราส่วน 3:1 มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ($P\leq0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับชาข้าวกล้องผสมใบชะพลูอัตราส่วน 3:1 ส่วนชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่อัตราส่วน 1: 3 มีค่าต่ำที่สุด ($P\leq0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่อัตราส่วน 1: 3 มีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดสูงที่สุด ($P\leq0.05$) ในขณะที่ชาข้าวกล้องผสมใบคื่นฉ่ายอัตราส่วน 2:2 มีค่าต่ำที่สุด ($P\leq0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบคื่นฉ่ายอัตราส่วน 2:2 มีค่า L* สูงที่สุด ($P\leq0.05$) แต่ชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่อัตราส่วน 2:2 มีค่าต่ำที่สุด ($P\leq0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบคื่นฉ่ายอัตราส่วน 2:2 มีค่า a* สูงที่สุด ($P\leq0.05$) ส่วนชาข้าวกล้องผสมใบแมงลักอัตราส่วน 2:2 และชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่อัตราส่วน 1: 3 มีค่าต่ำที่สุด ($P\leq0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบคื่นฉ่ายอัตราส่วน 2:2 มีค่า b*สูงที่สุด ($P\leq0.05$) ส่วนชาข้าวกล้องผสมใบโหระพาอัตราส่วน 2:2 และ 3:1 มีค่าต่ำที่สุด ($P\leq0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบกระเพราได้รับคะแนนด้านสีมากกว่าชาชนิดอื่นๆ ($P\leq0.05$) ยกเว้นชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่ ชาข้าวกล้องผสมใบผักชีได้รับคะแนนด้านกลิ่นมากกว่าชาชนิดอื่นๆ ($P\leq0.05$) ยกเว้นชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่ ชาทุกชนิดมีรสชาติไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ชาข้าวกล้องผสมใบแมงลักได้รับคะแนนด้านเนื้อสัมผัสมากกว่าชาชนิดอื่นๆ ($P\leq0.05$) ยกเว้นชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่ และชาทุกชนิดได้รับคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (Table 2)

ชาข้าวกล้องสมุนไพรที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ ชาข้าวกล้องผสมใบกะเพรา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ควพร และคณะ (2552) ที่รายงานว่า ใบกะเพรามีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงถึง ร้อยละ 87.29 รองลงมาคือชาข้าวกล้องผสมใบชะพลู ชาข้าวกล้องผสมใบคื่นฉ่าย ชาข้าวกล้องผสมใบผักชี และชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่ ชะพลูกับผักชี มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ร้อยละ 0.36-2 จากข้อมูลใน Teble 1 จะเห็นได้ว่าชาข้าวกล้องผสมใบมะกรูดมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระต่ำ โดยใบมะกรูดมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเพียงร้อยละ 49.41 (ควพร และคณะ, 2552) ทั้งนี้เนื่องมาจากใบมะกรูดมีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทยและสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541) จึงไม่ละลายน้ำ

สรุปผล

ชาข้าวกล้องสมุนไพรที่คัดเลือก 4 ชนิด คือ ชาข้าวกล้องผสมใบกะเพรา ชาข้าวกล้องผสมใบชะพลู ชาข้าวกล้องผสมใบคื่นฉ่าย และชาข้าวกล้องผสมใบผักชี ซึ่งมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเครือข่ายงานวิจัยภาคเหนือตอนล่าง ปี 2551 ขอขอบคุณมังกร เกตุรัตน์ อาสาสมัครสาธารณสุข ต.ท่างาม อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก และนางสนิท สว่างเมฆ อาสาสมัครสาธารณสุข ต.วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดสถานที่สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสและประสานกับอาสาสมัครผู้ทดสอบชิม

Table 1 Turbidity, antioxidant activity and total phenolics of brown rice mixed with herbs.

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ความขุ่น (%)	กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ(%)	ฟีนอคทั้งหมด (mg/g)	ค่าสี		
					L*	a*	b*
ชาข้าวกล้องผสมใบกระเพรา	1:3	0.10^{hi}	87.55 ± 0.27^{cde}	8.42 ± 0.10^{c}	4.97 ± 0.41^{e}	-8.18 ± 0.80^{bcd}	6.14 ± 0.79^{ef}
	2:2	0.13^{m}	88.38 ± 6.38^{b}	8.35 ± 0.03^{d}	3.19 ± 0.52^{j}	-8.70 ± 1.66^{bc}	3.46 ± 0.83^{i}
	3:1	0.11^{jk}	89.19 ± 2.85^{a}	7.16 ± 0.04^{l}	3.58 ± 0.12^{hij}	-5.84 ± 0.85^{ghi}	2.46 ± 0.34^{kl}
ชาข้าวกล้องผสมใบขึ้นฉ่าย	1:3	0.12^{kl}	84.63 ± 7.90^{hi}	7.55 ± 0.05^{h}	5.05 ± 0.04^{e}	-7.34 ± 0.52^{f}	2.65 ± 0.20^{jk}
	2:2	0.08^{c}	88.14 ± 9.94^{bcd}	5.47 ± 0.02^{q}	9.79 ± 0.91^{a}	-13.21 ± 1.48^{a}	9.21 ± 1.02^{a}
	3:1	0.08^{d}	88.35 ± 16.13^{b}	6.33 ± 0.04^{o}	8.70 ± 0.11^{b}	-8.47 ± 0.30^{bcd}	6.88 ± 0.18^{d}
ชาข้าวกล้องผสมใบชะพลู	1:3	0.08^{c}	85.32 ± 0.61^{gh}	6.50 ± 0.10^{n}	6.67 ± 0.21^{c}	-3.70 ± 0.81^{k}	5.56 ± 0.62^{fg}
	2:2	0.14^{n}	87.11 ± 1.00^{ef}	5.90 ± 0.05^{p}	6.47 ± 0.14^{cd}	-7.66 ± 0.30^{f}	3.23 ± 0.18^{ij}
	3:1	0.09^{ef}	88.63 ± 7.98^{ab}	6.51 ± 0.05^{n}	6.07 ± 0.04^{d}	-7.54 ± 0.37^{f}	2.07 ± 0.15^{klm}
ชาข้าวกล้องผสมใบผักชี	1:3	0.11^{kl}	83.80 ± 3.48^{j}	8.17 ± 0.03^{e}	4.44 ± 0.50^{f}	-4.68 ± 1.12^{ijk}	3.43 ± 0.41^{i}
	2:2	0.13^{n}	88.35 ± 0.23^{b}	7.39 ± 0.05^{j}	3.97 ± 0.32^{gh}	-7.20 ± 2.21^{fg}	4.96 ± 0.63^{gh}
	3:1	0.10^{efg}	87.10 ± 0.09^{bcd}	8.39 ± 0.02^{c}	3.17 ± 0.09^{j}	-8.39 ± 0.36^{bcd}	1.67 ± 0.25^{m}
ชาข้าวกล้องผสมใบมะกรูด	1:3	0.05^{a}	84.70 ± 4.67^{hi}	7.28 ± 0.08^{l}	9.10 ± 0.22^{b}	-7.08 ± 0.29^{fg}	8.34 ± 0.23^{b}
	2:2	0.06^{b}	86.52 ± 3.39^{f}	7.09 ± 0.02^{m}	5.34 ± 0.31^{e}	-9.30 ± 0.17^{b}	2.43 ± 0.40^{kl}
	3:1	0.08^{cd}	87.49 ± 9.19^{de}	7.76 ± 0.02^{g}	6.53 ± 0.16^{cd}	-6.27 ± 1.08^{fgh}	5.68 ± 0.27^{f}
ชาข้าวกล้องผสมใบแมงลัก	1:3	0.09^{e}	84.20 ± 0.94^{ij}	7.13 ± 0.03^{lm}	3.71 ± 0.29^{hi}	-4.36 ± 0.33^{jk}	1.95 ± 0.53^{klm}
	2:2	0.10^{fg}	86.93 ± 0.15^{ef}	7.27 ± 0.02^{k}	6.13 ± 0.28^{d}	-1.68 ± 0.82^{l}	6.52 ± 0.40^{de}
	3:1	0.12^{l}	87.45 ± 0.32^{de}	7.46 ± 0.01^{i}	6.40 ± 0.15^{cd}	-3.62 ± 0.38^{k}	7.17 ± 0.77^{c}
ชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่	1:3	0.23^{r}	82.62 ± 0.92^{k}	10.22 ± 0.11^{a}	4.24 ± 0.29^{fg}	-0.10 ± 0.25^{l}	4.31 ± 0.15^{h}
	2:2	0.17^{p}	85.50 ± 1.30^{g}	9.38 ± 0.09^{b}	2.10 ± 0.09^{k}	-7.08 ± 0.51^{defg}	0.39 ± 0.20^{n}
	3:1	0.15^{o}	88.29 ± 0.58^{bc}	7.41 ± 0.07^{j}	1.61 ± 0.04^{l}	-5.51 ± 0.18^{hij}	1.75 ± 0.15^{lm}
ชาข้าวกล้องใบผสมโหระพา	1:3	0.18^{q}	83.89 ± 0.62^{j}	6.31 ± 0.04^{o}	3.78 ± 0.07^{hi}	-6.38 ± 1.06^{efgh}	1.93 ± 0.15^{klm}
	2:2	0.11^{hij}	86.52 ± 3.14^{f}	7.46 ± 0.02^{i}	3.37 ± 0.22^{ij}	-4.67 ± 0.76^{ijk}	0.63 ± 0.16^{n}
	3:1	0.11^{ij}	88.20 ± 0.35^{bcd}	7.82 ± 0.02^{f}	2.21 ± 0.18^{k}	-4.56 ± 0.78^{ijk}	0.67 ± 0.38^{n}

a - p = ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

Table 2 Sensory evaluation of tea produced from brown mixed with herbs.

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	คะแนนการยอมรับ				
		สี ns	กลิ่น ns	รสชาติ ns	เนื้อสัมผัส ns	ความชอบรวม ns
ชาข้าวกล้องผสมใบกระเพรา	1:3	5.76±1.34	5.42±1.42	5.26±1.47	5.06±1.41	5.78±2.44
	2:2	5.74±1.62	5.86±1.33	5.74±1.43	5.64±1.52	5.74±2.09
	3:1	6.04±1.47	5.78±1.47	5.68±1.54	5.62±1.47	6.24±2.49
ชาข้าวกล้องผสมใบขึ้นฉ่าย	1:3	6.52±1.93	6.56±1.66	6.64±1.78	6.02±1.80	6.66±2.20
	2:2	6.34±1.72	6.38±1.44	6.36±1.52	6.02±1.66	6.54±2.00
	3:1	5.94±1.93	6.06±1.88	5.82±2.07	5.78±2.03	6.38±2.50
ชาข้าวกล้องผสมใบชะพลู	1:3	5.50±1.66	5.20±1.88	5.24±1.67	4.76±2.03	4.88±2.00
	2:2	5.44±1.73	5.46±1.47	5.18±1.50	5.28±1.80	5.50±1.38
	3:1	5.54±1.71	5.84±1.86	5.44±1.20	5.52±1.66	5.76±1.78
ชาข้าวกล้องผสมใบผักชี	1:3	5.68±1.61	5.44±1.13	5.36±1.25	5.76±1.35	5.72±2.16
	2:2	5.84±1.32	5.84±1.44	6.06±1.50	6.34±1.38	5.86±2.54
	3:1	5.94±1.54	5.86±1.15	5.48±1.30	6.02±1.35	6.12±2.15
ชาข้าวกล้องผสมใบมะกรูด	1:3	6.08±2.00	6.10±1.79	5.80±1.81	5.24±1.90	5.68±2.20
	2:2	6.14±2.00	6.60±1.42	6.26±1.54	5.60±1.40	6.28±0.85
	3:1	6.30±1.97	6.52±2.10	6.26±1.34	5.94±1.70	6.62±1.58
ชาข้าวกล้องผสมใบแมงลัก	1:3	6.70±1.27	6.78±1.45	5.88±1.40	6.32±1.35	6.44±2.44
	2:2	6.64±1.68	6.52±1.25	5.96±1.26	6.08±1.41	6.54±2.08
	3:1	6.68±1.27	6.58±1.45	6.10±1.48	6.28±1.35	6.68±2.48
ชาข้าวกล้องผสมใบสะระแหน่	1:3	5.52±1.76	5.68±1.87	5.96±1.60	5.18±1.45	5.98±1.58
	2:2	5.50±2.00	5.80±1.71	5.74±2.00	4.82±1.79	5.36±1.95
	3:1	5.62±1.42	5.90±1.54	6.20±1.40	5.26±1.47	6.12±1.87
ชาข้าวกล้องผสมใบโหระพา	1:3	6.08±1.63	6.30±1.27	5.72±1.40	5.64±1.47	6.12±2.30
	2:2	6.30±1.31	6.10±1.38	5.84±1.46	6.16±1.36	6.36±2.49
	3:1	6.46±1.63	6.14±1.14	5.90±1.28	6.20±1.40	6.46±2.29

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, มปป, การล้างผัก [สืบค้น], http://www.doae.go.th/library/html/detail/pukchee/index.htm [17 มีนาคม 2551].

ควพร พุ่มเชย ปวีนา น้อยทัพ และเหรียญทอง สิงห์จานุสงค์, 2552, การศึกษาชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตชาสมุนไพร, นเรศวรวิจัยครั้งที่ 8, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 28-29 กรกฎาคม 2552.

ควพร พุ่มเชย ปวีนา น้อยทัพ และเหรียญทอง สิงห์จานุสงค์, 2552, การศึกษากรรมวิธีการผลิตชาข้าวกล้อง, นเรศวรวิจัยครั้งที่ 8, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 28-29 กรกฎาคม 2552.

มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทยและสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541, มหัศจรรย์ผัก 108, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ .

อทิตยา โรจนสโรจ, 2551, สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวดำ ข้าวเหนียวดำ และข้าวแดง: การป้องกันการเป็นพิษต่อเซลล์ และสารพันธุกรรมจากอนุมูลอิสระและการแสดงออกของยีนสะสมไขมันในเซลล์เพาะเลี้ยง [สืบค้น], http://thesis.grad.chula.ac.th/abstracts/docs/4977209637.doc [9 กันยายน 2552].

AOAC., 1990, Official Method of the Association of Official Chemists, (15th ed.).

Washington, D.C., Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. and Liu, R.H., 2002, Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoesby Increasing Total Antioxidant activity, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 3010-3014.

Pellati, F., Benvenuti, S., Magro, L., Melegari, M. and Soragni, O.F., 2004, Analysis of Phenolic Compounds and Radical Scavenging Activity of *Echinacea* spp, Journal of Pharmaceutics, 35(33): 289-301.

การเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมพริกขี้หนูสวนด้วยสารโคลชิซิน

Induction Polyploidy of *Capsicum frutescens* L. by Colchicine

พรพิรุณ เปลี่ยนคง[1,3] **ผดุงศักดิ์ สุขสอาด**[1] **และ สุรวิช วรรณไกรโรจน์**[2]

Pleankong, P.[1,3], Suksa-Ard, P.[1] and Wannakrairoj, S.[2]

Abstract

Polyploidy induction of *Capsicum frutescens* L. could be successfully done by treat seeds with colchicine. Seeds were immersed in colchicine at 0, 100, 200 and 300 mg/l under dark condition at ambient temperature for 6 h before germination. The 100% germination rate was found in controls and treated seeds with colchicine at 100 mg/l. While, seeds treated with 200 and 300 mg/l colchicine could germinate at 80.00 and 66.67%, respectively. Colchicine at 300 mg/l could enhance the highest polyploidy rate of *Capsicum frutescens* L. seedlings at 70.00% when compared with treated seeds with colchicine at 200 and 100 mg/l that could induce polyploidy at 33.33 and 20.00%, respectively. The polyploidy seedlings had more larger in guard cell size (25.00×32.50 μm; width×length) than controls (12.67×25.00 μm; width×length). On the other hand, stomata density in polyploidy seedlings was reduced when compared with controls at 21.60 and 29.90 stomata/mm^2, respectively.

Keywords: *Capsicum frutescens* L., colchicine, polyploidy

บทคัดย่อ

การเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมของพริกขี้หนูสวนสามารถทำได้สำเร็จด้วยการแช่เมล็ดพริกในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0 100 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องก่อนเพาะเมล็ด พบว่าเมล็ดควบคุมและเมล็ดที่แช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรมีอัตราการงอกสูงที่สุดคือร้อยละ100 ส่วนเมล็ดที่แช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตรมีอัตรางอกร้อยละ 80.00 และ 66.67 ตามลำดับ สำหรับอัตราการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ พบว่าสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้เกิดต้นพริกโพลีพลอยด์ได้ในอัตราที่สูงสุดที่ร้อยละ 70.00 รองลงมาคือการใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 200 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ชักนำได้ร้อยละ 33.33 และ 20.00 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าต้นพริกโพลีพลอยด์มีขนาดของเซลล์คุมปากใบใหญ่มากกว่าต้นควบคุมคือ 25.00×32.50 ไมโครเมตร และ 12.67×25.00 ไมโครเมตร (กว้าง×ยาว) ตามลำดับ ในขณะที่ความหนาแน่นของปากใบกลับลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมคือ 21.60 และ 29.90 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: พริกขี้หนูสวน โคลชิซิน โพลีพลอยด์

[1]**สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ นครศรีธรรมราช** 80161

[1]School of Agricultural Technology, Walailak University, Nakhon Si Thammarat, Thailand, 80161

[2]**ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ** 10900

[2]Department of Horticultur, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 10900

[3]**ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา**

[3]Center of Excellent for Agricultural Biotechnology: AG-BIO/PERDO-CHE

คำนำ

แคปไซซิน (capsaicin) เป็นสารออกฤทธิ์ที่ให้รสชาติเผ็ดในพริกซึ่งเป็นสารที่อยู่ในรูปของ vanillyl amide ของ isodecyanic acid พบมากบริเวณเนื้อเยื่อส่วนไส้ผล (placenta) ของผลพริก (มณีฉัตร, 2541) แคปไซซินถูกนำไปใช้ไปใช้ประโยชน์ทั้งในภาคอุตสาหกรรมอาหารและยา เช่น ผลิตภัณฑ์ Cayenne ในรูปแคปซูล ใช้เพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร ผลิตภัณฑ์ Thaxtra-P Capsaicin ในรูปโลชั่นและครีม ใช้เป็นยาทาภายนอกบรรเทาปวดเมื่อย ปวดตามข้ออักเสบ (arthritic) และยาฉีดพ่นเพื่อรักษาอาการโรคไซนัส เป็นต้น (สุชาลี, 2550) การผลิตสารแคปไซซินปกติจะทำการสกัดสารนี้จากผลพริก โดยพริกที่มีรสเผ็ดจะมีสารนี้ในปริมาณค่อนข้างมาก เช่น พริกขี้หนูจากประเทศไทยมีความเผ็ดอยู่ในช่วง 30,000-50,000 scoville units (พันธุ์ทิพย์, 2547) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณสารแคปไซซินในพริกจึงมีความน่าสนใจ ทั้งนี้พบว่าพืชที่มีลักษณะเป็นโพลีพลอยด์จะมีการผลิตสารทุติยภูมิมากขึ้นด้วย เช่น การผลิตสารอาร์ทีมิสินิน (artemisinin) จาก *Artemisia annua* (De Jesus-Gonzalez และ Weathers, 2003)และการผลิตสารไดออสจีนิน (diosgenin) จาก *Dioscorea zingiberensis* (Heping และคณะ, 2008) โดยวิธีการชักนำโพลีพลอยด์เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารโคลชิซินที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในพริกขี้หนูสวน ซึ่งอาจมีผลทำให้พริกมีผลผลิตเพิ่มขึ้น มีคุณภาพดี และสามารถผลิตสารแคปไซซินในปริมาณมากขึ้น เพื่อนำสารแคปไซซินไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกเมล็ดพริกขี้หนูสวนเครื่องหมายการค้าสิงห์โตที่สมบูรณ์ไปเพาะบนกระดาษเพาะเมล็ดที่ชื้น ณ อุณหภูมิห้อง เมื่อเมล็ดออกรากยาว 1 มิลลิเมตร จึงนำเมล็ดมาแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0 100 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ละสิ่งทดลองใช้เมล็ดพริก 15 เมล็ด ต่อสารละลาย 100 มิลลิลิตร แช่เมล็ดในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ทำการแช่นาน 6 ชั่วโมงบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ในสภาพมืด ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 6 ชั่วโมงจึงนำเมล็ดมาล้างในน้ำกลั่น 3 ครั้ง จากนั้นซับเมล็ดพริกให้แห้งด้วยกระดาษกรองก่อนนำเมล็ดมาปลูกทดสอบดูการเพิ่มขึ้นของจำนวนชุดโครโมโซมด้วยการนับจำนวนโครโมโซมปลายราก และดูลักษณะเซลล์คุมปากใบ (guard cell) และดูความหนาแน่นของปากใบ (stomata) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จำนวน 15 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมล็ดพริกที่ผ่านการแช่สารละลายโคลชิซินเมื่อนำมาปลูกทดสอบ พบว่า เมล็ดควบคุมและเมล็ดที่แช่สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรมีอัตราการงอกสูงที่สุดคือ ร้อยละ 100 ส่วนเมล็ดที่แช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตรมีอัตรางอก ร้อยละ 80.00 และ 66.67 ตามลำดับ (Figure 1) เช่นเดียวกับ Rubuluza และคณะ (2007) ทำการชักนำเตตระพลอยด์ใน *Colophospermum mopane* พบว่า เมื่อความเข้มข้นของโคลชิซินมากขึ้นอัตราการงอกของเมล็ดจะลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากผลตกค้างหรือความเป็นพิษของโคลชิซินความเข้มข้นสูงมีต่อการงอกของเมล็ดพืช

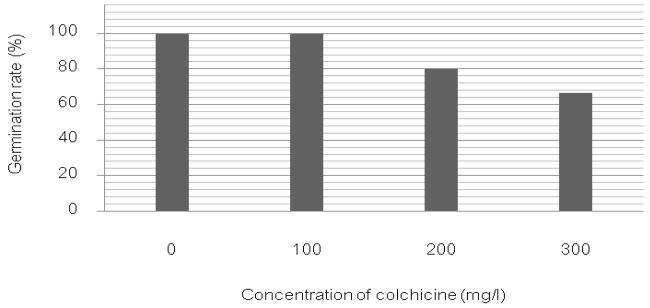


Figure 1 The germination rate of *Capsicum frutescens* L. seedling after treated with 0, 100, 200 and 300 mg/L colchicine for 6 h.

สำหรับอัตราการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ พบว่าสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้เกิดต้นพริกโพลีพลอยด์ได้ในอัตราสูงสุดที่ร้อยละ 70.00 รองลงมาคือการใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 200 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ชักนำได้ร้อยละ 33.33 และ 20.00 ตามลำดับ (Figure 2, 3A และ 3B) โดยพบว่าอัตราการเกิดโพลีพลอยด์จะเพิ่มตามระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินที่ใช้ทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับ Lehrer และคณะ (2008) ที่ทำการทดลองในเมล็ด *Berberis thunbergii* var. *atropurpurea* พบว่า การแช่เมล็ดนาน 6 ชั่วโมง ความเข้มข้นโคลชิซินเข้มข้น

2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำเตตระพลอยด์ได้สูงสุดคือร้อยละ 76.00 รองลงมาคือการใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 1,000, 500 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ชักนำได้ร้อยละ 65.00, 40.00 และ 11.00 ตามลำดับ

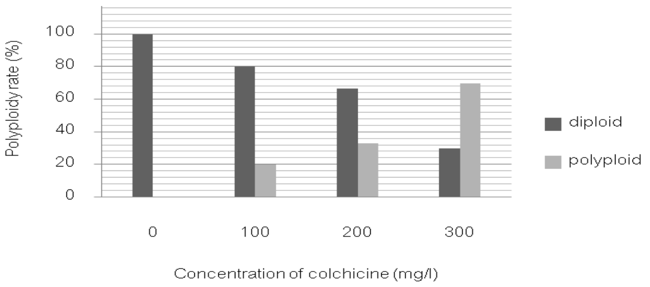


Figure 2 The polyploidy rate of *Capsicum frutescens* L. after treated with 0, 100, 200 and 300 mg/L colchicine for 6 h.

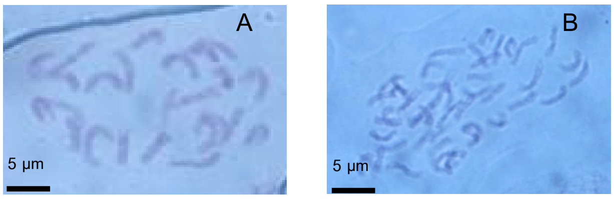


Figure 3 Chromosome of *Capsicum frutescens* L. A = chromosome of diploid seedling, B = chromosome of polyploid seedling.

นอกจากนี้ยังพบว่าต้นพริกโพลีพลอยด์มีขนาดของเซลล์คุมปากใบใหญ่มากกว่าต้นควบคุมคือ 25×32.5 ไมโครเมตร และ 12.67×25.00 ไมโครเมตร (กว้าง×ยาว) ตามลำดับ (Figure 4C และ 4D) ในขณะที่ความหนาแน่นของปากใบกลับลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมคือ 21.60 และ 29.90 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ (Figure 4E, 4F และ Table 1) ทั้งนี้พืชที่มีลักษณะโพลีพลอยด์มักจะมีเซลล์คุมปากใบใหญ่ขึ้นเมื่อเทียบกับต้นปกติ ซึ่งจะส่งผลทำให้ความหนาแน่นของปากใบลดลง โดย Ye และคณะ (2010) พบว่า *Lagerstroemia indica* L. ต้นเตตระพลอยด์มีขนาดเซลล์คุมปากใบเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมคือ 2.39×3.56 ไมโครเมตร และ 1.82×2.39 ไมโครเมตร (กว้าง×ยาว) ตามลำดับ อีกทั้งความหนาแน่นของปากใบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมคือ 15.97 และ 36.03 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ

Table 1 Stomata guard cell size and stomata density in diploid and polyploid *Capsicum frutescens* L.

Ploidy level	Guard cell length (µm)	Guard cell width (µm)	Stomata density (stomata/mm^2)
Diploid	25.00 ± 1.18	19.75 ± 0.79	29.90 ± 0.97
Polyploid	32.50 ± 1.18	25.00 ± 1.17	21.60 ± 1.43
t-test	**	**	**

** significant different at P ≤ 0.01

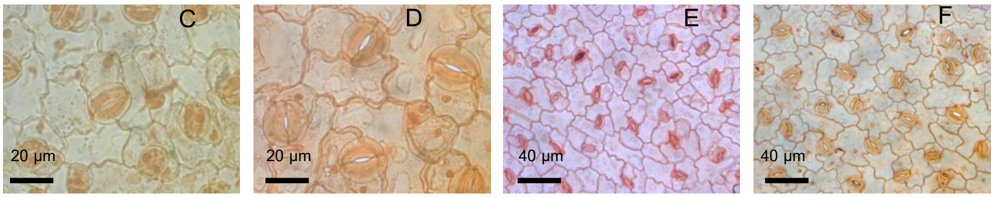


Figure 4 Stomata guard cell and stomata density; C = guard cell size of diploid seedling, D = guard cell size of polyploid seedling, E = stomata density of diploid seedling, F = stomata density of polyploid seedling.

สรุปผล

เมล็ดพริกที่แช่สารละลายโคลชิชินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์มากที่สุด คือร้อยละ 70.00 แต่มีอัตราการงอกต่ำที่สุดคือร้อยละ 66.67 นอกจากนี้ยังพบว่าต้นพริกโพลีพลอยด์มีขนาดของเซลล์คุมปากใบใหญ่มากกว่าต้นควบคุมคือ 25×32.5 ไมโครเมตร และ 12.67×25.00 ไมโครเมตร (กว้าง×ยาว) ตามลำดับ ในขณะที่ความหนาแน่นของปากใบกลับลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมคือ 21.60 และ 29.90 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่งจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรสำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการและทุนอุดหนุนโครงการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เอกสารอ้างอิง

พันธุ์ทิพย์ ปานกลาง, 2547, ลักษณะทางกายภาพปริมาณ oleoresin และความเผ็ดของผลพริก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541, พริก, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่, 1-33 หน้า.

สุชาลี เตชะวงศ์เสถียร, 2550, ศักยภาพการผลิตพริกเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออกของไทยในปัจจุบันและอนาคต [สืบค้น], http://www.pbrcsa.kku.ac.th/pepper%20seminar-%20tentative%20schedule.htm. [25 Novamber 2552]

De Jesus-Gonzalez, L. and Weathers, P.J., 2003, Tetraploid *Artemisia Annua* Hairy Roots Produce more Artemisinin than Diploids, Plant Cell Reports, 21: 809-813.

Heping, H., Shanlin, G., Lanlan, C. and Xiaoke, J., 2008, *In Vitro* in Duction and Identification of Autotetraploids of *Dioscorea Zingiberensis*, *In Vitro* Cellular & Developmental Biology, 44: 448-455.

Lehrer, M.J., Brand, H.M. and Lubell, D.J., 2008, Induction of Tetraploidy in Meristematically Active Seeds of Japanese Barberry (*Berberis thunbergii* var. *atropurpurea*) through Exposure to Colchicines and Oryzalin. Scientia Horticulturae, 119: 67-71.

Rubuluza, T., Nikolova, R.V., Smith, M.T. and Hannweg, K., 2007, *In Vitro* Induction of Tetraploids in *Colophospermum Mopane* by Colchicine, South African Journal of Botany, 73: 259-261.

Ye, Y.M., Tong, J., Shi, X.P., Yuan, W. and Li, G.R., 2010, Morphological and Cytological Studies of Diploid and Colchicine Induced Tetraploid Lines of Crape Myrtle (*Lagerstroemia indica* L.), Scientia Horticulturae, 124: 95-101.

การเปรียบเทียบความชื้นและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวโพดระหว่างการอบแห้งด้วยอินฟราเรดและลมร้อน

Comparison of Moisture and Temperature of Corn Kernel between Infrared and Hot Air Dryings

จักรมาส เลาหวณิช[1] **และ สุพรรณ ยั่งยืน**[1]
Laohavanich, J.[1] and Yangyuen, S.[1]

Abstract

The aim of this research was to study the corn drying by hot air technique under various temperatures of 40, 50 and 60 °C compared with infrared drying at different peak wave lengths of irradiation origin of 2.97, 2.70 and 2.47 microns. The initial moisture contents of corn were 20, 25 and 30% wet basis. The results found that the drying rate of infrared technique dried faster than that hot air approximate 15 times. For hot air drying, grain temperature was increased with drying time until reach to thermal equilibrium with hot air temperature. However, grain temperature was still lower than hot air temperature. Whilst, grain temperature of infrared drying was evidently increased when the initial moisture content and the peak wave length were 20% wet basis and 2.47 microns.

Keywords: corn, drying, hot air, infrared ray

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการอบแห้งข้าวโพดด้วยเทคนิคการใช้ลมร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการใช้รังสีอินฟราเรดที่ระดับความยาวคลื่นสูงสุดของแหล่งกำเนิดรังสี 2.97, 2.70 และ 2.47 ไมครอน โดยใช้ข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 20, 25 และ 30 มาตรฐานเปียก ผลการทดสอบพบว่า อัตราการอบแห้งของการใช้รังสีอินฟราเรดสูงกว่าการใช้ลมร้อนประมาณ 15 เท่า สำหรับการอบแห้งด้วยลมร้อน อุณหภูมิของเมล็ดมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการอบแห้งจนกระทั่งเข้าสู่สมดุลความร้อนกับอุณหภูมิของลมร้อน อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของเมล็ดยังคงมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของลมร้อน ในขณะที่อุณหภูมิของเมล็ดที่อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อความชื้นเริ่มต้น และความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดรังสีเป็นร้อยละ 20 มาตรฐานเปียก และ 2.47 ไมครอน

คำสำคัญ: ข้าวโพด การอบแห้ง ลมร้อน รังสีอินฟราเรด

คำนำ

ข้าวโพดเป็นพืชไร่ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีปริมาณการผลิตเฉลี่ย 4 ล้านตัน/ปี ปลูกมากที่สุดในภาคกลาง รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือตามลำดับ โดยข้าวโพดสามารถปลูกได้ปีละ 2 ครั้ง และมีช่วงการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงต้นฤดูฝนกับปลายฤดูฝน ดังนั้นผลผลิตที่ได้จึงเสี่ยงต่อการมีความชื้นสูง และจะเกิดปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งหากเมล็ดข้าวโพดมีความชื้นสูงกว่าร้อยละ 16 มาตรฐานเปียกในระหว่างเก็บรักษาจะทำให้เกิดจากการเจริญเติบโตของรา คือ *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus pariciticus* ทำให้เกิดสารพิษ แอลฟาทอกซิน (Aflatoxin) B1, B2, G1 และ G2 ขึ้น และส่งผลต่อราคาผลผลิตที่จะจำหน่าย ดังนั้น การลดความชื้นเมล็ดพืช และการเก็บรักษาที่ถูกต้อง จึงมีความสำคัญในการป้องกันการเจริญเติบโตของราในโรงเก็บและการเกิดสารพิษแอฟลาทอกซินในเมล็ดพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

การลดความชื้นข้าวโพดโดยทั่วไปเกษตรกรและผู้ประกอบการรับซื้อข้าวโพดจะใช้วิธีการตากแดด ที่มีต้นทุนการดำเนินการต่ำ แต่จะต้องใช้พื้นที่ ระยะเวลา และแรงงานมาก รวมถึงอาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับสภาวะอากาศทำให้ไม่สามารถตากให้เมล็ดข้าวโพดแห้งได้ จึงมีการนำเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนมาใช้ในการลดความชื้นข้าวโพด อย่างไรก็ดีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นและเกษตรกรไม่สามารถดำเนินการเองได้ จึงเป็นข้อจำกัดของวิธีการดังกล่าว

นอกจากวิธีดังกล่าวแล้ว การลดความชื้นด้วยการแผ่รังสีอินฟราเรด เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสนใจมากขึ้นในการประยุกต์ใช้กับงานด้านอุตสาหกรรมเกษตร เนื่องจากมีส่วนประกอบอุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อน ราคาถูก อีกทั้งยังง่ายต่อการประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการอบแห้งอื่นๆ อาทิ ร่วมกับการใช้ลมร้อน หรือ การใช้รังสีไมโครเวฟ โดยรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมา

---

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

จะมีคุณสมบัติเป็นรังสีความร้อน สามารถถ่ายโอนความร้อนให้กับผิววัสดุโดยตรง และสามารถทะลุผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุได้ระดับหนึ่ง โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางส่งผ่านความร้อนจึงทำให้สามารถลดความชื้นได้รวดเร็วขึ้น (Mujamdar, 1995; Nindo และคณะ, 1995) ซึ่ง Laohavanich และ Wongpichet (2007) ได้พัฒนาการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วย Gas-fired Infrared Dryer (GID) ที่ใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงกำเนิดความร้อน โดยพบว่าสามารถลดความชื้นข้าวเปลือกความชื้นสูงให้เหลือประมาณร้อยละ 13-16 มาตรฐานเปียกได้ในระยะเวลาเพียง 3-5 นาที ซึ่งน่าจะสามารถนำมาลดความชื้นข้าวโพดได้เป็นอย่างดีเช่นกัน การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการลดความชื้นเมล็ดข้าวโพดโดยใช้รังสีอินฟราเรดโดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและอุณหภูมิเมล็ดกับระยะเวลาการอบแห้งโดยเปรียบเทียบกับวิธีการอบแห้งด้วยลมร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบกะ 2 ประเภทดังแสดงใน Figure 1 ได้แก่ 1)เครื่องอบแห้งแบบใช้รังสีอินฟราเรด (Gas-fired Infrared dryer, GID) ประกอบด้วย หลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดชนิดใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง ติดตั้งชุดความคุมอุณหภูมิเพื่อปรับตั้งค่า ความยาวคลื่นสูงสุด (Maximum peak wave length, λ_{max}) ถาดใส่วัสดุอบแห้งขนาด 0.4 x 0.5 ม. ติดตั้งอยู่ด้านล่างห่างจากหลอด 0.40 ม. บนฐานที่มีระบบสั่นสะเทือนให้วัสดุเกิดการพลิกไปมาระหว่างการอบแห้ง โดยผนังทุกด้านใช้อะลูมิเนียมเพื่อช่วยในการสะท้อนรังสี โดยเว้นช่องด้านบนและด้านล่างให้อากาศในห้องอบแห้งมีการไหลแบบอิสระ 2) เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน (Batch type hot air dryer, BHD) แบบใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง มีตู้อบขนาด 0.75x0.90x1.2 ม. สามารถใส่ถาดอบได้ 10 ถาด ควบคุมอุณหภูมิลมร้อนด้วย temperature controller ติดตั้งพัดลมใช้มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า อากาศร้อน

(1)

(2)

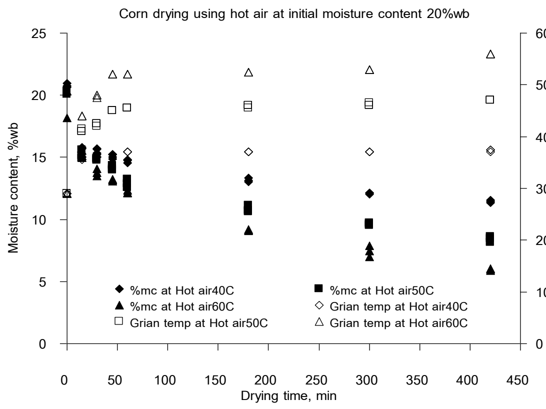
Figure 1 Drying machine (1) Batch type hot air dryer, BHD (2) Gas-fired Infrared dryer, GID.

วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบ จะนำเมล็ดข้าวโพดที่ทำความสะอาดคัดแยกสิ่งเจือปนออก หลังจากนั้นนำมาเพิ่มความชื้น (rewetting) ด้วยการผสมน้ำคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วนำเข้าเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 – 7°C เป็นเวลา 7 วันเพื่อให้ได้เมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นตามที่ต้องการสำหรับการทดสอบ โดยก่อนการทดสอบ จะนำข้าวโพดออกมาวางไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องก่อนเพื่อปรับอุณหภูมิเมล็ดให้เท่ากับอุณหภูมิอากาศแวดล้อม แล้วสุ่มหาความชื้นเริ่มต้นก่อนการทดสอบโดยสุ่มตัวอย่างจำนวน 3 ซ้ำ นำมาชั่งน้ำหนักแล้วใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C ตามวิธีการมาตรฐาน ASAE Moisture Measurement: Grains and Seeds, Method S352.2

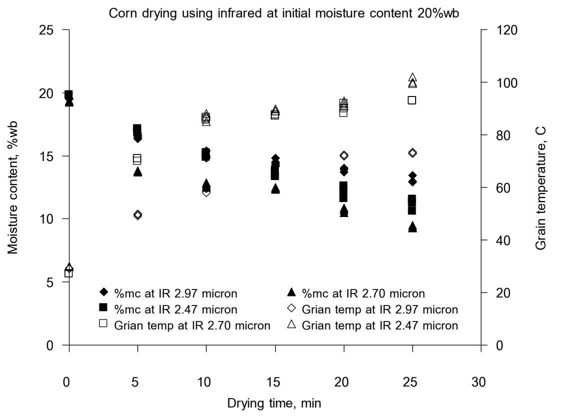
วิธีการทดสอบ เริ่มจากนำตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด 0.5 กก. ใส่ในถาดอบแล้วนำไปติดตั้งกับฐานในชุดทดสอบสำหรับ GID และนำตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด ใส่ในถาดเข้าตู้อบแบบ BHD จากนั้นเริ่มจับเวลาการอบแห้ง เมื่อครบกำหนดจึงนำถาดใส่ตัวอย่างออกมาจากเครื่องอบแล้วทำการวัดอุณหภูมิเมล็ดที่ออกมาด้วยความรวดเร็วและสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดเพื่อหาความชื้นหลังการอบแห้งจำนวน 3 ซ้ำ และในระหว่างการอบจะสุ่มวัดอุณหภูมิของเมล็ดโดยเงื่อนไขการทดสอบอบแห้งเทียบกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้งประกอบด้วย ปัจจัยและระดับของปัจจัยได้แก่ ความชื้นเมล็ดข้าวโพดเริ่มต้นร้อยละ 20, 25 และ 30 (โดยน้ำหนักเปียก). ระดับการให้ความร้อน อุณหภูมิลมร้อน 40, 50 และ 60ºC สำหรับ BHD และความยาวคลื่นสูงสุดของอุปกรณ์กำเนิดรังสีอินฟราเรด 2.97, 2.70 และ 2.47 ไมครอน (700, 800 และ 900 ºC ตามลำดับ) โดยเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสำหรับ BHD คือ 0, 15, 30, 45, 60, 180, 300 และ 420 นาที และสำหรับ GID คือ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 นาที

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบอบแห้งเมล็ดข้าวโพดด้วยทั้งสองวิธีการได้แสดงดัง Figure 2, 3 และ 4 ซึ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและอุณหภูมิเมล็ดในระหว่างการอบแห้ง พบว่าวิธีการอบแห้งด้วยลมร้อนโดยรวม ใช้เวลาในการลดความชื้นมากกว่าวิธีการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอย่างชัดเจน ซึ่งระดับความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดข้าวโพดที่เพิ่มขึ้น และระดับอุณหภูมิลมร้อน ที่ลดลง มีผลทำให้เวลาในการอบแห้งด้วยลมร้อนเพิ่มขึ้น ส่วนกรณีของการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด เวลาในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากระดับความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นและระดับความยาวคลื่นสูงสุดของอุปกรณ์กำเนิดรังสีอินฟราเรดที่มีค่าลดลง โดยเวลาที่ต้องใช้ในการลดความชื้นให้เหลือต่ำกว่าร้อยละ 15 (โดยน้ำหนักเปียก) ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมในการเก็บรักษาในกรณีของลมร้อนต้องใช้เวลามากกว่า 180, 300 และ 360 นาที โดยประมาณส่วนกรณีของการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดใช้เวลา 10, 20 และ 25 นาทีโดยประมาณ สำหรับข้าวโพดที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 20, 25 และ 30 (โดยน้ำหนักเปียก) ตามลำดับ



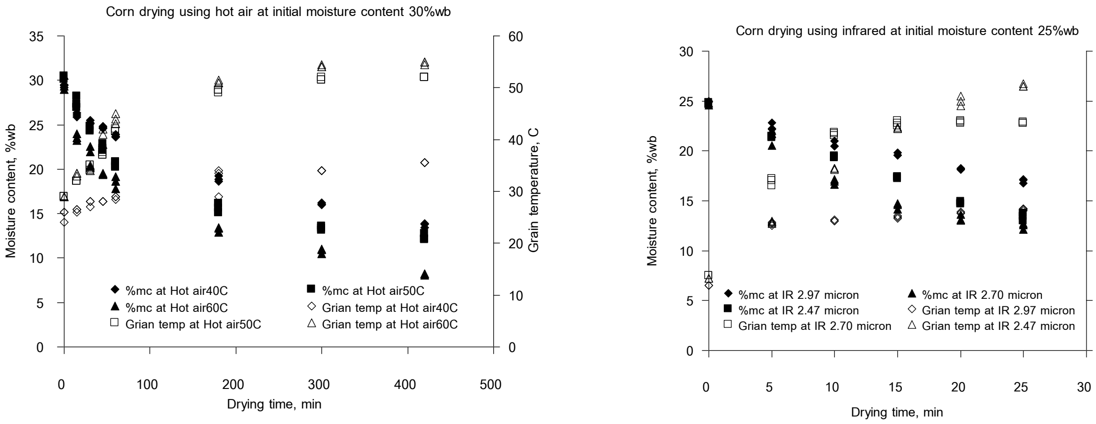
(a)



(b)

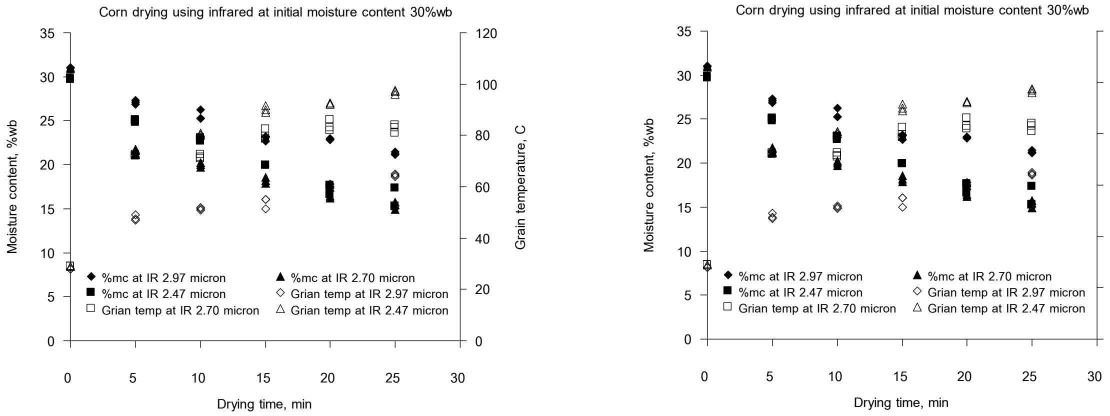
Figure 2 Moisture and temperature change of corn kernel dried with a) hot air and b) infrared at initial moisture content of 20%wb.

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเมล็ดข้าวโพดในกรณีของการอบแห้งด้วยลมร้อนพบว่าอุณหภูมิของเมล็ดจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและเข้าสู่สมดุลใกล้เคียงกับอุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 180 นาที ในทุกเงื่อนไขการทดสอบ ซึ่งแตกต่างจากกรณีอินฟราเรดที่อุณหภูมิเมล็ดจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ และมากกว่า 100 ^{o}C เมื่อใช้เวลาอบแห้งมากกว่า 20 นาทีโดยประมาณ โดยเฉพาะเมื่อทดสอบที่ระดับ 2.70 และ 2.47 ไมครอน ซึ่งอาจทำให้คุณภาพเมล็ดหลังการอบแห้งลดลงได้ จึงอาจไม่สามารถลดความชื้นให้เหลือร้อยละ 15 (โดยน้ำหนักเปียก) ในทีเดียวได้ ต้องมีการพักเมล็ดระหว่างการอบแห้งเพื่อรักษาคุณภาพไว้



(a) (b)

Figure 3 Moisture and temperature change of corn kernel dried with a) hot air and b) infrared at initial moisture content of 25%wb.



(a) (b)

Figure 4 Moisture and temperature change of corn kernel dried with a) hot air and b) infrared at initial moisture content of 30%wb.

สรุปผล

การทดสอบการลดความชื้นเมล็ดข้าวโพดพบว่าการใช้รังสีอินฟราเรดสามารถลดความชื้นได้เร็วกว่าการใช้ลมร้อน 15 เท่าโดยประมาณ ส่วนอุณหภูมิเมล็ดข้าวโพดในกรณีของการอบแห้งด้วยลมร้อนพบว่าอุณหภูมิของเมล็ดจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและเข้าสู่สมดุลใกล้เคียงกับอุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง แตกต่างจากการใช้รังสีอินฟราเรดที่เมล็ดมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้อาจไม่เหมาะสมหากจะลดความชื้นเมล็ดภายในครั้งเดียวให้อยู่ในระดับที่เก็บรักษาได้ โดยเมื่อความชื้นเริ่มต้น และความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดรังสีเป็นร้อยละ 20 มาตรฐานเปียก และ 2.47 ไมครอนตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

Mujumdar, A.S., editor., 1995, Handbook of Industrial Drying, volume 1. 2$^{nd\ ed}$. New York: Marcel Dekker.

Nindo, C.I., Kudo, Y. and Bekki, E., 1995, Test model for Studying Sun Drying of Rough Rice Using far Infrared Radiation, Drying Technology, 13(1&2): 225-238.

Laohavanich, J. and Wongpichet, S., 2007, Drying Characteristics and Milling Quality Aspects of Paddy Dried with Gas-Fired infrared, Journal of Food Process Engineering, 32(3): 442-461.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 189-192 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 189-192 (2553)

การเปลี่ยนแปลงสีและค่าน้ำอิสระของข้าวเคลือบกระเจี๊ยบแดงภายใต้การอบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

Color and Water Activities Changes of Roselle Coated Rice under Low Relative Humidity Air Drying

ภานุมาตย์ พัฒโท[1] นเรศ มีโส[1] และ ศิริธร ศิริอมรพรรณ[2]

Pathto, P.[1], Meeso, N.[1] and Siriamornpun, S.[2]

Abstract

The main objectives of this study was to investigate the changes in color and water activities of the dried roselle coated rice using the low relative humidity air drying. The drying conditions include: air temperatures of 40-80°C, relative humidities of 23-25% and inlet air velocities of 0.1-0.5 m/s, respectively. The parameters for the color of roselle coated rice were determined using Hunter L, a, b value, chroma, Hue and total color difference. The drying process changed all three color parameters (L, a, b) causing a color shift towards to lighter region. The value of b was decreased while L- and a-values were increased during drying. Comparing the product drying, it was observed that the roselle coated rice dried using low relative humidity air tray dryer were better in color compared to those dried under the common hot air. Water activities were approximately 0.3-0.5. In conclusion, overall performance of roselle coated rice dried at 40°C, 23-25%R.H. and 0.5 m/s was the best with respects to color and water activity.

Keywords: coated rice, color, low relative humidity air drying, water activity

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาเพื่ออบแห้งข้าวเคลือบกระเจี๊ยบแดงด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่อุณหภูมิ 40-80°C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 23-25% และความเร็วของอากาศ 0.1-0.5 m/s ตามลำดับ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีและค่าน้ำอิสระของข้าวเคลือบกระเจี๊ยบแดงอบแห้ง ตัวแปรสีของข้าวเคลือบกระเจี๊ยบแดงที่นำมาใช้ในการพิจารณา คือ ค่าสี L a b ในระบบฮันเตอร์ chroma Hue และ total color difference โดยในกระบวนการอบแห้งการเปลี่ยนแปลงตัวแปรของค่าสีทั้งสาม (L a b) เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความสว่างของสี โดยค่าสี b ลดลง ในขณะที่ ค่าสี L และ a จะเพิ่มขึ้นระหว่างการอบแห้ง เมื่อเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวเคลือบกระเจี๊ยบแดงระหว่างการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำกับการอบแห้งด้วยอากาศร้อนทั่วไป ก็จะพบว่า การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำแบบถาดจะดีกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อนทั่วไปในสีของข้าวเคลือบกระเจี๊ยบแดง ซึ่งค่าน้ำอิสระจะอยู่ในช่วง 0.3-0.5 จากงานวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ดีที่สุดคือ อุณหภูมิ 40°C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 23-25% และความเร็วของอากาศ 0.5 m/s เมื่อพิจารณาสี และค่าน้ำอิสระ

คำสำคัญ: ข้าวเคลือบ สี การอบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ค่าน้ำอิสระ

Introduction

Herbal coated rice is a value added product and has been gaining more popularity in the market. In the present work, roselle coated rice is subject to investigate for producing the herbal coated rice. Roselle has been widely used as herbal for rice coated production because of its accessibility and high content of anthocyanin, an active phytochemical. However anthocyanin is sensitive to the thermal process therefore it is a need to seek for an appropriate method for producing roselle coated rice. Hot air drying is the most common method used for food dehydration. The quality of food is rather sensitive to the drying temperature. The higher temperature of the

[1]หน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[1]Research Unit of Drying Technology for Agricultural Products, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kuntarawichai, Mahasarakham 44150

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ. กันทรวิชัย จ. มหาสารคาม 44150

[2]Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kuntarawichai, Mahasarakham 44150

material during drying leads to the degradation of food qualities, such as color, shrinkage, nutritional substances, rehydration capability and microstructure (Aguilera, 2005; Thipayarat and Leelayuthsoontorn, 2006). The important qualities of herbal coated rice are physical and chemical quality. In practical viewpoint, the consumers require the product characteristics, which have high physical and chemical quality. However, these properties of herbal coated rice can be maintained if drying can be performed at low temperature. Low temperature air drying has a positive influence on the quality of the physical and chemical qualities of herbal coated rice. The objective of this research was therefore to study the effect of temperature and velocity air drying by low relative humidity on color and water activities of roselle coated rice after dehydration.

Materials and Methods

Khaw Dok Mali 105 (KDML105) containing medium amylose content was purchased from local supermarket. Fresh roselle samples were washed and blended then extracted with 75 % ethanol (ratio 2:1) for 24 hours. Afterwards, the suspension was filtered and kept at 5 ^{o}C until use. The rice samples were coated by a tumbling coater using manual spraying with the ratio of 100 g: 2 ml (milled rice: aqueous roselle extract). The initial moisture content of roselle coated rice was in the range of 15–16% d.b. (dry basis). The experiments were operated by tray dryer at temperatures of 40-80 ^{o}C, relative humidities of 23-25% and air velocity of 0.1-0.5 m/s, respectively. The drying experiments were performed until the moisture content of roselle coated rice reached the desire moisture contents of 11 % d.b. (dry basis). The water activity (A_w) of roselle coated rice was measured with a water activity meter (AqualabLITE, U.S.A.). The surface color of dried roselle coated rice was measured by a Minolta CR-300 Chroma Meter (Minolta, Japan). Before each measurement, the instrument was calibrated against a white standard. The color of dried roselle coated rice was expressed as L-value, a-value and b-value where "L" represents lightness, "a" represents redness (+) or greenness (-), and "b" represents yellowness (+) or blueness (-). Ten replicate measurements were performed and results were averaged. In addition, color intensity (chroma), total color difference (□E) and hue angle were calculated using the following Esq. (1)–(3), where L_o, a_o and b_o are the control values for roselle coated rice (Sigge et al., 2001).

$$\text{Chroma} = (a^2+b^2)^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta E = [(L-L_o)^2+(a-a_o)^2+(b-b_o)^2]^{0.5} \quad (2)$$

$$\text{Hue angle} = \text{arctangent}\ (b/a) \quad (3)$$

Statistical analysis: Data were subjected to analysis of variance and Duncan's test was used to separate means. It was significant when $p<0.05$.

Results

The effect of drying temperature

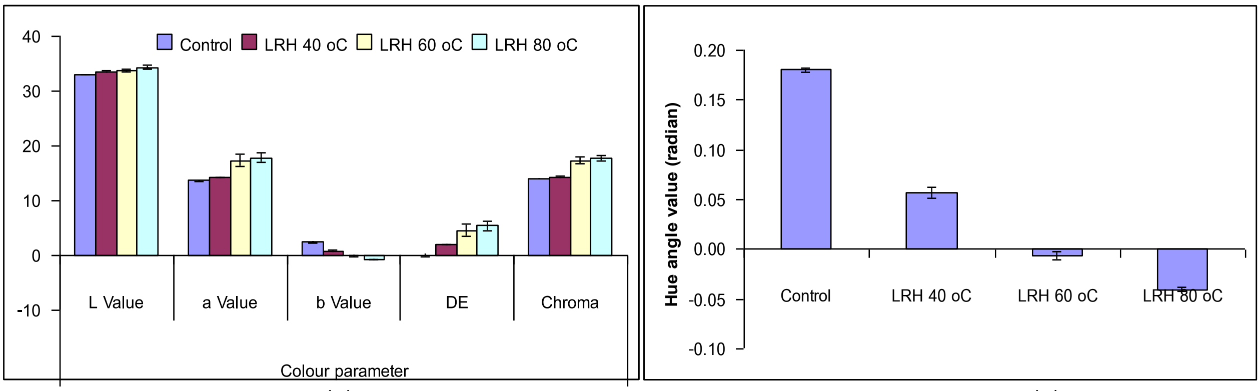
The color parameter changes of roselle coated rice at air velocity of 0.3 m/s and air temperatures of 40, 60 and 80^{o}C are shown in Figure.1. The statistical analysis indicated that the color parameters of roselle coated rice by the low relative humidity air drying at 40^{o}C were less significantly different than those of 60 and 80 ^{o}C, compared with those of the control, respectively. When compared with control value, the values of b and hue angle were decreased while L, a, □E and chroma were increased. The results showed drying temperature did not significantly effect on water activity, approximately 0.4-0.5 (Table 1).

Table 1 Effect of drying temperatures and constant velocity at 0.3 m/s on water activities and drying time.

Condition		Water activity	Drying time (min)
control		0.60 ± 0.04^{a}	0.00 ± 0.00^{d}
Temperature	40 °C	0.47 ± 0.01^{b}	45.67 ± 4.04^{a}
	60 °C	0.46 ± 0.01^{b}	8.33 ± 0.58^{b}
	80 °C	0.45 ± 0.07^{b}	5.00 ± 0.00^{c}

* Each value is the average of three replicates (mean±standard deviation).

** Different superscripts in the same column mean that the values are significantly different ($p<0.05$)



(a) (b)

Figure 1 Effect of drying temperatures and constant air velocity at 0.3 m/s on a) color parameter and b) hue angle.

The effect of drying velocity

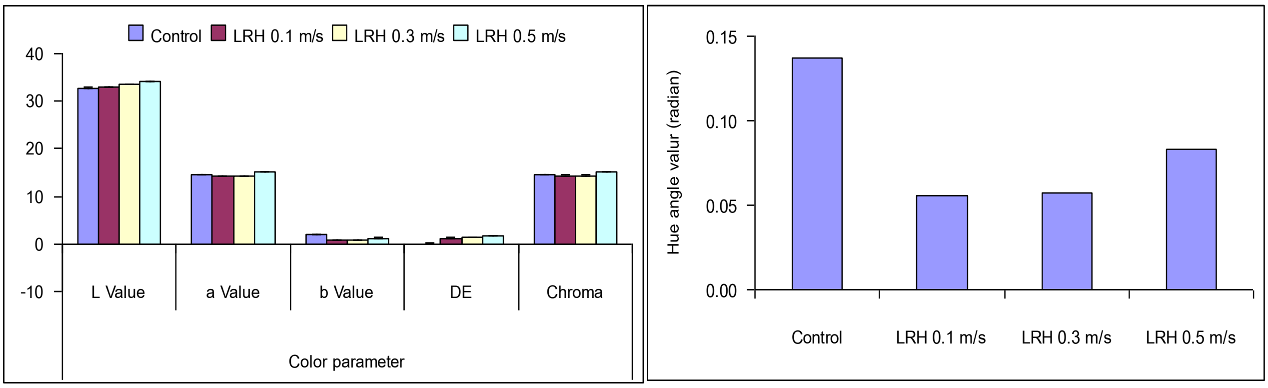
The color parameter changes of roselle coated rice at air temperatures of 40°C and air velocity of 0.1, 0.3 and 0.5 m/s, are shown in Figure. 2. It was obvious that roselle coated rice drying with low relative humidity air drying at low air temperatures (40°C) and high air velocity (0.5 m/s) resulted in the color parameter were less significantly different than 0.1 and 0.3 m/s compared with those of the control, respectively. When compared with control value, the values of b and hue angle were decreased while L, a, ΔE, and chroma were increased. The results showed drying temperature did not significantly effect on water activity, the average of water activities were approximately 0.4-0.5 (Table 2).

Table 2 Effect of drying velocity and constant drying temperatures at 40°C on water activities and drying time.

Condition		Water activity	Drying time (min)
control		0.60 ± 0.04^{a}	0.00 ± 0.00^{d}
Velocities	0.1 m/s	0.46 ± 0.05^{b}	81.00 ± 3.61^{a}
	0.3 m/s	0.47 ± 0.01^{b}	45.67 ± 4.04^{b}
	0.5 m/s	0.49 ± 0.04^{b}	29.00 ± 1.00^{c}

* Each value is the average of three replicates (mean±standard deviation).

* Different superscripts in the same column mean that the values are significantly different ($p<0.05$)



(a) (b)

Figure 2 Effect of velocity and constant drying temperatures at 40°C on a) color parameter aand b) hue angle.

Discussion

The drying of roselle coated rice by low relative humidity air drying at low temperature (40 °C) and high velocity (0.5 m/s) resulted in less color parameter changes than the higher temperature and low velocity drying. Because high temperature and low velocity air drying may cause the degradation of food qualities, such as color, shrinkage, nutritional substances, rehydration capability and microstructure (Aguilera, 2005; Thipayarat and Leelayuthsoontorn, 2006).

Summary

This work has shown the importance of drying and post drying practices on the color parameter changes of roselle coated rice at final moistures contents of 11% dry basis. Using low relative humidity air for roselle coated rice drying temperature at 40 °C and drying velocity at 0.5 m/s could preserve the color of product while the higher drying temperature resulted in greater changes of color parameters. In addition, the lower drying velocity resulted in significantly less color change than the higher velocity.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the Thailand Research Fund (TRF) and faculty of engineering, Mahasarakham University for their financial support to this study.

Literature cited

Aguilera, J.M., 2005, Why Food Microstructure?, Journal of Food Engineering, 67: 3–11.

Bello, M., Baeza, R. and Tolaba, M.P., 2006, Quality Characteristic of Milled and Cooked Rice Affect by Hydrothermal Treatment, Journal of Food Engineering, 72: 124–133.

Thipayarat, A., and Leelayuthsoontorn, P., 2006, Textural and Morphological Changes of Jasmine Rice under Various Elevated Cooking Conditions, Food Chemistry, 96: 606–613.

เชื้อยีสต์ที่สามารถควบคุมเชื้อราสีเทา (*Botrytis cinerea*)

Yeasts Show Ability to Control Gray Mould (*Botrytis cinerea*)

ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล[1] วิมลพรรณ รุ่งพรหม[1] และ ศานิต สวัสดิกาญจน์[1]

Siripornwisarn, S.[1], Rungprom, W.[1] and Sawatdikarn, S.[1]

Abstract

Botrytis cinerea is the causal agent of gray mould on many economic flowers and fruits therefore the objective of this study was to investigate the capability of epiphytic yeast to control *Botrytis cinerea*. Sixty epiphytic yeast isolates were obtained from the surface of strawberry grape and tomato fruits. The primary screening showed that there were 24 yeast isolates those exhibited antagonism on *B. cinerea*, and from the efficacy testing there were 8 isolates showed greater than 50 % suppression of the fungal target pathogen. The isolate MO-03, the most efficacious yeast biocontrol strain, exhibited 84 % inhibition of gray mould. Molecular characterization revealed that the yeast MO-03 may belongs to the *Issatchenkia orientalis* species (Accession number AB281318.1). According to the results, the yeast MO-03 is expected to be utilized as biofungicide for the management of gray mould on flowers and fruits. However, further comprehensive studies on the taxonomy, physiology, mode of action and biosafety aspects of the yeast are important.

Keywords: epiphyticic yeast, biocontrol, *Botrytis cinerea*

บทคัดย่อ

เชื้อรา *Botrytis cinerea* เป็นเชื้อสาเหตุของโรคเน่าราสีเทาของไม้ดอกและไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความสามารถของเชื้อยีสต์อีพิไพต์ในการควบคุมเชื้อรา *Botrytis cinerea* เชื้อยีสต์จำนวน 60 ไอโซเลตแยกได้จากผลขององุ่น สตรอเบอรี่ และมะเขือเทศ ซึ่งผลจากการคัดกรองเบื้องต้นพบว่ามีเชื้อยีสต์จำนวน 24 ไอโซเลตที่แสดงกิจกรรมเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *B. cinerea* และผลจากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราพบว่ามี 8 ไอโซเลตที่มีประสิทธิภาพการควบคุมเชื้อรา *B. cinerea* ได้สูงกว่า 50 เปอร์เซนต์ โดยเชื้อยีสต์ MO-03 มีประสิทธิภาพการควบคุมเชื้อราสูงที่สุดคือ 84 เปอร์เซนต์ ผลการบ่งเอกลักษณ์ทางอณูพันธุศาสตร์ บ่งชี้ว่าเชื้อยีสต์น่าจะจัดเป็นชนิด *Issatchenkia orientalis* (Accession number AB281318.1) ซึ่งจากผลการศึกษานี้ ทำให้คาดว่าเชื้อยีสต์ MO-03 น่าจะนำไปใช้ประโยชน์เป็นชีวภัณฑ์ควบคุมเชื้อรา สำหรับจัดการกับโรคราสีเทาของไม้ดอกและผลไม้ได้ อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาให้ทราบอย่างชัดเจนถึงประเด็นด้านอนุกรมวิธาน สรีรวิทยา กลไกการออกฤทธิ์ และชีวนิรภัยของเชื้อยีสต์ดังกล่าว

คำสำคัญ: ยีสต์อีพิไฟต์ การควบคุมโดยชีววิธี *Botrytis cinerea*

Introduction

Gray mould decay caused by the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea* is a serious problem in the world of crop production. Although the applications synthetic fungicides are currently effective for management of the disease, these methods have been prohibited in organic agriculture. Therefore, developments of alternative strategies, which better comply with organic agriculture standards, are needed. Of various strategies proposed, biological control using microbial antagonists is a promising strategy (Chan and Tian, 2005). During the past decade, many microorganisms have been reported to suppress the pathogenic activities of *B. cinerea* and the development of gray mould symptoms on certain crops. Among them, antagonistic yeasts are the most promised according to their basic properties, especially as they are generally recognized as safe to human. Yeasts generally do not produce allergenic spores, toxins or hazardous metabolites which posing risk to consumers (Droby *et al*, 1993). Furthermore, some plant associated yeasts such as epiphytic yeasts are more suitable since

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เลขที่ 96 ถนนโรจนะ อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, 96 Rojana Rd., Phranakhon Si Ayutthaya 13000

they can efficiently colonize the fruit surface and remain viable for long periods under various environmental conditions (Mari and Guizzardi 1998; Wilson *et al*., 1992). The objectives of this present study were: 1) to preliminary screen for yeasts, which possess antagonistic activities against gray mould, and 2) to evaluate the biocontrol efficacy of the yeasts isolated toward gray mould *in vitro* and *in vivo*. In addition the molecular identification for the species of the most efficacious yeast isolate was also conducted.

Materials and Methods

The fungal pathogen: The fungal pathogen, *Botrytis cinerea*, was isolated from decayed strawberry fruits and maintained on potato dextrose agar (PDA) at 4°C. Fresh cultures of the fungus were prepared by subculture of the fungal mycelia onto new PDA plates and incubated at 23 °C for 3-5 days. Spore suspension of *B cinerea* was obtained by the method of Kalogionis *et al*. (2006). The fungus was grown for 7 days on PDA plates at 25 °C, with 12-12 hours of Light-dark period. Conidia were washed from the agar with sterile distilled water containing 0.02% Tween-20 and filtered through a 70 µm filter to remove mycelia debris.

Isolation of epiphytic yeasts: Epiphytic yeasts were isolated from surface of fruits and vegetables according to the method of Assis and Mariano (1999). Ten grams of the sample were suspended in 100 ml sterile distilled water and shaken vigorously. Serial dilutions of sample were made in sterile distilled water. An aliquot 0.1 ml of each dilution was spread on a Petri dish containing yeast malt extract agar medium (YMA with antibiotic) and incubated at 23 °C for 48 h. Single colonies of yeast were picked and re-streaked on another YMA plate to obtain pure cultures. The purified isolates were maintained on nutrient yeast dextrose agar (NYDA) slants, stored at 4 °C.

Preliminary screening for antagonistic yeasts: Each isolate of the yeasts was steak as a V-shape line on one side of a PDA plate. A mycelia plug of *B. cinerea* taken from periphery of an active growing culture was placed on the other side of the plate. Inoculated plates were incubated at 23 °C until antagonistic activity of the two colonies was visually observable. The yeast isolates that resisted the invasion of the fungal mycelia were assumed as yeast antagonists, and so they were selected for further studies.

***In vitro* efficacy assay**: The *in vitro* efficacies of antagonistic yeasts were quantified based on the method of He *et al*. (2003) with some modifications. Petri dishes contain 20 ml of solidified PDA were plugged with a sterile cork-borer (6 mm in diameter) to made a well at center of the plate. An aliquot 20 µl cell suspension of the yeast (5×10^9 CFU/ml) was injected into the well followed by 20 µl spore suspension of *B. cinerea* (5×10^4 CFU/ml). PDA plates only inoculated with the fungal spore were prepared as control. All plates were incubated at 23°C for 5 days. After incubation the fungal growth was observed and diameters of fungal colonies were measured. The *in vitro* efficacy of each yeast isolate was calculated in percentage of inhibition according to following equation: % inhibition = $[(\Delta d_o - \Delta d)/ \Delta d] \times 100$. Where, Δd_o and Δd are the average diameter of the fugal colonies in control and treatment respectively.

***In vivo* efficacy assay**: Early ripening tomatoes (*Lycopersicon escalentum* Mill. cv. Tho) obtained from local grower. Fruits were surface sterilized by immersed in a 0.5 % sodium hypochlorite solution for 15 min, washed three times with sterile distilled water and, allow to air dry. A uniform 5 mm width and 3 mm depth wound was made at the equator of each fruit using a sterile cork borer. Wounded fruits were left in a laminar flow cabinet till the wounds were well dry. An aliquot 50 µl of 10^4 CFU/ml spores suspension of *B. cinerea* was injected into each wound. Thirty minutes later, 50 µl of 0 (as control) or 10^8 CFU/ml cell suspensions of the test bacteria was separately inoculated in each wound. Six fruits of the same treatment were arranged in a plastic box, and tightly enclosed before subjected to incubate at 20 ºC for 5 days in a moisten chamber. The diameter of each decay lesion was measured in two cross direction. The *in vivo* biocontrol efficacy of each yeast isolate was calculated in percentage of inhibition according to following equation:

$$\% \text{ inhibition} = [(\Delta d_o - \Delta d) / \Delta d] \times 100.$$

Where, Δd_o and Δd are the average diameter of decay lesion in control and treatment respectively.

Statistical analysis: Statistical analysis for the biocontrol efficacies were done by using SPSS software (version 10.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The least significant difference (LSD) test at $P = 0.05$ was used for mean separation.

Identification for the species of the yeast: The most efficacious yeast isolate was identified based on the sequencing of the 26S rDNA gene, as described by Kurtzman and Robnett (1997). The identification of the closest relatives was obtained using the Basic Local Alignment Search Tool (BLAST N) (www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/).

Results and Discussion

We successfully obtained 60 isolates of epiphytic yeast from leaves and fruits surface of tomato, strawberry and apple. The isolates were then preliminary screened for antagonistic activity against *B. cinerea* by plate confrontation technique. Of the 60 isolates tested, only 24 isolates were found to exhibit antagonistic activity against *B. cinerea*. Thus they were selected as antagonistic isolates for further efficacy testing.

To quantify the *in vitro* efficacies, each yeast isolate was co-inoculated with spores of *B. cinerea* in an agar well. From the assay, all the yeasts significantly suppress the redial growth of *B. cinerea* as compared to the control. However, of 24 isolates tested, there were only 8 isolates those showing inhibitory efficacy greater than 50%. Among them, the isolate MO-03 was observed as the most efficacious isolate follow by BCY1-08, BCY3-01, BCY2-16, BCY1-01, BCY3-11, MO-01 and BCY1-12 respectively (Table 1).

It was differing from the projected for the isolate BCY1-08, which exhibited dramatic inhibitory effect on *B. cinerea* in the preliminary screening, but was showing lower efficacy in the in *vitro assay*, especially as compared to the isolate MO-03 (Figure 1 and Table 1). This situation may be due to the limitation of the yeast in competition with the fungus under co-culture environment where nutrients are limited.

The efficacies of antagonistic yeasts were also evaluated *in vivo* on tomato fruits. The results were found to be inconsistence to the *in vitro* assay, while all yeasts originally isolated from strawberry fruits were found to cause severe spoilage of tomato due their highly fermentative capabilities (Table 1). This finding suggested that the fermentative property should be taken into account in the selection of biocontrol agent for the control of posthavest diseases of soft fruits or vegetables.

The yeast isolate MO-03, which showed highest efficacy, was identified based on the analysis of 26s rDNA (D1/D2 domain) genes. The DNA sequence of MO-03 showed 100 % analogy to the yeast *Issatchenkia orientalis* (accession no. AB281318.1.). This should be noted that, although several yeast strains have been reported as effective against gray mould, reports related to the biocontrol capability of *I. orientalis* are quite limited. A most recent publication was reported by Jomduang and Saardsud (2006). The authors claimed that *I. orientalis* effectively reduce the development of mango anthracnose caused by *Colletotrichum gleosporioides*. Thus our report should be additional evidence that supports the potential of *I. orientalis* as biocontrol agent.

Summary

The results obtained allow us to conclude that the yeast isolate MO-03 possesses the potential exploitation as biocontrol agent for the management of gray mould decay caused by *B. cinerea*. However, before the commercial application, further intensive studies on the taxonomy, physiology, modes of action and the biosafety of the yeast are needed.

Acknowledgements

This study was financial supported by the National Research Council of Thailand (NRCT).

Literature cited

Assis, S.M.P. and Mariano, R.L.R., 1999, Antagonism of Yeasts to *Xanthomonas campestris* pv. Campestris on Cabbage Phylloplane in Field, Revista de Microbiologia, 30: 191–195.

Chan, Z. and Tian, S., 2005, Interaction of Antagonistic Yeasts Against Postharvest Pathogens of Apple Fruit and Possible Mode of Action, Postharvest Biology and Technology, 36: 215-223.

Droby, S., Hofstein, R., Wilson, C.L., Wisniewski, M.E. and Fridlender, B., 1993, Pilot testing of *Pichia guilliermondii*: a Biocontrol Agent of Postharvest Diseases of Citrus Fruit, Biological Control, 3: 47–52.

He D., Zheng, X.D., Yin, Y.M., Sun, P. and Zhang, H.Y., 2003, Yeast Application for Controlling Apple Postharvest Diseases Associated with *Penicillium expansum*, Botanical Bulletin of Academia Sinica, 44: 211–216.

Jomduang, J. and Saardsud, V., 2006, Postharvest Application of the Yeast *Issatchenkia orientalis* for the Control of Anthracnose of Mango, Proceeding of the 44th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand, 96-103.

Kalogionis, S., Tjamos, S.E., Stergiou, A., Antoniou, P.P., Ziogas, B.N. and Tjamos, E.C., 2006, Selection and Evaluation of Phyllosphere Yeasts as Biocontrol Agents Against Grey Mould of Tomato, European Journal of Plant pathology, 116: 67–76.

Kurtzman, C.P. and Robnett, C.J., 1997, Identification of Clinically Important Ascomycetous Yeasts Based on Nucleotide Divergence in the 5' End of the Large-Subunit (26s) Ribosomal DNA Gene, Journal of Clinical Microbiology, 35: 1216–1223.

Mari, M. and Guizzardi, M., 1998, The Postharvest Phase: Emerging Technologies for the Control of Fungal Diseases, Phytoparasitica, 1: 59–66.

Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., Droby, S. and Chalutz, E., 1993, A Selection Strategy for Microbial Antagonists to Control Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables, Scientia Horticulturae, 53: 183–189.

Figure 1 Photograph comparing the inhibitory effect of two antagonistic yeasts, BCY1-08 and MO-03, against *B.cinerea* based on preliminary plate confrontation assay.

Table 1 The *In vitro* and *in vitro* activities of selected yeast isolates against *B. cinerea*.

Yeast isolates	Origin	Preliminary antagonistic activity	Efficacies (% inhibition ± SD)	
			In vitro	*In vivo*
MO-01	tomato fruit	moderate	58 ± 2.51[b]*	70 ± 8.73[c]
MO-03	tomato fruit	moderate	84 ± 1.00[e]	86 ± 2.52[d]
BCY1-01	apple fruit	moderate	60 ± 0.58[b]	42 ± 5.13[a,b]
BCY1-08	apple fruit	high	70 ± 1.73[d]	37 ± 0.57[a]
BCY1-12	apple fruit	high	51 ± 1.15[a]	44 ± 2.52[b]
BCY2-16	strawberry	high	62 ± 2.51[b,c]	SP**
BCY3-01	strawberry	moderate	66 ± 4.72[c,d]	SP
BCY3-11	strawberry	moderate	59 ± 3.06[b]	SP

* Values of the same column marked with different letters are significantly different (P = 0.05)

** The yeast isolates cased spoilage of tomato fruit

การสำรวจการยอมรับมังคุดฉายรังสีแกมมาของผู้บริโภคในประเทศสหรัฐอเมริกา

Sensory Survey of Consumers in U.S.A. on Gamma Irradiated Mangosteen

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] วาริช ศรีละออง[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Jitareerat, P.[1], Uthairatanakij, A.[1], Potchanachai, S.[1], Srilaong, V.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

The study of consumer acceptance in United States of America (USA) on mangosteen fruit which were coated with 25 ml/L of sucrose fatty acid ester or without coating prior irradiated with gamma ray at 440-960 Gy. All fruit were transported to Los Angeles (LA) by airplane. Sensory evaluation of coated fruit and non-coated fruit were conducted by 186 consumers in LA. The results found that the tested consumers were able to divide into 3 groups including Native American (16.13%), Mexican-American (24.73%) and Thai/Asian (59.14%), which consisted of women (70.43%) and men (29.57%) for 131 and 55 persons, respectively. The 93.55% of consumer accepted the external appearance of coated and non-coated fruit at the high level. Furthermore, the acceptance of external appearance of coated fruit (50.53%) was higher than non-coated fruit (43.0%). The taste of coated and non-coated fruit was not significant different among tested consumers. Most of consumer indicated that the taste of mangosteen was excellent (75.80%) and only 20.43% expressed that its taste was good. The decision of consumer to buy mangosteen was also evaluated on the basis of the external appearance and taste. The percent of consumer accepted to buy the mangosteen was 76.58% and may be to buy was 20.97%. Moreover, the decision of consumer to buy the coated fruit (38.70%) and non-coated fruit (38.10%) was not significant different. The expected price of coated and non-coated fruit by consumer was ranged 5.7-7.0 USD/pound (approximately 402.02-493.70 baht when the exchange rate was 1 US = 32 baht)

Keywords: mangosteen, gamma radiation, consumer acceptance, quality

บทคัดย่อ

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในสหรัฐอเมริกาที่มีต่อมังคุดที่เคลือบผิวด้วย sucrose fatty acid ester ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตรต่อลิตร และมังคุดที่ไม่เคลือบผิว ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 460-960 เกรย์ และขนส่งโดยเครื่องบินไปยังเมือง ลอสแองเจลลิส จากนั้นนำมังคุดไปทำการทดสอบกับผู้บริโภคในเมืองลอสแองจำนวน 186 คน ผลการสำรวจ พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มผู้บริโภคออกได้ 3 กลุ่มคือ ผู้บริโภคชาวอเมริกัน (16.13%) ชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน (24.73%) และชาวไทย/ชาวเอเชีย (59.14%) โดยเป็นเพศหญิง 131 คน (70.43%) และเพศชาย 55 คน (29.57%) ผู้บริโภคทั้ง 3 กลุ่ม ให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏของมังคุดทั้งที่เคลือบและไม่เคลือบผิวในระดับสูงคือ เฉลี่ย 93.53% และพบว่ามังคุดที่เคลือบผิวมีการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ (50.53%) สูงกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบ (43%) การประเมินด้านรสชาติ พบว่าผู้บริโภคทุกกลุ่มให้คะแนนด้านรสชาติของมังคุดที่เคลือบและไม่เคลือบผิวไม่แตกต่างกัน โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ (75.80%) ระบุว่ามังคุดมีรสชาติในระดับที่ดีเยี่ยมและมีเพียง 20.43% ที่ระบุว่ารสชาติดี ด้านการตัดสินใจซื้อมังคุดของผู้บริโภคจากลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติ พบว่า ผู้บริโภคที่ระบุว่าซื้อมีจำนวน 76.58% และที่ระบุว่าอาจจะซื้อมี 20.97% นอกจากนี้ พบว่าการตัดสินใจเลือกซื้อมังคุดที่เคลือบ (38.70%) และไม่เคลือบ (38.10%) นั้นไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อทำการสำรวจด้านราคาของมังคุดที่เคลือบและไม่เคลือบผิว พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ยินดีซื้อมังคุดในราคา 5.7-7.0 ดอลลาร์สหรัฐต่อปอนด์ (หรือประมาณ 402.02-493.70 บาท เมื่ออัตราแลกเปลี่ยน 1 USD = 32 บาท)

คำสำคัญ: มังคุด รังสีแกมมา การยอมรับของผู้บริโภค คุณภาพ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bang-Khun-Thian, Bangkok 10150

บทนำ

มังคุดเป็นไม้ผลที่มีรสหวานอมเปรี้ยวจึงเป็นที่ชื่นชอบของชาวต่างชาติ แต่ปัญหาที่สำคัญในการส่งออกมังคุดคือ อาการเปลือกผลแข็งและการปนเปื้อนของเชื้อโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสามารถลดอาการเปลือกแข็งได้ เช่น การใช้สารเคลือบผิวสามารถช่วยชะลอการหายใจและการคายน้ำของพืชได้ ปัจจุบันประเทศไทยสามารถส่งมังคุดไปจำหน่ายในอเมริกาได้ แต่ต้องผ่านขั้นตอนการฉายรังสีแกมมาเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชเสียก่อน และเนื่องจากผลมังคุดมีกลีบเลี้ยงที่โค้งงอคล้ายหมวกจึงเป็นที่หลบซ่อนของแมลงศัตรูพืชได้ดี ดังนั้นการตัดกลีบเลี้ยงออกจะช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนของแมลงศัตรูพืชได้ตลอดจนทำให้ง่ายต่อการทำความสะอาด อย่างไรก็ตาม มังคุดเป็นผลไม้ที่มีการจำหน่ายในอเมริกาในปริมาณน้อย ประกอบกับต้องผ่านการฉายรังสีแกมมาด้วย ผู้บริโภคจึงไม่คุ้นเคยและอาจเป็นเหตุทำให้ไม่กล้าซื้อไปบริโภค ดังนั้นศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการยอมรับมังคุดที่ไม่มีกลีบเลี้ยงและผ่านการฉายรังสีแกมมาของผู้บริโภคในประเทศสหรัฐอเมริกา

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดจากสวนมังคุดที่มีมาตรฐาน GAP และขนส่งโดยรถห้องเย็นอุณหภูมิ 20±2°C มายังโรงคัดบรรจุที่ได้รับมาตรฐาน GMP ล้างทำความสะอาดและตัดกลีบเลี้ยง ใช้แปรงขนาดเล็กปัดเอาเพลี้ยหอยที่เกาะบนผิวเปลือกออกให้หมดภายใต้แว่นขยาย จากนั้นแบ่งผลมังคุดเป็น 2 กลุ่ม คือ มังคุดที่ไม่เคลือบผิว และผลมังคุดที่เคลือบผิวด้วย sucrose fatty acid ester (SFE) ความเข้มข้น 25 mL/L แล้วเป่าให้ผิวแห้งด้วยพัดลม นาน 10 นาที ก่อนบรรจุลงในถุงตาข่ายน้ำหนัก 1 kg ต่อถุง และใส่ในกล่องกระดาษลูกฟูก (8 kg ต่อกล่อง) ปิดผนึกฝาและนำกล่องมังคุดไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 440-960 Gy ก่อนเริ่มฉายรังสีแกมมา เจ้าหน้าที่ของ USDA และกรมวิชาการเกษตร (DOA) จะทำการสุ่มตัวอย่างมังคุดจำนวน 6 กล่อง จากมังคุดทั้งหมด 156 กล่อง เพื่อผ่าและตรวจหาแมลงศัตรูพืช (non target pests) และเจ้าหน้าที่จะออกใบ phytosanitary ให้เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการส่งสินค้าไปประเทศปลายทาง จากนั้นขนส่งมังคุดทางอากาศไปที่เมืองลอสแองเจลลีส นำมังคุดออกจาก Cargo ของสนามบินแล้วขนย้ายมาเก็บไว้ในที่ 13°C จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบการยอมรับมังคุดฉายรังสีแกมมาของผู้บริโภคในด้านต่างๆ ดังนี้ ลักษณะปรากฏภายนอก รสชาติ การตัดสินใจซื้อมังคุดเมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏและรสชาดแล้ว ราคาที่ยอมรับได้ต่อมังคุดน้ำหนัก 1 ปอนด์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การยอมรับของผู้บริโภคในสหรัฐอเมริกาจำนวน 186 คน ที่มีต่อมังคุดตัดกลีบเลี้ยงก่อนการเคลือบและไม่เคลือบผิวด้วย SFE ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาพบว่า ผู้บริโภคชาวอเมริกัน (16.13%) เม็กซิกัน-อเมริกัน (24.73%) และชาวไทย/เอเชีย (59.14%) ยอมรับลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติของมังคุดที่ตัดกลีบเลี้ยงออกทั้งที่เคลือบและไม่เคลือบผิวในระดับสูง (93.53%) และไม่แตกต่างกัน โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ (75.80%) ระบุว่ามังคุดมีรสชาติในระดับดีเยี่ยมและที่ระบุว่ารสชาติดีมี 20.43% เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติพบว่าผู้บริโภคที่ระบุว่ายินดีซื้อมังคุดมีจำนวน 76.58% และที่ระบุว่าอาจจะซื้อมี 20.97% ส่วนการตัดสินใจเลือกซื้อมังคุดที่เคลือบ (38.70%) และไม่เคลือบ (38.10%) นั้นไม่มีความแตกต่างกัน ด้านราคาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยินดีซื้อมังคุดในราคา 5.7-7.0 USD/ปอนด์ (402.02-493.70 บาท เมื่ออัตราแลกเปลี่ยน 1 USD = 32 บาท) จากผลการสำรวจข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคชื่นชอบมังคุดไทยและยินดีซื้อมังคุดที่ไม่มีกลีบเลี้ยงและผ่านการฉายรังสีแกมมา ส่วนการเคลือบผิวหรือไม่เคลือบผิวนั้นไม่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ ทั้งนี้อาจเพราะการขนส่งทางเครื่องบินใช้ระยะเวลาสั้น มังคุดจึงสูญเสียน้ำไม่มากจนทำให้เกิดอาการเปลือกแข็ง

Table 1 Appearance evaluation of gamma irradiated mangosteen fruit by the consumers in U.S.A.

Appearance		Panelists			Total
		American	Mexican-American	Thai / Asian	
Accept	Unwax	5 (5.81%)	15 (17.44%)	60 (69.77%)	80 (43.0%)
	Wax	23 (23.0%)	26 (26.0%)	45 (45.0%)	94 (50.53%)
Moderate accept	Unwax	1 (1.16%)	0	5 (5.81%)	6 (3.23%)
	Wax	1 (1.0%)	5 (5.0%)	0	6 (3.23%)
Reject	Unwax	0	0	0	0
	Wax	0	0	0	0
Total		30	46	110	186

Table 2 Taste evaluation of gamma irradiated mangosteen fruit by the consumers in U.S.A.

Taste		**Panelists**			**Total**
		American	**Mexican-American**	**Thai / Asian**	
Excellent	Unwax	4 (4.65%)	15 (17.44%)	51 (59.30%)	70 (37.63%)
	Wax	20 (20.0%)	24 (24.0%)	27 (27.0%)	71 (38.17%)
Good	Unwax	1 (1.16%)	0	14 (16.28%)	15 (8.06%)
	Wax	3 (3.0%)	5 (5.0%)	15 (15.0%)	23 (12.37%)
Like	Unwax	1 (1.16%)	0	0	1 (0.54%)
	Wax	1 (1.0%)	1 (1.0%)	3 (3.0%)	5 (2.69)
Cannot justify	Unwax	0	0	0	0
	Wax	0	1 (1.0%)	0	1 (0.54%)
Total		30	46	110	**186**

Table 3 Decision to buy of irradiated mangosteen fruit by consumers in USA.

Will you buy this mangosteen?		Panelists			Total
		American	Mexican-American	Thai / Asian	
YES	Unwax	3 (3.49%)	14 (16.28%)	55 (63.95%)	72 (38.71%)
	Wax	19 (19.0%)	27 (27.0%)	25 (25.0%)	71 (38.17%)
MAYBE	Unwax	2 (2.33%)	1 (1.16%)	10 (11.63%)	13 (6.99%)
	Wax	3 (3.0%)	3 (3.0%)	20 (20.0%)	26 (13.99%)
NO	Unwax	1 (1.16%)	0	0	1 (0.54%)
	Wax	2 (2.0%)	1 (1.0%)	0	3 (1.61%)
Total		30	46	110	**186**

Table 4 Accepted price of gamma irradiated mangosteen by the consumer in U.S.A.

Panelists	Price per pound that you would like to buy?		
	Unwax	Wax	Mean
American	6.33 $	5.31 $	5.82 $
Mexican-American	8.00 $	6.00 $	7.00 $
Thai / Asian	5.77 $	5.62 $	5.70 $

สรุปผล

การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อมังคุดฉายรังสีแกมมาในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ผู้บริโภคชาวอเมริกา ชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน และชาวไทย/ชาวเอเชีย จำนวน 93.53% ให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏของมังคุดทั้งที่เคลือบและไม่เคลือบผิวด้วย SFE โดยมังคุดที่เคลือบผิวได้รับการยอมรับด้านลักษณะปรากฏสูงกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบ ด้านรสชาติพบว่า 75.80% ของผู้บริโภคทุกกลุ่มระบุว่ามังคุดมีรสชาติในระดับที่ดีเยี่ยม เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติ พบว่าผู้บริโภคจำนวน 76.58% ที่ระบุว่ายินดีซื้อ สำหรับราคาของมังคุด พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ยินดีซื้อมังคุดในราคา 402.02-493.70 บาทต่อกิโลกรัม (เมื่ออัตราแลกเปลี่ยน 1 USD = 32 บาท)

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ บริษัทเอเซียเอ็กโซติกคอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่ได้ช่วยประสานงานและให้ใช้พื้นที่ในการทำวิจัย

ธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายูคาลิปตัสภายหลังการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่า

Nutrients Affecting Seedling Growth of Eucalyptus after King Bolete Spawn Inoculation

สาวิตรี วีระเสถียร[1] ประภาพร ตั้งกิจโชติ[2] และกวิศร์ วานิชกุล[2]

Verasathiean, S.[1], Tangkijchote, P.[2] and Wanichkul, K.[2]

Abstract

The influences of nitrogen and phosphorus applications on eucalyptus seedlings growth after inoculation with king bolete spawn were studied. This experiment was conducted using a 4x4 factorial arrangement in a completely randomized design with 4 levels of nitrogen and 4 levels of phosphorus quantities. The results indicated that the addition of phosphorus 10 mg gave the highest percentage of bolete culture colonization. Whereas, the addition 10 mg of nitrogen plus 10 mg of phosphorus provided the seedlings to have the highest height, and net assimilation rate (NAR). Moreover, all levels of nitrogen and phosphorus application had no effect on the growth, biomass and nitrogen and phosphorus concentrations, including phosphorus content in the shoot. The seedlings obtained 5 mg of phosphorus had the highest potassium concentration. While the application of 15 mg of nitrogen plus 5 mg of phosphorus, or 15 mg of phosphorus, gave the seedlings to have the maximum nitrogen and potassium contents.

Keywords: Ectomycorrhizal fungi, growth, nutrient, eucalyptus seedling

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการให้ไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายูคาลิปตัสภายหลังการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่า วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จัดสิ่งทดลองแบบ 4x4 แฟคทอเรียล ประกอบด้วยปริมาณไนโตรเจน 4 ระดับ และปริมาณฟอสฟอรัส 4 ระดับ พบว่าการให้ฟอสฟอรัส 10 มก. ส่งผลให้ต้นกล้ายูคาลิปตัสมีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่าสูงสุด ในขณะที่การให้ไนโตรเจน 10 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 10 มก.ส่งผลให้ต้นกล้าดังกล่าวมีความสูง และค่า Net Assimilation Rate (NAR) มากสุด นอกจากนี้การให้ไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต มวลชีวภาพ ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส รวมทั้งปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน ส่วนต้นกล้าที่ได้รับฟอสฟอรัส 5 มก. มีโพแทสเซียมเข้มข้นมากที่สุด ในขณะที่การให้ไนโตรเจน 15 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 5 มก. หรือร่วมกับการให้ฟอสฟอรัส 15 มก. ส่งผลให้ต้นกล้ามีปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมสูงสุด

คำสำคัญ: เชื้อราเอ็คโตไมคอร์ไรซา การเจริญเติบโต ธาตุอาหาร ต้นกล้ายูคาลิปตัส

คำนำ

เห็ดตับเต่าหรือเห็ดผึ้ง (*Boletus edulis* Bull. ex Fr.) จัดเป็นเชื้อราในกลุ่มเอ็คโตไมคอร์ไรซา (Ectomycorrhizal fungi; ECM) ซึ่งอาศัยร่วมกับรากพืชแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis relationships) กล่าวคือเชื้อราเจริญห่อหุ้มรากพืช ช่วยให้รากพืชสามารถรักษาความชื้นได้ดีขึ้นรวมทั้งป้องกันการเกิดโรคที่ระบบรากได้ด้วย อีกทั้งเชื้อราดังกล่าวยังช่วยละลายธาตุอาหารในดินที่สลายตัวยากให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที ส่งผลให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดีขึ้น (ธงชัย, 2546) ส่วนพืชให้ความชื้น และสารอาหารบางอย่าง เช่น วิตามิน คาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโนบางชนิดแก่เชื้อราดังกล่าวเป็นการตอบแทน (Wilcox, 1991) สำหรับพืชอาศัยของเชื้อเห็ดดังกล่าว ได้แก่ มะม่วง มะกอกน้ำ ส้ม และยูคาลิปตัส เป็นต้น นอกจากนี้ Mala (1998) รายงานว่าในสภาพธรรมชาติเชื้อราไมคอร์ไรซาที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นไม้มีปริมาณน้อย และระดับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเข้าอยู่อาศัยและประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็คโตไมคอร์ไรซา เนื่องจากการให้ไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสในปริมาณมากเกินไป อาจยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราดังกล่าวหรือทำให้

[1]ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 เทคโนธานี คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[1]Dept. of Agriculture. Thailand Institute of Scientific and Technological Research 35 Technopolis Klong 5 KlongLuang Pathumthani 12120

[2]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2] Dept. of Horticulture, Fac. of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

ความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชลดลง (Brundrett และคณะ, 1996) ดังนั้นการทดลองนี้จึงทำการศึกษาโดยให้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในระดับต่างๆ แก่ต้นกล้ายูคาลิปตัสภายหลังการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่า และศึกษาการเจริญเติบโตในด้านต่างๆ เพื่อให้ทราบถึงระดับของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดตับเต่าและต้นกล้ายูคาลิปตัส ตลอดจนเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี รวมทั้งต้นทุนการผลิตอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกหัวเชื้อเห็ดตับเต่าที่เลี้ยงในข้าวฟ่างต้มให้กับกล้ายูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) โคลนซีที 76 อายุ 2 เดือน โดยการรองและโรยหัวเชื้อรอบๆ ตุ้มราก ปริมาณ 40 กรัมต่อต้น และปลูกในถุงพลาสติกดำขนาด 5 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกคือทรายที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำเดือด และผสมธาตุอาหารต่าง ๆ ตามสูตรของ Burgess และคณะ (1993) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จัดสิ่งทดลองแบบ 4 x 4 factorial (ศึกษาสิ่งทดลอง 1 ถุงต่อซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ) มี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 ปริมาณไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0, 5, 10 และ 15 มก. ต่อวัสดุปลูก 1 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยให้ในรูปของสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ทุก 2 สัปดาห์

ปัจจัยที่ 2 ปริมาณฟอสฟอรัส 4 ระดับ คือ 0, 5, 10 และ 15 มก. ต่อวัสดุปลูก1 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยให้ในรูปของแคลเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ผสมวัสดุปลูกครั้งเดียวก่อนปลูก

รดน้ำอย่างสม่ำเสมอ บันทึกข้อมูลเป็นเวลา 4 เดือน บันทึกการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่า โดยตรวจเส้นใยของเชื้อราในรากยูคาลิปตัส และศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยวัดความสูง ความกว้างต้น พื้นที่ใบ และมวลแห้งรวม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาองค์ประกอบของการเจริญเติบโตดังนี้ ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) สัดส่วนพื้นที่ใบต่อมวลแห้งรวม (LAR) อัตราการเจริญเติบโต (CGR) อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) สัดส่วนพื้นที่ใบต่อมวลแห้งของใบ (SLA) และค่า Net Assimilation Rate (NAR) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนของต้นและใบ รวมทั้งศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของรากพืชเดือนสุดท้ายด้วยวิธีการทางพาราฟินภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Ruzin, 1999)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษา ร้อยละการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่าในรากต้นกล้ายูคาลิปตัสที่ได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสปริมาณต่างๆ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ต้นกล้าที่ได้รับฟอสฟอรัส 10 มก. มีการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 41.1 นอกจากนี้พบว่าการให้ไนโตรเจนทุกระดับ มีแนวโน้มทำให้เชื้อเห็ดตับเต่าเข้าอาศัยในรากต้นกล้าลดลงตามเวลาที่เพิ่มขึ้น แต่การให้ฟอสฟอรัสในระดับต่างๆ ส่งผลให้การเข้าอาศัยมากสุดไม่แตกต่างกัน

สำหรับการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้ายูคาลิปตัสภายหลังการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าและได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสปริมาณต่าง ๆ พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองการให้ไนโตรเจน 10 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 10 มก. ส่งผลให้ต้นกล้าดังกล่าวมีความสูงมากที่สุด คือ 77.7 ซม. (Figure 1และ 2A) และยังพบว่าความสูงของต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของไนโตรเจน เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยช่วยในการสร้างโปรตีน และเอนไซม์ต่างๆ อีกทั้งเชื้อเห็ดตับเต่าซึ่งมีมากบริเวณราก ช่วยให้ต้นกล้ามีประสิทธิภาพในการดูดและสะสมไนโตรเจนไว้ในรากได้มากขึ้น และการให้ฟอสฟอรัสยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยปลดปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสารประกอบฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่าย แต่การใส่ฟอสฟอรัสปริมาณมากเกินไปอาจทำให้เชื้อราเอ็คโตไมคอร์ไรซามีปริมาณลดลงหรือตายได้ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ายูคาลิปตัสลดลง ส่วนความกว้าง และมวลแห้งรวม ของต้นกล้ายูคาลิปตัสที่ได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสปริมาณต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน และค่าดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจน (Figure 2B และ 2C) เมื่อเปรียบเทียบการให้เฉพาะไนโตรเจนแก่ต้นกล้ายูคาลิปตัส พบว่า การให้ไนโตรเจน 15 มก. ส่งผลให้ต้นกล้ามีค่าดังกล่าวข้างต้นสูงกว่าการให้ไนโตรเจนปริมาณต่ำ สอดคล้องกับค่าความสูงของต้นกล้า ในขณะที่ต้นกล้าที่ได้รับฟอสฟอรัสปริมาณต่าง ๆ มีค่าดังกล่าวค่อนข้างคงที่

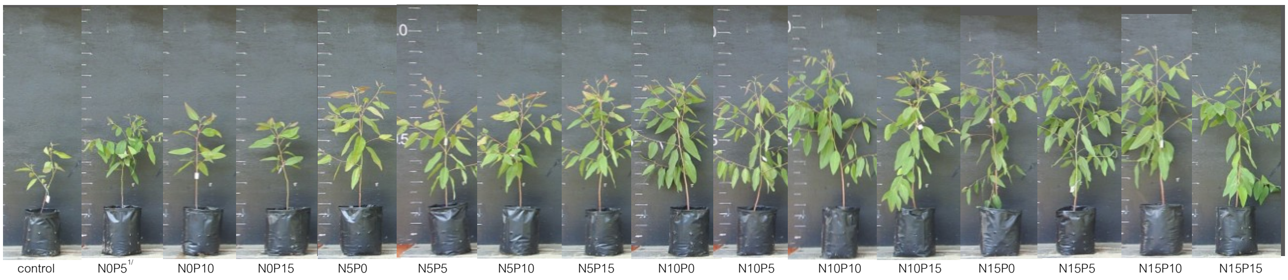


Figure 1 Seedling growth of eucalyptus after king bolete spawn inoculation and addition various concentration of nitrogen and phosphorus for 4 months. ([1/]N, P and Number is concentration of nitrogen and phosphorus).

เมื่อคำนวณองค์ประกอบการเจริญเติบโตของต้นกล้ายูคาลิปตัสที่ได้รับการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่า และได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสปริมาณต่าง ๆ พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าค่า LAI, LAR, CGR, RGR และ SLA ของต้นกล้ายูคาลิปตัสที่ปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าและได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับมีค่าไม่แตกต่างกัน (Figure 2D 2E 2F และ 2G)นอกจากนี้ยังพบว่าค่าดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นกล้า ส่วนค่า NAR ของต้นกล้ายูคาลิปตัส ซึ่งเป็นค่าที่ใช้แสดงประสิทธิภาพในการสร้างมวลแห้งต่อหน่วยพื้นที่ใบในช่วงเวลาหนึ่ง มีค่าแตกต่างกัน โดยต้นกล้าที่ได้รับไนโตรเจน 10 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 10 มก. มีค่า NAR สูงสุด คือ 0.012 กรัม/ซม.^{2}/เดือน (Figure 2I) เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมช่วยให้ต้นกล้าเจริญเติบโต และสะสมอาหารในรูปของน้ำหนักแห้งได้มาก ส่งผลให้ NAR มีค่าสูง นอกจากนี้ยังพบว่าค่า NAR มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะแรกและลดลงเมื่อต้นกล้ามีอายุมากขึ้น

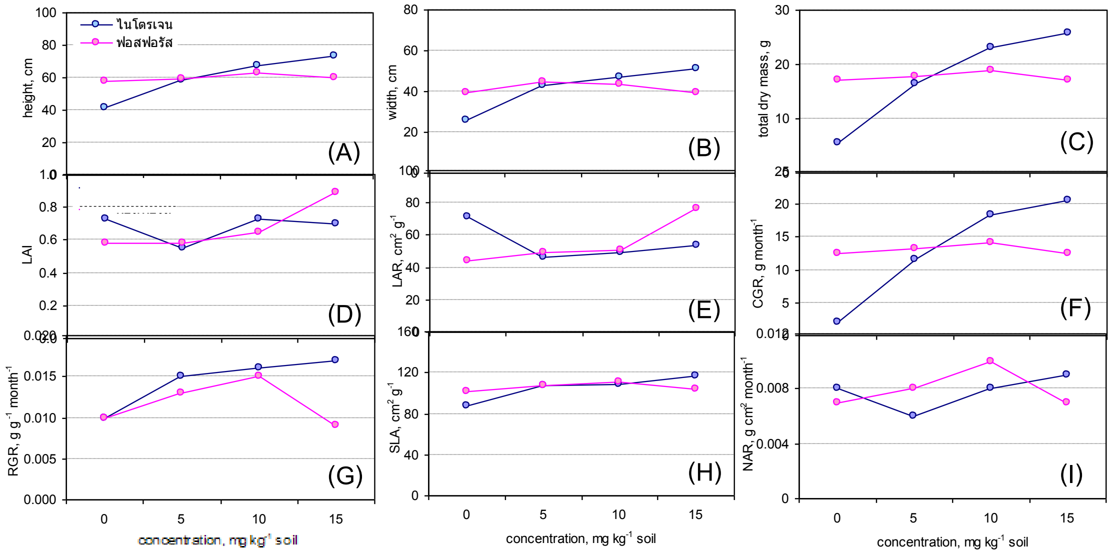


Figure 2 Eucalyptus seedling growth for 4 months. (A) height (B) width (C) total dry mass and growth analysis (D) Leaf Area Index (E) Leaf Area Ratio (F) Crop Growth Rate (G) Relative Growth Rate (H) Specific Leaf Area (I) Net Assimilation Rate.

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินของต้นกล้ายูคาลิปตัสภายหลังการปลูกเชื้อ และได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสในระดับต่าง ๆ โดยใช้มวลแห้งรวมเป็นตัวถ่วงน้ำหนัก เมื่อต้นกล้าอายุ 4 เดือน พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของไนโตรเจน (ร้อยละ 0.5มวลแห้ง) ฟอสฟอรัส (ร้อยละ 0.3มวลแห้ง) มีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วนการให้ฟอสฟอรัสทุกระดับ ส่งผลให้ต้นกล้ามีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงสุด ช่วงร้อยละ 0.5-0.6 มวลแห้งส่วนปริมาณธาตุอาหารหลักที่ปรากฏอยู่ในต้น พบว่า การให้ไนโตรเจน 10 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 10 มก. และการให้ไนโตรเจน 15 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 0, 5 และ 10 มก. ทำให้ต้นกล้ายูคาลิปตัสดูดใช้ไนโตรเจนสูงสุดไม่แตกต่างกัน (15.8 กรัม) ส่วนการให้ไนโตรเจน 10 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 10 มก. และการให้ไนโตรเจน 15 มก. มีการดูดใช้โพแทสเซียมสูงสุด (12.3 กรัม) นอกจากนี้ยังพบว่าการให้ไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับทำให้ต้นกล้าดูดใช้ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันเฉลี่ย 7.0 กรัม

เมื่อศึกษารากของต้นกล้ายูคาลิปตัสภายหลังจากการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่า พบว่ารากของต้นกล้าที่ได้รับการปลูกเชื้อเห็ดมีสีเหลืองปนน้ำตาลเข้ม แตกแขนงแบบ monopodial ผิวรากเรียบ มันวาวน้อย มีเส้นใยที่อัดกันเป็นเนื้อเยื่อ pseudoparenchyma เรียกว่า แผ่นแมนเทิล (mantle sheath) และพบเส้นใยสีน้ำตาลแผ่กระจายอยู่ภายนอกมีการสร้าง clamp connection นอกจากนี้ยังตรวจพบเส้นใยราบางส่วนเจริญเข้าไปภายในรากระหว่างเซลล์ชั้นคอร์เท็กซ์ มีลักษณะเป็นร่างแห เรียกว่าฮาร์ติกเน็ท (hartic net) (Figure 3)

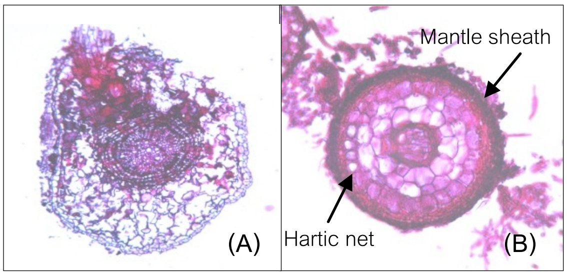


Figure 3 Cross section of root characteristics (A) non-inoculation root and (B) Inoculation with king bolete spawn for 4 months under microscope 100x.

สรุปผล

การให้ฟอสฟอรัส 10 มก. ต่อวัสดุปลูก 1 กก. มีการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่าสูงสุด จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้ายูคาลิปตัส พบว่า ต้นกล้าดังกล่าวที่ได้รับไนโตรเจน 10 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 10 มก. มีความสูง และค่า NAR สูงสุด ส่วนต้นกล้าที่ได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับมีความกว้าง มวลแห้งส่วนเหนือดิน มวลแห้งส่วนใต้ดิน มวลแห้งรวมทั้งต้น พื้นที่ใบ รวมทั้งค่า LAI, LAR, CGR, RGR และ SLA ไม่แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินพบว่า ต้นกล้าดังกล่าวมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และต้นกล้าที่ได้รับฟอสฟอรัส 5 มก. มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงสุด ส่วนต้นกล้าที่ได้รับไนโตรเจน 15 มก. ร่วมกับฟอสฟอรัส 5 มก. มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด และต้นกล้าที่ได้รับฟอสฟอรัส 15 มก. มีปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด ในขณะที่การให้ไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับมีปริมาณฟอสฟอรัสไม่ต่างกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ต้นกล้ายูคาลิปตัสในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย มาลา, 2546, ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and Malajezuk, N., 1996, Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture, ACIAR Monograph, Wembly.

Burgess, T., Malajezuk, N. and Grove, N., 1993, The Ability of 16 Ectomycorrhizal Fungi to Increase Growth and Phosphorus uptake by *Eucalyptus globules*, Plant Soil, 153: 155-164.

Mala, T., Phuengsaeng, W., Phumpetch, J. and Jiumjirachart, M., 1998, The Effectiveness Evaluation of VAM Fungi on Enhancement of Plant Growth and Phosphate Uptake of Maize and Soybean, Final Report Submitted to Kasetsart University Research and Development Institute, Bangkok.

Ruzin, S.E., 1999, Plant Microtechnique and Microscopy, Oxford University Press, New York.

Wilcox, H.E., 1991, Mycorrhizae, pp. 731-765. *In* W. Yoav, ed. Plant Root: the Hidden Half. Marcel Dekker, New York.

ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว

Effect of the Incorporation of Durian Husk Dietary Fiber on Quality of White Bread

โศรดา วัลภา[1] กุลรภัส วชิรศิริ[1] ดำรงชัย สิทธิสำอางค์[1] และ ฐิติชญา สุวรรณทัพ[1]

Wanlapa, S.[1], Wachirasiri, K.[1], Sithisam-ang, D.[1] and Suwannathup, T.[1]

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of successively substituting wheat flour with dietary fiber (DF) from durian husk at 5%, 10%, 15% and 20% on physiochemical and sensory properties of white bread. Increasing the substitution level of wheat flour with DF from durian husk resulted in lower loaf volume and darker, softer, sticky and less springiness crumb. At 5% substitution, loaf volume and bread crumb texture did not significantly differ between the control (100% wheat) and the substituted samples. Although durian husk DF at 10% substitution level significantly changed loaf volume, bread crumb color and texture ($p \leq 0.05$), no significant difference was observed in loaf volume, bread crumb texture and sensory acceptance with respect to the normal white bread and 5% substitution bread ($p > 0.05$). Therefore, the incorporation level of DF from durian husk at $\leq$ 10% could be done without adverse effect on white bread acceptability.

Keywords: bread, dietary fiber, durian husk, wheat substitution

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนด้วยการทดแทนส่วนของแป้งสาลีจำนวน 4 ระดับ คือร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ต่อสมบัติด้านเคมีกายภาพ และคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมปังขาว การเพิ่มปริมาณใยอาหารจากเปลือกทุเรียนโดยการทดแทนส่วนของแป้งในขนมปังในระดับที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มจะที่ทำให้ปริมาตรของขนมปังลดลง มีสีคล้ำมากขึ้น มีเนื้อสัมผัสนิ่มลง เหนียวเหนอะเพิ่มขึ้น และยืดหยุ่นตัวลดลง การเสริมใยอาหารจากในระดับร้อยละ 5 พบว่า ไม่ทำให้ปริมาตรและเนื้อสัมผัสของขนมปังเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังที่ไม่ได้มีการเสริมใยอาหาร แม้ว่าการเสริมใยอาหารในระดับร้อยละ 10 จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสี ปริมาตร และเนื้อสัมผัสของขนมปังอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่แตกต่างกับขนมปังที่ไม่ได้มีการเสริมใยอาหารและขนมปังที่เสริมใยอาหารในระดับร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญ การเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในขนมปังจึงสามารถทำได้ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 10 โดยทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

คำสำคัญ: การทดแทนแป้งสาลี ขนมปัง เปลือกทุเรียน ใยอาหาร

คำนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus* Murr.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีการผลิตในประเทศไทยมากเป็นอันดับ 2 รองจากสับปะรด โดยในปี 2550 และ 2551 พบว่า มีปริมาณผลผลิต 753,000 และ 637,800 ตันตามลำดับ ผลิตผลที่มีการผลิตส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคภายในประเทศทั้งในรูปแบบของการบริโภคสดและการแปรรูปถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณที่เหลือเป็นการส่งออกทั้งในรูปของผลสดและแช่เยือกแข็ง (สำนักงานส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร, 2551) การผลิตและแปรรูปทุเรียนในที่มากทำให้มีเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งในปริมาณมาก เป็นภาระที่ทั้งโรงงานแปรรูปและหน่วยงานของรัฐต้องแบกรับในการดำเนินการกำจัด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการนำเปลือกทุเรียนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มต่างๆ หลายชนิด เช่น ภาชนะบรรจุ เยื่อกระดาษ ฉนวนกันความร้อน เชื้อเพลิง สารสกัดฆ่าเชื้อผสมในน้ำยาบ้วนปากและยาสีฟัน จากการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเปลือกทุเรียนหมอนทอง พบว่า ประกอบด้วยใยอาหารในปริมาณถึงร้อยละ 79 ในขณะที่มีส่วนประกอบของไขมัน โปรตีน สตาร์ช และเถ้าในปริมาณเพียงร้อยละ 0.82, 5.48, 2.55 และ 3.58 ตามลำดับ เปลือกทุเรียนหมอนทองจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นแหล่งของใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่บริโภคใน

[1]ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต. คลองห้า อ.คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120

[1]Food Technology Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 35 Moo 3, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120, Thailand

ปัจจุบันมีปริมาณใยอาหารที่สูงขึ้น นอกจากนี้ก่อนการดำเนินการวิจัยยังได้ทำการตรวจสอบความเป็นพิษของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน ด้วยวิธี acute oral toxicological test ในสัตว์ทดลอง พบว่า ตัวอย่างหนูที่ได้รับใยอาหารจากเปลือกทุเรียนไม่มีความผิดปกติ และไม่เกิดการตายระหว่างการทดสอบ 14 วัน จากการผ่าซากชันสูตรโรคในสัตว์ที่ตาย (necropsy) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายหนูเนื่องจากการเกิดความผิดปกติหรือเป็นโรคแต่อย่างใด ผลการทดลองนี้จึงสามารถยืนยันได้ว่าใยอาหารจากเปลือกทุเรียนมีระดับ acute oral minimum fatal dose สูงกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักหนู ซึ่งบ่งชี้ว่ามีความปลอดภัยในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ในงานวิจัยนี้ได้นำใยอาหารจากเปลือกทุเรียนมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาว หรือขนมปังแซนวิช โดยศึกษาผลของการใช้ใยอาหารทดแทนส่วนของแป้งสาลีต่อคุณสมบัติของขนมปังที่ได้ เพื่อหาระดับการแทนที่ของแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมใยอาหารจากเปลือกทุเรียน

นำเปลือกทุเรียนหมอนทองที่ได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัท ซันไชน์ อินเตอร์เนชันแนล จำกัด มาผลิตเป็นใยอาหารจากเปลือกทุเรียน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหาร ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ตามวิธี AACC 2000 ปริมาณใยอาหารทั้งหมดปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ตามวิธีของ Prosky และคณะ (1988)

การศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาว

นำใยอาหารจากเปลือกทุเรียนทดแทนส่วนของแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ผสมส่วนผสมทั้งหมดประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำ น้ำตาล เนยขาว และยีสต์ ด้วยเครื่องผสมในปริมาณร้อยละ 54.79, 35.62, 2.74, 5.48 และ 0.82 ตามลำดับ พักโดเป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำมาตัดแบ่งและใส่ลงในพิมพ์ ตรวจสอบอัตราการขยายปริมาตร โดยแบ่งก้อนโดน้ำหนัก 180 กรัม ใส่ในกระบอกตวงขนาด 100 มล. ตรวจสอบการขยายปริมาตรในระยะเวลาการพักโด 30 นาที ส่วนที่เหลือนำมาหมักจนโดมีปริมาตร ¾ ของพิมพ์ ก่อนอบที่อุณหภูมิ 200°C เป็นเวลา 40 นาที ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของขนมปังขาว ได้แก่ ปริมาตรของผลิตภัณฑ์โดยการแทนที่ด้วยงาขาว เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA.XTPlus, USA) โดยการตัดก้อนขนมปังให้เป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาด 30 มิลลิเมตร.× 30 มิลลิเมตร × 30 มิลลิเมตร กดด้วยหัวกดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) 2 ครั้ง ด้วยความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อนาที จำนวน 2 ครั้ง ระยะพัก 10 วินาที รายงานค่าเป็นค่าความแข็ง (hardness), ความเหนียวเหนอะ (adhesiveness) และการคืนตัว (springiness) ค่าสีของส่วนเนื้อขนมปังที่ผ่านการตัดขวางด้วยเครื่อง color meter (Chroma, CR200, Japan) ค่าความชื้นโดยการอบที่อุณหภูมิ 105°C จนมีน้ำหนักคงที่ คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยการประเมินทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale 9 point ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน และองค์ประกอบทางเคมีตามวิธีของ AOAC (1999) ข้อมูลจากการทดลองนี้ได้จากการทำซ้ำ 3 ครั้ง วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย analysis of variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ Duncan' s multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ใยอาหารจากเปลือกทุเรียนมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวนวล ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เถ้าและสตาร์ชในปริมาณ ร้อยละ 5.48, 0.82, 3.58 และ 2.55 ตามลำดับ มีปริมาณร้อยละ TDF, SDF และ IDF เท่ากับ 79.18, 13.05 และ 65.13 (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลของการทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่ออัตราการขยายปริมาตร (Table 1) พบว่า การเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในระดับตั้งแต่ร้อยละ 5 ถึง 15 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายปริมาตรอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็นร้อยละ 20 พบว่า มีผลทำให้อัตราการขยายปริมาตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การแทนที่แป้งขนมปังด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในระดับร้อยละ 5 พบว่า ไม่มีผลต่อปริมาตรของขนมปังที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังสูตรปกติ แต่เมื่อเพิ่มระดับการแทนที่ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป พบว่ามีผลทำให้ปริมาตรของขนมปังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะที่ระดับร้อยละ 20 ทำให้ขนมปังมีปริมาตรน้อยที่สุด เนื่องจากการแทนที่แป้งสาลีด้วยใยอาหารมีผลทำให้ความเข้มข้นของกลูเตนที่ทำหน้าที่สร้างโครงตาข่าย (gluten protein matrix) เพื่อเก็บกักแก๊สลดลง (Angioloni และ Collar, 2008) และอาจเกิดอันตรกิริยา (interaction) ระหว่างใยอาหารและกลูเตน (Wang และคณะ, 2002) สำหรับค่าสี พบว่า การเติมใยอาหารจากเปลือก

ทุเรียนมีผลทำให้ค่า ΔL* ของเนื้อในขนมปังลดลง ในขณะที่มีค่า b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้มีการเติมใยอาหาร บ่งชี้ว่าขนมปังที่มีการเติมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนมีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น

Table 1 Influence of durian husk dietary fiber on the physical characteristics of white bread.

% Substitution	Volume expansion rate of dough (cm^3/min)	Bread volume (cm^3)	Color	
			ΔL*	b*
0	3.15±0.21[a]	358±2[a]	72.86±1.72[a]	10.66±0.28[a]
5	3.11±0.42[a]	360±3[a]	64.97±0.41[b]	14.71±0.46[b]
10	3.18±0.10[a]	300±1[b]	63.35±0.87[b]	18.14±0.21[c]
15	3.11±0.15[a]	300±4[b]	60.82±0.70[c]	21.21±0.27[d]
20	2.57±0.10[b]	250±3[c]	51.52±1.79[d]	20.80±1.29[d]

All data are the mean of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p\leq0.05$)

การทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารมีแนวโน้มทำให้ปริมาณโปรตีนและไขมันในขนมปังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ($p\leq0.05$) ที่ระดับการทดแทนตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปและร้อยละ 20 ตามลำดับ (Table 2) ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเถ้าในขนมปังที่ชัดเจน โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.38-1.69 ปริมาณใยอาหารในขนมปังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มระดับของการทดแทนแป้งสาลี สำหรับค่าเนื้อสัมผัสของขนมปัง พบว่า การเติมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไปมีผลทำให้เนื้อขนมปังมีค่าความแข็งลดลง ($p\leq0.05$) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเติมใยอาหารจาก carob และถั่วในขนมปังดังรายงานไว้โดย Wang และคณะ (2002) ในขณะที่การเติมในระดับร้อยละ 5 ไม่มีผลต่อค่าความแข็งของขนมปังเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติมใยอาหาร (Table 2) อย่างไรก็ตามการเติมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนพบว่าไม่มีผลต่อค่าความเหนียวเหนอะและค่าความยืดหยุ่น ยกเว้นการทดแทนในระดับร้อยละ 20 ซึ่งพบว่า ทำให้ค่าความเหนียวเหนอะเพิ่มขึ้นและค่าความยืดหยุ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

Table 2 Influence of durian husk dietary fiber on chemical composition and texture of white bread.

% Substitution	Chemical composition (% dry matter)				Texture		
	Protein	Fat	Ash	TDF	Hardness (N)	Adhesiveness (N*sec)	Springiness
0	14.36±0.04[a]	8.93±0.14[a]	1.41±0.03[a]	4.84±0.74[a]	45.71±3.67[a]	0.01±0.00[a]	0.80±0.04[a]
5	13.19±0.02[b]	9.29±0.26[a]	1.48±0.19[ab]	6.70±0.44[b]	37.83±6.53[a]	0.02±0.00[a]	0.81±0.00[a]
10	13.22±0.05[b]	9.28±0.04[a]	1.68±0.03[bc]	7.65±1.58[c]	31.77±5.72[b]	0.03±0.00[a]	0.81±0.00[a]
15	12.54±0.04[c]	8.97±0.26[a]	1.69±0.73[c]	16.78±0.77[d]	30.85±1.85[bc]	0.05±0.00[a]	0.75±0.04[a]
20	12.07±0.03[d]	8.38±0.10[b]	1.38±0.20[abc]	19.28±0.24[e]	23.75±4.88[c]	0.37±0.07[b]	0.62±0.08[b]

All data are the mean of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p\leq0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังขาว พบว่า ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ และสีในทุกระดับของการทดแทนอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แม้ว่าขนมปังที่ทดแทนด้วยใยอาหารจะมีสีน้ำตาลมากขึ้นก็ตาม (Table 3) การเสริมใยอาหารส่งผลต่อความชอบในด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของขนมปังเมื่อทดแทนในระดับตั้งแต่ร้อยละ 15 ขึ้นไป ($p\leq0.05$) สำหรับความชอบรวมพบว่า ระดับการแทนที่ของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ไม่ทำให้ค่าคะแนนการยอมรับโดยรวมแตกต่างจากขนมปังที่ไม่ได้มีการเสริมใยอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมปังขาว จึงสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในปริมาณไม่เกินร้อยละ 10 โดยยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

Table 3 Influence of durian husk dietary fiber on sensory acceptability of white bread.

% Substitution	Appearance	Color	Flavor	Texture	Overall acceptability
0	6.87±0.74[a]	7.13±0.74[a]	7.00±0.65[a]	6.20±0.56[ab]	6.80±1.01[a]
5	6.93±0.88[a]	7.07±0.96[a]	6.73±0.70[a]	6.64±0.81[a]	6.80±0.77[a]
10	6.86±0.66[a]	6.92±0.67[a]	6.68±1.10[a]	6.55±0.82[a]	6.54±0.78[a]
15	7.09±0.83[a]	6.91±0.94[a]	5.31±1.97[b]	6.00±1.68[b]	5.69±1.32[b]
20	6.79±0.70[a]	6.69±0.85[a]	5.43±1.70[b]	5.29±1.59[b]	5.57±1.50[bc]

All data are the mean of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p \leq 0.05$)

สรุปผล

การทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่ระดับร้อยละ 5-15 ไม่ส่งผลกระทบต่อต่ออัตราการขยายปริมาตร ค่าความเหนียวเหนอะและค่าความยืดหยุ่น แต่ทำให้ขนมปังมีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น และมีค่าความแข็งลดลงเมื่อทดแทนในระดับร้อยละ 10 ขึ้นไป การทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียน พบว่าไม่มีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏและสี แต่มีผลต่อความชอบด้านกลิ่นรสเมื่อแทนที่ในระดับตั้งแต่ร้อยละ 15 ขึ้นไป การทดแทนในระดับร้อยละ 5 และ 10 ได้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมใยอาหาร ดังนั้นการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกทุเรียนจึงสามารถทำได้ในระดับไม่เกินร้อยละ 10 โดยทำให้ขนมปังมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น โปรตีนและไขมันลดลงในขณะที่ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคไม่แตกต่างจากขนมปังที่ไม่ได้เติมใยอาหาร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัท บริษัท ซันไชน์ อินเตอร์เนชันแนล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เปลือกทุเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร, 2551, ทุเรียน [สืบค้น], http://agri.dit.go.th/web_dit_sec3/admin/uploadfiles/upload_files/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%8451.pdf [1/ May/ 10].

AACC, 2000, Approved methods (10th ed), American Association of Cereal Chemists, St Paul, Minnesota, USA.

Angioloni, A., and Collar, C., 2008, Functional Response of Diluted Dough Matrixes in High-Fibre Systems: A Viscometric and Rheological Approach, Food Research International, 41: 803-812.

AOAC, 1999, Officieal methods of analysis (16 th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Prosky, L., Asp, N.G., Schweitzer, T.F., DeVries, W.J. and Furda, I., 1988, Determination of Insoluble, Soluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products: Interlaboratory, Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 71: 1017-1024.

Wang, J., Rosell, C.M. and Camen B.B., 2002, Effect of the Addition of Different Fibres on Wheat Dough Performance and Bread Quality, 79(2): 221-226.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 209-212 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 209-212 (2553)

ผลของอุณหภูมิและภาวะแล้งต่อการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนาง

Effects of Temperature and Drought on Dormancy Break of *Geodorum*

ลมรัก จิรวัฒน์จรรยา[1] **ฉันทลักษณ์ ติยายน**[1,2] **และ ศิวาพร ธรรมดี**[1,2]

Jirawutjunya, L.[1], Tiyayon, C.[1,2] and Thumdee, S.[1,2]

Abstract

Geodorum, a terrestrial orchid, naturally begins dormancy in October and resumes growth in late March to early April. The Effects of temperature and drought in dormancy break of *Geodorum* was studied to control dormancy of this orchid. The experiment was conducted at Chiang Mai University from October 2009 to April 2010. The experiment was designed as factorials (3×2) in completely randomized design. Main factors were temperature (10 °C night temperature, 15 °C night temperature, or ambient temperature of October to December) and drought (irrigation or without irrigation). The orchid corms were under the treatments for three months, then moved to high temperature and watered to stimulate growth. The results showed that both temperature (factor) and drought (factor) affected dormancy break. There was an interaction between these two factors on dormancy break. Corms under ambient temperature without irrigation, 15 °C night temperature without irrigation, and 15 °C night temperature with irrigation resumed growth within 25, 27 and 27 days (Jan. 31 – Feb. 2) after received the growth stimulating condition, respectively. The dormancy breaks started approximately 2 months earlier than the dormancy break of corm under natural condition.

Keywords: dormancy break, temperature, drought

บทคัดย่อ

ว่านจูงนางเป็นกล้วยไม้ดินที่มีการพักตัวตั้งแต่เดือนตุลาคมและพ้นระยะพักตัวแทงหน่อพ้นดินในปลายเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนในสภาพธรรมชาติ การศึกษาผลของอุณหภูมิและภาวะแล้งต่อการพ้นระยะพักตัวของว่านจูงนางเพื่อหาแนวทางในการควบคุมการพักตัวนี้ดำเนินการที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเมษายน พ.ศ. 2553 วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วม (3×2) สุ่มสมบูรณ์ มีปัจจัยหลัก คือ อุณหภูมิ (อุณหภูมิกลางคืน 10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิปกติช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม) และภาวะแล้ง (ให้น้ำหรืองดน้ำ) ให้ปัจจัยร่วมดังกล่าวแก่หัวว่านจูงนางเป็นเวลาสามเดือน จากนั้นให้อุณหภูมิสูงควบคู่กับให้น้ำเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิและภาวะแล้งมีผลต่อระยะเวลาในการพ้นการพักตัว และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยนี้ต่อระยะเวลาในการพ้นการพักตัว โดยทรีทเม้นท์ที่ได้รับอุณหภูมิปกติควบคู่กับการงดน้ำ ทรีทเม้นท์ที่ได้รับอุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียสควบคู่กับการงดน้ำ และทรีทเม้นท์ที่ได้รับอุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียสควบคู่กับการให้น้ำ ทำให้หัวว่านจูงนางพ้นระยะพักตัวหลังจากให้สภาพที่กระตุ้นการเจริญเติบโตได้เร็วที่สุด คือ 25, 27 และ 27 วัน (31 มกราคม ถึง 2 กุมภาพันธ์) ตามลำดับ ซึ่งเร็วกว่าเวลาพ้นการพักตัวของว่านจูงนางในธรรมชาติประมาณสองเดือน

คำสำคัญ: การพ้นการพักตัว อุณหภูมิ ภาวะแล้ง

---

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

[1]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 50200, Thailand

[2]ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220

[2]Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Doi Saket, Chiang Mai. 50220, Thailand

คำนำ

ว่านจูงนาง (*Geodorum* spp.) เป็นกล้วยไม้ดิน พบในป่าผลัดใบทั่วทุกภาค (สลิล, 2549) ว่านจูงนางมีใบที่สวยงามและมีขนาดของต้นที่กระทัดรัด ก้านช่อดอกตั้งตรงมีใบประดับคลุมเป็นระยะ ส่วนปลายช่อโค้งงอลง ผนวกกับดอกมีขนาดเล็กออกดอกเป็นกลุ่มที่ปลายช่อดูน่ารัก ทำให้เป็นที่ชื่นชอบของผู้พบเห็นและมีแนวโน้มที่จะผลิตเป็นกล้วยไม้กระถางการค้าได้ หากแต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องหัวมีการพักตัวนาน 4-5 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคมหรือพฤศจิกายนและพ้นระยะพักตัวในเดือนมีนาคม (ศลิษา, 2549) ทำให้ไม่สามารถผลิตต้นได้ตลอดทั้งปี การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและภาวะแล้งต่อการพ้นระยะพักตัว เพื่อให้สามารถผลิตว่านจูงนางนอกฤดูกาลได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อไปในด้านของการผลิตเป็นไม้กระถางเพื่อการค้าและการปรับปรุงพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

นำว่านจูงนางที่มี 4-5 หัวต่อกอ ที่กำลังพักตัวมาปลูกในทราย วางแผนการทดลองแบบ Factorial (3×2) in CRD มี 2 ปัจจัย คือ 1) อุณหภูมิ 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 อุณหภูมิกลางคืน 10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางวัน 25 องศาเซลเซียส ช่วงความยาววัน 12 ชั่วโมง แบบที่ 2 อุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางวัน 25 องศาเซลเซียส ช่วงความยาววัน 12 ชั่วโมง และ แบบที่ 3 อุณหภูมิปกติช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม (อุณหภูมิสูงสุด 35.5 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 13.2 องศาเซลเซียส) ร่วมกับปัจจัยที่ 2) คือภาวะแล้ง 2 ระดับ ได้แก่ ให้น้ำหรืองดน้ำ รวม 6 ทรีทเม้นท์ ทรีทเม้นท์ละ 8 ซ้ำ ให้ปัจจัยร่วมดังกล่าวแก่หัวว่านจูงนางเป็นเวลาสามเดือน หลังจากนั้นย้ายต้นไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม (Contherm phytotron climate simulator) ที่อุณหภูมิสูงควบคู่กับให้น้ำเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต บันทึกวันแทงหน่อของว่านจูงนางจนครบ 5 กอ จากทั้งหมด 8 กอของแต่ละทรีทเม้นท์ทดลอง แล้วย้ายออกปลูกในโรงเรือน บันทึกความสูงของต้นทุกวันเมื่ออยู่ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย least significant difference test (LSD) และ T- test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง

เมื่อหัวว่านจูงนางได้รับสภาพอุณหภูมิและความชื้นที่ต่างกันเป็นระยะเวลาสามเดือน แล้วย้ายหัวพันธุ์มาไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม โดยให้อุณหภูมิสูงเสมือนปลายเดือนมีนาคมควบคู่กับให้น้ำเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต พบว่าอุณหภูมิที่หัวว่านจูงนางเคยได้รับมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการแทงหน่อของหัวพันธุ์ โดยหัวที่เคยได้รับอุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียส แทงหน่อเร็วกว่าหัวพันธุ์ที่เคยได้รับอุณหภูมิกลางคืน 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิปกติของเดือนตุลาคมถึงธันวาคม (อุณหภูมิกลางคืนต่ำสุด 13.2 องศาเซลเซียส) ส่วนปัจจัยภาวะแล้ง (ให้น้ำหรืองดน้ำ) ที่หัวพันธุ์ได้รับก่อนการกระตุ้นการเจริญเติบโตมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการแทงหน่อของหัวว่านจูงนาง โดยหัวพันธุ์ที่เคยผ่านการงดน้ำเป็นเวลาสามเดือนแทงหน่อได้เร็วกว่าหัวพันธุ์ที่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ ภายหลังจากที่ได้รับการกระตุ้นการเจริญเติบโต (Table 1)

ปัจจัยอุณหภูมิและภาวะแล้งมีอิทธิพลร่วมต่อจำนวนวันที่ใช้ในการแทงหน่อของหัวว่านจูงนางภายหลังที่ได้รับการกระตุ้นให้เจริญเติบโต หัวว่านจูงนางในทรีทเม้นท์ที่ได้รับอุณหภูมิปกติช่วงฤดูหนาวควบคู่กับการงดน้ำเป็นเวลาสามเดือน แล้วให้อุณหภูมิสูงควบคู่กับการให้น้ำสม่ำเสมอแทงหน่อพ้นวัสดุปลูกเร็วที่สุด แต่เมื่อหัวพันธุ์ได้รับอุณหภูมิปกติช่วงฤดูหนาวควบคู่กับการให้น้ำเป็นเวลาสามเดือนกลับทำให้หัวพันธุ์ใช้เวลานานที่สุดในการแทงหน่อพ้นวัสดุปลูก (Table 1)

หลังจากที่ให้อุณหภูมิสูงควบคู่กับความชื้นสม่ำเสมอแก่หัวพันธุ์เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตพบว่าว่านจูงนางในทรีทเม้นท์ที่เคยได้รับอุณหภูมิปกติช่วงฤดูหนาวควบคู่กับการงดน้ำ อุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียสควบคู่กับการให้น้ำ และอุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียสควบคู่กับการงดน้ำ สามารถแทงหน่อพ้นวัสดุปลูกได้เร็วกว่าทรีทเม้นท์อื่น (Table 1, Figure 1) จึงมีความสูงของต้นมากกว่าทรีทเม้นท์ที่ได้รับอุณหภูมิปกติช่วงฤดูหนาวควบคู่กับการให้น้ำที่แทงหน่อช้ากว่าทรีทเม้นท์อื่นอย่างชัดเจน หลังจากหัวว่านจูงนางแทงหน่อพ้นวัสดุปลูกแล้วความสูงของต้นเพิ่มขึ้นอย่างค่อนข้างคงที่ในทุกทรีทเม้นท์ในช่วง 3 สัปดาห์แรก (Figure 1)

วิจารณ์ผล

อุณหภูมิที่หัวว่านจูงนางได้รับขณะพักตัวมีผลต่อการแทงหน่อของหัวพันธุ์ โดยหัวที่เคยได้รับอุณหภูมิกลางคืน 15 องศาเซลเซียสแทงหน่อได้เร็วกว่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับรายงานของ Paz (2003) ที่พบว่าหัวปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนการกระตุ้นการเจริญเติบโตพ้นการพักตัวก่อนหัวในกรรมวิธีที่ได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า Masuda และ Asahira (2003) พบว่าหัวคอร์มของต้นฟรีเซียที่พักตัว เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงมีปริมาณฮอร์โมนไซโทไคนิน

เพิ่มสูงขึ้นบริเวณตาและมีปริมาณของสารยับยั้งการเจริญเติบโตภายในหัวลดลงทำให้พ้นการพักตัว การที่หัวว่านจูงนางพ้นระยะพักตัวได้เร็วเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงอาจเป็นเพราะอุณหภูมิสูงไปกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนไซโทไคนินหรือลดปริมาณสารยับยั้งการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับหัวคอร์มของฟรีเซีย

ส่วนปัจจัยภาวะแล้ง (ให้น้ำหรืองดน้ำ) ที่หัวพันธุ์ได้รับก่อนการกระตุ้นการเจริญเติบโตมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการแทงหน่อของหัวว่านจูงนาง โดยหัวพันธุ์ที่เคยผ่านการงดน้ำเป็นเวลาสามเดือนแทงหน่อได้เร็วกว่าหัวพันธุ์ที่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ ในการทดลองนี้พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศใกล้ผิวดินช่วงกลางวันกลางแจ้งของฤดูหนาวประมาณ 40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของวัสดุปลูกที่งดน้ำใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ แต่อุณหภูมิของวัสดุปลูกในทรีทเม้นท์ที่ให้น้ำต่ำกว่าวัสดุปลูกที่งดน้ำประมาณ 5 องศาเซลเซียส ส่วนเวลากลางคืนอุณหภูมิอากาศ 15 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของวัสดุปลูกที่ได้รับน้ำต่ำกว่าวัสดุปลูกที่งดน้ำประมาณ 2 องศาเซลเซียส ส่งผลให้หัวในทรีทเม้นท์ที่งดน้ำได้รับอุณหภูมิสูงกว่ากรรมวิธีที่ให้น้ำอย่างต่อเนื่อง ในธรรมชาติว่านจูงนางเริ่มพ้นการพักตัวในช่วงปลายเดือนมีนาคม (วาริษา และคณะ, ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) การให้สภาพอุณหภูมิสูงและภาวะแล้งแก่หัวว่านจูงนางตั้งแต่เดือนตุลาคมเป็นเวลา 3 เดือนแล้วกระตุ้นการเจริญเติบโต สามารถทำให้หัวว่านจูงนางพ้นการพักตัวก่อนว่านจูงนางในธรรมชาติประมาณ 2 เดือน ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาวิธีการผลิตว่านจูงนางนอกฤดู

สรุปผล

อุณหภูมิสูงส่งผลให้ว่านจูงนางพ้นระยะการพักตัวได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ การงดให้น้ำหัวว่านจูงนางในวัสดุปลูกก่อนการกระตุ้นการเจริญเติบโตทำให้อุณหภูมิของวัสดุปลูกสูงกว่าอุณหภูมิของวัสดุปลูกที่ได้รับน้ำจึงส่งผลให้ว่านจูงนางพ้นระยะพักตัวได้เร็วขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์หัวว่านจูงนางที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ศลิษา รุจิวณิชย์กุล, 2549, การศึกษาลักษณะกล้วยไม้ว่านจูงนางที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 119 หน้า.

สลิล สัทธิสัจจธรรม, 2549, กล้วยไม้ป่าเมืองไทย, สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ, 495 หน้า.

Masuda, M. and Asahira, T., 2003, Changes in Endogenous Cytokinin-Like Substances and Growth Inhibitors in Freesia Corms during High-Temperature Treatment for Breaking Dormancy, Scientia Horticulturae, 8(4): 371-382.

Paz, M.P., 2003, Rhizome Manipulation Affects Growth and Development of Ornamental Gingers, Master Thesis, Louisiana State University, LA, 100 p.

Table 1 Effect of temperature and drought on number of days to emergence of *Geodorum* corm after grown at high temperature with irrigation since January 6th, 2010.

Temperature (°C)	Days to emergence [1]		Average days to emergence of each temperature treatment [2]
	Moisture		
	irrigation	without irrigation	
10	34 c	31 bc	32 B
15	27 ab	27 ab	27 A
ambient temperature	38 d	25 a	32 B
Average of each moisture treatment [3]	33 B	28 A	

[1] Means followed by different characters within the combined treatments were significantly different by LSD test at p= 0.05

[2] Means followed by different characters within the same column were significantly different by LSD test at p= 0.05

[3] Means followed by different characters within the same row were significantly different by T- test at p= 0.05

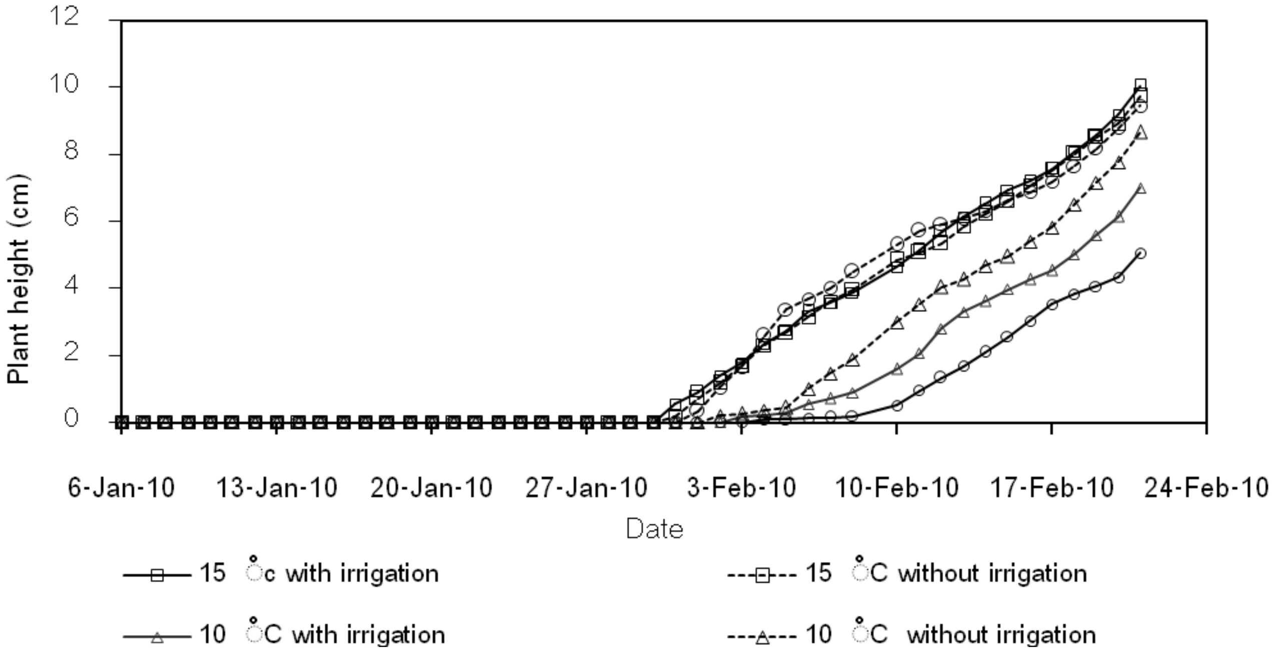


Figure 1 Effect of temperature and drought on plant height of *Geodorum* after grown at high temperature with irrigation since January 6th, 2010.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 213-216 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 213-216 (2553)

ผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน

Effects of Nutrient Concentration on Growth and Development and Yield of Japanese Cucumber in Substrate Culture

กฤษฎา หงษ์ทอง[1,2] **และ ศิวาพร ธรรมดี**[1]

Hongthong, K.[1,2] and Thumdee, S.[1]

Abstract

Soil in area of Huai Luek Royal Project Development Center, Chiang Mai Province has high pH levels. Thus, the center has changed the conventional Japanese cucumber production system to substrate culture system. However, nutrient solution formula and concentration recently used are derived from the protocol of other centers. As the weathers of different centers are different, the optimum nutrient concentration could be different. To find out the optimum nutrient concentration, the study of effects of nutrient concentration on growth and development and yield of Japanese cucumber in substrate culture was done at Huai Luek Royal Project Development Center during December 2009 to March 2010. The experiment was designed in RCBD with 4 treatments and 4 replications (26 plants per replication). The treatments were different nutrient concentrations, as EC (Electro-conductivity) values, including 1.0, 2.0, 2.5, and 3.0 mS/cm. The results showed that nutrient solution at EC 3.0 mS/cm caused the highest yield of total salable fruit and grade 1. The fruit weights were similar to those at EC 2.5 and 2.0 mS/cm but higher than those at EC 1.0 mS/cm. Leaf length of Japanese cucumber in EC 2.5 mS/cm was significantly higher than those of other treatments.

Keywords: Japanese cucumber, nutrient, concentration, EC (Electro-conductivity)

บทคัดย่อ

ดินในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ มีความเป็นด่างสูง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงจึงปรับเปลี่ยนระบบการปลูกแตงกวาญี่ปุ่นแบบดั้งเดิมที่ปลูกในดินมาเป็นการปลูกในวัสดุปลูกไร้ดิน แต่ปัจจุบันสูตรสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ยังยึดรูปแบบจากศูนย์อื่น เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่างๆ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมอาจแตกต่างกัน เพื่อหาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมจึงได้ศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดินในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก โดยดำเนินงานระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 วางแผนการทดลองแบบบล็อคสุ่มสมบูรณ์ Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ (26 ต้นต่อซ้ำ) โดยให้ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเทียบเป็นค่า Electro-conductivity (EC) เมื่อเข้าสู่ระยะติดผลเป็น 4 ระดับ คือ 1.0, 2.0, 2.5 หรือ 3.0 mS/cm พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่ EC เท่ากับ 3.0 mS/cm มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตแตงกวาที่ขายได้ และผลผลิตเกรด 1 ไม่แตกต่างจากที่ EC เท่ากับ 2.5 และ 2.0 mS/cm แต่มากกว่าที่ EC เท่ากับ 1.0 mS/cm ส่วนของการเจริญเติบโตนั้น ความยาวของใบของแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ EC เท่ากับ 2.5 mS/cm มีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: แตงกวาญี่ปุ่น ธาตุอาหาร ความเข้มข้น ค่าการนำไฟฟ้า

---

[1]**ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200**

[1]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

[2]**มูลนิธิโครงการหลวง 65 ม.1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200**

[2]The Royal Project Foundation, 65 M. 1, T. Suthep, Muang Distrect, Chiang Mai, 50200

คำนำ

แตงกวาญี่ปุ่นเป็นพืชที่ได้รับการส่งเสริมในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก แต่ดินในพื้นที่ของศูนย์ฯ มีความเป็นด่างสูง (นครินทร์ทิพย์, 2550) ศูนย์ฯ จึงปรับเปลี่ยนระบบการปลูกจากเดิมที่ปลูกในดินมาเป็นการปลูกในวัสดุปลูกไร้ดิน (substrate culture) ปัจจุบันสูตรสารละลายธาตุอาหารและความเข้มข้นที่ใช้ยังยึดรูปแบบจากศูนย์อื่น เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่างๆ แตงกวาอาจมีการใช้น้ำแตกต่างกันทำให้ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมอาจแตกต่างกัน เพื่อหาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกจึงได้ศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาดำเนินงานในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อคสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ (26 ต้นต่อซ้ำ) โดยให้ความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารเทียบเป็นค่า EC (Electro-conductivity) เมื่อเข้าสู่ระยะติดผลเป็น 4 ระดับ คือ 1.0, 2.0, 2.5 หรือ 3.0 (ระดับที่ศูนย์ฯ ใช้ในปัจจุบัน) mS/cm วัดข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ขนาดความกว้างและความยาวของใบ ทุกสัปดาห์ บันทึกอาการผิดปกติของพืช และวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืชในระยะที่ให้ผลผลิตและจากต้นพืชที่มีอาการผิดปกติโดยใช้วิธี Kjeldahl method, Molybdenum method (Ohyama และคณะ, 1991) และวิธี AAS (Atomic absorption spectrophotometer) (Mizukoshi และคณะ, 1994) บันทึกข้อมูลผลผลิตทางด้านปริมาณและคุณภาพ ได้แก่ เกรด ความแน่นเนื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางผล ความหนาของเนื้อผล และเส้นผ่านศูนย์กลางไส้ผล

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณผลผลิตรวม ผลผลิตเกรด 1 และผลผลิต under grade ของต้นแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารระดับ EC เท่ากับ 2, 2.5 และ 3 mS/cm ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ต้นที่รับสารละลายธาตุอาหารที่ EC เท่ากับ 3 mS/cm มีปริมาณผลผลิตเกรด 2 มากกว่าคือ 373 กรัมต่อต้น ในขณะต้นที่ได้รับสารละลายที่ EC เท่ากับ 2 และ 2.5 mS/cm ให้ผลผลิตเกรด 2 เท่ากับ 220 และ 215 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 1) ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารไม่ได้มีผลต่อคุณภาพผลที่เก็บเกี่ยวได้ ความแน่นเนื้อของผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางไส้กลางผล และความหนาของเนื้อผล ไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธี (Table 2) การเติบโตของต้นแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC ต่างๆ ไม่แสดงความแตกต่างของความสูงของต้น จำนวนใบ ความกว้างของใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น แต่ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC เท่ากับ 2.5 mS/cm ทำให้ใบมีความยาวมากกว่าที่ระดับความเข้มข้นของอื่นๆ (Figure 1) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นในระดับที่ไม่สูงจนเกินไปสามารถทำให้ต้นแตงกวาเติบโตได้ดีกว่าสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นสูงและให้ติดต่อกันนาน จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบแตงกวาญี่ปุ่นในช่วงต้นของการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่าธาตุต่างๆ ในพืชยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อความต้องการของพืช (Table 3) แต่เมื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารจากใบของต้นที่มีอาการผิดปกติในช่วงกลางของการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าใบจากกรรมวิธีที่ได้รับ EC เท่ากับ 1 mS/cm มีธาตุ K อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของแตงกวา ในขณะที่ใบจากกรรมวิธีที่ได้รับ EC เท่ากับ 3 mS/cm มีธาตุ P และ K เกินกว่าระดับที่พืชต้องการ ใบที่มีอาการผิดปกติของทุกกรรมวิธีมีธาตุแคลเซียมในปริมาณมากเกินระดับที่แตงกวาต้องการ (Table 4) ซึ่งอาจเกิดจากบริเวณพื้นที่ของศูนย์ฯ เป็นภูเขาหินปูน น้ำที่ใช้ในการผสมสารละลายมีปริมาณแคลเซียมสูงรวมกับปริมาณแคลเซียมที่สูงในสูตรสารละลายธาตุอาหารที่ให้จึงทำให้มีระดับแคลเซียมเกินกว่าที่แตงกวาต้องการและแสดงอาการผิดปกติได้ สารละลายธาตุอาหารที่มีระดับค่า EC สูงเมื่อให้กับพืชไปได้ระยะหนึ่งอาจเกิดการสะสมของเกลือเนื่องจากพืชนำธาตุอาหารไปใช้ไม่สัมพันธ์กับการใช้น้ำและการระเหยของน้ำ การสะสมของเกลือทำให้ต้นพืชดูดสารละลายได้ไม่ดีเท่าที่ควรซึ่งทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติโดยเฉพาะส่วนของใบและการสะสมของเกลือยังส่งผลรวมไปถึงการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารในต้นพืชจึงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตได้ (Grattan และ Grieve, 1998) ซึ่งในการทดลองพบว่าการให้ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC เท่ากับ 3 mS/cm กับแตงกวาญี่ปุ่นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกในช่วงฤดูหนาวทำให้มีเกลือตกค้างในวัสดุปลูก โดยค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ไหลออกมาจากก้นถุงภายหลังการให้สารละลายที่ EC 3 mS/cm มีค่าเท่ากับ 5 mS/cm แสดงว่ามีการใช้ธาตุอาหารไม่สมดุลกับการใช้น้ำทำให้เกิดการสะสมของธาตุอาหารในถุงปลูกและค่า EC ระดับนี้มีผลต่อการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช (Adams

และ Ho, 1995) ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC เท่ากับ 2.5 mS/cm ไม่มีผลทำให้เกิดการสะสมของเกลือเช่นที่ EC 3 mS/cm และให้ผลผลิตรวมที่จำหน่ายได้ไม่แตกต่างกับที่ EC 3 mS/cm แม้ว่าผลผลิตเกรด 2 น้อยกว่า แต่สารละลายธาตุอาหารที่เข้มข้นน้อยกว่าส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่น้อยกว่า จึงอาจใช้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC เท่ากับ 2.5 mS/cm แทนระดับ EC เท่ากับ 3 mS/cm ที่โครงการหลวงใช้ในปัจจุบันได้

สรุปผล

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ EC เท่ากับ 2.5 mS/cm เหมาะสมกว่าที่ EC เท่ากับ 3 mS/cm ซึ่งปัจจุบันศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกใช้อยู่ เนื่องจากให้ผลผลิตในด้านคุณภาพและปริมาณไม่แตกต่างกัน แต่ไม่ส่งผลต่อการสะสมของเกลือในถุงปลูกทำให้มีการเติบโตของใบได้ดีกว่าและมีต้นทุนค่าสารละลายธาตุอาหารน้อยกว่า

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่สนับสนุนโครงการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกสำหรับการใช้พื้นที่และอุปกรณ์ของศูนย์เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

นครินทร์ทิพย์ พุทธสิทธิ์, 2550, การลดปริมาณการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแตงกวาญี่ปุ่น, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Adams, P. and Ho, L.C., 1995, Differential Effects of Salinity and Humidity on Growth and Ca Status of Tomato and Cucumber in Hydroponic Culture, Acta Horticulturae, 401: 357-364.

Donald, N. and Hochmuth, G.J., 1997, Knott's Handbook for Vegetable Growers, University of Florida, Florida, 582.

Grattan, S.R. and Grieve C.M., 1998, Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops, Scientia Horticulturae, 78: 127-157.

Mizukoshi, K., Nishiwaki, T., Ohtake, N., Minagawa, R., Kobayashi, S., Sasaki, O., yamazaki, T., Soyama, K., Tanemura, R., Mizuno, Y. and Ikarashi, T., 1991, Analytical Procedures of N, P, K Contents in Plant and Manure Materials Using H_2SO_4-H_2O_2 Kjeldahl Digestion Method, Faculty of Agriculture, Niigata University, 43: 111-120.

Mizukoshi, K., Nishiwaki, T., Ohtake, N., Minagawa, R., Kobayashi, K., Ikarashi, T. and Ohyama, T., 1994, Determination of Tungstate Concentration in Plant Materials by HNO_3-$HCLO_4$ Digestion and Colorimetric Method Using Thiocyanate, Faculty of Agriculture, Niigata University, 46: 51-56.

Ohyamm, T., Michiaki, I., Kobayashi, K., Araki, S., Yasuyoshi, S., Sasaki, O., Yamazaki, T., Soyama, K., Tanemura, R., Mizuno, Y. and Ikarashi., T., 1991, Analytical Procedures of N, P, K Contents in Plant and Manure Materials Using H_2SO_2-H_2O_2 Kjeldahl Digestion Method, Faculty of Agriculture, Niigata University, 43:111-120.

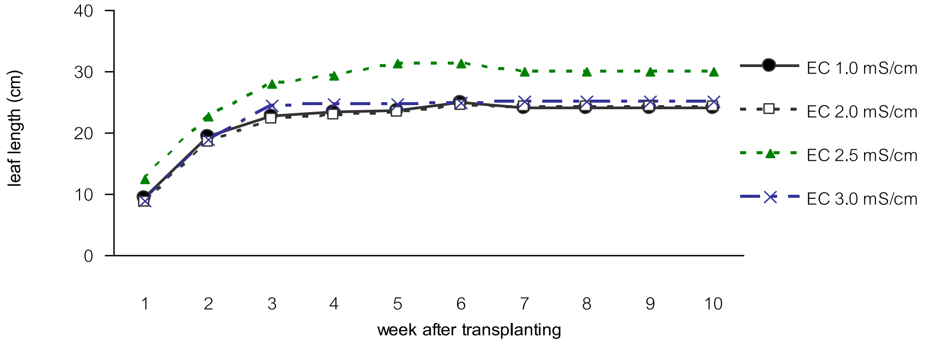


Figure 1 Effects of nutrient concentration on leaf length of Japanese cucumber grown in substrate culture (n=4).

Table 1 Effects of nutrient concentration on yield of Japanese cucumber grown in substrate culture (n=4).

Nutrient Concentration	Number of fruit (fruit/ 26 plants)[1/]				Fruit weight (gram/plant)[1]			
	Grade 1	Grade 2	Under grade	Total	Grade 1	Grade 2	Under grade	Total
EC 1.0 mS/cm	8 b	31 b	80 b	119 b	39 b	158 b	389 b	586 b
EC 2.0 mS/cm	16 ab	43 b	109 ab	168 ab	79 ab	220 b	562 ab	861 ab
EC 2.5 mS/cm	17 ab	41 b	160 ab	160 ab	82 ab	215 b	532 ab	829 ab
EC 3.0 mS/cm	24 a	70 a	244 a	244 a	125 a	373 a	778 a	1276 a

[1] Means followed by different characters within the same column were significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$

Table 2 Effects of nutrient concentration on fruit quality of Japanese cucumber grown in substrate culture (n=4).

Nutrient Concentration	Fruit Firmness[ns] (kg)	Fruit diameter[ns] (cm)	Diameter of seed cavity[ns] (cm)	Pericarp thickness[ns] (cm)
EC 1.0 mS/cm	0.85	3.635	2.026	0.805
EC 2.0 mS/cm	0.86	3.669	2.070	0.809
EC 2.5 mS/cm	0.85	3.536	1.903	1.068
EC 3.0 mS/cm	0.85	3.438	1.913	0.762

[ns] Means were not significantly different by ANOVA at $p \leq 0.05$

Table 3 Tissue analysis of the most recently mature leaf during harvesting of Japanese cucumber grown in substrate culture with different nutrient concentration (n=3).

Nutrient Concentration	Nutrient range (% of dry weight)				
	N	P	K	Ca	Mg
EC 1.0 mS/cm	3.80-4.25	0.44-0.48	2.16-2.36	3.33-4.28	0.66-0.92
EC 2.0 mS/cm	3.73-3.73	0.40-0.48	2.28-3.81	2.26-2.85	0.53-0.65
EC 2.5 mS/cm	4.70-4.78	0.52-0.70	3.29-3.79	2.83-3.39	0.49-0.67
EC 3.0 mS/cm	3.75-5.35	0.61-0.64	2.30-4.23	2.84-3.31	0.46-0.66
Adequate range[1]	2.5-5.0	0.25-0.60	1.6-3.0	1.3-3.5	0.30-0.60

[1/] Adequate ranges were reported by Donald และ Hochmuth (1997).

Table 4 Tissue analysis of the most recently leaf with disorder symptoms during harvesting of Japanese cucumber grown in substrate culture with different nutrient concentration (n=3).

Nutrient Concentration	Nutrient range (% of dry weight)				
	N	P	K	Ca	Mg
EC 1.0 mS/cm	2.47-3.26	0.24-0.34	0.94-1.00	8.33-9.06	1.80-1.87
EC 2.0 mS/cm	3.09-3.26	0.38-0.83	2.40-2.87	4.65-7.59	1.24-1.72
EC 2.5 mS/cm	2.85-3.49	0.52-0.66	2.28-2.63	5.39-8.62	1.47-1.86
EC 3.0 mS/cm	2.91-3.46	0.47-0.66	2.11-3.10	7.44-7.74	1.18-1.70
Adequate range[1]	2.5-5.0	0.25-0.60	1.6-3.0	1.3-3.5	0.30-0.60

[1]Adequate ranges were reported by Donald และ Hochmuth (1997).

ผลของเพกตินต่อสมบัติด้านเคมีกายภาพของแบตเตอร์และการลดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบน้ำมันท่วม

Effects of Pectin on Physicochemical Properties of Batter and Oil Reduction in Deep Fat Fried Chicken Product

ฤทธิชัย ใจประเสริฐ[1] สุวิมล ดีพร้อม[1] และ อรสา สุริยาพันธ์[1]

Jaiprasert, R.[1], Deeprom, S.[1] and Suriyaphan, O.[1]

Abstract

The main objective of this research was to determine the effects of pectin (grade 100) concentration on physicochemical properties of fried chicken batter and oil reduction in deep fat fried chicken products. Pre-mixed fried chicken flour (control) was composed of wheat flour (60%), rice flour (5%), corn starch (25%), baking powder (5%), sugar (3%) and salt (2%). Pectin was directionally added in pre-mixed fried chicken flour at five different concentrations (0%, 1%, 2%, 3% and 4% of total pre-mixed weight). Fried batter was composed of 1:1.3 solid to water ratio. Fried batter formulations containing higher pectin concentration demonstrated higher apparent viscosity ($p \leq 0.05$). Skinless chicken breasts (3 x 4 x 0.5 cm, 12 $\pm$ 2 g.) were dipped in batter, placed 1 minute on perforated tray and deep fried in palm oil per at 165 $\pm$ 2 °C for 4 minutes. Fried batter formulations containing higher pectin concentration demonstrated higher % pick up and % coating ($p \leq 0.05$). Furthermore, pectin increased lightness (L*) while lowered redness (a*) and yellowness (b*) of coating part of fried chicken samples ($p \leq 0.05$). The directional addition of 2-4% pectin in fried chicken batter resulted in 13-17% oil reduction in fried chicken sample.

Keywords: pectin, fried chicken batter, physicochemical property, oil reduction

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของเพกติน (เกรด 100) ต่อสมบัติด้านเคมีกายภาพของแบตเตอร์และการลดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบน้ำมันท่วม สูตรแป้งสำหรับชุบไก่ทอด (สูตรควบคุม) ประกอบด้วยแป้งสาลีร้อยละ 60 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 5 แป้งข้าวโพดร้อยละ 25 ผงฟูร้อยละ 5 น้ำตาลทรายร้อยละ 3 และเกลือร้อยละ 2 แปรปริมาณเพกตินที่ใช้ผสมในแป้งชุบไก่ทอดสูตรควบคุมเพื่อให้มีความเข้มข้นของเพกตินแตกต่างกัน 5 ระดับร้อยละ 0, 1, 2, 3, และ 4 โดยน้ำหนักทั้งหมด) เตรียมแบตเตอร์โดยการผสมแป้งชุบไก่ทอดแต่ละสูตรกับน้ำในอัตราส่วน 1:1.3 โดยน้ำหนัก แบตเตอร์ที่มีปริมาณของเพกตินผสมอยู่มากกว่ามีค่าความหนืดสูงกว่า ($p \leq 0.05$) นำชิ้นอกไก่ (3 x 4 x 0.5 ซม., 12 $\pm$ 2 กรัม) มาชุบในแบตเตอร์ พักชิ้นไก่ที่ชุบแล้ว 1 นาทีบนตะแกรงก่อนนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 165 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที แบตเตอร์ที่มีเพกตินผสมอยู่มีร้อยละการเคลือบติดและร้อยละการเกาะติดชิ้นอาหารสูงขึ้นตามลำดับตามความเข้มข้นของเพกตินที่ผสม ($p \leq 0.05$) การผสมเพกตินในแบตเตอร์ มีผลให้ค่าความสว่าง (L*) ของส่วนแป้งที่เคลือบบนชิ้นไก่ทอดมีค่าเพิ่มขึ้นแต่มีผลให้ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีค่าลดลง ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ การเติมเพกตินในแป้งชุบทอดร้อยละ 2-4 ลดการอมน้ำมันของชิ้นไก่ทอดได้ร้อยละ 13-17

คำสำคัญ: เพกติน แบตเตอร์สำหรับชุบไก่ทอด สมบัติด้านเคมีกายภาพ การลดการอมน้ำมัน

คำนำ

เพกตินเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ถูกจัดเป็นผลิตภัณฑ์สารอาหาร (functional food ingredient) กลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) ที่ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารสุขภาพให้ความสนใจมาก (Willats และคณะ, 2006) มีรายงานการวิจัยแสดงว่าเพกตินสามารถลดปริมาณโคเลสเตอรอลและปริมาณกลูโคสในเลือด รวมทั้งอาจช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University 169 LongHadd Bangsaen Road Saensook Chonburi 20131

(Olano-Martin และคณะ, 2003) เพกตินที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นชนิด high-methoxy pectin ซึ่งสามารถเกิดเจลในสภาวะเป็นกรด (pH<3.5)ร่วมกับมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เช่น น้ำตาล สูงกว่าร้อยละ 55 ดังนั้นจึงนิยมใช้เพกตินกลุ่มนี้ในการผลิตแยมผลไม้

ผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งทอดแช่เยือกแข็งจัดเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่า (value added products)ที่มีค่าการตลาดสูงของอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปจากสัตว์ทะเลและสัตว์ปีก ในปัจจุบันความต้องการบริโภคอาหารปลอดภัยที่มีปริมาณไขมันต่ำและปริมาณใยอาหารสูงของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายได้เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมต้องการพัฒนาสูตรแป้งชุบทอดที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์สารอาหารที่สามารถลดการดูดซับน้ำมันระหว่างการทอดได้โดยยังคงลักษณะที่พึงประสงค์ของอาหารชุบทอด (Fiszman และ Salvador, 2003) วิธีการลดการดูดซับน้ำมันในอาหารชุบแป้งทอดที่น่าสนใจ คือ การเคลือบผิวของชิ้นอาหารด้วยไฮโดรคอลลอยด์ เช่น เพกติน หรือเมทิลเซลลูโลสเพื่อปรับโครงสร้างของผิวอาหารให้ป้องกันการแพร่เข้าของน้ำมันระหว่างการทอดได้ (Singthong และ Thongkaew, 2009)

สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งทอดแช่เยือกแข็ง การแช่ชิ้นอาหารด้วยสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ก่อนการทอดอาจทำให้ชิ้นอาหารมีความชื้นมากเกินไปส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังการทอดได้และเป็นการเพิ่มเวลาและขั้นตอนในการผลิต ด้วยเหตุนี้ ในงานวิจัยนี้ได้เลือกผสมเพกตินลงในแป้งชุบทอดก่อนการเตรียมเป็นแบตเตอร์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) แปรระดับปริมาณเพกตินที่เติมในแป้งชุบทอดสูตรต้นแบบ 5 ระดับ เท่ากับร้อยละ 0, 1, 2, 3, และ 4 โดยน้ำหนักแป้งชุบทอด เพื่อศึกษาผลของเพกตินต่อสมบัติด้านเคมีกายภาพของแบตเตอร์และการลดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบน้ำมันท่วม

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการทดลอง

1. เตรียมแป้งชุบทอดสูตรควบคุมจำนวน 12 กิโลกรัม โดยผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ตราว่าวร้อยละ 60 กับ แป้งข้าวเจ้าตรานิวเกรดร้อยละ 5 แป้งข้าวโพดตราไมซีน่าร้อยละ 25 ผงฟูตราเบสฟู้ดร้อยละ 5 น้ำตาลทรายร้อยละ 3 และเกลือป่นตราปรุงทิพย์ร้อยละ 2 ร่อนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน 3 ครั้งด้วยตะแกรงร่อนแป้ง ก่อนแบ่งบรรจุแป้งชุบทอดในถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน ถุงละ 300 กรัม ปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บที่อุณหภูมิห้อง

2. เตรียมแป้งชุบทอดผสมเพกติน จำนวน 4 สูตร โดยผสมแป้งชุบทอด 300 กรัม(จากขั้นตอนที่ 1)กับเพกตินเกรด 100 ในปริมาณต่างๆ ดังนี้ 3, 6, 9 และ12 กรัม ตามลำดับ ร่อนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน 3 ครั้ง ด้วยตะแกรงร่อนแป้ง

3. เตรียมแบตเตอร์สำหรับชุบไก่ทอดเพื่อนำมาศึกษาในขั้นต่อไป โดยผสมแป้งชุบทอดสูตรต่างๆ กับน้ำ ในอัตราส่วนแป้งชุบทอดต่อน้ำ 1:1.3 โดยน้ำหนัก

4. ชุบชิ้นอกไก่ไม่มีหนัง (ขนาด 3 x 4 x 0.5 ซม., น้ำหนักชิ้น 12 ± 2 กรัม.) จำนวน 45 ชิ้น ในแบตเตอร์ที่เตรียมได้ พักชิ้นไก่ที่ชุบแล้ว 1 นาทีบนตะแกรง และนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมในน้ำมันปาล์ม (3 ลิตร) ด้วยเครื่องทอดควบคุมอุณหภูมิ (FR 1375, Fritel, Belgium) ครั้งละ 15 ชิ้น ที่อุณหภูมิ 165 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที

วิธีการตรวจวัดคุณภาพของแบตเตอร์และไก่ชุบทอด

1. วัดความหนืดปรากฏของแบตเตอร์ ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer, DV-III Engineering, USA.) ใช้หัววัดเบอร์ 3 ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง

2. วิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์การเคลือบติดของแบตเตอร์ (% pick up) โดยบันทึกน้ำหนักชิ้นอกไก่ (ขนาด 3 x 4 x 0.5 ,น้ำหนักชิ้น 12 ± 2 กรัม) ก่อนชุบแบตเตอร์จำนวน 15 ชิ้น (A) ชุบชิ้นอกไก่ในแบตเตอร์ และพักชิ้นไก่บนตะแกรงเป็นเวลา 1 นาทีก่อนชั่งน้ำหนักหลังชุบแบตเตอร์ (B) คำนวณ % pickup โดยใช้สูตร %pick up = [(B-A) x100] / A

3. วิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์การเกาะติดชิ้นอาหาร (%coating) โดยบันทึกน้ำหนักชิ้นอกไก่ (ขนาด 3 x 4 x 0.5 ซม.,น้ำหนักชิ้น 12 ± 2 กรัม) ก่อนชุบแบตเตอร์จำนวน 15 ชิ้น (A) ชุบชิ้นอกไก่ในแบตเตอร์ พักชิ้นไก่บนตะแกรงเป็นเวลา 1 นาที และนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมในน้ำมันปาล์ม (3 ลิตร) ด้วยเครื่องทอดควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 165 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที บันทึกน้ำหนักชิ้นอกไก่หลังการทอด (C) คำนวณ % coating โดยใช้สูตร % coating = [(C-A) x100] / C

4. วิเคราะห์ปริมาณไขมันของชิ้นอกไก่ชุบแป้งทอดที่เตรียมได้ด้วยเครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Gerhardt, S306 AK, Germany) ตามวิธี AOAC (1990) คำนวณปริมาณน้ำมันดูดซับระหว่างการทอดที่ลดลง (%oil reduction) โดยเทียบจากปริมาณไขมันของชิ้นอกไก่ชุบแป้งทอดที่เตรียมจากแบตเตอร์สูตรควบคุม

5. วัดสีของตัวอย่างชิ้นไก่ทอดด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab Miniscan, Hunter Associate Laboratory, USA.) แสดงค่าสีในเทอมของ ค่าความสว่าง (lightness, L*) ค่าความเป็นสีแดง (redness, a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness, b*)

6.วัดค่าความแข็ง (Hardness) ของชิ้นอกไก่ชุบแป้งทอด โดยวัดค่าแรงสูงสุดในการตัด (maximum force) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT2, Stable Micro System, England) ด้วยหัววัดแบบ Warner-Bratzler Blade

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเติมเพกตินในแป้งชุบทอดสูตรควบคุมมีผลทำให้ค่าความหนืด % pick up และ % coating ของแบตเตอร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 1) โดยความสัมพันธ์ของปริมาณร้อยละของเพกติน (X) กับค่าความหนืด (Y) เป็นแบบเอกซ์โพเนนเชียล ($Y = 0.414e^{1.134X}$, $r^2 = 0.99$) แบตเตอร์ที่มีเพกตินผสมอยู่มีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมากเนื่องจากส่วนโครงสร้างหลักของ High-methoxy pectin คือพอลิเมอร์ของกรดกาแลกทูโรนิก (D-galacturonic acid)ที่มีหมู่เมธิลเอสเทอร์กับหมู่คาร์บอกซิลอยู่มากกว่าร้อยละ 50 นั้นสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่ไฮดรอกซิล (-OH)และเกิดพันธะแบบไฮโดรโฟบิค (hydrophobic bridge) ระหว่างหมู่เมทอกซิล ($-OCH_3$) ภายในและระหว่างสายของพอลิเมอร์ทำให้เกิดโครงสร้างแบบสามมิติกักเก็บโมเลกุลน้ำไว้ภายใน (Willats และคณะ, 2006) ความหนืดของแบตเตอร์เป็นสมบัติด้านเคมีกายภาพที่มีความสำคัญและใช้เป็นตัวบ่งชี้ (key characteristic) ถึงลักษณะการเคลือบติดและเกาะติดชิ้นอาหารของแบตเตอร์ก่อนและระหว่างการทอด ซึ่งแสดงในค่าของ % pick up และ % coating ตามลำดับ (Fiszman และ Salvador, 2003) การเติมเพกตินในปริมาณร้อยละ 2-4 ของน้ำหนักแป้งชุบทอดยังคงให้แบตเตอร์ที่มีค่าความหนืดที่เหมาะสม ดังเห็นได้จาก % pick up และ % coating มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณของเพกติน โดยความสัมพันธ์ปริมาณร้อยละของเพกติน (X) กับ % pick up (P) และ % coating (C) มีลักษณะแบบเอกซ์โพเนนเชียล คือ $P = 11.112e^{0.2522X}$ ($r^2 = 0.94$) และ $C = 15.125e^{0.1916X}$ ($r^2 = 0.90$) ตามลำดับ มีข้อสังเกตว่า แป้งชุบทอดที่มีค่า% coating สูงกว่าร้อยละ 30 อาจส่งผลให้ส่วนชั้นแป้งที่เกาะติดชิ้นอาหารภายหลังการทอดมีลักษณะเกาะกันเป็นก้อนมีลักษณะปรากฏที่ไม่ดีและไม่กรอบ

ชิ้นไก่ทอดที่เตรียมจากแบตเตอร์ที่มีเพกตินผสมอยู่ในปริมาณร้อยละ 2-4 ของน้ำหนักแป้งชุบทอดมีปริมาณไขมัน ต่ำกว่าตัวอย่างชิ้นไก่ทอดที่เตรียมจากแบตเตอร์ที่ไม่มีเพกตินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 2) ทั้งนี้ สามารถลดปริมาณน้ำมันดูดซับระหว่างการทอดได้ร้อยละ 13-17 แสดงให้เห็นว่ามีเพกตินสามารถยับยั้งการดูดซับน้ำมันเข้าชิ้นไก่ระหว่างการทอดได้ คาดว่าเนื่องจากเพกตินในแบตเตอร์อยู่ในรูปโครงสร้างสามมิติที่กักเก็บน้ำไว้ภายใน

Table 1 Batter viscosity, % pick up and %coating of fried batter with and without pectin.

% pectin	mean ± standard deviation		
	viscosity (Pa.s)	% pick up	% coating
0 %	0.37 ± 0.01^{a}	11.29 ± 0.63^{a}	16.37 ± 1.37^{a}
1 %	1.31 ± 0.04^{b}	12.83 ± 0.77^{a}	16.87 ± 0.30^{a}
2 %	4.56 ± 0.07^{c}	21.61 ± 1.43^{b}	22.80 ± 2.87^{b}
3 %	14.32 ± 0.27^{d}	22.32 ± 1.36^{b}	23.76 ± 1.12^{b}
4 %	32.46 ± 0.78^{e}	30.21 ± 0.62^{c}	35.96 ± 3.26^{c}

^{a,b,c,d,e} Significant difference within values in the same column is indicated by different letter ($p \leq 0.05$)

Table 2 Oil content and oil reduction of fried chicken samples prepared from of batter with and without pectin.

% pectin	fat content (%)	oil reduction (%)
0 %	18.01 ± 0.37^{a}	-
1 %	17.34 ± 0.03^{a}	3.72
2 %	15.66 ± 0.17^{b}	13.05
3 %	14.91 ± 0.74^{b}	17.21
4 %	14.89 ± 0.51^{b}	17.32

^{a,b}Significant difference within values in the same column is indicated by different letter ($p \leq 0.05$)

ส่งผลให้การระเหยหรือการแพร่ออกของน้ำออกจากแบตเตอร์และชิ้นไก่เนื่องจากความร้อนจากการทอดมีปริมาณลดลง ทำให้ปริมาณของน้ำมันที่แพร่เข้าระหว่างการทอดเพื่อมาแทนที่น้ำที่แพร่ออกไปจากแบตเตอร์มีค่าลดลง (Fiszman และ Salvador, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่าความแข็งของชิ้นไก่ชุบแป้งทอดที่มีค่าลดลงตามลำดับตามปริมาณเพกตินในแป้งชุบทอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 3) แสดงให้เห็นว่าชิ้นไก่ชุบแป้งทอดมีปริมาณความชื้นสูงขึ้นตามลำดับ

Table 3 Hardness of fried chicken samples prepared from of batter with and without pectin.

% Pectin	Mean ± Standard deviation**
	Maximum cutting force (kg)
0 %	5.58 ± 0.01^{b}
1 %	5.24 ± 0.13^{a}
2 %	5.09 ± 0.09^{c}
3 %	4.10 ± 0.07^{c}
4 %	3.86 ± 0.03^{d}

[a,b,c] Significance differences within values in the same column are indicated by different letter ($p \leq 0.05$)

สีของอาหารชุบแป้งทอดมีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ชิ้นไก่ชุบแป้งทอดที่ได้จากแบตเตอร์ที่มีเพกตินร้อย 3-4 ของน้ำหนักแป้งชุบทอด มีสีน้ำตาลซีด ไม่น่ารับประทาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ที่แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณเพกตินในแป้งชุบทอดมีผลให้ค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นแต่มีค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*)ของชิ้นไก่ชุบแป้งทอดลดลงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) (Table 4) สีน้ำตาลทองของชิ้นไก่ชุบแป้งทอดเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่น (caramelization)และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ความสามารถในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลอาจเนื่องมาจากเพกตินสามารถอุ้มน้ำได้ดีทำให้ที่ผิวของแบตเตอร์มีปริมาณความชื้นสูงกว่าปกติ ส่งผลให้อุณหภูมิที่ผิวแบตเตอร์ไม่สูงมากจึงไม่ส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่น และอาจเกิดจากการที่เพกตินสามารถสร้างพันธะกับน้ำตาลและกรดอะมิโนในแบตเตอร์ทำให้ไม่ส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Zeng และคณะ, 2010)

Table 4 Color of fried chicken samples prepared from of batter with and without pectin.

% pectin	mean ± standard deviation			
	L*	a*	b*	Δ E
0 %	59.10 ± 1.93^{a}	13.98 ± 2.32^{d}	38.00 ± 5.79^{b}	-
1 %	60.51 ± 2.43^{ab}	11.76 ± 0.60^{cd}	37.00 ± 1.06^{b}	6.25 ± 0.89^{b}
2 %	63.61 ± 1.93^{bc}	10.14 ± 1.20^{bc}	34.91 ± 2.42^{b}	9.51 ± 1.61^{ab}
3 %	65.08 ± 1.36^{c}	8.08 ± 1.89^{b}	34.39 ± 2.30^{b}	9.63 ± 1.23^{ab}
4 %	67.00 ± 1.23^{c}	3.79 ± 0.92^{a}	27.41 ± 1.51^{a}	14.16 ± 2.89^{a}

[a,b,c] Significant difference within values in the same column is indicated by different letter ($p<0.05$)

สรุปผล

เพกตินมีสมบัติในการลดการอมน้ำมันของแป้งชุบทอด ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความหนืด % pick up และ% coating ของแบตเตอร์ประกอบกับสี ลักษณะปรากฏ ของไก่ชุบแป้งทอด สรุปได้ว่าปริมาณของเพกตินที่เหมาะสม คือ 2% ซึ่งสามารถลดปริมาณน้ำมันที่ดูดซับระหว่างการทอดได้ 13% และยังคงลักษณะที่พึงประสงค์ของอาหารชุบแป้งทอด

เอกสารอ้างอิง

Fiszman, S.M. and Salvador, A., 2003, Recent Developments in Coating Batters, Trends in Food Science and Technology, 14: 399-407.

Olano-Martin, E., Rimbach, G.H., Gibson, G.R. and Rastall, R.A., 2003, Pectin and Pectic-oligosaccharides Induce Apoptosis in Invitro Human Colonic Adenocarcinoma Cells, Anticancer Research, 23: 341-346.

Singthong, J. and Thongkaew, C., 2009, Using Hydrocolloids to Decrease Oil Absorption in Banana Chips, Food Science and Technology, 42: 1199-1203.

Willats, G.T, Knox, J.P. and Mikkelsen, J.D., 2006, Pectin: New Insights into an Old Polymer are Starting to Gel, Trends in Food Science and Technology, 17: 97-104.

Zeng, X., Cheng, K.W., Du, Y., Kong, R., Lo, C., Chu, I.V., Chen, F. and Wang, M., 2010, Activities of Hydrocolloids as Inhibitors of Acrylamide Formation in Model Systems and Fried Potato Strips, Food Chemistry, 121: 424-428.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 221-224 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 221-224 (2553)

การศึกษาความคงตัวของรำข้าว กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของรำข้าวและสมุนไพร

Study on Rice Bran Stability and Antioxidant Activity of Rice Bran and Herbs

ศศิวิมล จิตรากร[1] แพรจันทร์ สังขะจันทร์[1] นิติพงศ์ จิตรีโภชน์[1] และ เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์[1]

Chittrakorn, S.[1], Sungkachan, P.[1], Jittrepotch, N.[1] and Singanusong, R.[1]

Abstract

The effects of heat treatment on the stability and antioxidant activity of crude and fine rice bran from rice milling industry were studied. The heat treatment using microwave at 800 watt for 3 minute and drum dryer at 125°C with drum speed 2 rounds per minute decreased lipase activity of crude and fine rice bran. The antioxidant activity and total phenolic content of fine rice bran were higher than crude bran and heat treatment affected both antioxidant activity and total phenolic content. Microbiology tests of rice bran including total plate count, yeast and mold, total Coliform and E. coli showed that microwave and drum dried heat treatment decreased microbial load. Antioxidant activity of 9 types of herb leaves was studied. It was found that the antioxidant activity of basil gave the highest value followed by pennywort and Chinese celery, respectively. The combination of 3 types of ground herbs which had high level of antioxidant activity and microwave treated fine rice bran was studied to determine the effectiveness of both as an antioxidant. The variation of rice bran and herbs in the ratio of 1:1, 2:1, and 3:1 was determined. As the amount of basil, Chinese celery, and pennywort herbs to rice bran increased to 3:1, the antioxidant activity increased to the value of 85-88%. The result indicated that rice bran and herbs can be used together as a potentially antioxidant.

Keywords: rice bran, rice bran stability, antioxidant activity, herb

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อความคงตัวของรำข้าวและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของรำหยาบและรำละเอียดที่ได้จากโรงสีข้าว การให้ความร้อนโดยใช้เครื่องไมโครเวฟที่ 800 วัตต์เป็นเวลา 3 นาทีและการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที จะช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสของรำหยาบและรำละเอียด และรำละเอียดจะมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดสูงกว่ารำหยาบ และความร้อนจะมีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของรำข้าว การให้ความร้อนแก่รำข้าวโดยใช้เครื่องไมโครเวฟและเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง จะช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ และรา โคลิฟอร์ม และอีโคไล ในการศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรประเภทใบจำนวน 9 ชนิดพบว่าใบกระเพราจะมีค่าสูงที่สุดรองลงมาได้แก่ ใบบัวบก และ ขึ้นฉ่าย ตามลำดับ จากการศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรบดละเอียดที่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงจำนวน 3 ชนิดและรำข้าวละเอียดที่ผ่านความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟ โดยนำสมุนไพร มาผสมกับรำข้าว ในอัตราส่วน 1:1, 2:1 และ 3:1 พบว่าเมื่อปริมาณของใบกระเพรา ขึ้นฉ่าย และใบบัวบก ต่อรำข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 3:1 จะทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีค่าประมาณร้อยละ 85-88 จากการศึกษาพบว่าการใช้รำข้าวร่วมกับสมุนไพรสามารถใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: รำข้าว ความคงตัวของรำข้าว กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ สมุนไพร

คำนำ

รำข้าว คือ ผลพลอยได้หรือส่วนที่ได้หลังจากนำข้าวกล้องมาผ่านการขัดสีชั้นด้านนอกในขั้นตอนการผลิตข้าวขาว (Houston, 1972) รำข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว โดยเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส และฟอสโฟไลเปส ซึ่งมีอยู่ในรำข้าว โดยเอนไซม์ไลเปสจะย่อยน้ำมันในรำข้าวโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ทำให้เกิด กลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ และเอนไซม์ฟอสโฟไลเปสทำให้เกิดการเปลี่ยนโครงสร้างของกรดไขมัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรักษาความ

[1]ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ต. ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

[1]Department of Agro Industry, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Muang District, Phitsanulok 65000

คงตัวให้กับรำข้าวเพื่อทำลายเอนไซม์ดังกล่าว Allen และ Hamilton (1994) กล่าวว่า รำข้าวประกอบด้วยน้ำมันประมาณร้อยละ 15-20 ซึ่งเกิดการเสื่อมสภาพได้เร็วหลังการสี ดังนั้นการทำให้รำข้าวคงตัวสามารถทำได้โดยการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90-130 องศาเซลเซียส เช่นการใช้เครื่อง extrusion ที่ความชื้นปกติหรือ การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ (มากกว่า 80 องศาเซลเซียส) ร่วมกับการใช้น้ำหรือไอน้ำ Ramezanzadeh และคณะ (2000) พบว่าการใช้ microwave ที่ 850 วัตต์ 3 นาที สามารถลดปริมาณของกรดไขมันอิสระของรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษา รำข้าวมีเส้นใยอาหาร รวมทั้งมีสารต้านอนุมูลอิสระทั้ง vitamin E และ gamma-oryzanol ในปริมาณสูง การที่ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระพอเพียงกับความต้องการในแต่ละวัน จะช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคมะเร็งได้ เมื่อนำมาเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยสมุนไพรไทยซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติเช่นเดียวกัน จะทำให้ผลิตภัณฑ์รำข้าวสมุนไพรมีคุณค่าทางโภชนาการสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคงตัวของรำข้าว ศึกษาชนิดของสมุนไพรประเภทใบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตรำข้าวสมุนไพร และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างรำข้าวและสมุนไพร

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบที่ใช้สำหรับการวิจัยนี้ ได้แก่ รำข้าวสองชนิดคือรำหยาบและรำละเอียด ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท โรงสีเจริญพาณิชย์ จำกัด จังหวัดพิษณุโลก และ สมุนไพรประเภทใบจำนวน 9 ชนิด ได้แก่ สะระแหน่ แมงลัก โหระพา กระเพรา ชะพลู ผักชี ใบบัวบก มะรุม และขึ้นฉ่าย ที่ซื้อมาจากตลาดสดเทศบาลเมืองพิษณุโลก ทำการศึกษาปริมาณไขมันของรำข้าวและความคงตัวของรำข้าว โดยนำรำข้าว 50 กรัม มาผ่านการให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟ ที่ 800 วัตต์เป็นเวลา 3 นาที และนำรำข้าว 1 กิโลกรัม มาให้ความร้อนโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.01 มิลลิเมตร ตัวควบคุมคือรำที่ไม่ผ่านความร้อน หลังจากนั้นนำรำทั้งหมดมาบรรจุในถุงแบบสุญญากาศก่อนนำไปทำการวิเคราะห์ ทำทดสอบปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมด ตามวิธีของ Dewanto และคณะ (2002) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH โดยการดัดแปลงวิธี ของ Pellati และคณะ (2004), Free fatty acid (AOAC, 1995) และ กิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสที่เหลืออยู่ (lipase activity) ตามวิธีของ Rose และ Pike (2006) หลังจากนั้น ทำการศึกษาชนิดของสมุนไพรประเภทใบที่เหมาะสมสำหรับการ ผลิตรำข้าวสมุนไพร โดยนำสมุนไพรทั้ง 9 ชนิดมาทำให้แห้งโดยการอบโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียด นำมาหาปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ หลังจากนั้นทำการคัดเลือกสมุนไพรที่เหมาะสม ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างรำข้าวและสมุนไพร โดยศึกษา ในอัตราส่วน 1:1, 2:1 และ 3:1 นำมาทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่ารำหยาบและรำละเอียดมีปริมาณไขมันร้อยละ 0.54 และ 14.67 ตามลำดับ รำหยาบซึ่งได้จากขั้นตอนการกะเทาะข้าวเปลือกจะมีปริมาณกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมดน้อยกว่ารำละเอียด ที่ได้จากขั้นตอนของการขัดขาว และจากการศึกษาความคงตัวของรำข้าวพบว่ารำหยาบและรำละเอียดที่ผ่านความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟและการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งจากการทดลองของ Rose และคณะ (2008) พบว่า การให้ความร้อนโดยใช้ ไมโครเวฟที่ 1000 วัตต์เป็นเวลา 50-120 วินาที จะสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสลงได้ การให้ความร้อนทั้งสองวิธีจะมีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของรำข้าวละเอียดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยความร้อนอาจทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเช่น tocopherol และ tocotrienol ที่มีอยู่ในรำข้าวลดลง (Lloyd และคณะ, 2000) Shin และคณะ (1997) รายงานว่าการให้ความร้อนแก่รำข้าวโดยใช้เครื่อง extrusion ที่อุณหภูมิ 110-140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0-3 นาที จะทำให้ปริมาณของ vitamin E vitamers และ gamma oryzanol ลดลงเมื่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของสารเหล่านี้ นอกจากนี้การใช้ความร้อนจะช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ และรา โคลิฟอร์ม และ อีโคไล โดยการใช้ไมโครเวฟสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โคลิฟอร์ม และ อีโคไล ของรำข้าวหยาบและรำข้าวละเอียดที่ให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟ มีค่าประมาณ 4.37- 5.14 log CFU/g, 0 log CFU/g, <3 MPN/g, และ <3 MPN/g ตามลำดับ (ข้อมูลไม่ได้แสดงในตาราง) Yoo และคณะ (2007) กล่าวว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในสมุนไพรจะเป็นสารพวก vitamin C, vitamin E, carotenoids และ phenolic compounds เช่น

phenolic acids, flavonoids และ catechins ในการศึกษาสมุนไพรประเภทใบจำนวน 9 ชนิดพบว่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรจะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 70.96-83.04 โดยใบกระเพราจะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ใบบัวบกและ ขึ้นฉ่าย ตามลำดับ ส่วนปริมาณของสารฟีนอลิคทั้งหมดในใบมะรุม จะมีค่าสูงที่สุดคือ 28.30 mg gallic acid/g sample และจากการศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรบดละเอียดที่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงจำนวน 3 ชนิดและรำข้าวละเอียดที่ผ่านความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟ พบว่าเมื่อปริมาณของใบกระเพรา ใบบัวบก และ ขึ้นฉ่าย ต่อปริมาณรำข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 3:1 จะทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ มีค่าประมาณร้อยละ 85-88

สรุปผล

ในการศึกษาความคงตัวของรำข้าวพบว่า การให้ความร้อนแก่รำข้าว สามารถลดกิจกรรมของไลเปสได้ รำละเอียดจะมีปริมาณของกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลงเมื่อได้รับความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟและเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง สมุนไพรประเภทใบชนิดใบกระเพรา ใบบัวบก และขึ้นฉ่ายจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระอยู่สูง และการนำรำข้าวมาผสมกับสมุนไพรจะทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ เครือข่ายการวิจัยภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้การสนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Allen, J.C. and Hamilton, R.J., 1994, Rancidity in Foods, Chapman and Hall, UK.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. and Liu, R.H., 2002, Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 3010-3014.

Houston, D.F., 1972, Rice Bran and Polish, In Rice: Chemistry and Technology, 1st ed. D.F. Houston, ed. Am. Assoc. Cereal Chemistry, St. Paul, MN.

Lloyd, B.J., Siebenmorgen, T.J. and Beers, K.W., 2000, Effects of Commercial Processing on Antioxidants in Rice Bran, Cereal Chemistry, 77(5): 551-555.

Pellati, F., Benvenuti, S., Magro, L., Melegari, M. and Soragni, O.F., 2004, Analysis of Phenolic Compounds and Radical Scavenging Activity of *Echinacea* spp., Journal of Pharmaceutical Sciences, 35(33): 289-301.

Ramezanzadeh, F.M., Rao, R.M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W.E. and Windhauser, M., 2000, Effects of Microwave Heat Packaging, and Storage, Temperature on Fatty Acid and Proximate Compositions in Rice Bran, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 464-467.

Rose, D.J. and Pike, O.A., 2006, A Simple Method to Measure Lipase Activity in Wheat and Wheat Bran as an Estimation of Storage Quality, Journal of the American Oil Chemists' Society, 83(5): 415-419.

Rose, D.J., Ogden, L.V., Dunn, M.L. and Pike, O.A., 2008, Enhanced Lipid Stability in Whole Wheat Flour by Lipase Inactivation and Antioxidant Retention, Cereal Chemistry, 85(2): 218-223.

Shin, T.S., Godber, J.S., Martin, D.E. and Wells, J.H., 1997, Hydrolytic Stability and Changes in E Vitamers and Oryzanol of Extruded Rice Bran during Storage, Journal of Food Science, 62(4): 704-728.

Yoo, K.M., Lee, C.H., Lee, H., Moon, B. and Lee, C.Y., 2007, Relative Antioxidant and Cytoprotective Activities of Common Herbs, Food Chemistry, 106: 929-936.

Table 1 Moisture content, antioxidant activity, total phenolic content, lipase activity, and free fatty acid of crude and fine control, microwave and drum dried rice bran.

Samples[a]	Treatment	Moisture content (%)	Antioxidant activity (%)	Total phenolic content (mg gallic acid eq/g sample)	Lipase activity (%)	Free fatty acid (%)
Crude rice bran	Control	9.24[a]	13.86[a]	6.89[a]	0.14[a]	1.31[a]
	Microwave	4.36[c]	16.38[a]	4.01[a]	0.11[a]	0.69[a]
	Drum dry	5.50[b]	8.19[a]	3.81[a]	0.14[a]	1.07[a]
Fine rice bran	Control	11.96[a]	67.30[a]	14.07[a]	0.18[a]	7.32[a]
	Microwave	4.25[c]	64.84[b]	14.29[a]	0.14[a]	5.83[a]
	Drum dry	5.70[b]	64.48[b]	13.62[a]	0.15[a]	7.02[a]

[a] Means within each type of rice bran with the same letter within columns are not significantly different (p>0.05)

Table 2 Antioxidant activity and total phenolic content of herb leaves.[a]

Samples	Antioxidant activity (%)	Total phenolic content (mg gallic acid eq/g sample)
Basil	83.04[a]	12.16[d]
Chinese celery	79.42[abc]	8.91[f]
Hairy basil	76.90[abcd]	11.40[de]
Chaplu	72.73[cd]	14.55[c]
Pennywort	81.81[ab]	12.60[d]
Mint	72.26[cd]	21.81[b]
Drumstick tree	70.96[d]	28.30[a]
Coriander	74.96[bcd]	8.75[f]
Sweet basil	74.58[bcd]	10.37[e]

[a] Means with the same letter within columns are not significantly different (p>0.05)

Table 3 Antioxidant activity and total phenolic content of herb leaves and fine microwave treated rice bran at the ratio of 1:1, 2:1, and 3:1.[a]

Samples	Ratio	Antioxidant activity (%)			Total phenolic content (mg gallic acid eq/g sample)		
		Pennywort	Basil	Chinese celery	Pennywort	Basil	Chinese celery
Herbs: fine rice bran	1:1	83.07[ab]	83.35[a]	82.86[a]	10.04[b]	8.96[d]	8.05[b]
	2:1	84.90[ab]	84.85[a]	83.24[a]	10.78[a]	10.68[a]	8.62[a]
	3:1	88.08[a]	88.23[a]	85.27[a]	10.03[b]	10.63[b]	8.53[a]
Fine rice bran: Herbs	2:1	85.10[ab]	81.75[a]	83.54[a]	9.13[c]	9.67[c]	7.78[b]
	3:1	81.52[b]	81.21[a]	81.68[a]	9.01[d]	8.10[e]	5.96[c]

[a] Means with the same letter within columns are not significantly different (p>0.05)

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเร่วโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

Extraction of Essential Oils from Bustard Cardamom Using Steam Distillation

ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์[1] ฝนทิพย์ ธรรมตะศิลา[1] และ วารินทร์ บุตรศรี[1]
Wiriyaumpaiwong, S.[1], Dhamatasila, F.[1] and Budsree, W.[1]

Abstract

Bustard cardamom is a kind of rhizome plants which has essential oils and aroma. The essential oils are almost drawn from steam distillation. The aim of this work was to compare the essential oils content using the steam distillation from two different heating sources, electric hot plate and microwave. Besides, bustard cardamom was used as raw material for distillation by separating into 2 groups: group of stems and leaves and group of roots and rhizomes. The distilled temperature was less than 100°C for electric hot plate and the temperature of 100, 110, 120°C were applied for microwave. The essential oils properties were tested according to product certificate, namely, suspension, color, odor, turbidity, and pH value. The results showed that steam distillation in microwave at the temperature of 120°C obtained the highest essential oils content and the distillation time was shortest. Steam distillation by microwave took shorter distillation time while provided the similar essential oils content to steam distillation by electric hot plate at temperature of 98°C. Moreover, group of roots and rhizomes gave higher essential oil content than that group of stems and leaves. Essential oils from all conditions were qualified following the product certificate.

Keywords: distilled temperature, electric hot plate, microwave, product certificate

บทคัดย่อ

เร่วเป็นพืชประเภทเหง้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีน้ำมันหอมระเหยและกลิ่นหอม น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่ได้มาจากการกลั่นด้วยไอน้ำ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยโดยใช้การกลั่นด้วยไอน้ำจากแหล่งกำเนิดการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน 2 แหล่ง ได้แก่ แผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้าและไมโครเวฟ นอกจากนี้ เร่วที่ใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการกลั่นถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ส่วนลำต้นใบและรากเหง้า อุณหภูมิที่ใช้กลั่นต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส สำหรับแผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า และอุณหภูมิที่ใช้กลั่นเป็น 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส สำหรับไมโครเวฟ การทดสอบสมบัติของน้ำมันหอมระเหยทำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ได้แก่ สารแขวนลอย สี กลิ่น ความขุ่น และความเป็นกรด-ด่าง จากผลการทดลองพบว่าการกลั่นด้วยไอน้ำในไมโครเวฟที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด และยังใช้เวลาในการกลั่นน้อยที่สุด การกลั่นด้วยไอน้ำในไมโครเวฟใช้เวลาในการกลั่นต่ำกว่า ในขณะที่ให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยใกล้เคียงกันกับการกลั่นด้วยไอน้ำโดยแผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ส่วนรากเหง้าให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าส่วนลำต้นใบ น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากทุกเงื่อนไขอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

คำสำคัญ: อุณหภูมิที่ใช้กลั่น แผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า ไมโครเวฟ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

คำนำ

ปัจจุบัน มีการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยมากมาย อาทิเช่น ส่วนผสมในสบู่ ครีมอาบน้ำ ครีมบำรุงผิว น้ำหอม เป็นต้น อุตสาหกรรมสปาก็มีการใช้น้ำมันหอมระเหยในการบำบัดเพื่อความผ่อนคลาย หรือ ที่เราเรียกกันว่า “Aroma therapy” อุตสาหกรรมยามีการใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูผสมในน้ำยาบ้วนปาก เพื่อฆ่าเชื้อโรคบางชนิดในช่องปาก น้ำมันยูคาลิปตัสใช้แก้หวัด น้ำมันเปบเปอร์มินต์ใช้ขับลม เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่มีกลิ่นเฉพาะตัว สะสมอยู่บริเวณผนังเซลล์ในส่วนต่างๆของพืช ได้แก่ ราก เหง้า ลำต้น หรือใบ โดยทั่วไป การสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาใช้ประโยชน์นั้นได้มาจากการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขามเรียง กันทรวิชัย มหาสารคาม 44150
[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamraing, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

การสกัดน้ำมันหอมระเหยมีอยู่หลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น การผลิตน้ำมันหอมระเหยสะอาดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (Masango, 2005) เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหย *Nepeta persica* และองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำและการกลั่นด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤต (Khajeh และคณะ, 2010) ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤต สูงกว่าการกลั่นด้วยไอน้ำ และน้ำมันหอมระเหยจากการกลั่นด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เพียงสององค์ประกอบมีมากกว่าร้อยละ 90 ของน้ำมัน นอกจากนี้ การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ โดยการกลั่นด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวด (Rouatbi และคณะ, 2007) อุณหภูมิของไอน้ำร้อนยิ่งยวดที่เพิ่มขึ้น ความดันของไอน้ำสูงขึ้น ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากขึ้น แต่ต้องไม่เกิน 175°C เพื่อรักษาคุณภาพให้เทียบเท่ากับการกลั่นด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C

เร่ว (Bustard cardamom) เป็นพืชล้มลุกประเภทเหง้าที่มีน้ำมันหอมระเหย ประกอบกับมีสรรพคุณทางยามากมาย ได้แก่ ใช้ผลปรุงยาขับลม แก้ท้องอืดเฟ้อ จุกเสียด ใช้รากรักษาโรคกระเพาะอาหารที่เกิดจากเชื้อ *Helicobacter pylori* เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเร่วด้วย โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ จากแหล่งให้ความร้อน 2 ชนิด คือ ไมโครเวฟ และแผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่ใช้กลั่นด้วยไมโครเวฟต่อปริมาณและสมบัติของน้ำมันหอมระเหยที่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

เร่วที่ใช้ในการทดลองได้มาจากจังหวัดชัยภูมิ นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ยาวประมาณ 0.2 เซนติเมตร โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนรากและเหง้า กับส่วนต้นและใบ ปริมาณเร่วสดและน้ำบริสุทธิ์ที่ใช้ คือ 200 กรัม และ 200 มิลลิลิตร เทลงในชุดทดลองทั้งสองแบบ คือ ชุดกลั่นด้วยแผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้าและชุดกลั่นด้วยไมโครเวฟ ตั้งค่าอุณหภูมิที่ใช้กลั่นเป็น 100 110 และ 120°C ตามลำดับ สำหรับการกลั่นด้วยไมโครเวฟ จับเวลาและบันทึกค่าอุณหภูมิและเวลาหยดแรกของของเหลวที่กลั่นได้ (condensate) กลั่นต่อไปอีกนาน 20 นาที เก็บตัวอย่างที่ได้ด้วยกรวยแยกน้ำมันกับน้ำ วัดปริมาตรน้ำมันหอมระเหยและน้ำที่กลั่นได้ น้ำมันหอมระเหยที่ได้นำไปสังเกตุลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี และกลิ่น ด้วยประสาทสัมผัส ค่าความขุ่นและความเป็นกรด-ด่าง ใช้เครื่องมือวัดความขุ่น Lamotte รุ่น 2020 และเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง Cell Combi สำหรับปริมาณสารแขวนลอย นำกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 ขนาด 25 ไมครอน เข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1 ชั่วโมง เพื่อกำจัดความชื้นในกระดาษกรอง จากนั้นนำกระดาษกรองไปกรองดูตะกอน แล้วนำกระดาษกรองที่กรองเสร็จแล้วไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1 ชั่วโมง อีกครั้ง ผลต่างของน้ำหนักของกระดาษกรองแห้งก่อน และหลังกรอง คือ ปริมาณสารแขวนลอย

ชุดเครื่องมือที่ใช้กลั่นด้วยไอน้ำ โดยใช้ไมโครเวฟและแผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า ดัง Figure 1 ประกอบด้วย 1) โถใส่ตัวอย่างเร่ว และน้ำบริสุทธิ์ที่ใช้กลั่น 2) เทอร์โมมิเตอร์ 3) เครื่องควบแน่น 4) กรวยแยกน้ำมันกับน้ำ 5) ตู้ไมโครเวฟ 6) แผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้และสัดส่วนน้ำมันหอมระเหยในของเหลวที่กลั่นตัว

Table 1 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากส่วนรากเหง้าและต้นใบ เมื่อกลั่นด้วยไอน้ำ ที่ใช้ไมโครเวฟและแผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า ที่อุณหภูมิของไอ 100, 110 และ 120°C จากการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิของไอใกล้เคียงกันการกลั่นด้วยไอน้ำในไมโครเวฟจะใช้เวลาในการกลั่นสั้นกว่า แต่ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากัน และสัดส่วนของน้ำมันหอมระเหยในของเหลวที่กลั่นตัวน้อยกว่าการกลั่นด้วยไอน้ำที่ใช้แผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่าอัตราการไหลของไอน้ำที่ไหลผ่านเร่วในไมโครเวฟสูงกว่าแผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า สำหรับการกลั่นด้วยไอน้ำในไมโครเวฟ อุณหภูมิของไอที่สูงขึ้นส่งผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มากขึ้น สัดส่วนของน้ำมันหอมระเหยในของเหลวที่กลั่นตัวมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของไอจะกระตุ้นให้น้ำมันที่ระเหยได้ง่ายออกมาจากเร่วเร็วขึ้น

หากพิจารณาจากส่วนต่างๆ ของเร่วที่นำมากลั่นใน Table 1 พบว่า ทั้งส่วนรากเหง้าและส่วนต้นใบของการกลั่นด้วยไอน้ำที่ใช้แผ่นความร้อน ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากัน ในขณะที่การกลั่นด้วยไอน้ำในไมโครเวฟที่อุณหภูมิของไอเดียวกัน ส่วนรากเหง้าจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าส่วนต้นใบ เมื่อคิดเทียบต่อหนึ่งหน่วยกรัมแห้ง

คุณภาพน้ำมันหอมระเหย

Table 2 แสดงคุณภาพน้ำมันหอมระเหยของการกลั่นด้วยไอน้ำในไมโครเวฟและที่ใช้แผ่นให้ความร้อนชนิดไฟฟ้าเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ในทุกๆ เงื่อนไขการทดลองมีสมบัติทางด้านสี กลิ่น สารแขวนลอย ความขุ่น และความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

สรุปผล

การสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยการกลั่นด้วยไอน้ำในไมโครเวฟ จะช่วยกระตุ้นให้น้ำมันหอมระเหยในเร่วระเหยออกมาเร็วขึ้น ใช้เวลาในการกลั่นสั้นลง ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากขึ้น ส่วนรากเหง้าได้น้ำมันต่อกรัมแห้งของเร่วมากกว่าส่วนลำต้นใบ ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของไอสูงขึ้น ทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยไม่แตกต่างกับการกลั่นด้วยไอน้ำที่ใช้แผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า และคุณภาพน้ำมันหอมระเหยในทุกๆ เงื่อนไขที่ทำการทดลองอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

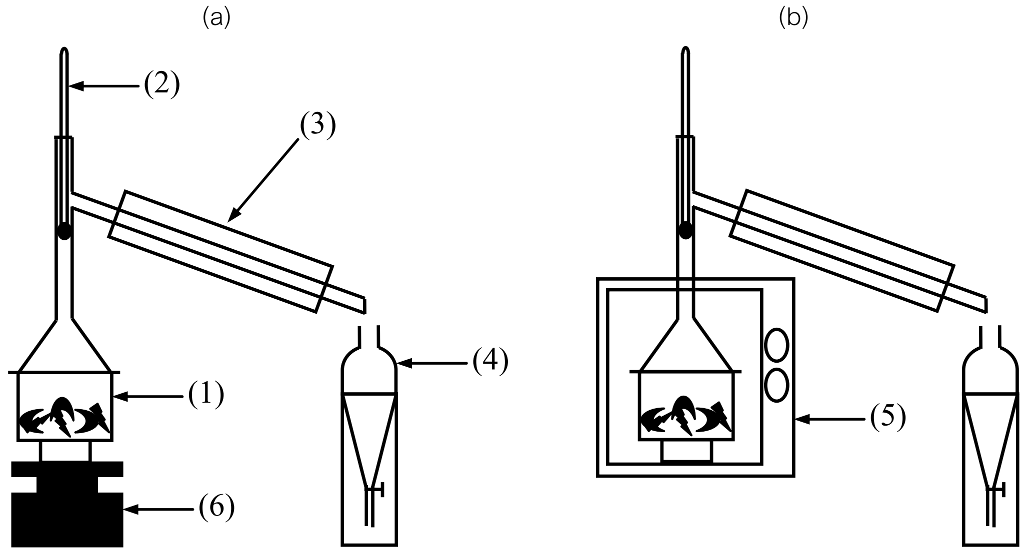


Figure 1 Equipments set up (a) electric hot plate steam distillation and (b) microwave steam distillation.

Table 1 Distillation time, specific essential oil, and essential oil fraction in condensate at various temperatures of roots and rhizomes group and stems and leaves group using microwave and electric hot plate.

Steam distillation using	Group of bustard cardamom	Vapor temp. (^oC)	Distillation time (min)		Specific essential oil (ml/g dry matter)	Essential oil fraction in condensate (%)
			First drop	Total		
Microwave	Stems and leaves	100	29	49	0.008	1.04
		110	27	47	0.013	1.18
		120	26	46	0.021	1.37
	Roots and rhizomes	100	30	50	0.012	1.03
		110	29	49	0.016	0.88
		120	27	47	0.028	1.16
Electric hot plate	Stems and leaves	98	160	180	0.008	1.20
	Roots and rhizomes	98	166	186	0.008	1.10

Table 2 Comparison of qualities of essential oil according to product certificate.

Steam distillation using	Group of bustard cardamom	Vapor temp. (°C)	Color	Odor	Suspension (mg)		Turbidity (NTU)		pH value	
			Exp.	Exp.	Exp.	PC	Exp.	PC	Exp.	PC
Microwave	Stems and leaves	100	clear	gingery	0	0	6	≤10	7.3	5-8
		110	clear	gingery	0	0	8	≤10	7.5	5-8
		120	clear	gingery	0	0	7	≤10	7.4	5-8
	Roots and rhizomes	100	clear	gingery	0	0	9	≤10	7.8	5-8
		110	clear	gingery	0	0	10	≤10	7.5	5-8
		120	clear	gingery	0	0	4	≤10	7.5	5-8
Electric hot plate	Stems and leaves	98	clear	gingery	0	0	3	≤10	7.6	5-8
	Roots and rhizomes	98	clear	gingery	0	0	9	≤10	7.7	5-8

Note: Exp. and PC mean experiment and product certificate

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามและคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้งบประมาณและสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Khajeha, M., Yaminib, Y. and Shariatic, S., 2010, Comparison of Essential Oils Compositions of *Nepeta persica* Obtained by Supercritical Carbon Dioxide Extraction and Steam Distillation Methods, Food and Bioproducts Processing, 88: 227–232.

Masango, P., 2005, Cleaner Production of Essential Oils by Steam Distillation, Journal of Cleaner Production, 13: 833-839.

Rouatbi, M., Duquenoy, A. and Giampaoli, P., 2007, Extraction of the Essential Oil of Thyme and Black Pepper by Superheated Steam, Journal of Food Engineering, 78: 708–714.

ผลของการเตรียมขั้นต้นและสภาวะการอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้นต่อคุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบแห้ง

Effects of Pre-treatment and High Temperature Short Time Drying Conditions on the Quality of Dried Banana (*Musa sapientum*)

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล[1] และ พรนภา น้อยพันธ์[1]
Yuenyongputtakal, W.[1] and Noyphan, P.[1]

Abstract

Effect of banana pre-treatment before drying was studied. Pre-treatment methods of blanching in boiled water (for 1 3 and 5 min) and osmotic dehydration in a mixed solution of 40% (w/w) sucrose and 5% (w/w) NaCl (for 1 2 and 3 hr) were carried out. It was found pre-treated banana consumed less drying time than untreated. Blanching for 5 min resulted in maximum expansion ratio product and the highest overall liking score ($p<0.05$). Effects of high temperature short time drying conditions were studied. Drying temperature in range of 200 – 250 ^{o}C and drying time in range of 10 – 20 min were carried out. It was found that drying temperature and time effect on the quality of dried banana in terms of expansion ratio, color value, firmness and sensory properties. The optimum high temperature short time drying conditions was drying 250^{o}C for 10 min

Keywords: banana, pre-treatment, high temperature short time drying

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการเตรียมขั้นต้นกล้วยน้ำว้าก่อนการอบแห้ง โดยแปรวิธีการเตรียมขั้นต้นเป็นการลวกในน้ำเดือด (นาน 1, 3 และ 5 นาที) และการดึงน้ำออกวิธีออสโมซิส โดยแช่ในสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 40 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) (นาน 1, 2 และ 3 ชั่วโมง) พบว่า การเตรียมขั้นต้นมีผลให้ใช้เวลาในการอบแห้งกล้วยน้ำว้าน้อยกว่าการไม่เตรียมขั้นต้น การลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอัตราการพองตัวสูงที่สุดและได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p\leq0.05$) ศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้น โดยแปรอุณหภูมิในช่วง 200 - 250 องศาเซลเซียส และเวลาอบแห้งในช่วง 10 - 20 นาที พบว่า อุณหภูมิและเวลาอบแห้งมีผลต่อคุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบแห้งด้านต่างๆ ได้แก่ อัตราการพองตัว ค่าสี ค่าความแน่นเนื้อและคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้น ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ: กล้วยน้ำว้า การเตรียมขั้นต้น การอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้น

คำนำ

กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum*) เป็นกล้วยที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากสามารถทนทานสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี ดูแลรักษาง่าย และสามารถนำส่วนต่างๆ มาใช้ประโยชน์มากกว่ากล้วยชนิดอื่น กล้วยน้ำว้าจึงจัดเป็นกล้วยชนิดหนึ่งที่ปลูกมากในเชิงเศรษฐกิจ (เบญจมาศ, 2545) โดยผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่นี้ มีลักษณะการดำเนินการผลิตเชิงอุตสาหกรรมพื้นบ้าน หรือผู้ประกอบการขนาดเล็ก การพัฒนาเทคโนโลยี การแปรรูป การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ จึงยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่ควรดำเนินการให้สามารถแปรรูปกล้วยน้ำว้าให้เพิ่มมูลค่าขึ้น การทำแห้งอาหารเป็นการขจัดน้ำออกจากวัตถุดิบ เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาซึ่งมีความนิยมมาก การอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูงและเวลาสั้น (high temperature short time: HTST) เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะพอง (puffing) ที่เกิดจากการปลดปล่อยหรือขยายตัวของไอน้ำในชิ้นอาหารเมื่อได้รับความร้อนในขั้น HTST ซึ่งจะทำให้โครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์เกิดการขยายตัวทำให้เกิดลักษณะทางกายภาพที่สำคัญคือ ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ พอง ปริมาตรเพิ่มขึ้นและมีลักษณะเป็นรู (Nath และ Chattopadhyay, 2008) การพองกรอบเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคสนใจ สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ขยายกลุ่มเป้าหมายได้มากขึ้น เช่น เป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบพองกรอบจากกล้วยที่ไม่ผ่านการ

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131
[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Longhadbangsean Road, Tambon Saensuk, Amphor Muang, Chonburi 20131

ทอดหรือใช้น้ำมัน ซึ่งเหมาะกับวัยรุ่น วัยทำงาน และวัยผู้ใหญ่ที่มีความสนใจในสุขภาพ หรือนำมาประยุกต์เป็นส่วนผสมอาหารเช้าประเภทซีเรียลน่าจะมีโอกาสเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาถูกเนื่องจากใช้วัตถุดิบภายในประเทศ มุ่งเน้นกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง และขั้นตอนไม่ซับซ้อน ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่มีลักษณะพอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเตรียมขั้นต้นกล้วยน้ำว้าก่อนการอบแห้ง และ ศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้น

อุปกรณ์และวิธีการ

นำกล้วยน้ำว้าความสุกระดับร้อยละ 70 ซึ่งมีลักษณะห่าม เปลือกมีสีเหลืองและยังมีสีเขียวติดอยู่ ผลยังมีเหลี่ยมเล็กน้อย นำมาปอกเปลือก แล้วหั่นเป็นแว่นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วตัดแบ่งเป็น 4 ชิ้น ในขณะที่เตรียมวัตถุดิบนี้ให้แช่วัตถุดิบให้จมอยู่ในสารละลายน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ศึกษาผลของการเตรียมขั้นต้นกล้วยน้ำว้าก่อนการอบแห้ง โดยแปรวิธีการเตรียมขั้นต้นเป็นการลวกและการดึงน้ำออกวิธีออสโมซิส การลวกทำได้โดยต้มน้ำให้เดือด นำกล้วยน้ำว้าที่เตรียมไว้มาลวกนาน 1, 3 และ 5 นาที เมื่อครบกำหนดนำมาแช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิห้องทันที การดึงน้ำออกวิธีออสโมซิส ทำได้โดยนำกล้วยน้ำว้าที่เตรียมไว้ มาใส่ในตะกร้าสแตนเลสแบบโปร่ง รูปทรงกระบอกแบบมีฝาปิด ซึ่งมีขนาดรูตะแกรง 2 x 2 เซนติเมตร แล้วนำมาแช่ให้จมในสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก กำหนดอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักชิ้นกล้วยกับสารละลายออสโมติกคือ 1:10 แช่ในน้ำเชื่อมนาน 1, 2 และ 3 ชั่วโมง นำกล้วยน้ำว้าที่ผ่านและไม่ผ่านการเตรียมขั้นต้นมาทำให้ชิ้นพอง (puffing) และอบแห้ง โดยการใช้ตู้อบตามขั้นตอนดังนี้ การใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (HTST stage) อุณหภูมิที่ 225 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที การทำให้เย็นลง (cooling stage) อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที การอบแห้งด้วยลมร้อน (Air drying stage) อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส จนทำให้ปริมาณความชื้น เหลือประมาณร้อยละ 14 ±1 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้ อัตราการพองตัว โดยวิธีการแทนที่เมล็ดงา ค่าสี L* a* และ b* โดยใช้เครื่อง handy colorimeter ค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่อง texture analyzer วัดแบบ compression โดยใช้ cylinder probe P/2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 5-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ให้คะแนนความชอบโดยรวม สำหรับการศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้น ดำเนินการโดยนำตัวอย่างกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นที่เหมาะสม มาทำให้ชิ้นพองและอบแห้ง โดยแปรอุณหภูมิและเวลาของการอบแห้งในช่วง HTST stage ดังนี้ อุณหภูมิช่วง 200 – 250 องศาเซลเซียส และเวลาอบแห้งช่วง 10 – 20 นาที นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพเหมือนกับข้างต้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ α = 0.05 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองแบบ Duncan’s New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง Table 1 – 2 พบว่า การเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีการลวกเป็นเวลา 5 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอัตราการพองตัวมากที่สุด ($p < 0.05$) การไม่ผ่านการเตรียมขั้นต้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีอัตราการพองตัวน้อยที่สุด สำหรับค่าความแน่นเนื้อ พบว่าการไม่เตรียมขั้นต้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อสูงที่สุด และการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีการลวกมีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อต่ำกว่าสิ่งทดลองอื่น ($p < 0.05$) การออสโมซิสทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* ต่ำและมีค่าสี a* สูงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงถึงผลิตภัณฑ์มีสีค่อนข้างคล้ำ และมีสีแดงมากกว่าสิ่งทดลองอื่น ในขณะที่ค่าสี b* มีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเตรียมขั้นต้นมีผลให้ใช้เวลาในการอบแห้งกล้วยน้ำว้า (280-340 นาที) น้อยกว่าการไม่เตรียมขั้นต้น (375 นาที) และเมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบของผู้ทดสอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีการลวกเป็นเวลา 5 นาที ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ($p>0.05$) จึงเลือกใช้สภาวะดังกล่าวสำหรับการเตรียมวัตถุดิบขั้นต้นก่อนการทำแห้งต่อไป จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเตรียมขั้นต้นมีความสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ การลวกทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มการพองมากที่สุด รักษาสีของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะพองกรอบนอก และมีความนุ่มภายใน ในขณะที่การดึงน้ำออกวิธีออสโมซิสทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มการพองได้ แต่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ผลิตภัณฑ์มีลักษณะพองกรอบแข็ง แต่มีการคงรูปร่างดี ทั้งนี้เกิดจากสาเหตุดังนี้ การลวกทำให้เกิดลักษณะพลาสติก (plasticity) ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบที่เป็นแป้งในกล้วยน้ำว้าเกิดการเจลาติไนเซชัน โดยความร้อนจากการลวกมีผลให้การจับยึดกันระหว่างโมเลกุลของแป้งลดลงเกิดปฏิกิริยาการับน้ำและการพองตัวของเม็ดแป้ง และมีผลให้เกิดชั้นบางที่ผิวชิ้นกล้วยน้ำว้าจึงสามารถชะลอการระเหยของไอน้ำ ทำให้มีปริมาตรและเกิดลักษณะพองกรอบ กล่าวได้ว่าการลวกมีผลให้ลักษณะโครงสร้างภายในเป็นพลาสติกที่จะลดการเป็นเยื่อเลือกผ่าน ของน้ำบางส่วนที่ผิว ที่จะกลายเป็นไอ ทำให้เกิดการผนึกปิด ที่ผิว ช่วยให้เกิดแรงต้านจากภายในเป็นผลให้เกิดการขยายตัวของผนังวัตถุดิบจนเกิดการพองตัวในที่สุด (Varnalis และคณะ, 2001) สำหรับการดึงน้ำออกวิธีออสโมซิสซึ่งทำได้โดยแช่ชิ้นผักผลไม้ลงในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าหรือสารละลายที่มีค่า a_w ต่ำกว่าชิ้นผลไม้นั้น จึงทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างเซลล์ผลไม้และสารละลายภายนอก เกิดการถ่ายเทมวลสารทำให้ปริมาณน้ำในชิ้นผักผลไม้ลดลง โดยชิ้นผักผลไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและสีมากนัก จึงเป็นการลดปริมาณน้ำและเพิ่มปริมาณของแข็งในวัตถุดิบก่อนนำไปทำแห้งที่อุณหภูมิสูงเวลาสั้น ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการทำแห้งลงได้ จึงช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการ ลดการเปลี่ยนแปลงด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์

ที่ได้ นอกจากนี้การออสโมซิสเป็นการลดการเป็นเยื่อเลือกผ่าน ของน้ำบางส่วนที่ผิว ที่จะกลายเป็นไอ ทำให้เกิดการขัดขวางและเกิดแรงต้านจากภายในเป็นผลให้เกิดการขยายตัวของผนังวัตถุดิบจนเกิดการพองตัวได้ (Le Marguar, 1988)

Table 1 Expansion ratio, firmness (kilograms) and overall liking of dried banana with and without pretreatments.

pre-treatment	means ± sd		
	expansion ratio	firmness (kilograms)	Overall liking
No pre-treatment (control)	$0.95^{b} \pm 0.56$	$1.11^{a} \pm 0.02$	$1.01^{b} \pm 0.94$
Blanching 1 min	$1.10^{b} \pm 0.47$	$0.81^{c} \pm 0.05$	$1.24^{b} \pm 1.01$
Blanching 3 mins	$1.50^{b} \pm 0.25$	$0.83^{c} \pm 0.06$	$1.19^{b} \pm 089$
Blanching 5 mins	$2.30^{a} \pm 0.24$	$0.83^{c} \pm 0.06$	$2.58^{a} \pm 0.91$
Osmosis 1 hr	$1.05^{b} \pm 0.19$	$0.88^{bc} \pm 0.14$	$1.57^{b} \pm 0.57$
Osmosis 2 hrs.	$1.10^{b} \pm 0.15$	$0.97^{b} \pm 0.09$	$1.59^{b} \pm 0.49$
Osmosis 3 hrs.	$1.20^{b} \pm 0.21$	$0.96^{b} \pm 0.08$	$1.58^{b} \pm 0.46$

^{a,b,c} Difference letters in the same column indicated significant difference($p \leq 0.05$). ^{ns} Not significant($p > 0.05$)

Table 2 L* a* and b* values of dried banana with and without pretreatments.

pre-treatment	means ± sd		
	L*	a*	b*
No pre-treatment (control)	$61.85^{b} \pm 1.05$	$3.39^{b} \pm 0.13$	$18.90^{b} \pm 0.30$
Blanching 1 min	$67.72^{a} \pm 0.23$	$3.31^{b} \pm 0.87$	$21.52^{a} \pm 0.11$
Blanching 3 mins	$66.85^{a} \pm 0.34$	$2.99^{c} \pm 0.13$	$20.22^{a} \pm 0.64$
Blanching 5 mins	$67.28^{a} \pm 0.18$	$2.93^{c} \pm 0.03$	$17.28^{b} \pm 0.12$
Osmosis 1 hr	$60.54^{c} \pm 1.09$	$4.39^{a} \pm 0.29$	$17.46^{b} \pm 0.57$
Osmosis 2 hrs.	$58.19^{c} \pm 1.03$	$4.95^{a} \pm 0.07$	$18.86^{b} \pm 0.11$
Osmosis 3 hrs.	$54.28^{d} \pm 1.00$	$4.62^{a} \pm 0.13$	$19.54^{a} \pm 0.45$

^{a,b,c} Difference letters in the same column indicated significant difference($p \leq 0.05$).

จากผลการทดลอง Table 3–4 พบว่า การอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิต่ำที่สุด (200 องศาเซลเซียส) ทั้งเวลา 10 และ 20 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบแห้งมีอัตราการพองตัวน้อยที่สุด คือ 1.70 และ 1.90 ตามลำดับ การอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูงที่สุด (250 องศาเซลเซียส) ทั้งเวลา 10 และ 20 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบแห้งอัตราการพองตัวมากที่สุดคือ 2.35 และ 2.20 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าอัตราการพองตัวของกล้วยน้ำว้าอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูงดังกล่าวไม่แตกต่างกับการอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูง 225 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที การอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูงในระยะเวลาสั้นนี้ มีผลต่อการเกิดการพองตัว เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่เกิดการปลดปล่อยหรือการขยายตัวของไอน้ำหรือแก๊สภายในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้โครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์เกิดการขยายตัวและเกิดการแตกออก จนทำให้โครงสร้างเกิดเป็นรูขึ้น (Nath และ Chattopadhyay, 2008) สภาวะการอบแห้งต่างกันมีผลต่อค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า การอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูงมากและเวลานานมาก มีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อมากขึ้น โดยพบว่า การอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูงที่สุด (250 องศาเซลเซียส) มีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด สำหรับค่าสี พบว่า การอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูงมากและเวลานานมาก มีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีค่อนข้างคล้ำ มีสีแดงและสีเหลืองมาก นั่นคือมี ค่าสี L* ต่ำ ค่า a* และ b* สูง โดยจากผลการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบ พบว่า การอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p \leq 0.05$)

Table 3 Expansion ratio, firmness (kilograms) and overall liking of dried banana from difference HTST conditions.

temperature C°)	time min)	means ± sd		
		expansion ratio	firmness (kilograms)	Overall liking
225 (control)	15 (control)	2.30 ± 0.24^{a}	$0.83^{c} \pm 0.06$	$2.58^{b} \pm 0.85$
200	10	1.70 ± 0.14^{b}	$0.74^{d} \pm 0.07$	$1.89^{c} \pm 0.57$
250	10	2.35 ± 0.34^{a}	$0.83^{c} \pm 0.12$	$2.96^{a} \pm 0.92$
200	20	1.90 ± 0.17^{b}	$0.92^{b} \pm 0.10$	$1.67^{c} \pm 0.63$
250	20	2.20 ± 0.15^{a}	$1.17^{a} \pm 0.10$	$2.44^{b} \pm 0.78$

^{a,b,c} Difference letters in the same column indicated significant difference($p \leq 0.05$).

.

Table 4 L* a* and b* values of dried banana of dried banana from difference HTST conditions.

temperature(C°)	Time min)	means ± sd		
		L*	a*	b*
225 (control)	15 (control)	$67.28^{a} \pm 0.42$	$2.93^{c} \pm 0.03$	$17.28^{c} \pm 0.12$
200	10	$69.05^{a} \pm 0.40$	$5.53^{a} \pm 0.10$	$22.56^{a} \pm 0.47$
250	10	$53.01^{b} \pm 0.71$	$4.94^{ab} \pm 0.10$	$20.35^{b} \pm 0.14$
200	20	$51.45^{b} \pm 0.24$	$4.44^{ab} \pm 0.04$	$20.67^{b} \pm 0.32$
250	20	$54.57^{b} \pm 0.15$	$3.95^{b} \pm 0.45$	$18.81^{c} \pm 0.10$

^{a,b,c} Difference letters in the same column indicated significant difference($p \leq 0.05$).

สรุปผล

การเตรียมขั้นต้นกล้วยน้ำว้าก่อนการอบแห้งด้วยวิธีการลวกในน้ำเดือดและวิธีการออสโมซิส รวมถึงผลของอุณหภูมิและเวลาอบแห้งสภาวะอุณหภูมิสูงเวลาสั้นมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่ได้ในด้านอัตราการพองตัว ค่าสี ค่าความแน่นเนื้อและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้การเตรียมขั้นต้นที่เหมาะสมที่สุดคือ การลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที และการอบแห้งสภาวะอุณหภูมิสูงเวลาสั้น ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเงินรายได้ (พ.ศ.2552)

เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2545, กล้วย, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

Le Marguer, M., 1988, Osmotic Dehydration: Review and Future Directions, Proceedings of the Symposium in Food Preservation Process, Brussels, 283-309.

Nath, A. and Chattopadhyay, P.K., 2008, Effect of Process Parameters and Soy Flour Concentration on Quality Attributes and Microstructural Changes in Ready-to-eat Potato–soy Snack Using High-temperature Short Time Air Puffing, Food Science and Technology, 41: 707–715.

Varnalis, A.I., Brennan, J.G. and MacDougall, D.B., 2001, A Proposed Mechanism of High-temperature Puffing of Potato, Part I, The Influence of Blanching and Drying Conditions on the Volume of Puffed Cubes, Food Engineering, 48: 361-367.

การผลิตแก้วมังกรเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกด้วยวิธีการแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ

Production of Probiotic-enriched Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) under Vacuum Impregnation

อรพิมพ์ ภิรมย์หวาด[1] จิดาภา เทพมงคล[1] และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล[1]

Piromvard, O.[1], Thepmongkhon, J.[1] and Yuenyongputtakal, W.[1]

Abstract

This researh was studied the possibility in production of probiotic-enriched dragon fruit under vacuum impregnation. Flesh dragon fruit was cut into cube shape with dimension of 0.5 inch. The samples were impregenated with 30 ^{o}Brix sucrose solution containing probiotic. Probiotic strain was varied into 2 type of *Lactobacillus casei* (ssp.rhamnosus) and *Saccharomyces cerevisiae*. A vacuum impregnation pressure of 50 mbar was applied for 20 min. The survival of probiotic in dargon fruit pieces after vacuum impregnation was studied. The result showed that the content of *S. cerevisiae* in dragon fruit pieces was greater than the content of *L. casei*. In addition, the effects of impregnation in sucrose solution and dragon fruit juice–sucrose mixed solution on survival of probiotic and mass transfer of impregnated dragon fruit were also studied. It was found that impregnated samples from dragon fruit juice solution had survival of probiotic greater than from sucrose solution. After impregnation, it was found that impregnated samples from sucrose solution had higher mass transfer in terms of water loss, solid gain and weight reduction than that from dragon fruit juice solution.

Keywords: dragon fruit, probiotic enrichment, vacuum impregnation

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแก้วมังกรเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติก ด้วยวิธีการแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ โดยหั่นเนื้อแก้วมังกรเป็นชิ้นลูกบาศก์ขนาด 0.5 นิ้ว นำตัวอย่างมาแช่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติก โดยแปรจุลินทรีย์โพรไบโอติกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus casei* (ssp.rhamnosus) และ *Saccharomyces cerevisiae* ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ความดัน 50 มิลลิบาร์ เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นทำการศึกษาการเหลือรอดชีวิตของ จุลินทรีย์โพรไบโอติกในชิ้นเนื้อแก้วมังกรหลังการแช่ พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกชนิด *S. cerevisiae* อยู่ในชิ้นแก้วมังกร มากกว่าปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกชนิด *L. casei* ส่วนการศึกษาผลของชนิดสารละลายต่อการเหลือรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติก และการถ่ายเทมวลสารของแก้วมังกรหลังการแช่ในสารละลายน้ำตาล และน้ำแก้วมังกรผสมน้ำตาล พบว่า ตัวอย่างที่แช่ในน้ำแก้วมังกรมีจุลินทรีย์โพรไบโอติกเหลือรอดชีวิตมากกว่าการแช่ในสารละลายน้ำตาล และตัวอย่างที่แช่ในสารละลายน้ำตาลมีการถ่ายเทมวลสารได้แก่ ปริมาณน้ำที่สูญเสีย ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักที่ลดลง มากกว่าชิ้นแก้วมังกรที่แช่ในน้ำแก้วมังกร

คำสำคัญ: แก้วมังกร การเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติก การแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ

คำนำ

แก้วมังกรมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hylocereus* spp. (Pitaya, Dragon fruit) มีรายงานว่า เนื้อแก้วมังกรประกอบด้วยสารพฤษเคมี และวิตามินต่างๆ นอกจากนี้เนื้อแก้วมังกรยังมีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติก (prebiotic) ซึ่งสามารถส่งเสริมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มโพรไบโอติกส์ (probiotic, จุลินทรีย์ที่มีชีวิตและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย) (สันทัด และมาริสา, 2552) ดังนั้นจึงมีแนวความคิดในการเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ในเนื้อของผลแก้วมังกร โดยใช้เทคนิคการแช่ในสภาวะสุญญากาศ Fito และคณะ (1997) กล่าวว่า เทคนิคการแช่ผักผลไม้ในสภาวะสุญญากาศ (vacuum impregnation) เป็นวิธีการทำให้ช่วยเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ให้กับผักและผลไม้ได้ดีขึ้น จากการที่แก้วมังกรเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพในการเป็นอาหารเสริมสุขภาพและมีโอกาสทางการตลาดสูงสอดคล้องกับกระแสนิยมความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ จึงได้ศึกษาการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ในการพัฒนาอาหารจากแก้วมังกรโดยการผลิตแก้วมังกรเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์โดย

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Longhadbangsean Road, Tambon Saensuk, Amphor Muang, Chonburi 20131

ใช้เทคนิคการแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแก้วมังกรเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกด้วยวิธีการแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ โดยการศึกษาผลของชนิดจุลินทรีย์โพรไบโอติกต่อการเหลือรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในแก้วมังกร และศึกษาผลของชนิดสารละลายที่ใช้แช่ต่อการเหลือรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติก และคุณภาพของแก้วมังกร

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของชนิดจุลินทรีย์โพรไบโอติกต่อการเหลือรอดชีวิตในชิ้นแก้วมังกร โดยจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ใช้ 2 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus casei* (ssp. rhamnosus) และ *Saccharomyces cerevisiae* สำหรับวัตถุดิบที่ใช้คือแก้วมังกรพันธุ์เนื้อสีขาวที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 12±1 องศาบริกซ์ นำผลมาล้างให้สะอาด ปอกเปลือกออก นำส่วนเนื้อมาหั่นเป็นชิ้นลูกบาศก์ขนาด 0.5×0.5×0.5 นิ้ว เตรียมสารละลายโดยดัดแปลงจากวิธีของ Betoret และคณะ (2003) สารละลายที่ใช้คือน้ำเชื่อมซึ่งเตรียมจากการนำน้ำตาลทรายผสมน้ำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 30 องศาบริกซ์ แล้วถ่ายเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดลงไปในสารละลายโดยควบคุมสภาวะดังนี้ สำหรับ *Lactobacillus* ssp. ควบคุม pH ให้อยู่ระหว่าง 5.8-6.0 ปรับ pH โดยใช้ กรดซิตริก บ่มที่อุณหภูมิ 37°C นาน 48 ชั่วโมง สำหรับ *Saccharomyces* ssp. ควบคุม pH ให้อยู่ระหว่าง 4.0-4.5 ปรับ pH โดยใช้กรดซิตริก บ่มที่อุณหภูมิ 30°C นาน 72 ชั่วโมง นำสารละลายที่ผ่านการบ่มมาเจือจางให้มีปริมาณเชื้อโพรไบโอติกเริ่มต้น 10^6-10^7 cfu/g นำชิ้นแก้วมังกรมาแช่ในสารละลายที่เตรียมได้บรรจุในขวดรูปชมพู่ที่ต่อเข้ากับปั๊มดูดอากาศ กำหนดอัตราส่วนระหว่างแก้วมังกรกับสารละลายคือ 1:5 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) โดยกำหนดการแช่ที่ความดัน 50 mbar เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นแช่ต่อที่สภาวะบรรยากาศเป็นเวลา 10 นาที เมื่อแช่ครบกำหนดเวลา นำชิ้นแก้วมังกรมาหาปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เหลือรอดชีวิตในชิ้นแก้วมังกร คัดเลือกชนิดจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีการเหลือรอดชีวิตมากที่สุด และไม่ต่ำกว่า 10^6 cfu/g ตามการแนะนำของ Betoret และคณะ (2003) มาใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไปคือการศึกษาผลของชนิดสารละลายต่อการเหลือรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติก และคุณภาพของแก้วมังกรหลังการแช่ โดยใช้สารละลาย 2 ชนิด ได้แก่ น้ำเชื่อม (สารละลายน้ำตาลทราย) และน้ำแก้วมังกร (น้ำคั้นแก้วมังกร ความเข้มข้นร้อยละ 40 ผสมกับน้ำตาลทราย) ซึ่งสารละลายทั้งสองชนิดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 30 อาศาบริกซ์ วิธีการเตรียมน้ำแก้วมังกร และเตรียมแก้วมังกร เตรียมสารละลายสำหรับแช่ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่เลือกได้ และนำชิ้นแก้วมังกรมาแช่ที่สภาวะสุญญากาศ ตามวิธีที่กล่าวไว้ เมื่อครบกำหนดเวลา นำชิ้นแก้วมังกรและสารละลายมาวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เหลือรอดชีวิต ค่าปริมาณน้ำที่สูญเสีย (Water loss: WL) ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (Solid gain: SG) และปริมาณน้ำหนักที่ลดลง (Weight reduction: WR)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Table 1 พบว่า ในชิ้นแก้วมังกรสามารถตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกหลังการแช่ในสารละลาย แสดงให้เห็นว่าสามารถเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในแก้วมังกรได้ ทั้งนี้การเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในแก้วมังกรเกิดขึ้นในระหว่างการแช่แก้วมังกรในสารละลายน้ำเชื่อมภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งกระบวนการแช่โดยใช้สภาวะสุญญากาศ ทำให้เกิดกลไก hydrodynamic mechanism (HDM) กล่าวคือ เกิดการเคลื่อนที่ของสารละลายเข้าสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์ โดยช่องว่างนี้เกิดจากการที่อากาศในเซลล์ที่ถูกดูดออกไประหว่างการใช้สภาวะสุญญากาศ กล่าวได้ว่า HDM เป็นกลไกที่ช่วยในการนำสารละลายเข้าสู่เซลล์นั่นเอง (Fito และคณะ, 1997) จากการรายงานของ Fito และคณะ (1997) กล่าวว่า การแช่ชิ้นผักผลไม้ในสารละลาย physiologically active components (PAC) โดยใช้เทคนิค vacuum impregnation สามารถเสริม PAC ให้กับผักผลไม้ได้ โดยอากาศในช่องว่างระหว่างเซลล์จะถูกขับออกมาและหลังจากแช่ต่อที่สภาวะบรรยากาศ สารละลายภายนอกซึ่งประกอบด้วย PAC จะซึมผ่านเข้าไปแทนที่อากาศที่ถูกขับออกจากช่องว่างระหว่างเซลล์โดยใช้หลักการของ capillary action และ pressure gradients โดยจากผลการทดลองการแช่ชิ้นแก้วมังกรในสารละลายที่มีปริมาณเชื้อโพรไบโอติกเริ่มต้น 10^7 cfu/g พบว่าปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติก *S. cerevisiae* ในชิ้นแก้วมังกรหลังแช่ เท่ากับ 1.41×10^6 cfu/g ซึ่งมากกว่าจุลินทรีย์โพรไบโอติก *L. casei* ซึ่งมีปริมาณ 7.75×10^4 cfu/g คิดเป็นร้อยละจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในชิ้นแก้วมังกรเท่ากับ 0.88 และ 0.07 ตามลำดับ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Betoret และคณะ (2003) ที่พบว่า การแช่ชิ้นแอปเปิ้ลในสารละลายน้ำแอปเปิ้ลและน้ำนม ที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติกในสภาวะสุญญากาศสามารถเสริมจุลินทรีย์ในชิ้นแอปเปิ้ลได้ โดยโพรไบโอติก *S. cerevisiae* มีการเหลือรอดชีวิตมากกว่า *L. casei* โดยจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าชนิดของจุลินทรีย์ที่ต่างกันมีผลต่อการเหลือรอดชีวิตในแก้วมังกรต่างกันโดย *S. cerevisiae* เป็นจุลินทรีย์ประเภทยีสต์ ซึ่งสามารถเจริญได้ดีในสารละลายน้ำเชื่อม เนื่องจาก

สามารถใช้น้ำตาลเป็นอาหารได้ และเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีของยีสต์ โดยเซลล์ของ *S. cerevisiae* มีขนาดใหญ่และมีผนังเซลล์ที่มีความซับซ้อนมากกว่า *L. casei* จึงสามารถเจริญได้ ในสารละลายน้ำเชื่อมและทนต่อแรงดันออสโมติกได้ดี นอกจากนี้ *S. cerevisiae* ยังจัดเป็น Osmophilic microorganism เป็นจุลินทรีย์ที่ปรับตัว ให้เหมาะสมกับสภาพที่มีแรงดันออสโมติกสูงได้ (Kuhle และคณะ, 2005) ในขณะที่ *L. casei* หากอยู่ในสภาวะที่มี ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมสูงมากอาจทำให้เซลล์สูญเสียน้ำจนไม่สามารถเจริญได้ ดังนั้นเพื่อให้ได้แก้วมังกรที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกไม่ต่ำกว่า 10^6 cfu/g ซึ่งเพียงพอให้ได้ประโยชน์ต่อสุขภาพจึงเลือกใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติก ชนิด *S. cerevisiae* เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

Table 1 Survival probiotics (cfu/g) in initial solution and impregnated dragon fruit using difference probiotics.

Type of probiotics	survival probiotic (cfu/g)	
	initial solution	impregnated dragon fruit
L. casei	1.51×10^7	7.75×10^4
S. cerevisiae	1.61×10^7	1.41×10^6

Table 2 พบว่า การแช่ชิ้นแก้วมังกรในสารละลายน้ำเชื่อม และน้ำแก้วมังกร ที่มีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติก ชนิด *S. cerevisiae* เริ่มต้นปริมาณ 10^8 cfu/g มีการเหลือรอดชีวิตของจุลินทรีย์ในชิ้นแก้วมังกรเท่ากับ 1.50×10^6 และ 3.70×10^6 cfu/g ตามลำดับ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในชิ้นแก้วมังกร เท่ากับ 0.62 และ 0.90 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีจุลินทรีย์ *S. cerevisiae* เหลือรอดชีวิตเมื่อใช้น้ำแก้วมังกร มากกว่าสารละลายน้ำเชื่อม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อแก้วมังกรมีส่วนประกอบของโอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งมีสมบัติเป็นพรีไบโอติกช่วยส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มโพรไบโอติก และสามารถต้านทานการย่อยด้วยกรดในกระเพาะอาหาร (สันทัด, 2552) ดังนั้นการใช้น้ำคั้นจากแก้วมังกรเป็นส่วนผสมสำหรับสารละลายที่ใช้แช่จึงเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์โพรไบโอติกชนิด *S. cerevisiae* ได้ Betoret และคณะ (2003) ศึกษาการแช่ชิ้นผลไม้ในสารละลายจากน้ำคั้นของผลไม้นั้นที่มีการเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติก โดยแช่ชิ้นแอปเปิ้ลในน้ำแอปเปิ้ลที่มีการเติมจุลินทรีย์ *L. casei* พบว่าหลังการแช่ที่สภาวะสุญญากาศมีปริมาณจุลินทรีย์เหลือรอดในชิ้นแอปเปิ้ลปริมาณเท่ากับ 4.5×10^6 cfu/g ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองนี้

Table 2 Survival probiotic (cfu/g) in initial solution and impregnated dragon fruit in difference solutions.

Type of solutions	survival probiotic (cfu/g)	
	initial solution	impregnated dragon fruit
Sucrose solution	2.41×10^8	1.50×10^6
Dragon fruit juice solution	4.13×10^8	3.70×10^6

Figure 1 พบว่า ค่าการถ่ายเทมวลสารของชิ้นแก้วมังกรหลังการแช่ในสารละลายน้ำเชื่อมมีค่ามากกว่าการแช่ในน้ำแก้วมังกร การถ่ายเทมวลสารดังกล่าวเกิดขึ้นได้เนื่องมาจากหลักการออสโมซิสกล่าวคือในระหว่างการแช่น้ำภายในเซลล์ของผักผลไม้จะแพร่กระจายออกจากเซลล์สู่สารละลายภายนอก ในขณะเดียวกันตัวถูกละลายภายนอก เช่นน้ำตาลหรือเกลือ จะแพร่กระจายเข้าสู่ภายในเซลล์ของผักผลไม้หรือเนื้อผักผลไม้ สารบางอย่างที่มีอยู่ภายในเซลล์ตามธรรมชาติ เช่น กรดอินทรีย์และน้ำตาล จะแพร่กระจายออกนอกเซลล์สู่สารละลายภายนอก ทั้งนี้เซลล์ของผักผลไม้ที่ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านจะยอมให้น้ำแพร่ผ่านมากกว่าตัวถูกละลาย Beristain และคณะ (1990) กล่าวว่า ความเข้มข้นของสารละลาย และชนิดของสารที่มีอยู่ตามธรรมชาติมีผลต่อขนาดและอัตราเร็วในการถ่ายเทมวลสาร และการแพร่ผ่านของตัวถูกละลาย ในการทดลองนี้ใช้สารละลายน้ำเชื่อมซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำตาลทรายและน้ำ ในขณะที่น้ำแก้วมังกรมีส่วนประกอบของน้ำตาลทรายและน้ำตาลชนิดต่างๆที่มีตามธรรมชาติ จึงทำให้การถ่ายเทมวลสารที่เกิดขึ้นในสารละลายน้ำเชื่อมและน้ำแก้วมังกรมีความแตกต่างกัน โดยการแช่ในน้ำแก้วมังกรมีค่าการถ่ายเทมวลสารน้อยกว่าอาจเนื่องมาจากปริมาณและชนิดของสารที่มีอยู่ตามธรรมชาติในชิ้นแก้วมังกร และน้ำแก้วมังกรมีความใกล้เคียงกันจึงทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารได้น้อยกว่าการแช่ในสารละลายน้ำเชื่อม นอกจากนี้ในการเตรียมสารละลายน้ำเชื่อมมีการใช้น้ำตาลทรายปริมาณมากกว่าที่ใช้ในการเตรียมน้ำแก้วมังกร จึงมีผลให้การใช้สารละลายน้ำเชื่อมมีแรงดันออสโมติกสูงกว่าการใช้น้ำแก้วมังกร

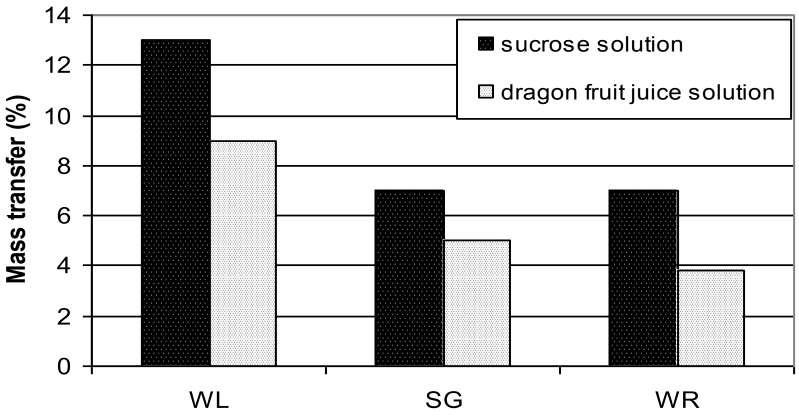


Figure 1 Mass transfer in terms of water loss (WL), solid gain (SG) and weight reduction (WR) of impregnated dragon fruit in difference solutions.

สรุปผล

การผลิตแก้วมังกรเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ทำได้โดยใช้เทคนิคการแช่ชิ้นแก้วมังกรในน้ำแก้วมังกรที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ชนิด *S. cerevisiae* ที่สภาวะสุญญากาศ 50 mbar เป็นเวลา 10 นาที แล้วแช่ต่อที่สภาวะบรรยากาศปกติเป็นเวลา 10 นาที ทำให้มีจุลินทรีย์เหลือรอดในชิ้นแก้วมังกรไม่ต่ำกว่า 10^6 cfu/g

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการ IRPUS ภายใต้การสนับสนุนของ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย โครงการ IRPUS

เอกสารอ้างอิง

สันทัด วิเชียรโชติ และมาริสา จาตุพรพิพัฒน์, 2552, การสกัดและการทำให้บริสุทธิ์โอลิโกแซคคาไรด์ที่มีคุณสมบัติพรีไบโอติกจากเนื้อแก้วมังกร [สืบค้น], http://www.scisoc.or.th/stt/35/ [30 /Nov/09]

Kuhle, A., Skovgaard, K. and Jespersen, L., 2005, In Vitro Screening of Probiotic Properties of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and Food-borne *Saccharomyces cerevisiae* Strains, International Journal of Food Microbiology, 101: 29-39.

Beristain, C.I., Azuara, E., Cortes, R. and Garcia, H.S., 1990, Mass Transfer during Osmotic Dehydration of Pineapple Rings, International Journal of Food Science and Technology, 25: 576 - 582.

Betoret, N., Puente, L., Diaz, M.J., Pagan, M.J., Garcia, M.J., Gras, M.L., Martinez-Monzo, J. and Fito, P., 2003, Development of Probiotic-enriched Dried Fruits by Vacuum Impregnation, Journal of Food Engineering, 56: 273–277.

Fito, P., Andres, A., Chiralt, A. and Pardo, P., 1997, Coupling of Hydrodynamic Mechanism and Deformation Relaxation Phenomena during Vacuum Treatments in Solid Porous Food-liquid Systems, Journal of Food Engineering, 27: 229-240.

การผลิตแยมสับปะรดผสมสมุนไพรโดยการใช้สับปะรดที่ผ่านการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส และสารละลายออสโมติกที่ใช้แล้ว

Pineapples-Herb Mixed Jam Production Using Osmodehydrated Pineapple and Used Osmotic Solution

นันทิยา ชัยชาติสุตานนท์[1] ปรีดาวรรณ จันทร์กระจ่าง[1] และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล[1]

Chaichartsutanon, N.[1], Jankrajang, P.[1] and Yuenyongputtakal, W.[1]

Abstract

This study was investigated pineapples-herb mixed jam production using osmodehydrated pineapple and used osmotic solution. The osmodehydrated pineapple prepared by immersion the fruit in 55°Brix of sucrose solution at 70°C to dehydrate water from pineapple at 10, 20, 30, 40 and 50 %. It was found that jam made from 50% water loss of osmodehydrated pineapple consumed production time only 17 min which reduce time from 30 min of fresh pineapple jam making. The final jam product obtained the good consistency, yellowness and 0.45 mg/100g vitamin C. In addition, it obtained the liking scores in terms of color, flavor, taste, textural mouth feel, appearance and overall liking in the range of 6.90-7.40 which means slightly to moderately liking.

Keywords: pineapple, osmodehydrated, jam

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้สับปะรดที่ผ่านการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสและสารลายออสโมติกที่ใช้แล้ว ในการผลิตแยมสับปะรดผสมสมุนไพร เตรียมสับปะรดโดยแช่ในสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เพื่อดึงน้ำออกจากสับปะรด เท่ากับร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 เมื่อนำมาผลิตแยมสับปะรดผสมสมุนไพร พบว่า การใช้สับปะรดที่มีปริมาณน้ำที่สูญเสีย 50 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้เวลาในการกวนส่วนผสมทั้งหมดลดลงเหลือเพียง 17 นาที เมื่อเทียบกับการใช้สับปะรดสดที่ใช้เวลาในการกวนส่วนผสมทั้งหมด 30 นาที โดยจะได้แยมที่มีลักษณะคงตัวดี สีเหลือง มีปริมาณวิตามินซี 0.45 มิลลิกรัม/100 กรัม และได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสในปาก ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 6.90-7.40 ซึ่งหมายถึง ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

คำสำคัญ: สับปะรด การดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส แยม

คำนำ

การผลิตแยมจัดเป็นช่องทางที่ดีในการนำผลไม้ที่มีคุณภาพดี ไม่เน่าเสีย แต่ไม่เหมาะสำหรับการบริโภคสดหรือการแปรรูปบางประเภทมาใช้ประโยชน์ได้ โดยปกติกรรมวิธีการผลิตแยมต้องใช้เวลาในการกวนส่วนผสมนานซึ่งอาจทำให้คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียไป และยังสิ้นเปลืองพลังงานอีกด้วยงานวิจัยนี้มีแนวคิดในการพัฒนากรรมวิธีการผลิตแยมสับปะรด ทำได้โดยนำสับปะรดซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักมาดึงน้ำออกวิธีออสโมซิสก่อนนำไปกวนและนำสารละลายออสโมติกกลับมาใช้ด้วย ซึ่งการออสโมซิสทำได้โดยแช่ชิ้นผลไม้ลงในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าหรือสารละลายที่มีค่า a_w ต่ำกว่าชิ้นผลไม้นั้น ทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างเซลล์ผลไม้และสารละลายภายนอก เกิดการถ่ายเทมวลสารทำให้ปริมาณน้ำในชิ้นผลไม้ลดลง ดังนั้นจึงเป็นการลดปริมาณน้ำและเพิ่มปริมาณของแข็งในวัตถุดิบก่อนนำไปกวนเป็นแยม ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการกวนที่อุณหภูมิสูง รักษาคุณค่าทางโภชนาการ ลดการเปลี่ยนแปลงด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสของแยมที่ได้ ในการแพร่ของน้ำออกจากชิ้นอาหารในระหว่างการออสโมซิสอาจนำสารธรรมชาติ เช่น กรดอินทรีย์ วิตามิน สารที่ให้กลิ่นรสเฉพาะออกมาด้วย ดังนั้นการนำสารละลายออสโมติกกลับมาใช้ในการผลิตแยมด้วยน่าจะสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการกลับไปสู่ผลิตภัณฑ์ได้ด้วย นอกจากนี้การนำสับปะรดมาทำแห้งวิธีออสโมซิสยังเป็นวิธีที่สามารถเก็บวัตถุดิบที่รอการผลิตไว้ได้นานกว่าการเก็บวัตถุดิบสดอีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สับปะรดที่ผ่านการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสและสารละลายออสโมติกที่ใช้แล้วต่อคุณภาพของแยมสับปะรดผสมสมุนไพร

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Longhadbangsean Road, Tambon Saensuk, Amphor Muang, Chonburi, 20131

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสับปะรดที่มีความสุกปานกลาง มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วง 12 – 14 องศาบริกซ์ มาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกและตัดแต่ง หั่นเนื้อสับปะรดตามขวางผล หนาประมาณ 1 นิ้ว เจาะแกนออก แล้วหั่นเป็นชิ้น ให้มีความกว้างประมาณ 1 นิ้ว นำชิ้นสับปะรดมาใส่ในตะกร้าสแตนเลสแบบโปร่ง รูปทรงกระบอกแบบมีฝาปิด แล้วนำมาแช่ให้จมในสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ ซึ่งบรรจุอยู่ในโหลแก้ว กำหนดอัตราส่วนระหว่างสับปะรดกับสารละลายออสโมติกเท่ากับ 1:10 โดยน้ำหนัก แช่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง โดยมีอลูมิเนียมฟอยล์ปิดโหลอยู่ตลอดเวลา กำหนดการสุ่มตัวอย่างชิ้นสับปะรดและสารละลายออสโมติกดังนี้ ใน 1 ชั่วโมงแรกสุ่มตัวอย่างทุก 6 นาที ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 ถึง10 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างทุก 1 ชั่วโมง สำหรับชิ้นสับปะรดนำไปชั่งน้ำหนัก และวิเคราะห์ปริมาณความชื้น และคำนวณหาค่าการถ่ายเทมวลสาร ได้แก่ ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (water loss; WL) ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (solid Gain; SG) และ ปริมาณน้ำหนักที่ลดลง (weight Reduction; WR) สำหรับสารละลายนำมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณกรดทั้งหมด นำสับปะรดที่ผ่านการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสและสารละลายออสโมติกที่ใช้แล้วจากการแช่สับปะรดตามเวลาที่ทำให้มี WL เท่ากับ 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มาผลิตแยมสับปะรดสมุนไพรตามสูตรที่กำหนดไว้ โดยกรรมวิธีการผลิตแยม ทำได้ดังนี้ คือ นำสับปะรดมาผสมกับน้ำ ปั่นให้ละเอียด กำหนดอัตราส่วนของเนื้อสับปะรดกับน้ำเป็น 20 : 1 (โดยน้ำหนัก) และนำไปวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณกรด เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำตาลทราย และปริมาณกรดซิตริก ที่ต้องเติมลงไปในผลิตภัณฑ์แยม ให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 65 องศาบริกซ์ และมี ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.65 ของน้ำหนักแยม หลังจากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดไปให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วเติมน้ำตาลทราย ให้ความร้อนต่อโดยกวนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เติมกรดซิตริกและเติมเจลจากผงบุก กวนส่วนผสมจนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 65 - 68 องศาบริกซ์ หยุดการให้ความร้อน และลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 82 - 85 องศาเซลเซียส บรรจุลงในขวดแก้ว ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนนำมาวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบกับแยมที่ทำจากสับปะรดสด ดังนี้ คือ เวลาที่ใช้ในการกวนแยม ปริมาณวิตามินซี และประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบ โดยวิธี 9-Point hedonic scale วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองแบบ Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จาก Figure 1 พบว่า WL มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2 ชั่วโมงแรก แต่เมื่อเวลาในการออสโมซิสนานขึ้น จะเกิดการสะสมของน้ำที่แพร่กระจายออกมารอบๆ ชิ้นสับปะรดมากยิ่งขึ้น สารละลายน้ำตาลที่สัมผัสกับชิ้นสับปะรดจึงมีความเข้มข้นน้อยลง เป็นผลให้ความแตกต่างของแรงดันออสโมติกน้อยลง จึงทำให้อัตราการถ่ายเทของน้ำระหว่างชิ้นสับปะรดกับสารละลายน้ำตาลภายนอกลดลงและมีแนวโน้มเริ่มคงที่ และในระหว่างการออสโมซิสจะมีการถ่ายเทมวลของแข็งจากสารละลายมาสู่ชิ้นสับปะรด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาลในสารละลายออสโมติกนั่นเอง จึงทำให้ชิ้นสับปะรดมีค่า SG เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้น โดยการแพร่ของน้ำและของแข็งจากตัวถูกละลายนี้จะเคลื่อนที่แบบสวนทางกัน โดยเซลล์ของผลไม้ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านจะยอมให้น้ำแพร่ผ่านมากกว่าตัวถูกละลายซึ่งในที่นี้ คือ น้ำตาลทราย ซึ่งมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำ จึงทำให้การแพร่ของน้ำตาลเกิดขึ้นได้น้อยกว่า (Torregiani, 1993) โดยค่า SG มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.88 – 13.06 เท่านั้นซึ่งน้อยกว่าค่า WL มาก เมื่อพิจารณาค่า WR ของตัวอย่างสับปะรด พบว่า จะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้าย WL และ SG ในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการออสโมซิส จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีค่า WR ประมาณร้อยละ 30 และพบว่าเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้น ค่า WR ของตัวอย่างสับปะรดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สำหรับสารละลายออสโมติกพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลงเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำภายในเซลล์แพร่กระจายออกสู่สารละลายภายนอกและขณะเดียวกันตัวถูกละลายภายนอกจะแพร่กระจายเข้าสู่เซลล์ของสารละลาย ทำให้มีโมเลกุลของสารละลายน้ำตาลบางส่วนแพร่เข้าสู่เซลล์ของผลไม้ เป็นผลทำให้สารละลายออสโมติกเจือจางลง และกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ในผลไม้แพร่ออกมาสู่สารละลายออสโมติกด้วย (Torregiani, 1993) จึงทำให้สารละลายออสโมติกมีปริมาณกรดทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มมากขึ้น

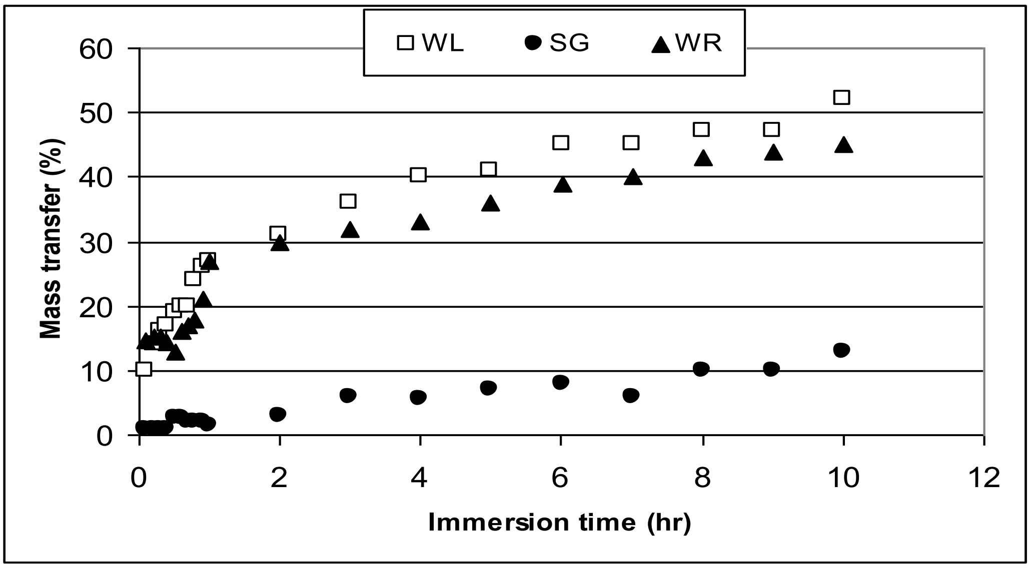


Figure 1 Mass transfer in terms of water loss (WL) solid gain (SG) and weight reduction (WR) of pineapple during osmotic dehydration for 10 hrs.

ในการนำสับปะรดที่ผ่านการดึงน้ำด้วยออสโมซิสให้มีปริมาณน้ำที่สูญเสียตามที่ต้องการได้ เท่ากับร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 พบว่าต้องใช้เวลาในการออสโมซิส 5 นาที 30 นาที 1 ชั่วโมง 8 นาที 3 ชั่วโมง 37 นาที และ 5 ชั่วโมง 10 นาที ตามลำดับ จาก Table 1 แสดงให้เห็นว่า การใช้สับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสมีปริมาณน้ำที่สูญเสียเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้เวลาที่ใช้ในการกวนส่วนผสมแยมทั้งหมดลดลงโดยพบว่า การผลิตแยมโดยใช้สับปะรดสดใช้เวลาในการกวนแยม 30 นาที โดยการใช้สับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสที่มีปริมาณน้ำที่สูญเสียร้อยละ 50 ใช้เวลาในการกวนแยมน้อยที่สุดคือ 17 นาที เนื่องมาจากการนำสับปะรดที่เป็นวัตถุดิบหลักมาดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสก่อนนำไปกวนและนำสารละลายออสโมติกกลับมาใช้ด้วยเป็นการลดปริมาณน้ำและเพิ่มปริมาณของแข็งในวัตถุดิบก่อนนำไปกวนเป็นแยม จึงช่วยลดเวลาในการกวนเพื่อระเหยน้ำให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตามต้องการ โดยพบว่ามีส่วนช่วยให้รักษาปริมาณวิตามินซีไว้ได้ การใช้สับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสมาทำแยมร่วมกับการใช้สารละลายออสโมติกที่ใช้แล้วมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับแยมที่ผลิตจากสับปะรดสดและน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากเวลาในการกวนส่วนผสมแยมลดลงโอกาสการสูญเสียวิตามินซีในแยมจึงลดลงด้วย เพราะวิตามินซีเป็น strong reducing compound ที่มีความคงตัวต่ำสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อนและสัมผัสกับออกซิเจน (นิธิยา, 2549) นอกจากนี้การนำสารละลายออสโมติกกลับมาใช้ใหม่อาจเป็นการนำวิตามินซีบางส่วนที่มีอยู่ในสับปะรดตามธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่ได้ (Garcia และคณะ, 2002) จาก Table 2 พบว่า แยมที่ใช้สับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสจนมีปริมาณน้ำที่สูญเสียระดับต่างกัน ทำให้คะแนนความชอบทุกด้านมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า การใช้สับปะรดที่มีการออสโมซิสที่ระดับปริมาณน้ำที่สูญเสียเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใช้สารละลายออสโมติกที่ใช้แล้ว ทำให้แยมได้รับความชอบทุกด้านสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยได้รับคะแนนอยู่ในช่วง 6.9 – 7.4 ซึ่งหมายถึง ชอบระดับเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ทั้งนี้พบข้อสังเกตว่าแยมที่ผลิตจากสับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสได้รับคะแนนความชอบมากกว่าแยมสับปะรดที่ทำจากสับปะรด ทั้งที่อาจเนื่องมาจากการที่ลดเวลาในการให้ความร้อนกับแยมเมื่อใช้สับปะรดที่ผ่านการออสโมซิส ทำให้ลดโอกาสเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ต่างๆ หรือกลิ่นสุก นอกจากนี้การนำสารละลายออสโมติกกลับมาใช้ร่วมด้วยเป็นการเพิ่มกลิ่นรสสับปะรดกลับมาให้กับผลิตภัณฑ์แยมได้ด้วย

Table 1 Ingredients, heating time and vitamin C content of jam made from osmotically and fresh pineapple.

Ingredients	Water loss of osmotically pineapple (%)					
	0	10	20	30	40	50
Fresh	500	-	-	-	-	-
Osmotically	-	500	500	500	500	500
Hairy basil	50	50	50	50	50	50
Sucrose	391.75	327.80	323.35	303.95	284.00	271.05
Stevioside	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Tamarind	29.02	27.08	26.88	26.46	26.13	25.87
Water	25	-	-	-	-	-
Osmotic	-	25	25	25	25	25
Glucomannan	174.12	174.12	174.12	174.12	174.12	174.12
Safflower	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5
Heating time	30 ± 1.53	30 ± 1.00	27 ± 0.58	25 ± 1.00	20 ± 1.00	17 ± 0.58
Vitamin C	$0.20^{f} \pm 0.01$	$0.25^{e} \pm 0.01$	$0.29^{d} \pm 0.01$	$0.33^{c} \pm 0.01$	$0.38^{b} \pm 0.02$	$0.45^{a} \pm 0.01$

^{a,b,c} Difference letters in the same row indicated significant difference($p \leq 0.05$).

Table 2 Liking score in terms of color, flavor, taste, mouth feel, appearance and overall liking of jam made from osmotically and fresh pineapple.

Water loss of osmotically	Means ± SD					
	Color	Flavor	Taste	Mouth feel	Appearance	Overall liking
0	$6.03^{c} \pm 1.69$	$6.47^{b} \pm 1.31$	$6.00^{b} \pm 1.49$	$6.03^{b} \pm 1.33$	$6.67^{c} \pm 1.06$	$6.27^{b} \pm 1.23$
10	$6.47^{bc} \pm 1.17$	$6.53^{b} \pm 1.17$	$6.10^{b} \pm 1.79$	$6.00^{b} \pm 1.49$	$6.83^{bc} \pm 1.18$	$6.63^{b} \pm 1.30$
20	$6.5^{bc} \pm 1.04$	$6.80^{ab} \pm 1.00$	$6.77^{ab} \pm 1.57$	$5.97^{b} \pm 1.63$	$7.00^{abc} \pm 0.87$	$6.87^{ab} \pm 1.57$
30	$6.6^{abc} \pm 1.04$	$6.77^{ab} \pm 0.94$	$6.77^{ab} \pm 0.97$	$6.37^{ab} \pm 1.52$	$7.07^{abc} \pm 1.02$	$6.67^{b} \pm 1.09$
40	$6.77^{ab} \pm 1.43$	$7.00^{ab} \pm 0.87$	$6.40^{b} \pm 1.61$	$6.47^{ab} \pm 1.43$	$7.27^{ab} \pm 1.05$	$6.63^{b} \pm 1.38$
50	$7.23^{a} \pm 1.61$	$7.23^{a} \pm 0.97$	$7.20^{a} \pm 1.03$	$6.90^{a} \pm 1.52$	$7.40^{a} \pm 1.16$	$7.37^{a} \pm 0.96$

^{a,b,c} Difference letters in the same column indicated significant difference($p \leq 0.05$).

สรุปผล

สามารถพัฒนากรรมวิธีการผลิตโดยใช้สับปะรดที่ผ่านการออสโมติก และสารลายออสโมติกที่ใช้แล้วมาผลิตแยมสับปะรดผสมสมุนไพรได้โดยช่วยให้เวลาในการกวนแยมลดลง ผลิตภัณฑ์มีปริมาณวิตามินซีคงเหลือมากขึ้น และได้รับคะแนนความชอบมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแยมโดยใช้สับปะรดสดและน้ำ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย โครงการ IRPUS

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549, เคมีอาหาร, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

Garcia-Martinez, E., Ruiz-Diaz, G., Martinez-Monzo, J., Camacho, M.M., Martinez-Navarrete, N. and Chiralt, A., 2002, Jam Manufacture with Osmodehydrated Fruit, Food Research International, 35: 301-306.

Torregiani, D.,1993, Osmotic Dehydration in Fruit and Vegetable Processing, Food Research International, 26: 59–69.

การตอบสนองต่อช่วงแสงและพันธุศาสตร์ของข้าวหอมสายพันธุ์กลายออกรวงเร็ว จากการชักนำให้กลายพันธุ์ด้วยอนุภาคนิวตรอนเร็ว

Photoperiod Response and Ggenetic Characterizations of a Heading-Date Aromatic Rice Mutant from Fast-neutron Mutagenesis

กนกพร บุญศิริชัย[1] กาญจนา กล้าแข็ง[2] วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์[1] ศิริลักษณ์ ชูแก้ว[1] และ วรารัตน์ คำหวาน[1]

Boonsirichai, K.[1], Klakhaeng, K.[2], Phadvibulya, V.[1], Chookaew, S.[1] and Khamvarn, V.[1]

Abstract

In this report, we attempted to characterize the heading periods and DNA marker linkages in an aromatic mutant rice, 20-200-4, obtained through fast-neutron mutagenesis of Khao Dawk Mali 105 (KDML105). Mutant 20-200-4 flowered earlier than KDML105 for all planting dates tested except when planted on November 1st. The differences were more pronounced for off-seasoned planting periods where over 40-days difference in the number of days to heading could be observed. However, the degree of photoperiod sensitivity classified mutant 20-200-4 as weakly photoperiod sensitive. A genetic backcross suggested that the mutation was recessive. Genetic analysis showed co-segregation of the early heading-date phenotype with RM410, a simple-sequence-repeats marker located on chromosome 9.

Keywords: mutant, KDML105, photoperiod, DNA marker

บทคัดย่อ

ในการศึกษาความไวต่อช่วงแสงในข้าวหอมสายพันธุ์กลายที่สามารถให้ผลผลิตนอกฤดูปลูก ให้ชื่อว่าข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 พบว่าสามารถออกรวงก่อนข้าวขาวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกเดือนปลูกยกเว้นเดือนพฤศจิกายน โดยในการปลูกนอกฤดูปลูกในเดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม พบว่าสามารถออกรวงก่อนข้าวขาวดอกมะลิ 105 มากกว่า 40 วัน แต่เมื่อนำมาคำนวณดัชนีความไวต่อช่วงแสงพบว่า ข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 เป็นสายพันธุ์ที่ยังตอบสนองต่อช่วงแสงโดยจัดอยู่ในกลุ่ม weakly photoperiod sensitive การศึกษาการกระจายตัวของดีเอ็นเอเครื่องหมายเปรียบเทียบกับการกระจายตัวของลักษณะออกรวงเร็วหรือช้าในประชากรลูกผสมระหว่างข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 กับข้าวหางยี 71 พบว่าดีเอ็นเอเครื่องหมาย RM410 ซึ่งเป็นดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิด simple sequence repeats มีการกระจายตัวสัมพันธ์กับระยะออกดอก แสดงว่ายีนกลายที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระยะออกรวงในข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 อยู่บนโครโมโซม 9

คำสำคัญ: พันธุ์กลาย ข้าวขาวดอกมะลิ 105 การตอบสนองต่อช่วงแสง ดีเอ็นเอเครื่องหมาย

คำนำ

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) เป็นข้าวหอมที่ได้รับความนิยมทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง (ศูนย์ข้อมูลการเกษตรและฝ่ายแผนงานพัฒนากรเกษตร, 2550) การผลิตจึงจำกัดอยู่เฉพาะในฤดูฝน เพราะไม่สามารถออกรวงให้ผลผลิตได้ในระยะเวลาที่เหมาะสมเมื่อปลูกในฤดูร้อน ถึงแม้ประเทศไทยจะมีข้าวหอมพันธุ์อื่นที่ให้ผลผลิตได้ตลอดปี เช่น ข้าวปทุมธานี 1 และข้าวหอมสุพรรณบุรี (องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร) แต่คุณภาพของข้าวหอมเหล่านี้ ยังไม่สามารถทดแทนข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ร่วมกับกรมการข้าวใช้อนุภาคนิวตรอนเร็วปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และคัดเลือกได้ข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 ซึ่งสามารถออกรวงให้ผลผลิตได้ทั้งในฤดูฝนและในฤดูร้อน (วไลลักษณ์ และคณะ, 2544) จึงทำการศึกษาระยะออกดอกของข้าวสายพันธุ์กลายดังกล่าวเมื่อปลูกทดสอบในทุก ๆ เดือนของปีปฏิทิน และทดสอบการตอบสนองต่อช่วงแสง

[1]สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 9/9 หมู่ 7 ต. ทรายมูล อ. องครักษ์ จ. นครนายก 26120

[1]Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization), 9/9 Moo 7, Saimoon, Ongkharak, Nakornnayok, 26120

[2]ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา 79/1 หมู่ 13 ต. ดอนฉิมพลี อ. บางน้ำเปรี้ยว จ. ฉะเชิงเทรา 24170

[2]Chachoengsao Rice Research Center, 79/1 Moo 13, Donchimplee, Bangnampreow, Chachoengsao, 24170

ในต่างประเทศมีการศึกษาวิจัยเพื่อระบุยีนหรือตำแหน่งบนโครโมโซมซึ่งเกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อช่วงแสงในข้าว (Yano และคณะ, 1997; Yamamoto และคณะ, 2000; Yong-Sheng และคณะ, 2008) *Hd1* บนโครโมโซม 6 และ *Hd6* บนโครโมโซม 3 เป็นตำแหน่งที่ได้จากการศึกษา quantitative trait loci ที่ควบคุมการตอบสนองต่อช่วงแสง การวิเคราะห์เชิงโมเลกุลเริ่มที่จะเปิดเผยกลไกการตอบสนองต่อช่วงแสง โดย *Hd1* เป็นยีนสำหรับ transcription factor (Yano และคณะ, 2000) ในขณะที่ *Hd6* เป็นยีนสำหรับ α subunit ของ protein kinase CK2 (Takahashi และคณะ, 2001) จึงทำการตรวจหาดีเอ็นเอเครื่องหมายซึ่งแสดงความเชื่อมโยงกับการตอบสนองต่อช่วงแสงของข้าว 20-200-4 เพื่อระบุดีเอ็นเอเครื่องหมายซึ่งสามารถใช้ติดตามการถ่ายทอดลักษณะกลาย และเพื่อประโยชน์ในการระบุตำแหน่งและยีนกลายในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยอนุภาคนิวตรอนเร็วปริมาณ 20 เกรย์ โดยคัดเลือกลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง (วไลลักษณ์ และคณะ, 2544) ปลูกทดสอบความไวต่อช่วงแสงทุกวันที่ 1 ของเดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี ในกระถางปลูก 8–10 ต้นต่อสายพันธุ์ บันทึกวันออกดอก คำนวณหา basic vegetative phase (BVP) photoperiod-sensitive phase (PSP) และดัชนีการตอบสนองต่อช่วงแสง (degree of photoperiod sensitivity) (International Rice Research Institute, 1985; กาญจนา และคณะ, 2549)

ปลูกทดสอบข้าวลูกผสมชั่วที่สามระหว่างข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 กับข้าวหางยี 71 จำนวน 38 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 10 ต้น ในบ่อปลูกโดยเพาะเมล็ดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 บันทึกวันออกดอก สกัดดีเอ็นเอจากใบข้าวด้วยวิธีของ Dellaporta (1983) ทดสอบดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิด simple sequence repeats (SSR) (Gramene, 2010) และวิเคราะห์ขนาดดีเอ็นเอด้วย ethidium bromide gel electrophoresis โดยใช้ high-resolution agarose ร้อยละ 4

ผลการทดลอง

1. ระยะออกดอกของข้าวสายพันธุ์กลาย

ในการปลูกทดสอบวันออกดอกของข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าข้าวสายพันธุ์กลายออกดอกเร็วกว่าข้าวพันธุ์เดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกเดือนปลูกยกเว้นเดือนพฤศจิกายน (Table 1) โดยในเดือนปลูกพฤษภาคมถึงกรกฎาคมซึ่งเป็นการปลูกนอกฤดูปลูกปกติ พบว่าข้าวสายพันธุ์กลายออกดอกเร็วกว่าพันธุ์เดิมถึง 40 วันหรือมากกว่า จึงจัดได้ว่าข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 เป็นสายพันธุ์ที่ออกดอกเร็ว (early-heading) แต่อาจไม่ใช่ข้าวที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงโดยแท้ เนื่องจากมีระยะออกดอกที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนปลูก โดยมีระยะออกดอกที่ยาวที่สุดคือ 78 วัน เมื่อปลูกในเดือนมิถุนายนและสั้นที่สุดคือ 47 วันเมื่อปลูกในเดือนมกราคม

Table 1 Number of days to heading of KDML 105 and its mutants when planted on the first day of each month.

Plant line	Days to heading[$]											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
KDML105	53±1	56±1	77±2	74±1	128±1	135±1	109±0	77±1	54±0	64±2	58±1	54±0
Mutant 20-200-4	47±0*	49±1*	49±0*	54±1*	84±2*	78±0*	69±1*	54±1*	49±1*	53±1*	51±5	51±0*

[$]Reported as mean ± standard error.

*Significantly different from KDML 105.

2. ดัชนีการตอบสนองต่อช่วงแสงของข้าวสายพันธุ์กลาย

เมื่อคำนวณดัชนีการตอบสนองต่อช่วงแสงของข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 โดยใช้ข้าวพันธุ์ กข 7 (RD7) เป็นพันธุ์อ้างอิงสำหรับข้าวซึ่งไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง และใช้ข้าวพันธุ์น้ำสะกุย 19 (NSG 19) เป็นพันธุ์อ้างอิงสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสง พบว่าข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 ยังแสดงการตอบสนองต่อช่วงแสงและจัดอยู่ในกลุ่ม weakly photoperiod sensitive ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในข้อ 1 โดยมีระยะ BVP ซึ่งเป็นระยะเจริญก่อนสร้างตาดอกที่สั้นที่สุดของทุกเดือนปลูก เป็น 8 วัน มีระยะ PSP ซึ่งเป็นระยะเจริญก่อนสร้างตาดอกที่ยาวที่สุดต่อจาก BVP ซึ่งเป็นระยะที่แสดงการตอบสนองต่อช่วงแสง เป็น 55

วัน มีดัชนีการตอบสนองต่อช่วงแสงเป็น 56.15 ซึ่งอยู่ระหว่างดัชนีการตอบสนองต่อช่วงแสงของข้าวน้ำสะกุย 19 และ กข 7 (Table 2)

Table 2 Degree of photoperiod sensitivity.

Plant line	BVP (days)	PSP (days)	Degree of photoperiod sensitivity	Photoperiod response
KDML105	5	165	80.49	sensitive
NSG19	4	92	70.19	sensitive
Mutant 20-200-4	8	55	56.15	weakly sensitive
RD7	20	44	44.58	insensitive

BVP = basic vegetative phase

PSP = photoperiod-sensitive phase

3. การระบุดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ยึดเรียงอยู่ใกล้กับตำแหน่งการกลาย

เมื่อนำดีเอ็นเอจากประชากรลูกชั่วที่สามจากคู่ผสมระหว่างข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 กับข้าวหางยี 71 ที่ทดสอบการออกดอกนอกฤดูปลูก มาวิเคราะห์การเชื่อมโยงระหว่างระยะออกดอกกับการได้รับชิ้นส่วนดีเอ็นเอต่าง ๆ ด้วย co-segregation analysis โดยแยกตัวอย่างเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มออกดอกเร็วและกลุ่มออกดอกช้า โดยคัดเลือกครอบครัวลูกชั่วที่สามซึ่งแสดงวันออกดอกที่สม่ำเสมอเร็วที่สุดหรือช้าที่สุด (ออกดอกภายใน 59 วัน และออกดอกหลังจาก 165 วัน ตามลำดับ หลังการเพาะเมล็ดในเดือนเมษายน) กลุ่มละสี่ครอบครัว ครอบครัวละห้าตัวอย่าง พบดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิด SSR หมายเลข RM410 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างอัลลีลข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากสายพันธุ์กลาย 20-200-4 กับการออกดอกเร็ว และอัลลีลจากข้าวหางยี 71 กับการออกดอกช้า โดยกลุ่มออกดอกเร็วจะได้รับอัลลีลข้าวขาวดอกมะลิ 105 เสมอ แต่กลุ่มออกดอกช้าจะได้รับอัลลีลข้าวหางยี 71 เสมอ (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับ bulk segregation analysis ในลูกชั่วที่สอง

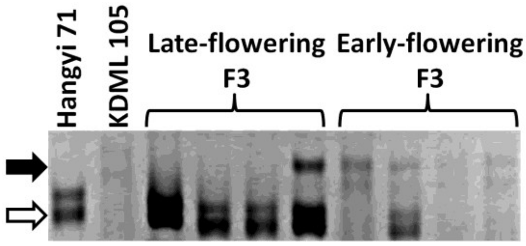


Figure 1 Segregation of RM410, an SSR marker. Early-flowering families always carried a KDML105 allele (black arrow) from the mutant, while late-flowering families always carried a Hangyi71 allele (white arrow).

วิจารณ์ผล

ระยะออกดอกที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละเดือนปลูกของข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 แสดงให้เห็นว่าข้าวสายพันธุ์นี้ยังมีการตอบสนองต่อช่วงแสงคือความยาวของช่วงกลางวันและกลางคืนที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนปลูก ถึงแม้ว่าระยะการออกดอกในช่วงวันยาวของข้าว 20-200-4 จะสั้นกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ถึง 40 วันหรือมากกว่าในเดือนปลูกพฤษภาคมถึงกรกฎาคมก็ตาม ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับดัชนีการตอบสนองของช่วงแสง ซึ่งระบุว่าข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 จัดอยู่ในกลุ่ม weakly photoperiod sensitive ในขณะที่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ถูกจัดไว้ในกลุ่มข้าวไวต่อช่วงแสง

การวิเคราะห์ co-segregation analysis บ่งชี้ว่าการกลายที่เป็นสาเหตุของลักษณะ weakly photoperiod sensitive ในข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 น่าจะยึดเรียงอยู่ใกล้กับดีเอ็นเอเครื่องหมาย RM410 บนโครโมโซม 9 Cho และคณะ (2003) รายงานความเชื่อมโยงใกล้ชิดระหว่าง RM410 กับตำแหน่ง quantitative trait *DTHD9* ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อช่วงแสงในประชากรข้าว BC_2F_2 จากคู่ผสมข้ามสปีชีส์ระหว่าง *Oryza sativa* กับข้าวป่า *O. rufipogon* แต่ยังไม่มีการระบุยีนที่ตำแหน่ง *DTHD9* นี้ อย่างไรก็ตาม อาจเป็นไปได้ว่าลักษณะกลายที่พบในข้าว 20-200-4 จะเกิดจากการกลายที่ตำแหน่งนี้ ซึ่งจำเป็นต้องตรวจพิสูจน์ต่อไป

สรุปผล

จากการปลูกทดสอบข้าวขาวดอกมะลิ 105 สายพันธุ์กลาย 20-200-4 พบว่าสามารถให้ผลผลิตได้ในทุกฤดูปลูก โดยจะออกรวงเร็วกว่าข้าวขาวดอก**มะลิ** 105 ปกติแตกต่างกันไปในแต่ละเดือนปลูก และดัชนีการตอบสนองต่อช่วงแสงจัดข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 ไว้ในกลุ่ม weakly photoperiod sensitive คือยังสามารถตอบสนองต่อช่วงแสงได้บ้าง จากการศึกษาความความเชื่อมโยงระหว่างดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิด SSR กับลักษณะออกดอกเร็วหรือลักษณะออกดอกช้าของข้าวสายพันธุ์กลาย 20-200-4 พบดีเอ็นเอเครื่องหมาย RM410 ซึ่งแสดงความเป็นไปได้ว่าการกลายในข้าว 20-200-4 ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการตอบสนองต่อช่วงแสงจะยึดเรียงอยู่ใกล้กับ RM410 บนโครโมโซม 9

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนายวิชัย ภูริปัญญวานิช และนางสาวขวัญพิสุทธิ์ สังข์ศิลป์เลิศ ที่ให้คำปรึกษาและจัดการห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา กล้าแข็ง สุนิยม ตาปราบ รังสิต เส็งหะพันธุ์ และเกริก เกษโกศล, 2549, การศึกษาการตอบสนองต่อความไวของช่วงแสงของข้าวสายพันธุ์ดีเด่นในภาคกลาง, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 14: 77-82.

บัณฑิต คันธา ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น, 2550, ผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิด ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Asperillus flavus*, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38: 26-32.

วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์ ประดับ วิทยาธีรรัตน์ และอารีรัตน์ คอนดวงแก้ว, 2544, การปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการฉายรังสีนิวตรอน, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ครั้งที่ 8, กรุงเทพมหานคร, 1: 1-13.

ศูนย์ข้อมูลการเกษตรและฝ่ายแผนงานพัฒนากรเกษตร สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี, 2550, ข้อมูล / สารสนเทศจากสมุดข้าวไทย (ปี พ.ศ. 2550) กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี, 61 หน้า.

องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร, ข้าว [สืบค้น], http://www.mof.or.th/rai/rice/rice.html, [5/Mar/10].

Cho, Y.C., Suh, J.P., Choi, I.S., Hong, H.C., Choi, H.C., Hwang, H.G. and Moon, H.P., 2003, QTLs Analysis of Yield and Its Related Traits in Wild Rice Relative *Oryza rufipogon*, Treatment of Crop Residues, 4: 19-29.

Dellaporta, S.L., 1983, A Plant DNA Mini-preparation Version II. Plant Molecular Biology Reporter, 1: 19-21.

Gramene, 2010, Gramene Release #31 [Online], Available: http://www.gramene.org, [June 1, 2010].

International Rice Research Institute, 1985, The Flowering Response of the Rice Plant to Photoperiod. A Review of the Literature, 4^{th} edition, International Rice Research Institute, Manila, the Philippines, 65p.

Takahashi, Y., Shomura, A., Sasaki, T. and Yano, M., 2001, Hd6, a Rice Quantitative Trait Locus Involved in Photoperiod Sensitivity, Encodes the α Subunit of Protein Kinase CK2, Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America, 98: 7922-7927.

Yamamoto, T., Lin, H.X., Sasaki, T. and Yano, M., 2000, Genetics, 154: 885-891.

Yano, M., Harushima, Y., Nagamura, Y., Kurata, N., Minobe, Y. and Sasaki, T., 1997, Theoretical and Applied Genetics., 95: 1025-1032.

Yano, M., Katayose, Y., Ashikari, M., Yamanouchi, U., Monna, L., Fuse, T., Baba, T., Yamamoto, K., Umehara, Y., Nagamura, Y. and Sasaki, T., 2000, *Hd1*, a Major Photoperiod Sensitivity Quantitative Trait Locus in Rice, is Closely Related to the Arabidopsis Flowering Time Gene Constans, The Plant Cell, 12: 2473-2483.

Yong-Sheng, Z., Ling, J., Xi, L., Liang-Ming, C., Shi-Jia, L., Hu-Qus, Z. and Jian-Min, W., 2008, Quantitative Trait Loci for Rice Heading Date in Koshihikari, Acta Agron Sinica, 34: 1869-1876.

การประเมินศักยภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู

Efficiency Evaluation Volatile Oil from Medicinal Plants for Chili (*Capsicum frutescens* Linn.) Seed Coating

เบญญา มะโนชัย[1] กรแก้ว สุภาภรณ์[1] และ พิจิตรา แก้วสอน[1]
Manochai, B.[1], Supaporn, K.[1] and Kaewsorn, P.[1]

Abstract

Efficiency of volatile oils from 7 medicinal plant species including ginger, finger root (krachai), kaffir lime, lemon grass, turmeric, garlic and cassumunar ginger for chili seed coating was evaluated. Kaffir lime showed significantly the highest in volatile oil content (0.81%) followed by turmeric (0.59%) lemon grass (0.25%), garlic (0.12%), finger root (0.10%) and cassumunar ginger (0.07%) respectively ($p \leq 0.05$). The percentage of germination decreased in chili seed coated with volatile oils and increase in mean germination time of those samples was also found. The number of abnormal seedling of seeds coated with volatile oil was higher than uncoated seeds. However, seed coated with kaffir lime and finger root gave the quality of seed similar to uncoated seed. For the microbial attached to the seeds, volatile oil from lemongrass coated on chili seed showed the highest *Bacillus* sp. inhibition, compared with other samples ($p<0.01$). Finally, volatile oil from finger root and kaffir lime tended to be antifungal substance, especially *Fusarium solani*. Therefore, the coating chili seed with volatile oil from medicinal plants might effect on the inhibiting growth of microorganisms, but adverse effect on seed quality.

Keywords: volatile oil, seed coating, antifungal activity, chili seed

บทคัดย่อ

การศึกษาการประเมินศักยภาพของน้ำมันจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ ขิง กระชาย มะกรูด ตะไคร้ ขมิ้นชัน กระเทียม และไพล สำหรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์พริก พบว่า มะกรูดมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด ร้อยละ 0.81 รองลงมาคือ ขมิ้นชัน ร้อยละ 0.59 ตะไคร้ร้อยละ 0.25 กระเทียมร้อยละ 0.12 ขิงร้อยละ 0.10 กระชายร้อยละ 0.10 และไพลร้อยละ 0.07 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) น้ำมันหอมระเหยทำให้ลดเปอร์เซ็นต์ความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกลดลงและพบลักษณะการงอกผิดปกติมากกว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ไม่ผ่านการเคลือบ แต่เมล็ดพันธุ์พริกที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดและกระชายมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ใกล้เคียงกับเมล็ดพันธุ์พริกที่ไม่ผ่านการ เคลือบ สำหรับเมล็ดพันธุ์พริกที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้สามารถยับยั้งเจริญของเชื้อ *Bacillus* sp. ได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น ($p \leq 0.01$) และการเคลือบเมล็ดพันธุ์พริกด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและมะกรูดมีแนวโน้มต่อการออกฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Fusarium solani* ได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่แช่ในเมนโคเซบและการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยอื่น ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์พริกด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์แต่อาจมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย การเคลือบเมล็ด ฤทธิ์ต้านเชื้อรา เมล็ดพันธุ์พริก

คำนำ

ธุรกิจเมล็ดพันธุ์มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการเคลือบเมล็ดเพื่อป้องกันโรคและแมลง เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ก่อนจำหน่ายในท้องตลาด แต่หากใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เชื้อเกิดการดื้อยา ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นการนำผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติมาใช้อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดปัญหาการตกค้างของสารเคมีในดินและเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้นำไปใช้อีกด้วย

โดยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรหลายชนิด มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากข่า ใช้ควบคุมจุลินทรีย์ในดิน เช่น *Aspergillus* sp. *Alternaria* sp. *Cryptococcus* sp. *Heiminthosporium* sp. และ *Candida* sp. (นวรัตน์ และคณะ, 2553) น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิด ได้แก่ ขิง ข่า ขมิ้นชัน กระชาย และเร่วหอม ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

---

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

Aspergillus flavus ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีที่สุด (บัณฑิต และคณะ, 2550) น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ *Morganella morganii* (นงพงา และคณะ, 2552) เป็นต้น

ดังนั้นการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปริมาณการใช้สารเคมีและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม แต่ยังขาดข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อป้องกันกำจัดเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่อยู่ในดินที่สำคัญ เช่น *Fusarium solani* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยว กับเมล็ดพันธุ์พืชที่มีการเคลือบเมล็ดเชิงการค้า เช่น เมล็ดพันธุ์พริก ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์สูงถึง 22 ตัน คิดเป็นมูลค่า 156 ล้านบาท ต่อปี (สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย, 2552) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในการต้านเชื้อ *Fusarium solani*

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมน้ำมันหอมระเหยจาก ขิง กระชาย มะกรูด ตะไคร้ ขมิ้นชัน กระเทียม และไพล โดยวิธีการกลั่นด้วยไมโครเวฟ ใช้ตัวอย่างสด 300 กรัม ต่อน้ำ 600 มิลลิลิตร กลั่นนาน 60 นาที ทิ้งไว้ให้น้ำแยกชั้นกับน้ำมันหอมระเหยแล้วเก็บส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยนำไปหาร้อยละน้ำมันหอมระเหย และนำไปศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยการนำน้ำมันหอมระเหยผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 แล้ว พ่นลงบนเมล็ดพริกขี้หนู (ความงอกร้อยละ 98) ให้ทั่วและผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก และจำนวนเมล็ดที่งอกผิดปกติ ศึกษาประสิทธิภาพเบื้องต้นของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการต้านเชื้อที่ติดมากับเมล็ด โดยการนำเมล็ดที่เคลือบด้วยพืชสมุนไพรทั้ง 7 ชนิด เมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ เมล็ดที่ฆ่าเชื้อด้วยเอทานอลร้อยละ 95 และเมล็ดที่แช่ในแมนโคเซบร้อยละ 0.02 นาน 10 นาที นำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อรา (potato dextrose agar: PDA) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) นาน 7 วัน ทำการประเมินการเจริญของเชื้อโดยนับจำนวนเมล็ดที่มีการเจริญของเชื้อทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน และนำมาคำนวณเป็นร้อยละการเจริญของเชื้อ และสุดท้ายศึกษาประสิทธิภาพเบื้องต้นของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการต้านเชื้อ *Fusarium solani* ทำการทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อรา โดยนำเชื้อรา *Fusarium solani* (10^6 CFU) ไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) นานเป็นเวลา 7 วัน เพื่อเพิ่มปริมาณของเชื้อรา จากนั้นนำเชื้อ *Fusarium solani* จากจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.5 เซนติเมตร วางลงบนจุดศูนย์กลางของอาหาร PDA แล้วนำเมล็ดพริกในแต่ละทรีทเมนต์วางโดยรอบ บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบโดยนับจำนวนเมล็ดที่เกิดเชื้อราทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน และคำนวณเป็นร้อยละการเจริญของเชื้อรา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรทั้ง 7 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พืชที่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงที่สุด คือ มะกรูด ร้อยละ 0.81 โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติกับขมิ้นชัน ร้อยละ 0.59 รองลงมาคือ ตะไคร้ ร้อยละ 0.25 กระเทียม ร้อยละ 0.12 ขิง ร้อยละ 0.10 กระชาย ร้อยละ 0.10 และไพล ร้อยละ 0.07 ตามลำดับ (Table 1)

ร้อยละการงอกของเมล็ดที่เคลือบด้วยมะกรูด และกระชายให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ โดยมีร้อยละการงอกเท่ากับร้อยละ 90 และ 79 ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรอื่นมีร้อยละการงอกต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ (Table 1) เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพริกขี้หนูหลังจากเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหย พบว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ (control) ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด คือ 9.76 วัน รองลงมาคือ เมล็ดที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกระเทียมและมะกรูดคือ 11.77 และ 12.37 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้เมล็ดที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิด ในอัตราส่วน 1:1 มีผลทำให้เกิดต้นกล้าผิดปกติ และเมล็ดสดไม่งอกมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ โดยเฉพาะเมล็ดที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากขิง พบต้นกล้าผิดปกติมากที่สุด ร้อยละ 57.5 ส่วนเมล็ดพริกที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากไพล พบเมล็ดสดไม่งอกมากที่สุด ร้อยละ 62.00 (Table 1) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมล็ดที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรมี ร้อยละการงอกในห้องปฏิบัติการต่ำกว่าเมล็ดพริกขี้หนูที่ไม่ได้เคลือบ และใช้ระยะเวลาในการงอกนานกว่า ตลอดจนพบเมล็ดที่งอกผิดปกติมากกว่า ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากชนิดของสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด ไปมีผลต่อการงอกของเมล็ด หรือความเข้มข้นของสารที่ยังไม่เหมาะสม อาจไปทำอันตรายกับโครงสร้างภายในเมล็ดได้ และในขณะเดียวกันองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย ส่วนใหญ่เป็นโมเลกุล

ที่ไม่ละลายน้ำ (นิจศิริ, 2534) เคลือบเป็นชั้นบางๆ บนเมล็ดอาจไปขัดขวางการซึมผ่านของน้ำและอากาศ จึงส่งผลต่อการงอกของเมล็ดเช่นกัน ซึ่งต้องมีการศึกษาผลดังกล่าวต่อไป

เชื้อที่ติดมากับเมล็ดพริกเป็นเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* sp. และเมล็ดที่เคลือบด้วยสมุนไพรทุกชนิดมีแนวโน้มยับยั้งการเกิดเชื้อแบคทีเรียที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่าเมล็ดที่ฆ่าเชื้อด้วยเอทานอลร้อยละ 95 และการแช่ในแมนโคเซบร้อยละ 0.02 (Table 2) โดยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีแนวโน้มในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์พริกได้ดีที่สุด มีรายงานว่าในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้มีซิทรอล (citral) ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียกลุ่มแกรมบวกได้ดี (Delaquis และคณะ, 2002) นอกจากนี้ ขิง ขมิ้นชัน กระเทียม ก็มีศักยภาพในการยับยั้งการเกิดเชื้อแบคทีเรียได้ดีเช่นกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Thongson และคณะ (2005) พบว่า สารสกัดจากขิง กระชาย และขมิ้นชัน สามารถยับยั้งการเจริญของ *L. monocytogenes* ได้ที่ความเข้มข้นร้อยละ <0.4, <0.6 และ <10 ตามลำดับประสิทธิภาพเบื้องต้นของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการต้านเชื้อ *Fusarium solani* พบว่าเมล็ดที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและมะกรูด มีแนวโน้มในการยับยั้งเชื้อราโดยแสดงการเจริญของเชื้อบนเมล็ด เป็นร้อยละ 22.5 เท่ากัน (วันที่ 7) ให้ผลดีกว่าเมล็ดที่แช่ในสารละลายแมนโคเซบร้อยละ 0.02 ซึ่งมีการเกิดเชื้อราร้อยละ 37.5 (Table 3) โดยมีรายงานว่ากระชายสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Cunninghamlla* sp. ได้ (ศรีกาญจนา, 2541) และในสารสกัดจากมะกรูดร้อยละ 10 มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* (Thanaboripat และคณะ, 2006)

สรุปผล

จากการประเมินศักยของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด คือ ขิง กระชาย มะกรูด ตะไคร้ ขมิ้นชัน กระเทียม และไพล โดยการสกัดด้วยเทคนิคไมโครเวฟ พบว่ามะกรูดมีศักยภาพในการต้านเชื้อรา *Fusarium solani* ที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวได้ดีกว่าเมล็ดที่ใช้สารแมนโคเซบในการป้องกันกำจัดเชื้อรา โดยให้ผลดีในเรื่อง ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ร้อยละการงอก และพบเมล็ดที่งอกผิดปกติน้อย ส่วนตะไคร้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดเชื้อแบคทีเรียที่ติดมากับเมล็ดได้ดีที่สุดแต่มีผลต่อร้อยละการงอก

เอกสารอ้างอิง

นงพงา แสงเจริญ, นงนุช รักสกุลไทย, วรรณา มาลาพันธุ์ และ พงษ์เทพ วิไลพันธ์, 2552, ผลของน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากพืชพื้นบ้านบางชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างฮีสทามีน, เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, ครั้งที่ 47, สาขาประมง, หน้า 608-617.

นวรัตน์ อิ่มจิตร, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล และรัติยา พงศ์พิสุทธา, 2553, การทดสอบวิธีการประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในดิน, เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ครั้งที่ 48. เล่มที่1 สาขาพืช. หน้า 65-72.

นิจศิริ เรืองรังสี, 2534, เครื่องเทศ, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 206 น.

ศรีกาญจนา คล้ายเรือง, 2541, การคัดเลือกสมุนไพรไทยเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Listeria monocytogenis*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย, 2552, ประเมินสถานภาพการผลิตและใช้เมล็ดพันธุ์ของไทยในปัจจุบัน, [สืบค้น], http://www.seed.or.th/documents/seedmags/2552p3_1.pdf.

Delaquis, P.J., Stanich, K., Girarg, B. and Mazza, G., 2002, Antimicrobial Activity of Individual and Mixed Fractions of Dill, Cilantro, Coriander and Eucalyptus Essential Oils, Journal of Food Microbiology, 74: 101–109.

Edward, K.T. and Gallenberg, D.J., 2002, Use of Seed Coating and Fungicide Seed Treatment in Establishing Alfalfa. [Online], Available:http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx8102.pdf [April 10, 2010].

Thanaboripat, D., Chareonsettasilp, S., Pandee, K. and Udomwongsup, K., 2006, Inhibitory Effect of Kaffir Lime, Bitter Cucumber and Tobacco Extract on the Growth of *Aspergillus flavus*, The KMITL Science and Technology Journal, 6(1):19-24.

Thongson, C., Davidson, P.M., Mahakarnchanakul, W. and Vibulsreth, P., 2005, Antimicrobial Effect of Thai Spices Against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* DT104, Journal of Food Protection, 68: 2054-2058.

Table 1 Appearance of volatile oil content from medicinal plants and quality of seed which coated with that volatile oil.

Source of Volatile oil	Volatile oil content (%)	Germination (%)	Mean germination time (days)	Abnormal seed germination (%)	Ungerminated seed
1. Uncoated seed (Control)	-	94.50 a	9.76 c	4.50	0.00
2. Ginger	0.10 b	39.50 c	13.97 a	57.50	3.00
3. Finger root	0.10 b	79.00 ab	13.28 a	19.00	2.00
4. Kaffir lime	0.81 a	90.00 a	12.37 b	10.00	2.00
5. Lemon grass	0.25 b	35.50 c	13.80 a	31.00	33.50
6. Turmeric	0.59 a	28.50 c	13.65 a	42.00	29.50
7. Garlic	0.12 b	67.50 b	11.77 b	19.00	13.50
8. Cassumunar ginger	0.07 b	26.00 c	13.37 a	15.00	62.00
F-test	**	**	**		
C.V.(%)	49.64	18.29	17.03		

** Mean within each column followed by the same letter is not significantly different at 99% level of confidence based on Duncan' New Multiple Range Test.

Table 2 Percentage of Bacillus sp. and Fusarium solani growth on chili seed coated with volatile oil, ethanol and 0.02% mancocep.

Treatments	Bacillus sp.(%)			Fusarium solani (%)		
	3rd day	6th day	7th day	3rd day	6th day	7th day
1. Uncoated seed (Control)	100.00 a	100.00 a	100.00	27.50 a	30.00 a	30.00 a
2. Ginger	43.14 ab	43.14 ab	47.06	22.50 a	47.50 ab	47.50 ab
3. Finger root	27.45 b	72.55 ab	74.51	7.50 a	17.50 a	22.50 a
4. Kaffir lime	98.04 a	100.00 a	100.00	20.00 a	22.50 a	22.50 a
5. Lemon grass	0.00 b	21.57 b	41.18	0.00 a	32.50 a	42.50 a
6. Turmeric	39.22 ab	49.02 ab	52.94	5.00 a	22.50 a	30.00 a
7. Garlic	7.84 b	43.14 ab	50.98	20.00 a	30.00 a	37.50 a
8. Cassumunar ginger	88.24 a	90.20 a	90.20	85.00 b	85.00 b	85.00 b
9. Ethanol 95%	88.24 a	90.20 a	90.20	5.00 a	10.00 a	10.00 a
10. Mancocep 0.02%	88.24 a	100.00 a	100.00	25.00 a	37.50 a	37.50 a
F-test	**	*	ns	**	*	*
C.V.(%)	41.26	42.81	41.2	33.74	46.12	47.98

**,* Mean within each column followed by the same letter is not significantly different at 99% and 95% level of confidence, respectivly based on Duncan' New Multiple Range Test. ns = not significant

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวแก่นตะวันสดภายหลังการเก็บเกี่ยว

The Effect of Temperature and Storage Time on the Chemical and Physical Compositions Changes of *KaenTaWan* (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers after Harvesting

สมพิศ สายแก้ว[1] รัชฎา ตั้งวงค์ไชย[1] และ อัมพร แซ่เอียว[1]

Saikaew, S.[1], Tangwongchai, R.[1] and Sae-Eaw, A.[1]

Abstract

KaenTaWan (*Helianthus tuberosus* L.) is a fructan plant, composing of inulin and fructo-oligosaccharides. This study was to investigate the postharvest changes in physical and chemical compositions of KaenTaWan tubers, HEL65 cultivars. The tubers consisted of 79.01% moisture (wet basis), 54.51% fructan (dry basis), total phenolic of 42.50 mg GAE /100g (dry basis) and antioxidant activity of 8.63 (%inhibition by DPPH assay) and 3.97 (%inhibition by ABTS assay). One kilogram of KaenTaWan was packed in a polyethylene bag (90 μm thickness) and stored at -18°C, 4°C and room temperature (*ca* 29±2°C). The tubers had a shelf-life of 4-7 days at room temperature. The spoilage symptoms were mainly white moldy and budding. Moisture, fructan, total soluble solid and a* did not significantly changed during storage at -18°C or 4°C ($p>0.05$). However, the weight loss increased ($p\leq0.05$) while L*, b* and firmness decreased ($p\leq0.05$). At 10-weeks storage, the tubers were darker in skin colour, reduced in firmness and had wrinkle skin due to water loss. The storage at -18°C or 4°C could retain the fructan content in KaenTaWan.

Keywords: *KaenTaWan* (*Helianthus tuberosus* L.), fructan, storage temperature

บทคัดย่อ

แก่นตะวันเป็นพืชที่มีหัวใต้ดินสะสมและมีอาหารเป็นฟรุคแตน ซึ่งประกอบด้วยฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์และอินนูลิน งานวิจัยนี้เป็น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพหลังการเก็บเกี่ยวของหัวแก่นตะวันสายพันธุ์ HEL65 พบว่าหัวแก่นตะวันสดมีปริมาณความชื้นร้อยละ 79.01 (น้ำหนักสด) ฟรุคแทนร้อยละ 54.51 (น้ำหนักแห้ง) สารฟีนอลิคทั้งหมด 42.50±9.19 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (คิดเทียบเท่ากรดแกลลิค) และกิจกรรมการต้านออกซิเดชั่นเป็น 8.63±0.17 (ร้อยละการยับยั้งโดยวิธี DPPH) และ 3.97±0.07 (ร้อยละการยับยั้งโดยวิธี ABTS) เมื่อบรรจุหัวแก่นตะวันสายพันธุ์ HEL65 น้ำหนัก 1 กิโลกรัมลงในถุงพอลิเอทธิลีน (ความหนา 90 ไมโครเมตร) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C, 4°C และอุณหภูมิห้อง (29±2 °C) พบว่า หัวแก่นตะวันสดมีอายุการเก็บเพียง 4-7 วันที่อุณหภูมิห้อง โดยเกิดการเน่าเสีย จากราสีขาวและการงอกของหัวแก่นตะวัน ส่วนการเก็บรักษาที่ 4 °C และ -18°C พบว่า ปริมาณความชื้น ฟรุคแทน ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความเป็นสีแดง (a*) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามการสูญเสียน้ำหนักของหัวแก่นตะวันสดเพิ่มสูงขึ้น ($p\leq0.05$) ส่วนค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และความแน่นเนื้อลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ($p\leq0.05$) ลักษณะภายนอกของหัวแก่นตะวันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 10 สัปดาห์ พบว่า สีผิวของเปลือกคล้ำขึ้น เนื้อสัมผัสกรอบแน่นลดลง และผิวเปลือกเหี่ยวย่นเนื่องจากการสูญเสียน้ำ การเก็บรักษาหัวแก่นตะวันสดที่อุณหภูมิ 4°C และ -18 °C สามารถคงระดับของปริมาณฟรุคแทนไว้ได้

คำสำคัญ: แก่นตะวัน ฟรุคแทน อุณหภูมิในการเก็บรักษา

คำนำ

แก่นตะวันเป็นพืชสะสมอินนูลิน ซึ่งมีโครงสร้างพื้นฐานเป็นฟรุคแทน ประกอบด้วยฟรุคโตสร้อยละ 80 และกลูโคสร้อยละ 20 หน่วยของฟรุคโตสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β-(2,1) D-fructosyl-fructose หน่วยของฟรุคโตสและกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วย

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

[1]Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University 40002

พันธะ α-D-glucopyranosoyl อินนูลินส่วนใหญ่มีระดับการเกิดพอลิเมอร์ (degree of polymerization, DP) ระหว่าง 2-70 หน่วยฟรุคโตส หาก DP น้อยกว่า10 จัดเป็นฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ (fructooligosaccharides, FOS) อินนูลินในหัวแก่นตะวันมีประมาณร้อยละ 7-30 ของน้ำหนักสดหรือประมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้ง (Kays และ Nottingham, 2008) การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวของหัวแก่นตะวันสดส่งผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบโพลีแซคคาร์ไรด์ เนื่องจากการสลายตัวของอินนูลิน Saengthongpinit และ Sajjaanantakul, (2005) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอินนูลิน โดยเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 2^{o}C และ 5^{o}C นาน 4-6 สัปดาห์ พบว่าปริมาณซูโครสและ DP 3-10 เพิ่มขึ้น ส่วน DP >10 ลดลง สอดคล้องกับ Modler และคณะ (1993) ซึ่งรายงานว่าไม่พบ FOS ที่มี DP มากกว่าหรือเท่ากับ 10 แต่มีการสะสมของ DP 1-4 หลังการเก็บรักษานาน 16 เดือน และพบการงอกของหัวแก่นตะวันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5^{o}C หลังการเก็บรักษานาน 6 เดือน การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการใช้ประโยชน์ของหัวแก่นตะวันสดให้เกิดสูงสุด และเพื่อหาแนวทางในการชะลอการเปลี่ยนแปลงและรักษาคุณภาพ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของหัวแก่นตะวันสดในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. <u>การเตรียมตัวอย่างแก่นตะวัน</u>

นำหัวแก่นตะวันสายพันธุ์ HEL65 อายุการเก็บเกี่ยวหลังการปลูก 120 วัน จากแปลงทดลองโครงการวิจัยแก่นตะวัน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คัดเลือกหัวที่สมบูรณ์ ไม่มีการเน่าเสีย รอยแผลหรือตำหนิ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-2 เซนติเมตร ความยาว 6-8 เซนติเมตร และน้ำหนักต่อหัวของหัวแก่นตะวัน 25-50 กรัม มาล้างสิ่งสกปรกออกโดยใช้น้ำประปา จากนั้นนำหัวแก่นตะวันไปแช่ในน้ำคลอรีนเข้มข้นประมาณ 100-120 ppm อัตราส่วนหัวแก่นตะวันต่อน้ำสะอาดประมาณ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นล้างอีกครั้งด้วยน้ำสะอาดที่มีปริมาณคลอรีนอิสระ 5 ppm นำขึ้นจากน้ำ และใช้พัดลมเป่าให้สะเด็ดน้ำ บรรจุหัวแก่นตะวันลงในถุงพอลิเอทิลีนความหนา 90 ไมโครเมตร ถุงละ 1 กิโลกรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (*ca* 29 ± 2^{o} C) 4 ± 2^{o}C และนำหัวแก่นตะวันอีกส่วนหนึ่งไปแช่เยือกแข็งด้วยลมเย็นอุณหภูมิ -35 ^{o}C ก่อนการนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (-18) ± 2^{o}C สุ่มตัวอย่างแก่นตะวันมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีทุก 2 สัปดาห์ ตัวอย่างแก่นตะวันที่ -18^{o}C นำมาละลายน้ำแข็งก่อนการวิเคราะห์

2. <u>การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ</u>

2.1 ค่าสี วัดค่าสีในระบบ CIE (L* a* b*) ด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น Ultrascan XE (Hunter Associates Laboratory; USA)

2.2 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส วิเคราะห์ความแน่นเนื้อของหัวแก่นตะวันสด โดยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TAXT2 Plus (Stable Micro System; UK) โดยวัดตัวอย่างหัวแก่นตะวันสดทั้งที่ยังมีผิวเปลือก ใช้วิธีการวัดแบบการเจาะทะลุ โดยใช้หัววัดแบบทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3)

3. <u>การวิเคราะห์คุณลักษณะทางทางเคมี</u>

3.1 ปริมาณความชื้น

3.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Baldini และคณะ, 2004) โดยใช้ hand refractometer (ATAGO, Japan)

3.3 การสูญเสียน้ำหนัก (Lichanporn และคณะ, 2009)

3.4 สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (ดัดแปลงจาก Queiroz และคณะ, 2009) โดยใช้เมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 ในการสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร (Lambda 25 Perkin Elmer , USA) เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค

3.5 กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยวิธี DPPH และ ABTS (กันยนา, 2548)

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณฟรุคแทน ใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูป K-FRUC (Megazyme International, Ireland) ซึ่งอ้างอิงวิธีการวิเคราะห์จาก AOAC 999.03 และ AACC 32.32

ผลการทดลอง

หัวแก่นตะวันสดมีความชื้นร้อยละ 79.01$\pm$1.48 ฟรุคแทนร้อยละ 54.51$\pm$5.49 (น้ำหนักแห้ง) สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด 42.50$\pm$9.19 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (คิดเทียบเท่ากรดแกลลิค) กิจกรรมการต้านออกซิเดชั่นเป็น 8.63$\pm$0.17 (ร้อยละการยับยั้งโดยวิธี DPPH) และ 3.97$\pm$0.07 (ร้อยละการยับยั้งโดยวิธี ABTS) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

19.42±0.88 องศาบริกซ์ ความแน่นเนื้อ 2196.05±18.31 กรัม ความสว่าง (L*) ความเป็นสีเหลือง (b*) และความเป็นสีแดง (a*) เท่ากับ 52.56±2.25 7.23±1.22 และ 25.29±0.97 ตามลำดับ

หัวแก่นตะวันสดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 4 พบว่า บางส่วนของหัวแก่นตะวันมีการนิ่มเละ โดยเฉพาะหัวแก่นตะวันที่มีบาดแผลการตัดจากขั้นตอนการตัดแต่งและบริเวณโคนหัวหลัก รวมทั้งพบการเจริญของไมซีเลียมสีขาวของรา เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานาน 7 วันที่อุณหภูมิห้องพบการงอก มีการนิ่มเละ และไมซีเลียมของราเกิดขึ้นในแต่ละถุงบรรจุมากกว่าร้อยละ 40 ในขณะที่การเก็บรักษาหัวแก่นตะวันสดที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์ ไม่พบการเน่าเสีย การเจริญเติบโตของเชื้อรา และการงอก เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยร่วมระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 4°C และ -18°C ต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีในระหว่างการเก็บรักษาของหัวแก่นตะวันที่เก็บรักษา พบว่าผลร่วมของระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ L* และ b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะหัวแก่นตะวันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ 0.67 ต่อสัปดาห์) มากกว่าหัวแก่นตะวันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C (ร้อยละ 0.18 ต่อสัปดาห์) ส่วนความแน่นเนื้อ L* และ b* มีแนวโน้มการลดลงอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา โดยหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 4°C มีค่าความแน่นเนื้อ L* และ b* สูงกว่าหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ -18 °ซ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ผลร่วมของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ฟรุคแทน และค่า a* ($p>0.05$) ดังนั้นจึงพิจารณาในแต่ละปัจจัยหลัก พบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟรุคแทน ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และ a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟรุคแทนอย่างเป็นนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปัจจัยหลักด้านอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น ($p>0.05$) Table 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และกายภาพของหัวแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษา

วิจารณ์ผล

อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของหัวแก่นตะวัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C มีความแน่นเนื้อและมีสีผิวเปลือกคล้ำลง โดยมีค่า L* และ b* ต่ำกว่าหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 4°C เนื่องจากการละลายน้ำแข็งอาจมีผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดความเสียหาย เป็นเหตุให้สูญเสียแรงเต่งภายในเซลล์และของเหลวภายในเซลล์สามารถออกมาเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีได้ (Chassagne-Berces และคณะ, 2009) การเก็บรักษาหัวแก่นตะวันสดที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟรุคแทน ทั้งนี้เนื่องจากในการวิเคราะห์ปริมาณฟรุคแทนเป็นการวิเคราะห์หมู่รีดิวซิ่งของหน่วยย่อยในองค์ประกอบของฟรุคแทนซึ่งประกอบด้วยอินนูลินและ FOS (Suzuki และ Chatterton, 1993) ดังนั้นปริมาณฟรุคแทนที่ไม่เปลี่ยนแปลงจึงไม่อาจชี้บอกถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับพอลิเมอร์ของโมเลกุลของอินนูลินหรือ FOS ของหัวแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษาได้ อย่างไรก็ตาม Saengthongpinit และ Sajjaanantakul (2005) รายงานว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ 2°C และ 5°C มีผลให้โมเลกุลอินนูลินในหัวแก่นตะวันที่มี DP>10 ลดลงและโมเลกุลอินนูลินที่มี DP 3-10 เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่หัวแก่นตะวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของระดับพอลิเมอร์ในโมเลกุลอินนูลินได้

สรุปผล

การเสื่อมเสียคุณภาพของหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิห้องมีลักษณะสำคัญคือ การนิ่มเละ การเจริญของเชื้อรา การงอก สีคล้ำขึ้น และการสูญเสียน้ำหนัก การเก็บรักษาหัวแก่นตะวันสดที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C สามารถคงลักษณะคุณภาพที่ดีของหัวแก่นตะวันสดไว้ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C สามารถเก็บหัวแก่นตะวันสดได้นานตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 10 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามการละลายน้ำแข็งภายหลังเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งอาจมีผลต่อลักษณะคุณภาพของหัวแก่นตะวันสดได้ เช่น มีสีที่คล้ำลง เนื้อสัมผัสนิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว: หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้ทุนวิจัยสำหรับคณาจารย์บัณฑิตศึกษา ประจำปีการศึกษา 2551 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Table 1 The chemical and physical compositions changes of KaenTaWan during storage for 10 weeks.

week	moisture content ^{ns} (% wet basis)		weight loss (%relative)		firmness (g)		total soluble solid^{ns} (^{o}Brix)	
	4°C	-18°C	4°C	-18°C	4°C	-18°C	4°C	-18°C
2	78.68±1.7	77.86±0.1	1.78±0.5^{fghi}	1.50±0.3^{ghi}	2014±50^{bc}	263±2^{e}	19.74±1.7^{A}	18.14±1.3^{A}
4	76.59±2.3	78.70±0.4	3.13±0.4^{ef}	1.91±0.2^{fghi}	1585±7^{d}	235±8^{e}	21.79±2.5^{A}	17.54±0.4^{A}
6	77.25±3.8	77.04±2.0	4.71±0.6^{cd}	2.22±0.3^{fghi}	1939±28^{c}	259±31^{e}	21.89±4.2^{A}	19.74±1.0^{A}
8	77.47±1.2	76.71±1.0	6.30±1.1^{ab}	2.44±0.3^{fg}	1993±164^{bc}	245±1^{e}	21.50±0.7^{A}	19.07±0.3^{B}
10	77.30±0.9	77.20±0.1	7.49±0.9^{a}	2.70±0.2^{efg}	2017±42^{bc}	226±34^{e}	21.55±0.7^{A}	19.25±0.3^{A}
week	fructan content^{ns} (%w/w dry weight)		lightness (L*)		redness^{ns} (a*)		yellowness (b*)	
	4°C	-18°C	4°C	-18°C	4°C	-18°C	4°C	-18°C
2	56.87±2.8$^{A,A'}$	46.70±6.8$^{A,A'}$	52.96±0.2^{a}	34.39±0.9^{d}	9.55±0.6^{A}	5.97±0.1^{B}	29.03±1.0^{a}	16.67±1.2^{d}
4	48.65±9.3$^{A,(AB)'}$	66.65±2.9$^{A,A'}$	54.65±4.1^{a}	29.54±0.0^{ef}	9.42±1.7^{A}	4.92±0.0^{A}	28.10±0.4^{ab}	11.20±0.3^{fgh}
6	44.81±11.4$^{A,(AB)'}$	49.42±3.9$^{A,A'}$	49.95±0.3^{b}	29.68±1.4^{ef}	9.27±0.3^{A}	5.21±0.4^{B}	27.60±1.1^{ab}	12.00±2.1^{ef}
8	36.77±4.1$^{B,B'}$	54.29±2.7$^{A,A'}$	47.29±0.0^{bc}	28.71±1.1^{ef}	9.69±0.6^{A}	4.44±0.7^{B}	24.61±0.6^{c}	9.31±1.9^{gh}
10	47.60±4.1$^{A,(AB)'}$	57.72±7.3$^{A,A'}$	46.59±1.3^{c}	30.30±1.7^{ef}	10.14±1.2^{A}	4.26±0.4^{B}	24.66±0.0^{c}	12.08±2.4^{ef}

The data are presented as mean±standard deviation

The ^{ns} means the interaction of main factors are not significant differences and the different small letters show significant difference ($p \leq 0.05$) by Duncan's Multiple Range Test

The capital letter superscripts are represented the ANOVA of main factors (temperature and storage time), The $^{A, B}$ show significant difference within the same row (temperature) by t-test and the $^{A', B', (AB)'}$ show significant difference within the same column (storage time) by Duncan's Multiple Range Test

เอกสารอ้างอิง

กันยนา กรณ์เกษม, 2548, ความคงตัวของไลโคปีนที่สกัดได้จากกากมะเขือเทศ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Chassagne-Berces, S., Poirier, C., Devaux, M.F., Fonseca, F., Lahaye, M., Pigorini, G., Girault, C., Marin, M. and Guillon, F., 2009, Changes in Texture, Cellular Structure and Cell Wall Composition in Apple Tissue as a Result of Freezing, Food Research International, 42: 788–797.

Kays, S.J. and Nottingham, S.F., 2008, Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke *Helianthus tuberosus* L., CRC Press Taylor and Francis Group, 478p.

Modler, H.W., Jones, J.D. and Mazza, G., 1993, Observations on Long-term Storage and Processing of Jerusalem Artichoke Tuber (*Helianthus tuberosus*), Food Chemistry, 48: 279-284.

Saengthongpinit, W. and Sajjaanantakul, W., 2005, Influence of Harvest Time and Storage Temperature on Characteristics of Inulin from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tuber, Postharvest Biology and Technology, 37: 93-100.

Suzuki, M. and Chatterton, N.J., 1993, Science and Technology of Fructans, United State of America: CRC press, 369p.

Baldini, M., Danuso, F., Turi, M. and Vannozzi, 2004, Evaluation of New Clones of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for Inulin and Sugar Yield from Stalks and Tubers, Industrial Crops and Products, 19: 25-40.

Lichanporn, I., Srilaong, V., Wongs-Aree, C. and kanlayanarat, S., 2009, Postharvest Physiology and Browning of Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) Fruit under Ambient Conditions, Postharvest Biology and Technology, 52: 294-299.

Queiroz, Y.S., Ishimoto, E.Y., Bastos, D.H.M., Sampaio, G.R. and Torres, E.A.F.S., 2009, Garlic (*Allium sativum* L.) and Ready-to-eat Garlic Product: In Vitro Antioxidant Activity, Food Chemistry, 115: 371-374.

ผลของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดต่อคุณภาพของขนมเมล็ดขนุนกวน

Effect of Soy Protein Isolate on Quality of Sweetened Mashed Jackfruit Kernel

ชนิดา ครูส่ง[1] และ อรสา สุริยาพันธ์[1]

Krusong, C.[1] and Suriyaphan, O.[1]

Abstract

The objective of this research was to study the effects of soy protein isolate (SPI) on chemical, sensory and microbial quality of sweetened mashed jackfruit kernel. The amount of directional added SPI was studied at 4 different levels (0, 3, 6 and 9% of jackfruit kernel flour weight). SPI composition significantly increased moisture content, water activity (a_w) and firmness while lowered the lightness value of sweetened mashed jackfruit kernel by ($p<0.05$). By performing Quantitative Descriptive Analysis, sweetened mashed jackfruit kernel possessed undesirable flavor such as bran-like flavor and plastic-like flavor. The presence of SPI significantly altered sensory quality of sweetened mashed jackfruit kernel. Furthermore, SPI intensified certain textural and flavor attributes such as firmness, bean flavor, chalkiness and starchiness in sweetened mashed jackfruit kernel ($p<0.05$). Based on 9-point hedonic scale, the optimum amount of SPI was 3%. In addition the overall liking of sweetened mashed jackfruit kernel containing 3% SPI was scored as moderately like. The microbiology analysis revealed that use of oxygen absorber and moisture absorber together in packaging extended shelf life of mashed jackfruit kernel containing 3% SPI up to 14 days.

Keywords: soy protein isolate, jackfruit kernel flour, sensory quality, shelf life

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Soy protein isolate, SPI) ต่อคุณภาพด้านเคมี ด้านประสาทสัมผัส และด้านจุลินทรีย์ของขนมเมล็ดขนุนกวน โดยแปรปริมาณ SPI ที่ศึกษาเป็น 4 ระดับ คือ 0, 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุน การเพิ่มปริมาณของ SPI ทำให้ขนมเมล็ดขนุนกวนมีปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) และค่าความแน่นเนื้อสูงขึ้น ($p<0.05$) แต่มีค่าความสว่างลดลง ($p<0.05$) ผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงปริมาณของขนมเมล็ดขนุนกวน แสดงให้เห็นว่า ขนมเมล็ดขนุนกวนมีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ คือ มีกลิ่นรสคล้ายกลิ่นรสรำข้าว และกลิ่นรสคล้ายกลิ่นพลาสติก การเติม SPI มีผลทำให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเมล็ดขนุนกวนเปลี่ยนแปลงในทางที่ไม่พึงประสงค์มากขึ้น คือ มีความแน่นเนื้อ กลิ่นรสถั่ว ความสากลิ้นและความเป็นแป้งเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) การประเมินความ ชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scale พบว่า ปริมาณ SPI ที่เหมาะสมในการเติมในขนมเมล็ดขนุนกวน คือ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความชอบโดยรวมเฉลี่ยในระดับชอบปานกลาง การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่า การเก็บเมล็ดขนุนกวนที่มี SPI 3% ในภาวะที่มีสารดูดซับออกซิเจนร่วมกับสารดูดความชื้นในบรรจุภัณฑ์สามารถเพิ่มอายุการเก็บเป็น 14 วัน

คำสำคัญ: โปรตีนถั่วเหลืองสกัด แป้งเมล็ดขนุน ลักษณะทางประสาทสัมผัส อายุการเก็บ

คำนำ

ขนมไทยมีสัดส่วนของสารอาหารที่ไม่สมดุล คือ มีคาร์โบไฮเดรตและไขมันในปริมาณสูงแต่มีโปรตีนในปริมาณน้อย การพัฒนาขนมไทยให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นสามารถทำโดยการเติมโปรตีนลงในผลิตภัณฑ์โดยตรง โปรตีนถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์สารอาหาร (functional food ingredient) ที่ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่อง ในการศึกษานี้ได้เลือกศึกษาผลของการเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (soy protein isolate, SPI) ต่อคุณภาพของขนมเมล็ดขนุนกวน

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University 169 LongHadd Bangsaen Road Saensook Chonburi 20131

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแป้งเมล็ดขนุน

ต้มเมล็ดขนุน (พันธุ์ทองประเสริฐ) พร้อมเปลือกในน้ำเดือดเป็นเวลา 45 นาที ลอกเปลือกออกก่อนบดเมล็ดขนุนต้มสุกด้วยเครื่องปั่นผสม แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 60±2 °ซ เพื่อให้แป้งเมล็ดขนุนมีความชื้น 5±1 % ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช บรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทธิลีน ปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 °ซ

การเตรียมขนมเมล็ดขนุนกวน

ผสมกะทิยูเอชที (80 ก.) น้ำ (20 ก.) และน้ำตาล (40 ก.) ให้ความร้อนพร้อมคนจนกะทิเดือด เติมแป้งเมล็ดขนุน (80 ก.) ลงไปกวนผสมจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกันใช้เวลา 3-5 นาที จากนั้นหยุดให้ความร้อนแต่กวนขนมในกระทะต่อจนอุณหภูมิของขนมเมล็ดขนุนกวนลดลงจาก 90±2 °ซ เป็น 65±2 °ซ ขึ้นรูปขนมเมล็ดขนุนกวนโดยวางขนมเมล็ดขนุนกวนที่ปั้นเป็นก้อน (8±0.5 ก.) ลงในพิมพ์ ปิดทับด้วยแผ่นโลหะที่สะอาด นำไปอัดด้วยแท่นอัดขนม จากนั้นเคาะขนมเมล็ดขนุนกวนออกจากพิมพ์ สำหรับขนมเมล็ดขนุนกวนผสมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (SPI, PRO-FAM® 974, Archer Daniels Midland Company) เติมSPI พร้อมกับแป้งเมล็ดขนุนโดยแปรปริมาณโปรตีนที่เติมในขนมเมล็ดขนุนกวน เป็น 4 ระดับ คือ 0, 3, 6, 9 % โดยน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุน

การศึกษาอายุการเก็บของขนมเมล็ดขนุนกวนเสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด

นำขนมเมล็ดขนุนกวนวางในถาดหลุมพลาสติกที่แบ่งเป็น 9 ช่องแต่ละช่องบรรจุ 2 ชิ้น ก่อนใส่ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอธิลีนเทอร์ฟะทาเลต (Polyethyleneterephatalate, PET) ที่มีสารสารดูดออกซิเจน (วันเดอร์คีปเปอร์) จำนวน 1 ซอง และสารดูดความชื้นขนาด 1 กรัม จำนวน 2 ซอง ปิดผนึกปากถุงและนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 28 วัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพที่ระยะเวลาการเก็บ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน

การวิเคราะห์คุณภาพของของแป้งเมล็ดขนุน และขนมเมล็ดขนุนกวน

1.วัดค่าสีโดยเครื่อง BYK Gardner รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าความแตกต่างโดยรวมของสี (ΔE) ซึ่งคำนวณจากสูตร$\Delta E=(\Delta L^{*2}+\Delta a^{*2}+\Delta b^{*2})^{1/2}$

2.วัดค่าความแน่นเนื้อโดยเครื่อง Texturerometer (TA-XT2, England) ใช้หัววัดA/BC (Buttercutter)

3.วิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมันตามวิธี AOAC (1990)

4.วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่อง NOVASINA รุ่นAWC

5.ตรวจนับจำนวนยีสต์และราด้วยวิธีSpread plate บน potato dextrose agar บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน

6.ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธีPour plate อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 °ซ เป็นเวลา 2 วัน

7.ประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงปริมาณด้วยวิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) โดยผู้ทดสอบจำนวน 8 คน ซึ่งผ่านการฝึกฝนร่วมกันอย่างน้อย 45 ชั่วโมง ประเมินโดยใช้เส้นคะแนนแบบปลายเปิดยาว 15 ซม. ระบุด้านปลายเส้นคะแนน เป็น 0 และ 15 คะแนน ผู้ทดสอบแต่ละคนให้คะแนนตามระดับความเข้ม (intensity) 0 คะแนน คือมีความเข้มน้อยที่สุดคือ 15 คะแนน คือ มีความเข้มมากที่สุด

8.ประเมินความชอบของขนมเมล็ดขนุนกวนกวนด้วยวิธี 9-point hedonic scaleโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คนซึ่งไม่ผ่านการฝึกฝน ประเมินความชอบด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ประเมินโดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างและให้คะแนนตามความชอบ โดย 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

แป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นผงสีครีม ไม่เกาะตัวกัน เมื่อนำแป้งเมล็ดขนุนมาผสมน้ำพบว่าสามารถดูดซับน้ำได้ดีจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแป้งเมล็ดขนุนพบว่ามี คาร์โบไฮเดรต (78.18 %) และโปรตีน (11.53 %) แป้งเมล็ดขนุนมีปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำ คือต่ำกว่า 1 % (โดยน้ำหนักเปียก) ทำให้สามารถเก็บแป้งเมล็ดขนุนได้ในสภาวะปกติโดยไม่เกิดปฏิกิริยาลิปิดออกซิเดชั่น การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์พบว่าแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมได้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่า 1×10^4 โคโลนี/กรัม ซึ่งไม่เกินเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มผช 1/2546)

ผลการศึกษาการเติมโปรตีนต่อคุณภาพของขนมเมล็ดขนุนกวน

การเติม SPI ในเมล็ดขนุนกวน (JS) พบว่า มีผลทำให้สีของเมล็ดขนุนกวนมีสีคล้ำลง ดังเห็นได้จากเมล็ดขนุนกวนมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ($p<0.05$) ในขณะที่ค่าความแน่นเนื้อ ความชื้น และค่าa_w ของขนมเมล็ดขนุนกวนเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ตามปริมาณ SPI ที่เติม (Table1) ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองมีสมบัติที่ดีในการอุ้มน้ำ ทั้งนี้การที่ขนมเมล็ดขนุนกวนมีปริมาณความชื้นสูงขึ้นอาจเอื้อให้การเสื่อมคุณภาพเนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์มีได้สูงขึ้น

Table 1 Color, firmness, moisture content and a_w of sweetened mashed jackfruit kernel containing soy protein islation (SPI).

% SPI	L*	a*	b*	ΔE	Firmness (N)	Moisture content (%)	a_w
0	61.66±0.37 [d]	3.43±0.16 [a]	18.35±0.44 [a]	-	2.19±0.20 [a]	30.31±0.30 [a]	0.83±0.00 [a]
3	59.03±0.19 [c]	3.40±0.38 [a]	18.57±0.27 [a]	2.71±0.47 [a]	2.37±0.13 [b]	35.77±0.26 [b]	0.84±0.01 [a]
6	58.17±0.26 [b]	3.74±0.20 [a]	18.78±0.26 [ab]	3.58±0.10 [a]	2.62±0.19 [bc]	36.68±0.59 [c]	0.92±0.01 [b]
9	57.01±0.59 [a]	4.63±0.15 [b]	19.21±0.20 [b]	4.92±0.63 [b]	2.87±0.14 [c]	37.04±0.19 [c]	0.93±0.01 [b]

[a,b,c,d,e] Significant difference within values in the same column is indicated by different letter ($p<0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของขนมเมล็ดขนุนกวน

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงปริมาณด้วยวิธี QDA พบว่าขนมเมล็ดขนุนกวนมีลักษณะเฉพาะ คือ มีกลิ่นรสรำข้าวและกลิ่นรสพลาสติก กลิ่นรสดังกล่าวอาจเนื่องมาจากตามธรรมชาติเมล็ดขนุนมีปริมาณสารโพลีฟีนอลิกมาก (Soong และ Barlow, 2004) ซึ่งสารโพลีฟีนอลิกส่วนใหญ่มีความฝาด (astringency) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องเติมกลิ่นวานิลลา (1%) ในขนมเมล็ดขนุนกวน เพื่อช่วยลดระดับของกลิ่นพลาสติกและทำให้ผู้ทดสอบสามารถยอมรับขนมเมล็ดขนุนกวนได้ พบว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของขนมเมล็ดขนุนกวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้การเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีผลทำให้ระดับคะแนนของกลิ่นรสรำข้าวและกลิ่นรสพลาสติกเพิ่มขึ้น (Figure 1A) การเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมลดลง ($p<0.05$) (Figure 1B) ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อสัมผัสทางด้านความแตกร่วนและความสากที่เพิ่มขึ้น จึงเป็นผลให้ความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้ได้เลือกเมล็ดขนุนกวนเสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 3 % มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา

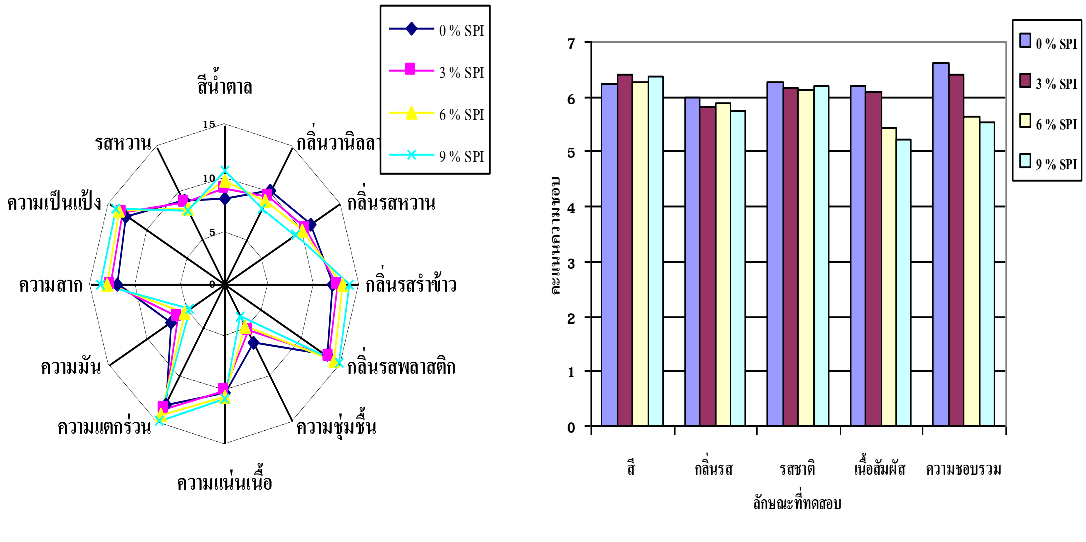


Figure 1 (A) QDA profile and (B) Liking score of sweetened mashed jackfruit kernel containing SPI.

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมเมล็ดขนุนกวนสูตรเสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 3 ในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ขนมเมล็ดขนุนกวนสูตรเสริมโปรตีนถั่วเหลือสกัดร้อยละ 3 มีค่าความแตกต่างโดยรวมของสี (ΔE) และค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) แต่ค่าความสว่าง (L*) ลดลง (Table 2) แต่มีค่าความแน่นเนื้อและค่า a_w เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เป็นผลเนื่องจากสารดูดความชื้น ทำให้ความชื้นของขนมเมล็ดขนุนกวนบริเวณผิว มีค่าลดลง จึงส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเมล็ดขนุนกวนเสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 3 % ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน (Figure 2A) พบว่า เมื่อเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ขนมเมล็ดขนุนกวนมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ($p<0.05$) แต่ลักษณะด้านกลิ่นรสหวาน ความแตกร่วน ความเป็นแป้ง และรสชาติหวานแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การประเมินความชอบของขนมเมล็ดขนุนกวนเสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 3 % พบว่าเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น

คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและรสชาติไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) แต่คะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมีค่าลดลง ($p<0.05$) (Figure 2B)

Table 2 Color, firmness, moisture content and a_w of sweetened mashed jackfruit kernel containing SPI 3% during stored at room temperature for 28 days.

Storage Time (day)	L*	a*	b*	ΔE	Firmness (N)	Moisture content (%)	a_w
0	60.21 ± 0.44^{c}	3.80 ± 0.09^{a}	20.35 ± 0.42	-	2.65 ± 0.03^{a}	26.92 ± 0.49^{a}	0.84 ± 0.00^{a}
7	58.47 ± 0.77^{b}	4.55 ± 0.34^{b}	20.48 ± 0.41	1.98 ± 0.25^{a}	3.75 ± 0.20^{b}	28.22 ± 0.66^{b}	0.84 ± 0.00^{a}
14	57.59 ± 0.88^{ab}	4.82 ± 0.25^{bc}	20.24 ± 0.49	2.84 ± 0.50^{b}	3.75 ± 0.13^{b}	28.23 ± 0.13^{b}	0.90 ± 0.00^{b}
21	56.87 ± 0.47^{a}	5.07 ± 0.40^{bc}	20.38 ± 0.43	3.64 ± 0.12^{c}	3.77 ± 0.17^{b}	28.24 ± 0.34^{b}	0.90 ± 0.00^{b}
28	58.31 ± 0.80^{b}	5.20 ± 0.27^{c}	19.86 ± 0.21	2.49 ± 0.42^{ab}	3.88 ± 0.23^{b}	27.73 ± 0.51^{ab}	0.90 ± 0.01^{b}

[a,b,c,d,e] Significant difference within values in the same column is indicated by different letter ($p<0.05$)

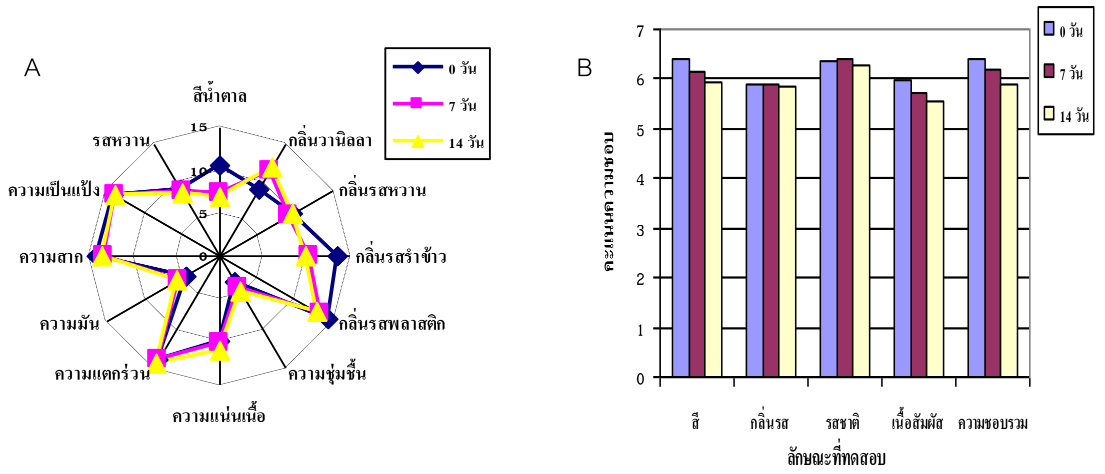


Figure 2 (A) QDA profile and (B) Liking score of sweetened mashed jackfruit kernel containing SPI during storage at room temperature for 14 days.

สรุปผล

การเติม SPI ในขนมเมล็ดขนุนกวนมีผลให้ปริมาณโปรตีนและความชื้นของเมล็ดขนุนกวนเพิ่มขึ้น และเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะที่ประเมิน ขนมเมล็ดขนุนกวนเสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ระดับ 3 % ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในถุง PET ร่วมกับการบรรจุสารดูดซับออกซิเจนและสารดูดความชื้นเป็นเวลา 28 วันที่อุณหภูมิห้องพบว่า เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นขนมเมล็ดขนุนกวน 3% SPI มีค่า L* ลดลง a* และ ΔE เพิ่มขึ้น แต่มีคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ขนมเมล็ดขนุนกวน 3% SPI มีอายุการเก็บ 14 วันที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารอ้างอิง

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย, วันที่ค้นข้อมูล 12 ธันวาคม 2548, เข้าถึงได้จาก http://www.nectec.or.th/courseware/siamculture/otop-tis/tcps1_46.pdf.

AOAC, 1990, Official method of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Soong, Yean-Yean and Barlow, P.J., 2004, Antioxidant Activity and Phenolic Content of Selected Fruit Seeds, Journal of Food Chemistry, 88: 411-417.

การอบแห้งใบหม่อนโดยใช้ตัวกลางที่แตกต่างกันในปั๊มความร้อน

Mulberry leaves Drying Using Different Media by Heat Pump

วิทธวัช ทิพย์แสนพรหม[1] ละมุล วิเศษ[2] และ ณัฐพล ภูมิสะอาด[2]

Tipsaenprom, W.[1], Wiset, L.[2] and Poomsa-ad, N.[2]

Abstract

The dried mulberry leaves are necessary for silkworm feeding during the lack of fresh leaves in summer. Silkworm does not like the brown leaves. The objective of this research was to investigate the color of mulberry leaves after drying by heat pump process under closed loop system. Three drying media in this study were hot air, CO_2 and N_2 with the drying air temperatures of 40, 45 and 50°C. Drying media velocity in drying chamber was 0.5 m/s with by pass air ratio of 30%. In the experiment, mulberry leaves with the initial moisture content of 190 – 200 %db (dry basis) was dried down to the final moisture content of 7 %db. From the experimental results, it was found that the drying rate was increased when the drying temperature increased in all drying media. However, drying kinetics of each drying medium behaved similarly. In an aspect of color values in terms of L, a and b after drying, the brightness (L) and yellowness values (b) decreased with the increasing in drying temperature. The use of CO_2 gas resulted the highest greenness (a) of leaves. Besides, the L, a and b values of blanched leaves before drying at the temperature of 50°C under different media were not significantly different ($p>0.05$).

Keywords: heat pump, mulberry leaves, color, drying

บทคัดย่อ

ใบหม่อนแห้งมีความจำเป็นสำหรับการเลี้ยงหนอนไหมในช่วงฤดูร้อนที่ขาดแคลนใบสด อย่างไรก็ตามหนอนไหมไม่ชอบกินใบแห้งที่มีสีน้ำตาล งานวิจัยนี้จึงศึกษาค่าสีของใบหม่อนหลังการอบแห้ง โดยใช้ปั๊มความร้อน ภายใต้การทดลองในระบบปิด ที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50°C โดยใช้อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวกลางในการอบแห้ง ความเร็วของตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 เมตรต่อวินาที สัดส่วนอากาศไม่ผ่านเครื่องทำระเหยร้อยละ 30 อบแห้งจากความชื้นเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 190–200 มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7 มาตรฐานแห้ง จากการทดลอง พบว่า อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกันอัตราการอบแห้งของตัวกลางทั้งสามมีค่าใกล้เคียงกัน จากการวิเคราะห์ค่าสี L, a และ b ของใบหม่อนหลังอบแห้ง พบว่า เมื่ออุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้นค่าสีของใบหม่อน มีแนวโน้มของความสว่าง (L) และความเป็นสีเหลือง (b) ลดลง และการอบแห้งด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ได้ใบหม่อนที่มีความเป็นสีเขียวสูงสุด (a) ส่วนการอบแห้งใบหม่อนลวกภายใต้ตัวกลางต่างๆ ที่อุณหภูมิ 50°C ค่า L a และ b ของใบหม่อนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: ปั๊มความร้อน ใบหม่อน สี การอบแห้ง

คำนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงหนอนไหมมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากผ้าไหม ที่ได้จากตัวหนอนไหมนั้นเป็นที่นิยมกันมากทั้งในและต่างประเทศ ใบหม่อนที่ใช้เป็นอาหารของหนอนไหมนั้นมีมากในฤดูฝนแต่จะขาดแคลนในฤดูแล้ง จึงเกิดปัญหาใบหม่อนไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงหนอนไหม การอบแห้งใบหม่อนเพื่อเก็บรักษาไว้นั้นจะช่วยแก้ปัญหาในส่วนนี้ได้ (ณัฐพล และคณะ, 2546; ณัฐพล และคณะ, 2553) แต่ใบหม่อนที่อบแห้งแล้วหนอนไหมไม่ชอบกิน เนื่องจากมีสีเปลี่ยนไปอีกเพราะการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูงทำให้ใบหม่อนเกิดสีน้ำตาลได้ง่าย ส่วนการตากแดดเป็นวิธีที่นิยมทั้งในอดีตและปัจจุบันแต่ก็มีข้อเสียคือ ต้องใช้ระยะเวลานาน ใช้พื้นที่ในการตากมากและความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะฤดูฝนที่มีแดดน้อยไม่เพียงพอที่จะลดความชื้นของใบหม่อนได้และที่สำคัญใบหม่อนจะปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ถนนนครสวรรค์ จังหวัดมหาสารคาม 44 000

[1]Faculty of science and Technology, Rajabhat Mahasarakham, Nakhonsawarn Rd, Mahasarakham 44000

[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, Mahasarakham 44150

การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนมีข้อดีคือ เป็นการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำอีกทั้งมีระบบที่ช่วยลดความ ชื้นในอากาศก่อนอบแห้งทำให้ความชื้นในอากาศต่ำ มีผลทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น (Chou และคณะ, 1993; Prasertsan และคณะ, 1998; พรศิกาณฐ์ และคณะ, 2549; วิทธวัช และคณะ, 2549) นอกจากการใช้อุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำของการอบแห้งในระบบปิด ทำให้สามารถใช้ก๊าซเฉื่อยเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ซึ่งก๊าซเฉื่อยนี้จะมีผลต่อการลดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการอบแห้งใบหม่อนโดยการใช้ปั๊มความร้อนเป็นแหล่งความร้อนและใช้อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวกลางในการอบแห้ง เพื่อให้ได้ใบหม่อนที่มีคุณลักษณะที่สามารถนำไปใช้เลี้ยงหนอนไหมได้

อุปกรณ์และวิธีการ

Figure 1 ลักษณะเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนเป็นแบบระบบปิด (Poomsa-ad และคณะ, 2008; วิทธวัช และคณะ, 2549; สุรัตน์ และคณะ, 2550) ซึ่งประกอบด้วย ห้องอบแห้งขนาด 0.5x0.5x1.0 m^3 เครื่องทำระเหยขนาด 1.5 ตันความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิและความชื้นหลังการอบแห้ง ท่อเลี่ยง สำหรับให้ตัวกลางอบแห้งบางส่วนไหลข้ามเครื่องทำระเหย เครื่องควบแน่นตัวในทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิให้กับตัวกลางอบแห้ง พัดลมชนิดแรงเหวี่ยงใบพัดโค้งหลังขนาด 746 W ควบคุมอัตราการไหลของตัวกลางอบแห้งโดยการปรับความเร็วรอบของพัดลม ติดตั้งขดลวดความร้อนขนาด 3 kW เพื่อเพิ่มอุณหภูมิในกรณีที่อุณหภูมิตัวกลางอบแห้งหลังออกจากเครื่องควบแน่นตัวในมีอุณหภูมิไม่ถึงที่กำหนดไว้ ส่วนวงจรของสารทำความเย็น ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ เครื่องทำระเหย วาล์วลดความดัน เครื่องควบแน่นตัวใน และเครื่องควบแน่นตัวนอก เหตุที่ติดตั้งเครื่องควบแน่นตัวนอกเพื่อช่วยระบายความร้อนส่วนเกินในระบบอบแห้งจากเครื่องควบแน่นตัวใน

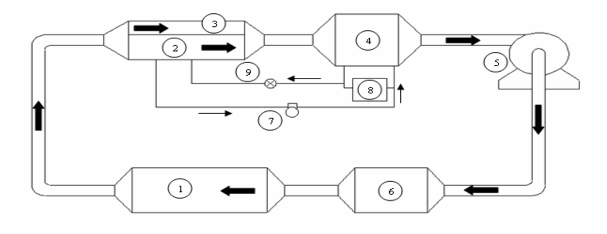


Figure 1 Heat pump system 1) Drying chamber 2) Evaporator 3) By pass air 4) Internal condenser 5) Blower 6) Heater 7) Compressor 8) External condenser 9) Expansion Valve.

นำใบหม่อนพันธุ์โคราช 60 ที่เตรียมไว้ประมาณ 50 กรัม มาวัดสีก่อนอบแห้ง ทดลองอบแห้งใบหม่อนในระบบปิด โดยใช้ปั๊มความร้อน ที่อุณหภูมิ 40 45 และ 50°C โดยใช้อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวกลางในการอบแห้ง ความเร็วของตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 เมตรต่อวินาที สัดส่วนอากาศไม่ผ่านเครื่องทำระเหย 30% อบแห้งจากความชื้นเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 190–200 มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7 มาตรฐานแห้ง จากนั้นนำใบหม่อนที่ได้ไปทดสอบคุณภาพด้านสี และทดสอบการอบแห้งใบหม่อนลวก ภายใต้ตัวกลางต่างๆ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 50°C และวัดค่าสี

ในการทดลองอบแห้ง วัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ชนิด k ต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ (Data aquisition รุ่น MX - 100) บันทึกผลด้วยคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่อง (ทุก 1 นาที) และการชั่งน้ำหนักวัสดุในห้องอบแห้ง ใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล อ่านค่าความถูกต้องละเอียด 0.01 กรัม รับน้ำหนักได้สูงสุด 4 กิโลกรัม บันทึกผลด้วยคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่อง (ทุก 1 นาที)

คุณภาพด้านสีของใบหม่อนหลังอบแห้ง วัดโดยเครื่องวัดสี Hunter Lab ซึ่งแสดงในเทอมของตัวแปร L a และ b ตามระบบการวัดสีของ Hunter โดยค่า L (Lightness Parameter) แสดงค่า ความสว่าง ค่า a (Redness Parameter) แสดง ค่าสีแดง (+) และสีเขียว (-) ค่า b (Yellowness Parameter) แสดงค่า สีเหลือง (+) และสีน้ำเงิน (-) (Tran และคณะ, 2007; Poomsa-ad และคณะ, 2008; วิทธวัช และคณะ, 2549, สุรัตน์ และคณะ, 2550)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณความชื้นใบหม่อน จากการอบแห้งใบหม่อนโดยใช้ปั๊มความร้อน ภายใต้การทดลองในระบบปิดที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50°C โดยใช้อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวกลางในการอบแห้ง อบแห้งจากความชื้นเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 190–200 มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7 มาตรฐานแห้ง ดังแสดงใน Figure 2-4 พบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้งใบหม่อน โดยเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มสูงขึ้น อัตราการอบแห้งใบหม่อนจะเพิ่มขึ้นด้วย อธิบายได้ว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น โมเลกุลของน้ำในวัสดุได้รับความร้อนเพิ่มมากขึ้นก็จะมีพลังงาน

ในการเคลื่อนที่มากพอที่จะเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของวัสดุได้ จึงทำให้น้ำเคลื่อนตัวเร็วขึ้น อัตราการอบแห้งจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

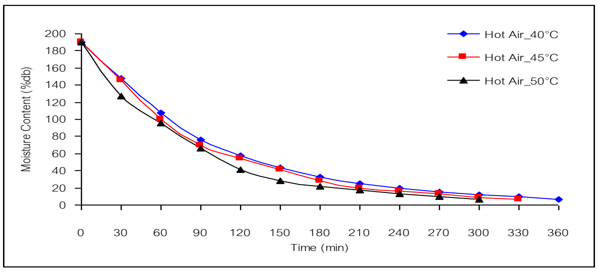


Figure 2 Drying curves of mulberry leaves undergoing hot air drying at drying temperatures of 40, 45 and 50°C

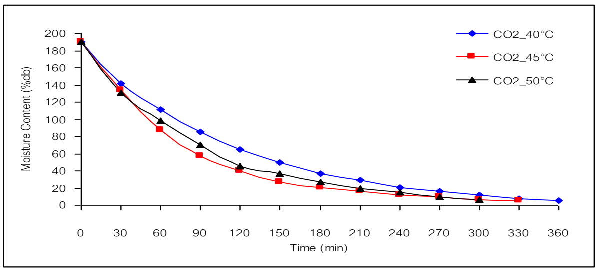


Figure 3 Drying curves of mulberry leaves undergoing CO_2 drying at drying temperatures of 40, 45 and 50°C

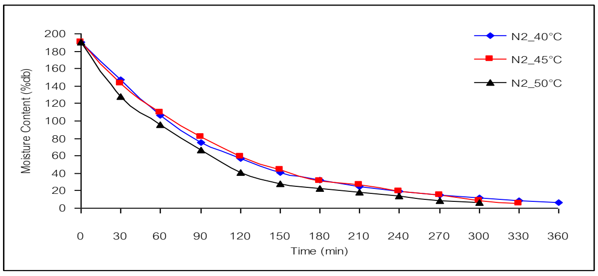


Figure 4 Drying curves of mulberry leaves undergoing N_2 drying at drying temperatures of 40, 45 and 50°C

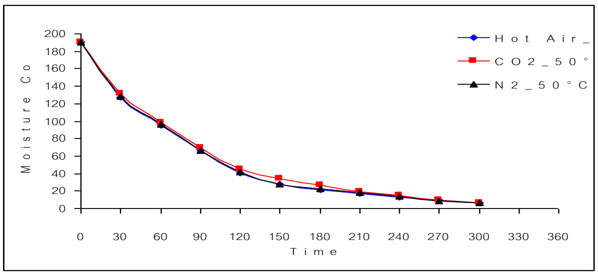


Figure 5 Drying curves of mulberry leaves undergoing hot air CO_2 and N_2 drying at drying temperatures of 50°C

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองอบแห้งใบหม่อนด้วยปั๊มความร้อน โดยใช้ตัวกลางในการอบแห้งแตกต่างกัน ดังแสดงใน Figure 5 แสดงให้เห็นว่า ที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกันอัตราการอบแห้งด้วยตัวกลางทั้งสามชนิดแตกต่างกันเล็กน้อย (วิทธวัช และคณะ, 2549) ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลงการถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นที่ผิวและเนื้อของวัสดุด้วย อุณหภูมิอบแห้งมีอิทธิพลต่ออัตราการแพร่ของความชื้น และค่าความร้อนจำเพาะ (C_p) ของตัวกลางอบแห้งมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งก๊าซไนโตรเจนมีค่าความร้อนจำเพาะมากที่สุด รองลงมาได้แก่ อากาศร้อน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ ทำให้อัตราการอบแห้งโดยใช้ตัวกลางทั้งสามจึงไม่แตกต่างกันมากนัก ผลการทดสอบคุณภาพด้านค่าสีของใบหม่อนอบแห้งแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Effects of different drying media and temperatures on color of dried mulberry leaves.

Media	Temperature (°C)	L	a	b
Hot Air	40	29.11 ± 1.68^{a}	-3.98 ± 0.67^{e}	11.01 ± 1.29^{b}
	45	28.08 ± 1.96^{a}	-4.24 ± 0.24^{cd}	9.51 ± 0.97^{a}
	50	27.72 ± 1.09	-3.37 ± 0.27^{d}	9.60 ± 0.83^{a}
CO_2	40	29.14 ± 1.95^{a}	-5.33 ± 0.25^{a}	10.62 ± 0.97^{ab}
	45	29.81 ± 1.36^{a}	-5.33 ± 0.25^{a}	9.87 ± 0.65^{ab}
	50	28.31 ± 1.30^{a}	-5.26 ± 0.25^{a}	9.95 ± 0.59^{ab}
N_2	40	28.05 ± 0.85^{a}	-4.54 ± 0.42^{bc}	9.64 ± 0.41^{a}
	45	27.69 ± 1.03^{a}	-4.91 ± 0.37^{ab}	9.84 ± 0.44^{ab}
	50	27.89 ± 1.33^{a}	-4.72 ± 0.56^{bc}	10.11 ± 1.00^{ab}

Different superscripts in the same column mean that the values are significantly different at 95% confidence level (α=0.05)

คุณภาพด้านสี การวัดสีใบหม่อนก่อนอบแห้งมีความสว่าง (L) 25.59±0.59 และความเป็นสีเขียว (a) -4.59±0.22 และความเป็นสีเหลือง (b) 7.99±0.28 ซึ่งจะนำค่าสีของใบหม่อนก่อนอบแห้งไปเปรียบเทียบกับค่าสีของใบหม่อนหลังอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50°C โดยใช้ อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวกลางอบแห้ง ผลการวัดสีใบหม่อนหลังอบแห้ง ซึ่งวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดย Scheffe's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดัง Table 1 พบว่าค่าสีเขียว (a) ของใบหม่อนที่อุณหภูมิ 40 และ 45°C ไม่แตกต่างกันมากนัก จะเห็นว่าการอบแห้งใบหม่อนที่อุณหภูมิ 40 และ 45°C จะมีความเป็นสีเขียว (a) ดีกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C แต่เมื่อเทียบกับ

การอบแห้งด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน พบว่าความเป็นสีเขียว (a) ของใบหม่อนที่อบแห้งมีค่าแตกต่างกัน อาจเป็นเพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (วิทธวัช และคณะ, 2549; สุรัตน์ และคณะ, 2550) จึงทำให้รักษาความเป็นสีเขียวของใบหม่อนได้ดีกว่า

ทำการทดลองอบแห้งใบหม่อนลวก ด้วยปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C โดยใช้อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวกลางอบแห้ง นำมาวัดค่าสีดังแสดงในตารางที่ 2

Table 2 Effects of drying media on color of dried mulberry leaves at drying temperature of 50 °C.

Media	L^{ns}	a^{ns}	b^{ns}
Hot Air	21.40 ± 2.69	-3.67 ± 1.00	7.44 ± 1.65
CO_2	20.80 ± 2.25	-3.97 ± 1.23	8.11 ± 0.98
N_2	21.50 ± 1.89	-3.41 ± 0.97	7.45 ± 0.71

ns = non significant different at 95% confidence level

สีใบหม่อนลวกก่อนอบแห้งมีความสว่าง (L) 27.42 ± 0.71 และความเป็นสีเขียว (a) -4.94 ± 0.49 และความเป็นสีเหลือง (b) 6.90 ± 1.39 ผลการวัดสีใบหม่อนลวกหลังอบแห้ง จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการอบแห้งใบหม่อนลวก ที่อุณหภูมิ 50°C โดยใช้อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวกลางอบแห้ง มี ค่า L, a และ b ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการลวกใบหม่อนก่อนอบแห้งทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีเสื่อมสภาพ จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงสีของใบหม่อนไม่แตกต่างกัน

สรุปผล

ผลการทดลองอบแห้งใบหม่อนที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50°C โดยใช้อากาศร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางอบแห้งสามารถสรุปว่า อัตราการอบแห้งใบหม่อนจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิอบแห้ง นอกจากนี้ยังพบว่า ที่อุณหภูมิเดียวกันอัตราการอบแห้งโดยตัวกลางทั้งสามชนิดใกล้เคียงกัน จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสี พบว่า เมื่ออุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้น ค่าสีของใบหม่อน มีแนวโน้มของความสว่าง (L) และความเป็นสีเหลือง (b) ลดลง และการอบแห้งด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ได้ใบหม่อนมีความเป็นสีเขียวสูงสุด (a) รองลงมา คือ การอบแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน และอากาศร้อนตามลำดับ ส่วนการอบแห้งใบหม่อนลวกภายใต้ตัวกลางต่างๆ ที่อุณหภูมิ 50°C ค่า L, a และ b ของใบหม่อนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นการอบแห้งใบหม่อนด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 50°C มีความเหมาะสมมากที่สุดเพราะใช้เวลาในการอบแห้งสั้น และได้ใบหม่อนที่มีความเป็นสีเขียว (a) ใกล้เคียงกับใบหม่อนก่อนอบแห้ง

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพล ภูมิสะอาด และธนากร บูรณเพชร, 2546, สมการจลนพลศาสตร์อบแห้งใบหม่อน. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17, 15-17 ตุลาคม 2546, ปราจีนบุรี.

ณัฐพล ภูมิสะอาด ละมุล วิเศษ และวิทธวัช ทิพย์แสนพรหม, 2553, การวิเคราะห์พลังงานและเอกเซอร์จีในการอบแห้งใบหม่อนแบบชั้นบาง, การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้ง ที่ 6, 5-7 พฤษภาคม 2553, เพชรบุรี.

พรศิกาณฐ์ ใจบุญ อดิศักดิ์ นาถกรณกุล และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2549, การอบแห้งลำไยด้วยปั๊มความร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรดไกล, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, นครราชสีมา.

สุรัตน์ อัตถจริยกุล วิทธวัช ทิพย์แสนพรหม และณัฐพล ภูมิสะอาด, 2550, การอบแห้งมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน, การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 1, 19-20 กรกฎาคม 2550, กรุงเทพฯ.

Chou, S.K., Hawlader, M.N.A., Ho, J.C., Wijeysundera, N.E. and Rajasekar, S., 1993, Heat Pump in the Drying of Food Products, International Journal of Energy Research, 14:397-406.

Poomsa-ad, N., Atthajariyakul, S., Wiset. L. and Tipsanprom, W., 2008, Performance of Heat Pump Dryer for Nam Dok Mai Mango under Different Media, The 16th International Drying Symposium, 9-12 November 2008, Hyderabad, India.

Prasertsan, S. and Saen-saby, P., 1998, Heat Pump Drying of Agricultural Materials, Drying Technology, An International Journal, 16: 235-250.

Tran, M.T.T., Chen, D.X. and Southern, C., 2007, Reducing Oil Content of Fried Potato Crisp Considerably using a Swet Pre-Treatment Technique, Journal of Food Engineering, 80: 719-726.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 261-264 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 261-264 (2553)

ผลของฤดูการเก็บเกี่ยว และพันธุ์ ต่อปริมาณแป้งทนย่อย และ คุณสมบัติด้านเพสท์ของแป้งเผือก และสตาร์ช

Effects of Harvest Season and Variety on Resistant Starch Content and Pasting Properties of Taro Flour and Starch

สิริลักษณ์ ภักดีศรีพันธ์[1] และ จันทนี อุริยะพงศ์สรรค์[1]

Phakdeesriphan, S.[1] and Uriyapongson, J.[1]

Abstract

The resistant starch (RS) content of three varieties of taro tuber (Peauk Hom: PH, Peaukhom Chaingmai: PHC, and Peaukmai: PM) harvested in three seasons (summer, rainy and winter) were studied. There was an interaction between variety and season on RS content. Fresh tuber of PM and PHC harvested in summer had the highest RS content (49.97 and 48.76%, respectively) while fresh tuber of PM in rainy season had the lowest RS content (22.8%) compared to the other. Chemical composition (lipid, protein and ash), color and pasting properties of taro flour using dry milling from each variety harvested in summer and their starches using wet milling were investigated. PM flour showed the highest content of fat, protein and ash (0.48, 10.54, and 4.01%, respectively) compared to PM starch (0.001, 0.26, and 0.35%, respectively) and the other. PM flour contained the highest RS content (49.68%) compared to PM starch (19.34%) and showed the highest yellow color value (b*) (4.17) compared to PM starch (1.99) and the other. Starches from all taro varieties had significantly higher final viscosity, setback but reduced in peak time compared to the taro flours ($P \leq 0.05$).

Keywords: resistant starch, taro, pasting property

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch, RS) ของหัวเผือกสด 3 สายพันธุ์ คือ เผือกหอม (PH) เผือกหอมเชียงใหม่ (PHC) และ เผือกไม้ (PM) ที่เก็บเกี่ยวใน 3 ฤดู (ฤดูร้อน ฝน และ หนาว) พบว่าพันธุ์เผือกและฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณ RS หัวเผือกสดพันธุ์เผือกไม้ และเผือกหอมเชียงใหม่ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณ RS มากที่สุด (ร้อยละ 49.97 และ 48.76 ตามลำดับ) ขณะที่หัวเผือกสดพันธุ์เผือกไม้. ที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ RS น้อยที่สุด (ร้อยละ 22.8) เมื่อเทียบกับพันธุ์และฤดูกาลอื่น และการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี (ไขมัน โปรตีน และเถ้า) สี และคุณสมบัติด้านเพสท์ของแป้งเผือกที่ใช้วิธีการโม่แห้งหัวเผือกสดแต่ละพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน และคุณสมบัติด้านเพสท์ของสตาร์ชโดยวิธีการโม่เปียก พบว่า แป้งเผือกจากพันธุ์ PM มีปริมาณไขมัน โปรตีน และ เถ้าสูงที่สุด (ร้อยละ 0.48, 10.54 และ 4.01 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบสตาร์ชของพันธุ์ PM (ร้อยละ 0.001, 0.26 และ 0.35 ตามลำดับ) รวมทั้งแป้งและสตาร์ชของพันธุ์อื่น แป้งเผือกพันธุ์ PM มีปริมาณ RS มากที่สุด (ร้อยละ 49.68) เมื่อเปรียบเทียบกับสตาร์ชของ PM (ร้อยละ 19.34) และมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากที่สุด (4.17) เมื่อเทียบกับสตาร์ชของ PM (1.99) และพันธุ์อื่นๆ สตาร์ชจากเผือกทุกพันธุ์มีค่าความหนืดสุดท้าย และ ค่าการคืนตัวสูง แต่มีค่าอุณหภูมิที่เริ่มเกิดเพสท์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งเผือก

คำสำคัญ: แป้งทนย่อย เผือก คุณสมบัติด้านเพสท์

คำนำ

Resistant Starch (RS) หรือแป้งทนย่อย คือแป้งที่ไม่สามารถย่อยโดยเอนไซม์ α-1,4 amylase ที่มีอยู่ในกระเพาะและลำไส้เล็กของมนุษย์ แต่จะผ่านไปในส่วนลำไส้ใหญ่และถูกหมักโดยจุลินทรีย์ได้กรดไขมันสายสั้นได้แก่ อะซีเตท บิวทีเรท และโพรปิโอเนต ซึ่งเป็นผลดีต่อในลำไส้ใหญ่และช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งมีคุณประโยชน์ต่อ

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

[1]Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, KhonKaen, 40002

สุขภาพเช่นเดียวกับใยอาหาร (dietary fiber) ที่มีบทบาทในการป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ ทำให้ระบบการขับถ่ายดีขึ้น ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคหัวใจ และโรคเบาหวาน (Sajilata และคณะ, 2006)

อุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบันนิยมใช้เส้นใยอาหารจากหลายแหล่งในการพัฒนาอาหารที่มีใยอาหารสูงเพื่อสุขภาพ แต่การใช้เส้นใยอาหารจากแหล่งต่างๆนั้น มีขีดจำกัดเนื่องจากมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร โดยเฉพาะทางด้านเนื้อสัมผัสและกลิ่นรส เนื่องจากขนาดอนุภาคที่ใหญ่และความสามารถในการอุ้มน้ำสูงของเส้นใยอาหารโดยทั่วไป แต่แป้งทนย่อยมีอนุภาคเล็ก มีการอุ้มน้ำน้อยและพบว่าไม่ทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารมีลักษณะหยาบ จากการศึกษาเบื้องต้นในการผลิตแป้งทนย่อยจากพืชหลายชนิด (วราภรณ์ และคณะ, 2008) พบว่าเผือกมีปริมาณแป้งทนย่อยสูงประมาณร้อยละ 40 ซึ่งใกล้เคียงกับแป้งทนย่อยจากอุตสาหกรรม ซึ่งเห็นว่าการผลิตแป้งทนย่อยจากเผือกนั้นน่าจะมีศักยภาพ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงวิธีการโม่ และฤดูการเก็บเกี่ยวของเผือกจากสายพันธุ์ต่างๆ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของแป้งทนย่อย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีเป้าหมายที่จะทราบถึงผลของปัจจัยเหล่านี้ต่อปริมาณแป้งทนย่อยและคุณสมบัติของแป้งและสตาร์ช ซึ่งอาจมีผลต่อคุณสมบัติของอาหารหลายๆประเภทที่นำแป้งนี้มาใช้เป็นองค์ประกอบของอาหาร

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาปริมาณ RS ในหัวเผือกสดที่มีสายพันธุ์และฤดูการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

ศึกษาปริมาณ RS (AACC, 1995) ในหัวเผือกสด 3 สายพันธุ์คือ เผือกหอม (PH) เผือกหอมเชียงใหม่ (PHC) และ เผือกไม้ (PM) ที่เก็บเกี่ยวใน 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ร้อนและหนาว

การเตรียมแป้งและสตาร์ช และศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และคุณสมบัติด้านเพสท์

ศึกษาการทำแป้งเผือก (taro flour) ทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน บดให้เป็นแป้งด้วยเครื่องบด (Pin mill) ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 100 เมช (วราภรณ์ และคณะ, 2551) ส่วนการทำสตาร์ช (taro starch) ทำโดยวิธีการโม่เปียก (wet milling) ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0.1 ปั่นเหวี่ยง น้ำแป้ง 2 ครั้งที่ 4,250 ×g 10 นาที ทำแห้งที่ 38 องศาเซลเซียส จนความชื้นสุดท้าย 10 -11% วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ เถ้า โปรตีนและไขมัน (AACC, 1995) สี (L*, a*, b*) (Deda และคณะ, 2007) ปริมาณ RS (AACC,1995) คุณสมบัติด้านเพสท์ (pasting) โดยใช้เครื่อง RVA (AACC, 1995)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ศึกษาปริมาณ RS ในหัวเผือกสดที่มีสายพันธุ์และฤดูการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์หัวเผือกสด 3 สายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวใน 3 ฤดูกาล พบว่าพันธุ์เผือกและฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณ RS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเผือกสดพันธุ์ PM และพันธุ์ PHC ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณ RS สูงที่สุด (ร้อยละ 49.97 และ 48.76 ตามลำดับ) ขณะที่หัวเผือกสดพันธุ์ PM ที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณน้อยที่สุด (ร้อยละ 22.8) เมื่อเทียบกับพันธุ์และฤดูกาลอื่น (Table 1)

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและคุณสมบัติด้านเพสท์ของแป้งเผือกและสตาร์ช

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งเผือกและสตาร์ช (Table 2) พบว่าแป้งเผือกจากพันธุ์ PM มีปริมาณไขมัน โปรตีน และ เถ้าสูงที่สุด (ร้อยละ 0.48, 10.54 และ 4.01 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบสตาร์ชของพันธุ์ PM (ร้อยละ 0.001, 0.26 และ 0.35 ตามลำดับ) และแป้งและสตาร์ชของพันธุ์อื่นๆ ($P \leq 0.05$) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Aprianita และคณะ (2009) และ Tattiyakul และคณะ (2006) รายงานว่าการสกัดสตาร์ชจากเผือกทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง สตาร์ชจากเผือกทุกสายพันธุ์มีค่าความสว่าง (L*) สูงกว่าแป้งและแป้งจากเผือกพันธุ์ PM มีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากที่สุด เท่ากับ 4.17 เมื่อเทียบกับแป้งและสตาร์ชของพันธุ์อื่นๆ

Table 1 Resistant starch content of taro tubers from three varieties harvested in different seasons.

Variety	Season	Resistant Starch (%)
PH	rainy	45.44±0.02^{b}
	Summer	48.02±1.16^{ab}
	winter	31.24±0.18^{c}
PHC	rainy	33.48±0.34^{c}
	Summer	48.76±0.38^{a}
	winter	33.78±2.24c^{c}
PM	rainy	22.80±1.05^{e}
	Summer	49.97±2.70^{a}
	winter	27.48±0.91^{d}

^{abc} Means in the same column with different letters are significantly different (P≤0.05)

PH : Peauk Hom, PHC: Peaukhom Chaingmai, PM: Peaukmai

Table 2 Chemical composition and color determination (L*, a*, b*) of taro flour using dry milling and taro starches using wet milling from three varieties harvested in summer.

Sample	Fat (%, db)	Protein (%, db)	Ash (%,db)	L*	a*	b*
PH Flour	0.26±0.02^{b}	8.52±0.09^{b}	2.66±0.06^{c}	72.01±0.36^{d}	1.75±0.05^{b}	3.68±0.04^{c}
PH Starch	0.18±0.11^{bc}	0.07±0.06^{c}	0.45±0.03^{d}	78.68±0.90^{b}	0.16±0.08^{d}	1.68±0.12^{e}
PHC Flour	0.25±0.01^{b}	8.10±0.74^{b}	3.14±0.01^{b}	71.74±0.23^{d}	2.50±0.10^{a}	3.89±0.08^{b}
PHC Starch	0.05±0.01^{cd}	0.15±0.04^{c}	0.40±0.01^{de}	79.60±0.49^{a}	0.24±0.07^{d}	1.99±0.08^{d}
PM Flour	0.48±0.07^{a}	10.54±0.07^{a}	4.00±0.01^{a}	73.34±0.37^{c}	1.05±0.10^{c}	4.17±0.11^{a}
PM Starch	0.01±0.00^{d}	0.26±0.05^{c}	0.35±0.06^{e}	79.83±0.18^{a}	-0.04±0.03^{e}	1.99±003^{d}

^{abc} Means in the same column with different letters are significantly different (P≤0.05)

db: dry basis, PH : Peauk Hom, PHC: Peaukhom Chaingmai, PM: Peaukmai

จากการศึกษาคุณสมบัติด้านเพสท์ของแป้งและสตาร์ชจากเผือก พบว่าชนิดคือแป้งและสตาร์ชจากเผือกแต่ละพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยสตาร์ชจากเผือกทุกพันธุ์มีค่าความหนืดสูงสุด, ความหนืดสุดท้าย และ ค่าการคืนตัวสูงกว่าแป้งเผือก แต่มีค่าอุณหภูมิที่เริ่มเกิดเพสท์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งเผือก (Table 3)

Table 3 Pasting properties of taro flour using dry milling and taro starches using wet milling from three varieties harvested in summer.

Sample	Peak (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Pasting Temperature(°C)
PH Flour	101.46±24.57^{b}	26.62±11.73^{bc}	93.29±17.97^{b}	18.45±5.12^{b}	84.65±1.20^{a}
PH Starch	148.17±1.41^{a}	46.12±0.77^{a}	153.58±0.23^{a}	51.54±1.94^{a}	82.30±1.13^{b}
PHC Flour	70.58±6.48^{b}	21.21±1.82^{c}	49.25±4.12^{c}	0.37±0.17^{c}	84.37±0.53^{ab}
PHC Starch	141.54±0.05^{a}	38.12±0.17^{ab}	150.96±0.29^{a}	47.54±0.05^{a}	83.10±0.00^{ab}
PM Flour	80.17±20.15^{b}	15.37±9.12^{c}	79.33±14.26^{b}	14.54±3.23^{b}	85.10±0.49^{a}
PM Starch	150.25±3.18^{a}	51.41±2.35^{a}	148.75±2.94^{a}	49.92±2.12^{a}	82.30±1.20^{b}

^{abc} Means in the same column with different letters are significantly different (P≤0.05)

PH : Peauk Hom, PHC: Peaukhom Chaingmai, PM: Peaukmai

จากการวิเคราะห์แป้งและสตาร์ชจากเผือกพันธุ์ต่างๆ พบว่าแป้งและสตาร์ชของเผือกแต่ละพันธุ์มีปริมาณ RS แตก ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยแป้งเผือกพันธุ์ PM มีปริมาณ RS มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 49.68 เมื่อเปรียบเทียบกับ

สตาร์ชของ PM (ร้อยละ 19.34) (ไม่ได้รายงานตาราง) ซึ่งต่างจากรายงานของ Aprianita และคณะ (2009) ที่รายงานว่าสตาร์ชจากเผือกมีปริมาณ RS (ร้อยละ 44.98) โดยที่สูงกว่า RS ของแป้ง (ร้อยละ 35.19)

สรุปผล

พันธุ์เผือกและฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณ RS ในหัวเผือกสด โดยเผือกไม้ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณแป้งทนย่อยสูงสุด (ประมาณ 50%) สตาร์ชและแป้งจากเผือกมีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและคุณสมบัติด้านเพสท์ อย่างไรก็ตามชนิดหรือพันธุ์เผือกยังทำให้คุณสมบัติเหล่านี้แตกต่างกันด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และโรงงานก๋วยเตี๋ยวนิตย์ สวรรคโลก ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว. – อุตสาหกรรม และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และโรงงานก๋วยเตี๋ยวนิตย์ สวรรคโลก ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

เอกสารอ้างอิง

จันทนี อุริยะพงศ์สรรค์ และวราภรณ์ สกลไชย, 2008, การเกิด Resistant Starch โดยใช้กระบวนการความร้อนและการใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์คุกกี้, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, ขอนแก่น, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1-125 .

AACC, 1995, American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 9th ed.

Aprianita, A., Purwandari, U., Watson, B. and Vasiljevic, T., 2009, Physico-chemical Properties of Flour and Starch from Selected Commercial Tubers Available in Australia, International Food Research Journal, 16: 507-520.

Deda, M.S., Bloukas. J.G. and Fista, G.A., 2007, Effect of Tomato Paste and Nitrite Level on Processing and Quality Characteristics of Frankfurters, Department of Food Science and Technology, 76: 501-508.

Sajilata, M.G., Singhal, R.S., 2006, Effect of Irradiation and Storage on the Antioxidative Activity of Cashew Nuts, Radiation Physics and Chemistry, 75: 297–300.

Tattiyakul, J., Asavasaksakul, S. and Pradipasena, P., 2006, Chemical and Physical Properties of Flour Extracted from Taro *Colocasia esculenta* (L.), Schott Grown in Different Regions of Thailand, Science Asia, 32: 279-284.

ผลของปัจจัยในกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของทุเรียนทอดกรอบ

Effect of Process Parameters on Quality Attributes of Durian Chips

ปสรร ถิรกวิน[1] และ จุฑารัตน์ หงส์วลีรัตน์[1]
Thirakawin, P.[1] and Hongvaleerat, C.[1]

Abstract

This research aimed to investigate the effect of process parameters on quality of durian chips. The parameters were sample thickness, pulp/oil ratio, post frying (cooling) and storage time. The quality attributes including color, fracturability and sensory attributes. Sample thickness was varied as 1.0, 1.5 and 2.0 mm. The result showed that sample thickness did not significantly affect color ($p \geq 0.05$) but it significantly affected fracturability and sensory attributes were investigated. The optimum thickness of durian slice before frying was 1.5 mm. The pulp/oil ratio was varied as 1/8, 1/7 and 1/6 (w/v). The result indicated that pulp/oil ratio did not significantly affect color, fracturability and liking scores of color and overall acceptance ($p \geq 0.05$) but it significantly affected liking scores of appearance and crispness ($p<0.05$). The optimum pulp/oil ratio for frying durian slice was 1/8 (w/v). In addition, the effects of post frying (cooling) and storage time (30) on color, fracturability, moisture content and total microbial counts were examined. The result showed that cooling (60°C, 10 minutes) before storage did not significantly affect color ($p \geq 0.05$) but it significantly affected fracturability and moisture content ($p<0.05$). Durian chips kept in polypropylene bag at room temperature (30°C) for 30 days presented that color, fracturability and moisture content were not significantly changed ($p \geq 0.05$). In addition, bacterial count and yeast and mold counts were still below the critical level.

Keywords: durian chip, process parameters, quality attributes

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปัจจัยในกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของทุเรียนทอดกรอบ โดยใช้ค่าสี ค่าความเปราะและการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพ ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ความหนาของชิ้นตัวอย่าง อัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอดกรอบและอายุการเก็บรักษา พบว่าการแปรความหนาของทุเรียนก่อนทอดมีผลต่อค่าสีของทุเรียนทอดกรอบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลต่อค่าความเปราะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทุเรียนทอดกรอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความหนาของทุเรียนก่อนทอดที่ความเหมาะสมในการผลิตทุเรียนทอดกรอบคือ 1.5 มิลลิเมตร จากนั้นศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอด พบว่าอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอดมีผลต่อค่าสี ค่าความเปราะ และคะแนนความชอบด้านสีและความชอบโดยรวมของทุเรียนทอดกรอบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและความกรอบของทุเรียนทอดกรอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอดที่เหมาะสมคือ 1:8 จากการศึกษาผลของการอบก่อนเก็บรักษาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสี ค่าความเปราะ ปริมาณความชื้นและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของทุเรียนทอดกรอบ พบว่าการอบทุเรียนทอดกรอบก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที มีผลต่อค่าสีอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลต่อค่าความเปราะและปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ระยะเวลาในการเก็บรักษา (30 วัน) มีผลต่อค่าสี ค่าความเปราะและความชื้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) นอกจากนั้นยังพบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์และจำนวนยีสต์และรามีค่าต่ำกว่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน

คำสำคัญ: ทุเรียนทอดกรอบ ปัจจัยในกระบวนการผลิต คุณภาพของทุเรียนทอดกรอบ

---

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131
[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Longhadbangsean Road, Tambon Saensuk, Amphor Muang, Chonburi 20131

คำนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่ในฤดูเก็บเกี่ยวมักเกิดปัญหาผลผลิตล้นตลาดทำให้ทุเรียนมีราคาต่ำ จึงมีการแปรรูปทุเรียนสดเป็นผลิตภัณฑ์จากทุเรียนประเภทต่างๆ จนกระทั่งศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีได้ค้นพบและเริ่มศึกษาวิธีการทำทุเรียนทอดกรอบ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ทุเรียนทอดกรอบยังจัดเป็นสินค้า OTOP ของจังหวัดระยอง อย่างไรก็ตามจากการเข้าร่วมอบรมในหลักสูตร "ความรู้ในการผลิตทุเรียนทอดกรอบให้มีคุณภาพ" โดยสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยองร่วมกับสถาบันอาหาร พบว่านอกจากปัญหาเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงมีความสนใจที่จะปรับปรุงกระบวนการผลิตทุเรียนทอดกรอบ ที่สอดคล้องกับกระบวนการผลิตที่มีอยู่เดิมเพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริงโดยไม่เพิ่มต้นทุนแก่ผู้ผลิต สำหรับงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของความหนาของชิ้นทุเรียน อัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอด และผลของการอบแห้งก่อนการเก็บรักษาต่อคุณภาพของทุเรียนทอดกรอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

นำทุเรียนดิบพันธุ์หมอนทอง อายุประมาณ 120-135 วัน จากตลาดตะพง จังหวัดระยอง มาปอกเปลือกตัดแต่งเอาเฉพาะส่วนเนื้อ (ควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ ตามวิธีของณัฏชา, 2547)

ศึกษาผลของความหนาเนื้อต่อค่าสี ค่าความเปราะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทุเรียนทอดกรอบ

เตรียมเนื้อทุเรียนเป็น 3 ส่วน ส่วนละ 150 กรัม หั่นด้วยเครื่องตัดแต่งให้มีความหนา 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร นำไปทอดด้วยเครื่องทอดควบคุมอุณหภูมิ โดยทอดในน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส (1:20 w/v) (กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแลงพัฒนา, 2551) ทอดเป็นเวลา 1 นาที 50 วินาที ทำให้สะเด็ดน้ำมันบนตะแกรง บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนและปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก ให้รอยตะเข็บห่างจากปากถุง 1 นิ้ว

วิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ คือ ค่าสี (L* a* และ b*) ด้วยเครื่อง Handy colorimeter ค่าความเปราะ (Fracturability) โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer เลือกใช้หัววัด Crisp Fracture Rig (HDP/CFS) & 1/4" Ball Probe อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนการทดสอบและขณะทำการทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และอัตราเร็วหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale ใช้คะแนนความชอบในทุกด้านเป็นดัชนีชี้วัดในการเลือกความหนาของทุเรียนทอดกรอบเพื่อใช้ในการทดลองลำดับต่อไป

ศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอดต่อค่าสี ค่าความเปราะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทุเรียนทอดกรอบ

เตรียมทุเรียนตามวิธีที่เหมาะสมจากขั้นตอนแรก มาทอดในน้ำมันปาล์ม 3 ลิตรที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส โดยแปรอัตราส่วนทุเรียนต่อน้ำมันเป็น 3 ระดับ คือ ทุเรียน 1 ส่วนต่อปริมาณน้ำมัน 8, 7 และ 6 ส่วน (w/v) (375, 429 และ 500กรัม) และทอดจนกระทั่งสังเกตไม่เห็นฟองอากาศจากชิ้นทุเรียน บันทึกเวลาที่ใช้ทอด วิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ตามวิธีในข้างต้น ใช้คุณภาพและเวลาในการทอดเป็นดัชนีชี้วัดในการเลือกอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันเพื่อใช้ทดลองต่อไป

ศึกษาผลของการอบแห้งก่อนเก็บรักษาและระยะเวลาในเก็บรักษาต่อค่าสี ค่าความเปราะ ปริมาณความชื้นและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของทุเรียนทอดกรอบ

เตรียมทุเรียนตามวิธีที่เหมาะสมจากขั้นตอนที่ 2 กลุ่มละ 50 กรัม โดยอบแห้งตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ที่ 60 องศาเซลเซียส 10 นาที (ดวงเดือน, 2539) ก่อนนำไปบรรจุ ส่วนกลุ่มที่ 2 ไม่อบแห้งก่อนนำไปบรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน ขนาด 6 x 9 นิ้ว ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกให้รอยตะเข็บห่างจากปากถุง 1 นิ้ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโดยไม่ให้ถูกแสงแดด เป็นเวลา 30 วัน วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวันแรกและวันสุดท้ายของการเก็บรักษาดังนี้คือ ค่าความเปราะ ค่าสี ปริมาณความชื้น (AOAC,1990) จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในอาหาร (Pour Plate) และจำนวนยีสต์และราในอาหาร (Spread Plate)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของความหนาเนื้อต่อค่าสี ค่าความเปราะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทุเรียนทอดกรอบ

ความหนาของทุเรียนก่อนทอดมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยทุเรียนทอดกรอบมีค่า L*, a* และ b* อยู่ในช่วง 68.00-69.71, 2.92-3.45 และ 25.71-25.94 ตามลำดับ ซึ่งมีสีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์กรอบที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 67.90, 3.03 และ 30.20 ตามลำดับ แต่ความหนามีผลต่อค่าความเปราะของ

ทุเรียนทอดกรอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ความหนา 1 มิลลิเมตร (2.30±0.18N) มีค่าน้อยกว่าค่าความเปราะของทุเรียนทอดกรอบที่มีความหนา 1.5 และ 2 มิลลิเมตร (2.79±0.19 และ 2.90±0.00N) แสดงว่าตัวอย่างแตกตัวอย่างรวดเร็วเมื่อมีแรงมากระทำ หมายถึงมีความกรอบมากกว่า เนื่องจากขณะที่ทอดอาหารที่อุณหภูมิสูง น้ำบริเวณผิวหน้าอาหารเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอและระเหยอย่างรวดเร็ว ดังนั้นบริเวณผิวหน้าของอาหารจึงมีลักษณะแห้งและแข็ง เกิดเปลือกนอก (Crust) ของอาหารในระหว่างการทอด ซึ่งเปลือกนอกนี้สามารถขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำที่อยู่ภายในชิ้นอาหาร โดยทุเรียนทอดกรอบที่มีความหนา 1 มิลลิเมตรนั้น น้ำภายในสามารถระเหยออกมาได้มากกว่าก่อนที่ผิวนอกจะมีลักษณะแห้งและแข็งเป็นเปลือกหุ้มเอาไว้ ส่งผลให้ความชื้นที่เหลือภายในชิ้นอาหารมีปริมาณน้อยกว่าจึงทำให้ทุเรียนทอดกรอบที่มีความหนา 1 มิลลิเมตรมีค่าความเปราะต่ำกว่า

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าความหนาของทุเรียนก่อนทอดมีผลต่อคะแนนความชอบในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยทุเรียนที่มีความหนาก่อนทอด 1.5 มิลลิเมตร มีคะแนนความชอบในทุกด้านสูงที่สุด จึงเลือกความหนาของทุเรียนก่อนทอดเป็น 1.5 มิลลิเมตรเพื่อใช้ในการทดลองลำดับต่อไป

Table 1 Liking scores of durian chips in terms of appearance, color, crispness and overall acceptance having different thickness before frying.

Thickness (mm)	Liking scores			
	Appearance	Color	Crispness	Overall
1.0	5.67±1.15 [c]	6.73±0.87 [b]	7.67±0.71 [a]	6.87±0.97 [b]
1.5	7.53±0.82 [a]	7.40±0.50 [a]	7.80±0.41 [a]	7.93±0.58 [a]
2.0	7.07±1.20 [b]	7.33±0.80 [a]	6.40±1.61 [b]	6.80±1.63 [b]

The mean values with different superscripts ([a or c]) are significantly different ($p<0.05$).

ผลของอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันต่อค่าสี ค่าความเปราะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทุเรียนทอดกรอบ

การทอดทุเรียนด้วยอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน มีผลต่อค่าสีและค่าความเปราะของผลิตภัณฑ์ทุเรียนทอดกรอบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) โดยทุเรียนทอดกรอบมีค่า L*, a* และ b* อยู่ในช่วง 66.01-67.60, 2.41-4.23 และ 27.98-29.10 ตามลำดับ และมีค่าความเปราะอยู่ในช่วง 3.35-3.68N จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอดมีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและความกรอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านสีและความชอบโดยรวมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้เวลาทอดน้อยที่สุดคือ 1:8 (4 นาที) เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป โดยผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ ดร.งามทิพย์ ภู่วโรดม (2547) ซึ่งแนะนำว่าควรใช้อัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอดเท่ากับ 1:8

Table 2 Liking scores of durian chips in terms of appearance, color, crispness and overall acceptance using different ratios of durian flesh to oil content.

Ratio of durian flesh and oil content	Liking scores			
	Appearance	Color [ns]	Crispness	Overall [ns]
1:6	7.40±0.89 [a]	7.33±0.92	7.00 ±0.79 [b]	7.33±0.71
1:7	6.80±1.27 [b]	7.06±1.05	7.63 ±0.96 [a]	7.73±0.91
1:8	6.73±1.05 [b]	7.13±0.90	7.57±0.93 [a]	7.43±0.77

The mean values with different superscripts ([a or b]) are significantly different ($p<0.05$).

Table 3 Frying time of durian chips using different ratios of durian flesh to oil content.

Ratio of durian flesh to oil content (w/v)	Frying time (min, sec)	Frying time (min, sec) *
1:8	4, 00	4, 35
1:7	5, 10	5, 14
1:6	6, 06	6, 06

* Total frying time for the same amount of durian flesh but the ratio of durian flesh to oil content at 1;20 was used to compare with frying time using the ratios of durian flesh to oil content at 1:8 to 1:6.

ผลของการอบแห้งก่อนเก็บรักษาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสี ค่าความเปราะ ปริมาณความชื้นและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของทุเรียนทอดกรอบ

จากการทดลองพบว่า การอบแห้งและการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน มีผลต่อค่าสีของทุเรียนทอดกรอบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่การอบแห้งมีผลต่อค่าความเปราะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยทำให้ค่าความเปราะลดลงจาก 3.42±0.34 N เป็น 2.54±0.14 N ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่าความเปราะของทุเรียนทอดกรอบและยังพบว่าการอบแห้งก่อนเก็บรักษามีผลต่อปริมาณความชื้นของทุเรียนทอดกรอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยทุเรียนทอดกรอบที่ผ่านการอบแห้งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.78-2.86 ต่ำกว่าที่ไม่ผ่านการอบแห้ง (ร้อยละ 4.31-4.47) ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของทุเรียนทอดกรอบ แสดงให้เห็นว่าทุเรียนทอดกรอบบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีนที่ผ่านและไม่ผ่านการอบแห้งก่อนเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน มีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนทุเรียนทอดกรอบซึ่งกำหนดไว้ว่าต้องไม่เกินร้อยละ 6

การอบอาหารทันทีหลังจากการทอดทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างความชื้นภายในอาหารและน้ำมันที่แห้งซึ่งจะเป็นแรงขับ (driving force) ทำให้ไอน้ำที่หลงเหลือภายในชิ้นอาหารถูกพาไปกับลมร้อน ส่วนในชิ้นอาหารที่ไม่ผ่านการอบจึงยังคงมีปริมาณความชื้นเหลืออยู่สูงกว่า ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษา (30 วัน) ไม่มีผลต่อค่าสี ค่าความเปราะและปริมาณความชื้น สอดคล้องกับณัฏชา (2547) ที่ศึกษาผลของอายุการเก็บรักษาทุเรียนสุกทอดกรอบภายใต้สภาวะสุญญากาศพบว่า b* มีค่าลดลง แสดงว่าสีเหลืองจางลงซึ่งอาจเกิดจากแสงที่เป็นตัวกระตุ้นในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างสารประกอบที่ให้หมู่กรดอะมิโนกับสารประกอบที่ให้หมู่คาร์บอนิล Chuyen (1998) แต่ในทดลองนี้เก็บรักษาทุเรียนทอดกรอบโดยไม่ถูกแสงแดด ส่งผลให้ค่าสีเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ โดยยังไม่แสดงความแตกต่างอย่างเด่นชัดในสัปดาห์ที่ 4 และพบอีกว่าความชื้นของทุเรียนทอดกรอบในถุงโพลีโพรพิลีนยังไม่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 แต่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 10 และมีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 9 ในสัปดาห์ที่ 18 ของการเก็บรักษา

สรุปผล

จากการศึกษาผลของความหนาต่อค่าสี ค่าความเปราะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทุเรียนทอดกรอบ พบว่าความหนาที่เหมาะสมในการเตรียมทุเรียนก่อนทอด คือ 1.5 มิลลิเมตร

จากการศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันที่ใช้ทอดต่อค่าสี ค่าความเปราะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทุเรียนทอดกรอบ พบว่าทุเรียนทอดกรอบที่ทอดโดยใช้อัตราส่วนของเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันทุกอัตราส่วนมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นจึงใช้ระยะเวลาในการทอดเป็นดัชนีชี้วัด พบว่าอัตราส่วนเนื้อทุเรียนต่อปริมาณน้ำมันทอดที่เหมาะสมคือ 1: 8

จากการศึกษาผลของการอบแห้งก่อนเก็บรักษาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสี ค่าความเปราะ ปริมาณความชื้นและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของทุเรียนทอดกรอบ พบว่าทุเรียนทอดกรอบซึ่งเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 30 วัน ในถุงโพลีโพรพิลีนที่อุณหภูมิห้องโดยไม่ถูกแสงแดดมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราต่ำกว่าค่ามาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนทุเรียนทอดกรอบ

เอกสารอ้างอิง

ณัฏชา เปี่ยมคล้า, 2547, การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทอดทุเรียนสุกแช่แข็งด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ, สาขาวิศวกรรมอาหาร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2547, ภาชนะบรรจุย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากมันสำปะหลัง, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มปป, คุณสมบัติทางกลของวัสดุทางชีวภาพและอาหาร [สืบค้น], http://pirun.ku.ac.th/~fengslj/212312/lab07_new2_mech3.doc [22/04/08]

AOAC, 1990, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed.

Chuyen, N.V., 1998, Maillard Reaction and Food Processing in Shahidi.

การสำรวจจุลินทรีย์ท้องถิ่นจากพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดอ่างทอง

Survey of Indigenous Microorganisms (IMOs) from Agricultural Areas in Ang Thong Provinces

เนาวรัตน์ ประดับเพ็ชร์[1] สุวิทย์ เฑียรทอง[1] ศานิต สวัสดิกาญจน์[1] และ สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์[1]

Pradabpet, N.[1], Theinthong, S.[1], Sawatdikarn, S.[1] and Samithiarporn, S.[1]

Abstract

The objective of this study was to sampling and collecting of Indigenous Microorganisms (IMOs) in January 2010 from agricultural areas in Ang Thong provinces, which consists of 7 districts namely Chaiyo, Pa Mok, Pho Thong, Mueang Ang Thong, Wiset Chai Chan, Samko and Sawaeng Ha. There are two type of agricultural areas: (i) using chemical and (ii) reducing chemical. There are four ecosystem groups of IMOs; rice field, vegetable field, fruit field and forest farm. The resulted showed that the number of IMOs in reducing chemical of agricultural areas were higher than using chemical of agricultural areas. In rice field, showed the highest of yeast at 54.3 percentage. The fungi, bacteria and actinomycete has 22.8, 14.3 and 8.6 percentage, respectively. In vegetable and fruit field, has the highest of fungi followed by yeast, bacteria and actinomycete, respectively. In forest farm, showed the highest of yeast at 35.7 percentage. The fungi, actinomycete and bacteria has 30.9, 21.5 and 11.9 percentage, respectively.

Keywords: indigenous microorganisms (IMOs), agricultural area, Ang Thong Provinces

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมจุลินทรีย์ท้องถิ่น โดยสำรวจและเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคม 2553 จากพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดอ่างทอง 7 อำเภอ คือ ไชโย ป่าโมก โพธิ์ทอง เมืองอ่างทอง วิเศษชัยชาญ สามโก้ และแสวงหา ในพื้นที่เกษตรกรรม 2 ประเภท คือ พื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้สารเคมีทางการเกษตรและพื้นที่เกษตรกรรมที่ลดการใช้ สารเคมีทางการเกษตร โดยเก็บจำแนกจุลินทรีย์ท้องถิ่นตามแหล่งนิเวศ 4 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์ท้องถิ่นจากแปลงปลูกข้าว แปลงปลูกผัก แปลงปลูกไม้ผล และสภาพป่าปลูก พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ท้องถิ่นในพื้นที่เกษตรกรรมที่ลดการใช้สารเคมีทางการ เกษตรมีปริมาณเฉลี่ยมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้สารเคมีทางการเกษตร จุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดจากแปลงปลูกข้าว คือ ยีสต์เท่ากับร้อยละ 54.3 รองลงมา คือ รา แบคทีเรีย และแอกทิโนไมซีท เท่ากับร้อยละ 22.8 14.3 และ 8.6 ตามลำดับ จุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดจากแปลงปลูกผักและไม้ผล คือ รา รองลงมาคือ ยีสต์ แบคทีเรีย และแอกทิโนไมซีท ตามลำดับ สำหรับจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดจากสภาพป่าปลูก คือ ยีสต์เท่ากับร้อยละ 35.7 รองลงมาคือ รา แอกทิโนไมซีท และแบคทีเรีย เท่ากับ ร้อยละ 30.9 21.5 และ 11.9 ตามลำดับ

คำสำคัญ: จุลินทรีย์ท้องถิ่น พื้นที่ทำการเกษตร จังหวัดอ่างทอง

คำนำ

จุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms; IMOs) เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยในพื้นที่ดั้งเดิมมีความสามารถในการปรับตัวและอยู่รอดได้ดีในถิ่นที่อยู่อาศัยนั้นๆ จุลินทรีย์ท้องถิ่นเหล่านี้บางกลุ่มมีกิจกรรมการดำรงชีวิตที่มีประโยชน์ทางการเกษตรตัวอย่างเช่น Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีความสามารถในการครอบครองรากพืช Mycorrhiza เป็นกลุ่มเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กับรากพืช โดยในขั้นตอนการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้เกิดบทบาทในการสร้างประโยชน์ให้เกิดขึ้นแก่ดิน เช่น ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixing Microorganisms) ทำให้เกิดกระบวนการเพิ่มไนโตรเจนในรูปที่พืชสามารถใช้ได้ลงสู่ดิน ได้แก่ กลุ่มแบคทีเรียและกลุ่มแอกทิโนมัยซีท จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์หรือเซลล์ลูโลส (Cellulolytic Microorganisms หรือ Cellulolytic Decomposers) ซึ่งเป็นพวกที่ย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ ประกอบไปด้วย กลุ่มแบคทีเรีย กลุ่มแอกทิโนมัยซีท และกลุ่มรา กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มนี้ทำให้เกิดปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้ นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตและธาตุอาหารอื่นๆ (Phosphate and Other Nutrient Elements Solubilizing) โดยจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้ธาตุอาหารพืชหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี ทองแดง และ

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province.13000

แมงกานีส ที่มักอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ละลายออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (อานัฐ, 2549) จังหวัดอ่างทองเป็นแหล่งทำเกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศ เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการนำจุลินทรีย์ดินมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรมากขึ้น การสำรวจจุลินทรีย์ท้องถิ่นจัดทำขึ้นเพื่อนำข้อมูลของปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ท้องถิ่นที่พบไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งมีผลต่อการลดต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีอันจะนำมาซึ่งความมั่นคงด้านเกษตรกรรม การดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่นและความยั่งยืนในการใช้ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการสำรวจจุลินทรีย์ท้องถิ่นในช่วงเดือนมกราคม 2553 ในพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดอ่างทอง 7 อำเภอ คือ ไชโย ป่าโมก โพธิ์ทอง เมืองอ่างทอง วิเศษชัยชาญ สามโก้ และแสวงหา จำนวน 28 ตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ท้องถิ่นปฏิบัติโดยนำกล่องไม้ขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 12x12x5 เซนติเมตร ซึ่งบรรจุข้าวสุกจนเต็มกล่องโดยให้ผิวหน้าของข้าวสุกอยู่ต่ำกว่าระดับปากกล่องประมาณ 1 เซนติเมตร ปิดปากกล่องไม้ด้วยกระดาษและแผ่นพลาสติกใสบางเพื่อป้องกันน้ำกล่องไม้ ถูกนำไปวางในบริเวณปลูกพืช โดยวางให้ต่ำกว่าผิวดินประมาณ 5-10 เซนติเมตร นำเศษพืชและเศษดินกลบกล่องไม้ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน จึงทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ที่ขึ้นอยู่บนข้าวสุกในกล่องไม้ (อานัฐ, 2549; Park และ DuPonte, 2008) นำตัวอย่างจุลินทรีย์ที่เก็บได้ไปทำการตรวจนับด้วยวิธีการ Dilution Plate Method บนอาหารเลี้ยงเชื้อรา potato dextrose agar (PDA) อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย Nutrient Agar (NA) อาหารเลี้ยงยีสต์ Yeast Malt Agar และอาหารเลี้ยงแอกทิโนไมซีท Actinomyces Agar จากนั้นทำการจำแนกกลุ่มของจุลินทรีย์ด้วยการเพาะเลี้ยงบนอาหารและตรวจลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจจุลินทรีย์ท้องถิ่นจากพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดอ่างทองจำนวน 28 ตำแหน่ง(ตัวอย่าง) โดยเก็บจำแนกจุลินทรีย์ท้องถิ่นตามแหล่งนิเวศ 4 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์ท้องถิ่นจากแปลงปลูกข้าว แปลงปลูกผัก แปลงปลูกไม้ผล และสภาพป่าปลูก (Table 1) ผลการทดลองพบว่าจุลินทรีย์ที่พบในพื้นที่เกษตรกรรมนั้นเป็น เชื้อรา แบคทีเรีย ยีสต์ และแอกทิโนไมซีท ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีถิ่นอาศัยอยู่ในดิน โดยจุลินทรีย์ที่พบมีจำนวนแตกต่างกันไปตามสภาพนิเวศ ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการปลูกข้าวพบจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์เฉลี่ยสูงสุด 19 ไอโซเลทต่อพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 54.3 ของจำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยทั้งหมดที่พบในพื้นที่ปลูกข้าว รองลงมาคือ รา แบคทีเรีย และแอกทิโนไมซีท เท่ากับร้อยละ 22.8 14.3 และ 8.6 ตามลำดับ ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการปลูกผักและไม้ผลพบจุลินทรีย์กลุ่มราเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ยีสต์ แบคทีเรีย และแอกทิโนไมซีท ตามลำดับ สำหรับในพื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นสภาพป่าปลูกพบจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์เฉลี่ยสูงสุด 15 ไอโซเลทต่อพื้นที่ คิดเป็น
ร้อยละ 35.7 ของจำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยทั้งหมดที่พบในพื้นที่ป่าปลูก รองลงมาคือ รา แอกทิโนไมซีท และ แบคทีเรีย เท่ากับร้อยละ 30.9 21.5 และ 11.9 ตามลำดับ (Table 2 และ 3)

นอกจากนี้พบว่าในพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้สารเคมีทางการเกษตรมีผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยต่ำกว่าพื้นที่เกษตร กรรมที่มีการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการปลูกผักของอำเภอป่าโมกและอำเภอเมืองอ่างทองพบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์รวมทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 9-13 ไอโซเลท ซึ่งเป็นผลมาจากสารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช รวมถึงการทำเขตกรรม เช่น การเผาตอซัง และการไถตากหน้าดิน มีผลต่อการดำรงอยู่ของจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Donegan และคณะ, 1992) สำหรับประโยชน์ที่สำคัญของจุลินทรีย์ท้องถิ่นคือความสามารถในการย่อยสลายอินทรียวัตถุและ
อนินทรีย์วัตถุให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืชปลูก (อานัฐ, 2549) นอกจากนี้ยังสามารถนำจุลินทรีย์ท้องถิ่นไปปรับใช้ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Koohakan และคณะ, 2004) เนื่องจากจุลินทรีย์ท้องถิ่นยังมีความสามารถครอบครองบริเวณรากพืชส่งผลให้เกิดการควบคุมและป้องกันเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชได้ดีเช่นกัน

สรุปผล

ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการปลูกข้าวพบจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์เฉลี่ยสูงสุด 19 ไอโซเลทต่อพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 54.3 ของจำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยทั้งหมดที่พบในพื้นที่ปลูกข้าว รองลงมาคือ รา แบคทีเรีย และแอกทิโนไมซีท เท่ากับร้อยละ 22.8 14.3 และ 8.6 ตามลำดับ ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการปลูกผักและไม้ผลพบจุลินทรีย์กลุ่มราเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ยีสต์ แบคทีเรีย และแอกทิโนไมซีท ตามลำดับ สำหรับในพื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นสภาพป่าปลูกพบจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์เฉลี่ยสูงสุด 15 ไอโซเลทต่อพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 35.7 ของจำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยทั้งหมดที่พบในพื้นที่ป่าปลูก รองลงมาคือ รา แอกทิโนไมซีท

และ แบคทีเรีย เท่ากับร้อยละ 30.9 21.5 และ 11.9 ตามลำดับ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณปี 2553

เอกสารอ้างอิง

อานัฐ ตันโช, 2549, เกษตรธรรมชาติประยุกต์ หลักการ แนวคิด เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย, ศูนย์หนังสือ สวทช, กรุงเทพฯ.

Donegan, K., Valerie, F., Nanci, F., Lisa, G. and Ramon, S., 1992, Efficacy of Burning, Tillage, and Biocide in Controlling Bacteria Released at Field Sites and Effects on Indigenous Bacteria and Fungi, Applied and Environmental Microbiology, 58: 1207-1214.

Koohakan, P., Hideo, I., Tanimnun, J., Motoaki, T., Shin-Ichi, K., Kiyotsugu, O. and Suguru, S., 2004, Evalution of the Indigenous Microorganisms in Soilless Culture: Occurrence and Quantitative Characteristics in the Different Growing Systems, Scientia Horticulturae, 101: 179-188.

Park, H. and DuPonte, M.W., 2008, How to Cultivate Indigenous Microorganisms, Biotechnology, 9: 7.

Table 1 Eco agricultural areas for collection indigenous microorganisms (IMOs) in Ang Thong provinces.

Districts	Eco Agricultural Areas : type of agricultural areas : Plant	
Mueang Ang Thong	1) rice field : reducing chemical 2) vegetable field : using chemical : eggplant	3) fruit field : reducing chemical : mango 4) forest farm : reducing chemical : Bur-flower
Pho Thong	1) fruit field : reducing chemical : banana 2) vegetable field : reducing chemical : Winged bean	3) rice field : reducing chemical 4) forest farm : reducing chemical : bamboo
Wiset Chai Chan	1) fruit field : reducing chemical : mango 2) forest farm : reducing chemical : bamboo	3) vegetable field : reducing chemical : capsicum 4) vegetable field : reducing chemical : corn
Pa Mok	1) vegetable field : using chemical : waxy corn 2) forest farm : reducing chemical : bamboo	3) fruit field : using chemical : mango and banana 4) vegetable field : using chemical : *Acacia pennata* subsp. *insauvis*
Chaiyo	1) vegetable field : reducing chemical : Wax gourd 2) fruit field : reducing chemical : banana	3) rice field : reducing chemical 4) forest farm : reducing chemical : bamboo
Sawaeng Ha	1) forest farm : reducing chemical : bamboo 2) vegetable field : reducing chemical : chinese kale	3) fruit field : reducing chemical : guava 4) rice field : reducing chemical
Samko	1) rice field : reducing chemical 2) fruit field : reducing chemical : mango	3) forest farm : reducing chemical : bamboo 4) vegetable field : reducing chemical : lemongrass

Table 2 Average and percentage of indigenous microorganisms (IMOs) in Ang Thong provinces.

Eco Agricultural Areas	Average of Microorganism (isolation: percentage)				
	fungi	bacteria	yeast	actinomycete	Total
1) rice field	8 : 22.8	5 : 14.2	19 : 54.2	3 : 8.5	35.0 : 100
2) vegetable field	10.1 : 41.9	4.7 : 19.3	7.7 : 31.8	1.7 : 6.9	24.1 : 100
3) fruit field	11.0 : 43.2	4.6 : 17.9	8.9 : 34.8	1.0 : 3.9	25.4 : 100
4) forest farm	13.0 : 30.9	5.0 : 11.9	15.0 : 35.7	9.0 : 21.4	42.0 : 100

Table 3 Number of Indigenous Microorganisms (IMOs) in Ang Thong Provinces.

Districts	Eco Agricultural Areas	Number of Microorganism (isolation)				
		fungi	bacteria	yeast	actinomycete	Total
Mueang Ang Thong	1) rice field	8	4	17	2	31
	2) vegetable field	6	2	5	0	13
	3) fruit field	5	3	5	0	13
	4) forest farm	12	4	15	10	41
Pho Thong	1) fruit field	10	2	9	1	22
	2) vegetable field	9	3	7	4	23
	3) rice field	11	7	21	4	43
	4) forest farm	15	5	17	10	47
Wiset Chai Chan	1) fruit field	14	7	12	2	35
	2) forest farm	13	5	15	7	40
	3) vegetable field	12	7	8	1	28
	4) vegetable field	14	4	10	0	28
Pa Mok	1) vegetable field	5	1	3	0	9
	2) forest farm	10	6	13	9	38
	3) fruit field	6	4	6	0	16
	4) vegetable field	5	3	3	0	11
Chaiyo	1) vegetable field	13	7	10	4	34
	2) fruit field	15	7	13	2	37
	3) rice field	9	5	19	3	36
	4) forest farm	14	4	15	8	41
Sawaeng Ha	1) forest farm	12	5	13	9	39
	2) vegetable field	11	6	10	3	30
	3) fruit field	15	4	7	0	26
	4) rice field	5	7	16	1	29
Samko	1) rice field	7	2	22	5	36
	2) fruit field	12	5	10	2	29
	3) forest farm	15	6	17	10	48
	4) vegetable field	16	9	13	3	41

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 273-276 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 273-276 (2553)

ผลของวัสดุปลูกร่วมกับการพรางแสงต่อการอนุบาลต้นกล้ากล้วยไม้เพชรหึง

Effect of Growing Media and Shading on Acclimatization of *Grammatophyllum speciosum* Blume

นาตยา มนตรี[1] ผัสโสภาคย์ รัตนบันดาล[1] และ กนกพร บุญญะอติชาติ[1]

Montri, N.[1], RattanaBundal, P.[1] and Bunya-atichart, K.[1]

Abstract

The study of different mixtures of growing media and number of layers of shading net on the growth of *Grammatophyllum speciosum* Blume was investigated. Seedlings from tissue culture were acclimatized for 1 month. The results found coconut husk chops: kuntan: oil palm shell (2: 1: 2) and 2 layers of black shading net (55%) treatment was the suitable for acclimatization of *G. speciosum* with the highest of plant height, root length and maximum of root number at 5.3 cm, 7.48 cm and 4.20 roots, respectively with no statistical differences.

Keywords: *Grammatophyllum speciosum* Blume*,* growing media, shading

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกผสมต่าง ๆ ร่วมกับจำนวนชั้นของการใช้ตาข่ายการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เพชรหึงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หลังการอนุบาลเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ต้นกล้าที่ย้ายปลูกในวัสดุปลูก กาบมะพร้าวสับ: แกลบเผา: กะลาปาล์ม อัตราส่วน 2:1:2 ร่วมกับการพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำ (ร้อยละ 55) จำนวน 2 ชั้น มีความเหมาะสมต่อการอนุบาลต้นกล้วยไม้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมากที่สุด โดยต้นกล้าที่ได้มีความสูงต้น ความยาวราก และจำนวนรากมากที่สุดที่ 5.99 เซนติเมตร 7.48 เซนติเมตร และ 4.20 ราก ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

คำสำคัญ: กล้วยไม้เพชรหึง วัสดุปลูก การพรางแสง

คำนำ

กล้วยไม้เพชรหึง (*Grammatophyllum speciosum* Blume) มีชื่อสามัญว่า Tiger orchid และชื่อเรียกอื่น ๆ ได้แก่ เอื้องเพชรหึง ว่านเพชรหึง และว่านหางช้าง (มลิวัลย์, 2539) เป็นกล้วยไม้ที่กำลังได้รับความนิยมสูงและมีราคาแพง เนื่องจากมีขนาดของลำต้นใหญ่ที่สุดในโลก และมีความโดดเด่นของสีดอกที่มีลักษณะคล้ายลายเสือ พบมากในบริเวณป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ปัจจุบันพบน้อยในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากได้มีการลักลอบนำออกจากป่าเพื่อมาจำหน่าย ซึ่งหากปริมาณความต้องการยังเกิดต่อเนื่อง อาจทำให้กล้วยไม้ชนิดนี้สูญไปจากป่าธรรมชาติได้ ดังนั้นจึงได้มีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อทำการเพิ่มปริมาณต้นให้ได้ปริมาณมาก ให้เพียงพอต่อความต้องการนำไปปลูกเลี้ยง เพื่อลดการลักลอบนำกล้วยไม้ออกจากแหล่งธรรมชาติ โดย Montri และคณะ (2009) และ นาตยา และจิตรเบญญา (2552) ได้รายงานการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้เพชรหึงโดยการนำเมล็ดอ่อนมาเพาะในอาหารที่เติมสารอินทรีย์ต่าง ๆ จนพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ และมีรายงานการนำเอาวัสดุปลูกที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น ทราย ใบยางพาราผุ ถ่าน อิฐทุบ มาใช้ในการอนุบาลและการย้ายปลูก (นาตยา และอุกฤษณ์, 2552; นาตยา และคณะ, 2552) มาใช้ในการผลิตต้นกล้าต้นทุนต่ำ อย่างไรก็ตามเนื่องจากความแตกต่างของฤดูกาลทำให้ผู้วิจัยพบว่า กล้วยไม้เพชรหึงที่ทำการอนุบาลในช่วงฤดูร้อนและมีฝนตกปริมาณมากมีอัตราการรอดตายต่ำ ต้นเกิดการช้ำและเน่าตายได้ง่าย จึงได้ทำการศึกษาผลของวัสดุปลูกและการพรางแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เพชรหึง เพื่อเป็นแนวทางในการอนุบาลกล้วยไม้ให้มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงและมีอัตราการเจริญเติบโตดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำฝักกล้วยไม้เพชรหึงที่ยังไม่แตก มาทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยการจุ่มฝักด้วยแอลกอฮอล์ จากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร Vacin and Went (VW, 1949) จนเมล็ดงอกและได้ต้นอ่อนที่สมบูรณ์ ทำการคัดเลือกต้นกล้าที่มีขนาดเท่ากัน มาใช้ในการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Factorial (6x3) in Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ชนิดของวัสดุปลูก ได้แก่ กาบมะพร้าวสับ : โฟม : แกลบเผา (2:1:1), กาบมะพร้าวสับ : ถ่าน : เศษไม้ยางพารา

[1]หลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร จังหวัดชุมพร 86160

[1]Program in Horticulture, Division of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Chumphon 86160

(2:1:2) กาบมะพร้าวสับ : กะลาปาล์ม : โฟม (2:1:1) เศษไม้ยางพารา : กะลาปาล์ม : โฟม (2:2:1) เศษไม้ยางพารา : ถ่าน : กะลาปาล์ม (2:1:2) และกาบมะพร้าวสับ : แกลบเผา : กะลาปาล์ม (2:1:2) ปัจจัยที่ 2 การพรางแสงด้วยซาแรนร้อยละ55 ได้แก่ การพรางแสง 1 2 และ 3 ชั้น นำกล้วยไม้ที่ย้ายออกจากขวดลงปลูกในวัสดุปลูก ขุยมะพร้าว : แกลบเผา อัตราส่วน 4:1 เป็นระยะเวลา 1 เดือน จากนั้นย้ายกล้วยไม้ลงปลูกในวัสดุต่าง ๆ แล้วนำมาวางไว้ภายใต้การพรางแสงด้วยซาแรนร้อยละ 55 จำนวน 1 2 และ 3 ชั้น จากนั้นทำการบันทึกการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยไม้เพชรหึงหลังจากทำการปลูกเลี้ยงเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยเปรียบเทียบ อัตราการรอดชีวิต อัตราการเจริญเติบโต ความสูง จำนวนใบ จำนวนราก ความยาวราก พื้นที่ใบ สีของใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งในแต่ละทรีทเมนต์ วิเคราะห์ผลการทดลองโดยการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดย Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองใช้วัสดุปลูกคือ กาบมะพร้าวสับ : โฟม : แกลบเผา (2:1:1) กาบมะพร้าวสับ : ถ่าน : เศษไม้ยางพารา (2:1:2) กาบมะพร้าวสับ : กะลาปาล์ม : โฟม (2:1:1) เศษไม้ยางพารา : กะลาปาล์ม : โฟม (2:2:1) เศษไม้ยางพารา : ถ่าน : กะลาปาล์ม (2:1:2) กาบมะพร้าวสับ : แกลบเผา : กะลาปาล์ม (2:1:2) ร่วมกับการพรางแสงด้วยซาแรน 55% ที่ระดับการพรางแสง 1, 2 และ 3 ชั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างความสูงของต้น จำนวนราก ความยาวราก จำนวนใบ พื้นที่ใบ แต่มีความแตกต่างในส่วนของ % dry matter ของใบ ราก และต้น ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในส่วนของวัสดุปลูก จำนวนชั้นของการพรางแสง และวัสดุปลูกร่วมกับการพรางแสง โดยต้นที่ได้รับการพรางแสง 3 ชั้น ต้นมีความเปราะและหักง่าย ส่วนต้นที่ได้จากการพรางแสง 1 ชั้น เกิดอาการช้ำและเน่าง่ายเนื่องจากการกระทบของน้ำฝนและการได้รับแสงแดดมากเกินไป ขณะที่ต้นกล้าที่ได้รับการพรางแสง 2 ชั้น มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูง และแนวโน้มการให้ % dry matter ของใบ รากและลำต้นสูงกว่าการพรางแสง 1 และ 3 ชั้น โดยต้นกล้วยไม้ปลูกโดยการใช้วัสดุปลูกคือ กาบมะพร้าวสับ : แกลบเผา : กะลาปาล์ม (2:1:2) ภายใต้การมุงหลังคาพรางแสง 2 ชั้น มีใบสีเขียวเข้ม สอดคล้องกับผลของ ค่า a value ที่มีค่า -4.13 และต้นกล้าที่ได้มีความสูงต้น ความยาวราก และจำนวนรากมากที่สุดที่ 5.30 เซนติเมตร 7.48 เซนติเมตร และ 4.20 ราก ตามลำดับ (Table 1 และ Figure 1) ซึ่งการพรางแสงร่วมกับวัสดุปลูกที่เหมาะสมมีผลต่อการอนุบาลต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทั้งลดความเข้มของแสง ลดอุณหภูมิ และเพิ่มความชื้น เนื่องจากพืชต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงจากเดิม (Jeon และคณะ, 2005) สอดคล้องกับผลของการใช้วัสดุปลูกมีความสอดคล้องกับผลทดลองของนาตยา และอุกฤษฏ์ (2552) ที่ได้ทำการทดลองนำวัสดุปลูกต่าง ๆ พบว่า พบว่าต้นกล้ากล้วยไม้เพชรหึงที่ปลูกในวัสดุผสมสูตร กาบมะพร้าวสับ : ถ่าน : อิฐทุบ อัตราส่วน 1:1:1 มีผลทำให้ต้นกล้ามีความสูง จำนวนราก และน้ำหนักสดดีที่สุด

สรุปผล

จากศึกษาผลของวัสดุปลูกร่วมกับการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เพชรหึงพบว่าการใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ: แกลบเผา: กะลาปาล์ม อัตราส่วน 2:1:2 ร่วมกับซาแรน 2 ชั้น มีความเหมาะสมต่อการย้ายปลูกต้นกล้วยไม้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เนื่องจากต้นกล้ามีอัตราการเจริญเติบโตดีทั้งความสูง จำนวนราก และความยาวราก

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ สนองพระราชดำริ โดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และได้รับการสนับสนุนงานวิจัยส่วนหนึ่งจากเงินงบประมาณประจำปี 2551 คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณอาจารย์เฉลิมพล สุวรรณภักดี อาจารย์อัญจนา จันทร์ปะทิว และคุณจตุพล วานิชาชีวะ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ฝักกล้วยไม้เพื่อใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณ คุณศศิดารา เจริญศิริ คุณวัชรพล เนียมทอง คุณจิตรเบญญา สมสมัคร คุณอุกฤษณ์ ฉิมระฆัง และคุณผัสโสภาคย์ รัตนบันดาล ในการจัดเตรียมต้นพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

นาตยา มนตรี และจิตรเบญญา สมสมัคร, 2552, การใช้วัสดุปลูกในการย้ายปลูกต้นกล้ากล้วยไม้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40: 331-334.

นาตยา มนตรี และอุกฤษณ์ ฉิมระฆัง, 2552, การใช้วัสดุปลูกในการย้ายปลูกต้นกล้ากล้วยไม้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40: 335-338.

นาตยา มนตรี ผัสโสภาคย์ รัตนบันดาล และกนกพร บุญญะอติชาติ., 2552, ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการอนุบาลต้นกล้ากล้วยไม้เพชรหึง, งานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 19, วันที่ 24-25 ก.ย. 2552 ณ โรงแรม เจ บี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

มลิวัลย์ พรหมรักษา, 2539, กล้วยไม้: ไม้ตัดดอกเศรษฐกิจ, ยูนิเวอร์แซลกราฟฟิค, กรุงเทพฯ, 48-50.

Jeon, M., Ali, M., Hahn, B. and Peak, E.K., 2005, Effect of Photon Flux Density on the Morphology, Photosynthesis and Growth of a CAM Orchid, Doritis during Post-Micropropagation Acclimatization, Plant Growth Regulation, 45:139-147.

Montri, N., Niumthong, W. and Janpatiw, A., 2009, Tissue Culture of *Grammatophyllum speciosum* Blume, the World Largest Orchid, 812: 205-210.

Figure 1 Characteristics of *G. spesiosum* plant (A) and *G. spesiosum* seedlings after acclimatized in coconut husk chops: kuntan: oil palm shell (2: 1: 2) and 2 layer of shading net (55%) for 1 month. □ = 1 cm

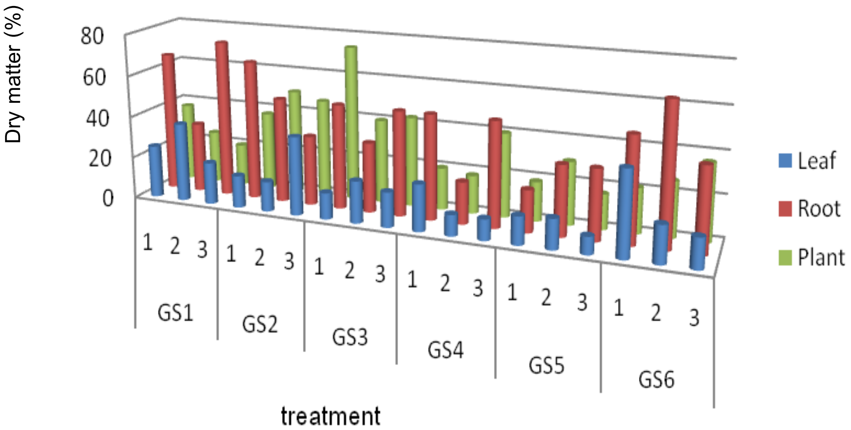


Figure 2 Percent dry matter in leaf, root and plant of G.speciosum seedlings after acclimatized in different growing media; GS1 = coconut husk chop : foam : kuntan (2:1:1), GS2 = coconut husk chop : charcoal : dry wood of rubber tree (2:1:2), GS 3 = coconut husk chop: oil palm shell : foam (2:1:1), GS 4 = dry wood of rubber tree: oil palm shell: foam (2:2:1) GS5 = dry wood of rubber tree : charcoal : oil palm shell (2:1:2) and GS 6 = coconut husk chop: kuntan: oil palm shell (2:1:2); under 1, 2 and 3 layers of shading net for 1 month.

Table 1 Survival Percentage, plant height, root number, root length, leaf number, leaf area and green leaf value (a value) of *G. spesiosum* Blume seedlings after acclimatized in different growing media under different layers of shading net for 1 month.

Growing media [1/]	Shading layer [2/]	Survival (%)	Plant height (cm) [3/]	Root no. [3/]	Root length (cm.) [3/]	Leaf no. [3/]	Leaf area (cm^2) [3/]	Green leaf (a value) [3/]
GS1	1	90	6.31	4.20	6.18	4.20	2.41	-2.47
	2	90	5.76	4.10	5.38	4.80	4.25	-3.26
	3	85	5.05	2.90	7.18	4.40	2.73	-3.04
GS2	1	90	5.12	3.70	6.78	3.80	2.78	-3.23
	2	85	5.39	3.10	3.10	4.60	3.42	-3.81
	3	85	4.22	3.40	7.48	3.80	2.00	-3.14
GS3	1	85	5.19	3.30	5.50	4.20	3.92	-2.99
	2	85	5.23	3.40	3.10	4.00	3.22	-2.97
	3	90	4.85	2.70	4.98	3.80	3.27	-3.53
GS4	1	70	5.32	3.30	4.62	4.20	2.21	-3.22
	2	85	5.15	3.50	7.00	4.00	2.56	-3.95
	3	70	4.99	3.20	4.42	4.80	2.87	-3.48
GS5	1	95	4.94	3.20	7.10	5.20	3.47	-3.12
	2	100	4.90	3.20	3.82	5.00	5.05	-4.22
	3	90	4.74	3.30	4.78	3.80	2.52	-3.58
GS6	1	80	4.78	4.20	5.28	4.60	2.73	-3.47
	2	80	5.99	4.20	7.48	5.20	4.22	-4.13
	3	85	4.71	3.30	5.74	4.60	3.05	-3.53
C.V. %			29.43	38.19	45.97	24.26	45.92	-43.15
A			ns	ns	ns	ns	ns	*
B			ns	ns	ns	ns	ns	*
A x B			ns	ns	ns	ns	ns	*

[1/] Growing media: GS1 = coconut husk chop : foam : kuntan (2:1:1), GS2 = coconut husk chop : charcoal : dry wood of rubber tree (2:1:2), GS 3 = coconut husk chop: oil palm shell : foam (2:1:1), GS 4 = dry wood of rubber tree : oil palm shell: foam (2:2:1) GS5 = dry wood of rubber tree : charcoal : oil palm shell (2:1:2) and GS 6 = coconut husk chop: kuntan: oil palm shell (2:1:2); [2/] Layer of shading net (55%); [3/] ns = non significant and * significantly different at the 0.5 % level (Duncan's Multiple Range Test, DMRT), respectively.

การอบแห้งใบตะไคร้ภายใต้อุณหภูมิและตัวกลางแตกต่างกัน

Lemon Grass Leaves Drying under Different Temperatures and Media

ละมุล วิเศษ[1] **และ ณัฐพล ภูมิสะอาด**[1]

Wiset, L.[1] and Poomsa-ad, N.[1]

Abstract

The dried lemon grass leaves which have a green color are received a better price for selling than that brown color. The objective of this research was to investigate the lemon grass leaves drying by heat pump dryer under a closed loop system using air, nitrogen and carbon dioxide gas as drying media. Drying temperatures were 40, 50 and 60°C. The velocity of drying media in drying chamber was 0.5 m/s. Sample with initial moisture content of 260–265 % dry basis (db) was dried down to a final moisture content of 16-18 % db. From the experimental results, it was found that the drying rate was increased when the drying temperatures increased in all drying media. The drying rate was similar in each drying media at the same temperature. In an aspect of lemon grass leaves quality, the measured color in CIE L*, a* and b* system found that the drying temperature of 50°C resulted in the least change in total color difference. However, the different media did not affected on L*, a* and b* values. When compared the color of dried sample with sun drying method, the drying by heat pump dryer gave the similar color with fresh lemon grass leaves.

Keywords: drying, lemon grass leaves, heat pump dryer

บทคัดย่อ

ใบตะไคร้แห้งที่มีสีเขียวจะขายได้ราคาดีกว่าใบตะไคร้แห้งสีน้ำตาล วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการอบแห้งใบตะไคร้โดยใช้ปั้มความร้อนด้วยอากาศ ก๊าซไนโตรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60°C ความเร็วของตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 เมตรต่อวินาที ตัวอย่างมีค่าความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 260-265 มาตรฐานแห้ง อบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ16-18 มาตรฐานแห้ง จากการทดลองพบว่า อัตราการอบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิการอบแห้งเดียวกันอัตราการอบแห้งของตัวกลางทั้งสามมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนด้านค่าสีของใบตะไคร้หลังอบแห้ง ในระบบ CIE L*, a*, and b* พบว่าที่อุณหภูมิอบแห้ง 50°C ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมมีค่าน้อยที่สุด ในขณะที่ตัวกลางการอบแห้งต่างกันไม่มีผลต่อค่าใน L*, a* และ b* เมื่อเปรียบเทียบค่าสีระหว่างใบตะไคร้อบแห้งกับใบตะไคร้ตากแดด พบว่าค่าสีของการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนจะให้สีที่ใกล้เคียงกับใบตะไคร้สดมากกว่าการตากแดด

คำสำคัญ: การอบแห้ง ตะไคร้ เครื่องอบแห้งปั๊มความร้อน

คำนำ

ตะไคร้เป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ปลูกง่ายและมีทุกฤดูกาลนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งลำต้นและใบ มีกลิ่นหอม มีสรรพ คุณเป็นยาช่วยบำบัดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด ใบตะไคร้มีสารสำคัญคือ น้ำมันหอมระเหยซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาร citral และ geraniol เป็นส่วนประกอบสำคัญในการให้กลิ่นหอม (Schaneberg and Khan, 2002) ดังนั้นการนำใบตะไคร้สดไปใช้ประโยชน์อาจเก็บไว้ได้ไม่นาน ใบตะไคร้อบแห้งจึงเป็นวิธีการแปรรูปเพื่อให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและสะดวกในการจัดการ อีกทั้งการอบแห้งยังเพิ่มมูลค่าของใบตะไคร้และสามารถนำมาเป็นสินค้าส่งออกชนิดหนึ่ง

การทำให้แห้งในอดีตถึงปัจจุบันวิธีที่นิยมทำกันมากคือ การตากแดด วิธีการนี้ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานและกำหนดความแน่นอนไม่ได้ เนื่องจากสภาพอากาศอาจไม่เอื้ออำนวย โดยเฉพาะในฤดูฝนจึงต้องตากแดดนานขึ้น ทำให้สีของใบตะไคร้คล้ำส่งผลให้มูลค่าของใบตะไคร้แห้งลดลงด้วย ดังนั้นการนำเทคโนโลยีด้านการอบแห้งมาใช้โดยการใช้ปั้มความร้อน มีข้อดีคือเป็น

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำอีกทั้งมีระบบที่ช่วยลดความชื้นในอากาศก่อนอบแห้งทำให้ความชื้นในอากาศต่ำมีผลทำให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้น สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งลง (Sosle และคณะ, 2003; Teeboonma และคณะ, 2003) นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะการเกิดสีน้ำตาล (Arabhosseini และคณะ, 2007; Asekun และคณะ, 2007) นอกจากนี้ยังพบว่าการอบแห้งภายใต้ตัวกลางแตกต่างกัน เช่น อากาศ ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลต่อค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง และสีเหลือง ของผลิตภัณฑ์ (Hawlader และคณะ, 2006) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อลดระยะเวลาการอบแห้ง และรักษาความเป็นสีเขียวของใบตะไคร้ซึ่งขายได้ราคาดีกว่าใบตะไคร้อบแห้งที่มีสีน้ำตาล

อุปกรณ์และวิธีการ

ตะไคร้กอ ซึ่งเป็นตะไคร้พันธุ์พื้นเมือง จากอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม นำเฉพาะส่วนใบมาหั่นให้ได้ความยาว 1 เซนติเมตร การอบแห้งใช้เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน โดยมีเงื่อนไขในการทดลอง คือ อุณหภูมิของตัวกลางการอบแห้ง 40, 50 และ 60°C ตัวกลางการอบแห้งที่ใช้ ได้แก่ อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน ความเร็วตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 เมตรต่อวินาที สัดส่วนตัวกลางอบแห้งผ่านเครื่องทำระเหยร้อยละ 50 ตัวอย่างใบตะไคร้อบแห้งครั้งละ 200 กรัม บันทึกน้ำหนักใบตะไคร้ระหว่างการอบแห้งทุกๆ 5 นาที นำมาคำนวณเป็นความชื้นกับเวลาการอบแห้ง วิธีการหาความชื้นของตัวอย่างใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัวอย่างที่อบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วงร้อยละ 16-18 มาตรฐานเปียก นำมาวิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (Mini Scan XE Plus) วัดค่าสี L*, a* และ b* นำมาหาค่าความแตกต่างสีโดยรวม (ΔE*) จากสมการ $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2}$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการอบแห้งใบตะไคร้กอโดยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ตัวกลางอากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน โดยความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 260-260 มาตรฐานแห้ง พบว่า

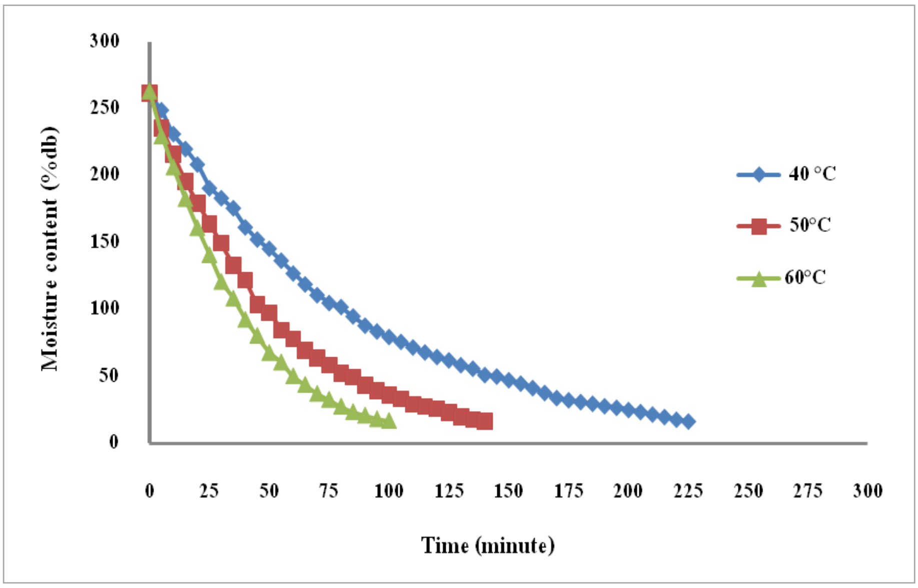


Figure 1 Drying characteristic of lemon grass leaves at various drying temperatures under carbon dioxide gas.

จาก Figure 1 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อการลดความชื้นของใบตะไคร้ โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้ความชื้นของตัวอย่างลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิตัวกลางและใบตะไคร้มีค่าสูงส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนและมวลสารได้ดี ส่วนการอบแห้งภายใต้ตัวกลางอากาศและก๊าซไนโตรเจนผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

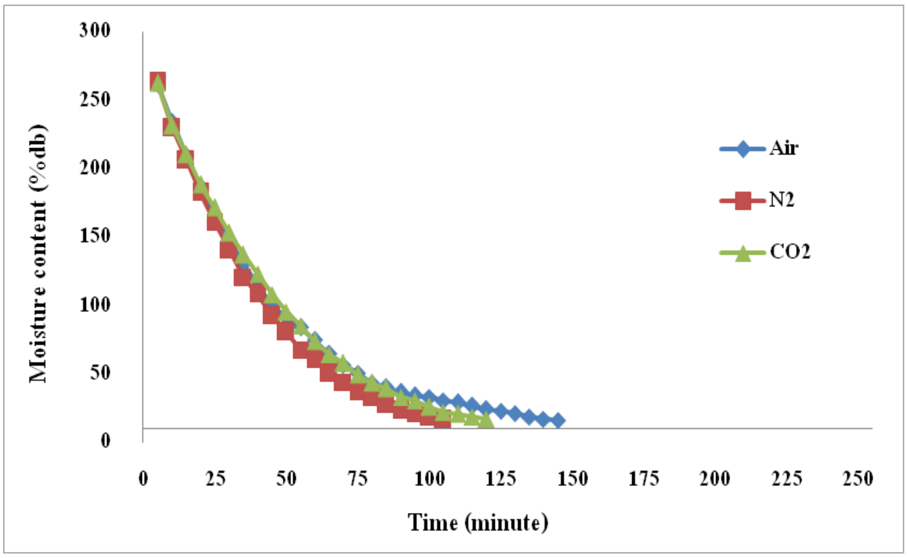


Figure 2 Drying characteristic of lemon grass leaves under various media at 60°C

จาก Figure 2 แสดงให้เห็นว่าการลดลงของความชื้นของใบตะไคร้ที่เวลาใดๆ มีค่าใกล้เคียงกันภายใต้ตัวกลางที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากว่าการอบแห้งใบตะไคร้เป็นลักษณะการอบแห้งที่อยู่ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ซึ่งในช่วงนี้การลดลงของความชื้นขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่ของน้ำ ซึ่งการแพร่ของน้ำนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการอบแห้ง ดังนั้นอุณหภูมิในการอบแห้งจึงมีอิทธิพลต่อการลดความชื้นมากกว่าดังแสดงใน Figure 1

เมื่อนำใบตะไคร้มาอบแห้งจนกระทั่งความชื้นสุดท้ายมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 16-18 มาตรฐานเปียก จึงนำตัวอย่างมาวัดค่าสี ค่าที่ได้ดังแสดงใน Table 1 โดยค่าสีของตัวอย่างก่อนอบแห้งมีค่า L* = 37.32 a*= -6.06 และ b* = 11.56

Table 1 Color values of dried lemon grass leaves obtained from different drying conditions.

Media	Temperature(°C)	L*	a*	b*	ΔE*
Air	40	42.01±0.62[b]	-3.76±0.34[a]	10.10±0.21[b]	6.21
	50	40.97±0.55[a]	-3.92±0.33[ab]	9.57±0.32[a]	5.53
	60	42.06±0.83[b]	-3.49±0.42[b]	9.73±0.30[a]	6.18
N_2	40	42.35±0.47[b]	-3.58±0.29[b]	10.06±0.47[a]	6.22
	50	41.10±0.47[a]	-4.51±0.19[a]	9.75±0.40[a]	5.17
	60	41.12±1.39[a]	-3.63±0.34[b]	10.05±0.50[a]	6.16
CO_2	40	42.08±0.54[b]	-3.68±0.21[a]	10.85±0.38[b]	6.22
	50	41.01±0.75[a]	-3.79±0.25[a]	10.48±0.16[a]	5.59
	60	41.99±0.54[b]	-3.36±0.34[b]	10.64±0.34[ab]	5.65
Sun drying		42.98±1.43[c]	-2.45±0.16[c]	10.77±0.37[a]	7.15

Means within a column each color value with the different letter are significantly different ($p \leq 0.05$) by DMRT

จาก Table 1 แสดงให้เห็นว่าการอบแห้งใบตะไคร้ด้วยปั๊มความร้อนภายใต้อุณหภูมิและตัวกลางแตกต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี โดยค่า L* แสดงถึงค่าความสว่าง พบว่าที่อุณหภูมิ 40 และ 50°C ที่ตัวกลางต่างกัน ค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน ตัวแปรที่เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของใบตะไคร้อบแห้ง คือ ความเป็นสีเขียว โดย ค่า a* มีค่าเป็นลบ ซึ่งแสดงถึงทิศทางของความเป็นสีเขียว จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการอบแห้งภายใต้ก๊าซไนโตรเจนสามารถรักษาความเป็นสีเขียวของใบตะไคร้ได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 50°C ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hawlader และคณะ (2006) ซึ่งทำการทดลองอบแห้ง

แอ๊ปเปิ้ลและฝรั่งภายใต้ตัวกลางแตกต่างกัน โดยการอบแห้งภายใต้ไนโตรเจนสามารถรักษาสีเขียวของผลไม้ทั้งสองชนิดนี้ได้ดีกว่าการอบแห้งด้วยอากาศ อย่างไรก็ตามค่า a* ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญภายใต้ตัวกลางอื่น เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมพบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C มีการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมน้อยที่สุด ในทุกตัวกลางการอบแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการตากแดดพบว่าการอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนสามารถรักษาสีเขียวได้ดีกว่า อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมมีค่าน้อยกว่าการตากแดด เนื่องมาจากการตากแดดใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง ซึ่งนานกว่าการอบแห้งประมาณ 3-4 เท่า

สรุปผล

การอบแห้งใบตะไคร้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60°C ภายใต้ตัวกลางคือ อากาศ ก๊าซไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ จากใบตะไคร้ความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 260-265 มาตรฐานแห้งจนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 16-18 มาตรฐานแห้ง สรุปได้ว่าการลดลงของความชื้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิการอบแห้ง โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C สามารถลดความชื้นของใบตะไคร้ได้เร็วที่สุด ส่วนตัวกลางการอบแห้งที่แตกต่างกันมีผลต่อการลดความชื้นใกล้เคียงกัน สำหรับคุณภาพด้านค่าสีพบว่าการอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนสามารถรักษาสีเขียวได้ดีกว่าการตากแดดและมีการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมน้อยกว่าการตากแดด โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C สามารถรักษาสีเขียวได้ดีที่สุดและมีการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมน้อยที่สุดในทุกตัวกลางการอบแห้ง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำหรับเงินทุนในการสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ นางสาวภัทราภรณ์ อะรังสี และ นายราเชน อาจหาญ สำหรับการเก็บข้อมูลในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Arabhosseini, A., Huisman, W., van Boxtel, A. and Muller, J., 2007, Long-term Effects of Drying Conditions on the Essential Oil and Color of Tarragon Leaves During Storage, Journal of Food Engineering, 79: 561–566.

Asekun, O.T., Grierson, D.S. and Afolayan, A.J., 2007, Effects of Drying Methods on the Quality and Quantity of the Essential Oil of *Mentha longifolia* L. subsp. *Capensis,* Food Chemistry, 101: 995–998.

Hawlader, M.N.A, Perera, C.O. and Tian, M., 2006, Properties of Modified Atmosphere Heat Pump Dried Foods, Journal of Food Engineering, 74: 387-402.

Schaneberg, B.T. and Khan, I.A., 2002, Comparison of Extraction Methods for Marker Compounds in the Essential Oil of Lemon Grass by GC, Food Chemistry, 50: 1345-1349.

Sosle, V., Raghavan, G.S.V. and Kittler, R., 2003, Low-temperature Drying using a Versatile Heat Pump Dehumidifier, Drying Technology, 21: 539-554.

Teeboonma, U., Tiansuwan, J. and Soponronnarit, S., 2003, Optimization of Heat Pump Fruit Dryers, Journal of Food Engineering, 59: 369–377.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 281-284 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 281-284 (2553)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านโภชนาการของถั่วเหลืองภายใต้การอบแห้งด้วยฟลูอิไดซ์เบดร่วมกับการแผ่รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้น

Evolution of Soybean Nutritional Quality under Combined Near-infrared Radiation and Fluidized-bed Drying

ศักดิ์ชัย ดรดี[1] ศิริธร ศิริอมรพรรณ[1,2] และ นเรศ มีโส[1]
Dondee, S.[1], Siriamornpun, S.[1,2] and Meeso, N.[1]

Abstract

The changes in protein solubility and residual urease activity of soybean grains were studied under combined near-infrared radiation (NIR) and fluidized-bed drying at near-infrared radiation powers of 4-8 kW, air temperature of 40^{o}C and air velocity of 4.5 m/s, soybean grains bed depth of 6 cm and initial moisture content of soybean grains of 20 % dry basis. The experimental results showed that raw soybean samples contained the protein solubility in the range of 90-92%. In drying process, the protein solubility was decreased with the increase of near-infrared radiation power and drying time. The final protein solubility of soybean samples in all drying conditions was in a range of 77-82%, which was above the standard requirement of 73% for the feed meal. In the case of residual urease activity, it was rapidly decreased in the early period and then remained steadily at 70, 52 and 39% of the initial activity under near-infrared radiation powers of 4, 6 and 8 kW, respectively. Additionally, the reduction of residual urease activity was correlated with the decrease in the moisture content of soybean grains.

Keywords: fluidized-bed, near-infrared radiation, nutritional quality, soybean

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานนี้คือ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าการละลายโปรตีนและกิจกรรมเอนไซน์ยูรีเอสที่เหลืออยู่ภายใต้การอบแห้งด้วยฟลูอิไดซ์เบดร่วมกับการแผ่รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้น (NIR) ที่กำลังของการแผ่รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้นระหว่าง 4-8 kW อุณหภูมิ 40^{o}C ความเร็วของอากาศ 4.5 m/s และความสูงเบดของเมล็ดถั่วเหลือง 6 cm ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดถั่วเหลืองร้อยละ 20 (มาตรฐานแห้ง) จากผลการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองสดมีค่าการละลายโปรตีนอยู่ในช่วง ร้อยละ 90-92 ระหว่างการอบแห้งพบว่า ค่าการละลายโปรตีนลดลงด้วย เมื่อเพิ่มการแผ่รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้นและเวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่าการละลายโปรตีนสุดท้ายในทุกเงื่อนไขของการอบแห้งอยู่ในช่วงร้อยละ 77-82 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของอาหารสัตว์ ที่กำหนด คือ ร้อยละ 73 ในกรณีของกิจกรรมของเอนไซน์ยูรีเอสพบว่า มีกิจกรรมลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและหลังจากนั้นจะคงที่ คือ ร้อยละ 70, 52 และ 39 ภายใต้กำลังของการแผ่รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้นที่ 4, 6 และ 8 kW ตามลำดับ นอกจากนี้การลดลงของกิจกรรมเอนไซน์ยูรีเอสสัมพันธ์กับการลดลงของความชื้นในเมล็ดถั่วเหลือง

คำสำคัญ: ฟลูอิไดซ์เบด รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้น คุณภาพทางด้านโภชนาการ ถั่วเหลือง

Introduction

Soybean grains (*Clycine Max* (L.) Merrill.) are used as feedstuff because of its high-quality protein contents. However, the presence of biologically active compounds in raw soybean grains, such as trypsin inhibitors, haemagglutinins, lectins and saponins, limits the utilization of their nutritive values (Prachayawarakorn *et al*., 2006), resulting in the compromised health and performance of nonruminants and immature ruminants. To eliminate or reduce antinutritional factors, heat treatment is necessitated. Heat treatment methods are frequently used, such as cooking, microwave treatment and roasting treatments. These methods provide nonuniform cooking

[1]หน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
[1] Research Unit of Drying Technology for Agricultural Products, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kuntarawichai, Mahasarakham 44150
[2]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000
[2] Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Muang, Mahasarakham 44000

of soybean grains with uneven temperature distributions. Therefore, to improve temperature uniformity, fluidization is an alternative approach. In Thailand, fluidized-bed drying is one of the hot-air convective drying processes to be used for raw soybean grains due to high heat and mass transfer rates between the hot-air convective and the soybean grains. However, there is tremendous loss of thermal energy in the convective drying, making it a less efficient process. In recent years, the infrared radiation was used for drying the agricultural products, which can be seen in works of Sharma *et al*., 2005; Meeso *et al*., 2005 and Abe *et al*., 1997. The infrared radiation drying is fundamentally different from convective drying when material is dried directly by the absorption of infrared radiation energy rather than the transfer of heat from the air. The infrared radiation is used to heat or to dry moist materials. The radiation impinges on the exposed materials surface, penetrates it and the energy of radiation converts into heat (Ginzburg, 1969). Since a material is heated intensely, the temperature gradient in the material reduced within the short period. The use of infrared radiation technology in dehydrating foods has several advantages. These may include decreased drying time, high energy efficiency, high quality finished products, and uniform temperature in the product while drying. The application of combined near-infrared radiation and hot-air fluidized-bed is considered to be more efficient than radiation or hot-air fluidized-bed alone. Besides, the quality of product is maintained. Therefore, the purpose of this present study was to study the change in protein solubility and residual urease activity of soybean grains under combined near-infrared radiation (NIR) and fluidized-bed drying.

Materials and Methods

Raw soybean grains (Chiangmai 60) used in this study was purchased from the Loei Filed Crop Research Center in Loei province, Thailand. The initial moisture content of soybean grains was approximately 20% dry basis. The soybean samples were kept in a cold room at a temperature range between 3-6 ^{o}C. Before starting the experiments, the soybean samples were taken out of the cold room and left in environmental conditions until the grain temperature reached ambient temperature. The combined near-infrared radiation and fluidized bed dryer was used for this experiment. Its components are mainly comprised of a drying chamber, 12 kW near-infrared radiators, 12 kW hot-air heaters and a backward curve centrifugal fan. The drying experiments were conducted at near-infrared radiation powers of 4, 6 and 8 kW, drying air velocity of 4.5 m/s, drying air temperature of 40^{o}C and grain bed depth of 6 cm. During operation, soybean samples were taken from the drying chamber to obtain the determinations of the moisture content, surface grain temperature, protein solubility and residual urease activity. The moisture content was determined by drying triplicate samples in a hot-air oven at 103 ^{o}C, 72 hr (ASA, 1990), and calculated on drying basis (d.b.). The protein solubility was determined according to the AOCS method BA 10-36 (AOCS, 1979). This method involves the dispersion of proteins in 0.2% KOH solution. The urease activity was determined by Rasmussen's method (Rasmussen, 2002). The temperatures of soybean grain, drying air and ambient air were measured by K-type thermocouples that were connected to a data logger (accuracy of ± 1^{o}C). Drying air velocity was measured by hot-wire anemometer (accuracy of ± 1 m/s).

Results and Discussions

1. Moisture content and surface temperature of soybean grains

The changing of the moisture content and the surface temperature of soybean grains versus drying time with various near-infrared radiation powers were experimentally investigated and the results are shown in Figure 1. It can be seen from this figure that the moisture content of soybean grains was decreased from an initial moisture content of 20% dry basis to the final moisture contents of 13.42, 12.86 and 12.56% dry basis under near-infrared radiation powers of 4, 6 and 8 KW. The drying rate was decreased rapidly at the early period of drying and gradually decreased throughout the duration of drying. This was because of more radiation energy was absorbed

by the water molecules at the penetrating layer, resulting in the faster drying rate during the early period of drying (Sharma *et al*., 2005; Meeso *et al*., 2007). For the changes of the soybean grain surface temperature, it was increased rapidly from an initial surface temperature of 30°C taking only 10 minutes to increase to 49, 50 and 52°C using near-infrared radiation powers of 4, 6 and 8 kW.

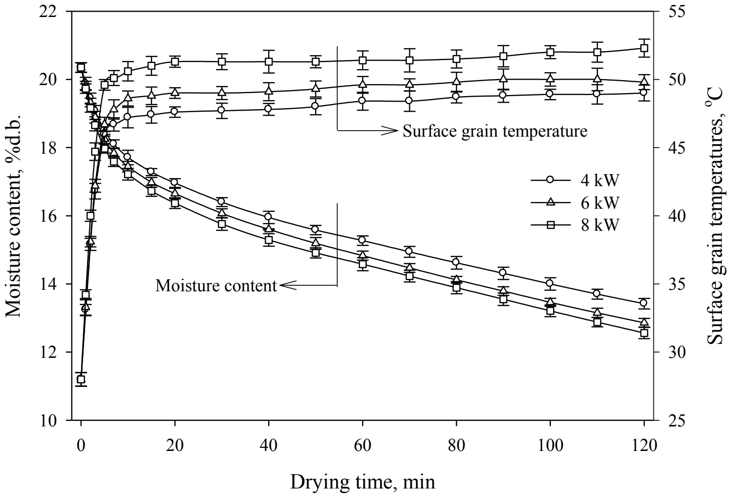


Figure 1 Changes of the moisture content and surface temperatures of soybean grains with various near-infrared radiation powers.

2. Protein solubility and urease activity of soybean grains

The protein solubility and urease activity are important because both qualities are detrimentally affected by the thermal process. Several studies have revealed that overcooking of soybeans can denature and insolubilize the protein, resulting in poor performance of poultry when the overcooked soybean is fed (Osella *et al*., 1997). Therefore, the protein solubility and urease activity was determined. The experimental results showed that the raw soybean samples contained the protein solubility in the range of 90-92%. During drying, the protein solubility was decreased with the increase of both near-infrared radiation powers and drying time as shown in Table 1. The final protein solubility of soybean samples in all drying conditions was in the range of 77-82%, which was above the standard requirement of 73% for the feed meal.

Table 1 Changes of the protein solubility and residual urease activity of soybean samples with various near-infrared radiation powers.

Drying time, min	Protein solubility (%)			Residual urease activity (%)		
	4 kW	6 kW	8 kW	4 kW	6 kW	8 kW
Raw soybean	91.7	91.7	91.7	100	100	100
5	51.0	90.8	89.4	98.2	72.9	65.6
10	90.7	90.0	89.2	87.1	68.4	60.0
30	88.3	87.1	87.0	78.4	57.3	38.6
60	83.6	83.2	81.8	71.9	49.8	39.7
120	82.5	79.4	77.9	60.4	42.7	37.1

In addition to the protein solubility, the residual urease activity of soybean sample was also determined and the results are illustrated in Table 1. This table showed that the residual urease activity was rapidly decreased in the early period and then remained steadily at 70% (4 kW), 52% (6 kW) and 39% (8 kW) of the initial activity although an extended period of drying time was applied.

Summary

Our results have demonstrated that the combined near-infrared radiation and fluidized-bed drying could maintain protein solubility and reduce residual urases activity of soybean grains. The drying rate was decreased rapidly at the early period of drying and gradually decreased throughout the remaining drying period. The soybean grain surface temperatures were rapidly increased in the early period and then reached the surrounding air temperature in the drying chamber, from an initial soybean grain surface temperature of 30^{o}C to 49.0, 49.8 and 52.3^{o}C for 10 min under near-infrared radiation powers of 4, 6 and 8 kW. The protein solubility was moderately decreased from initial protein solubility of 90-92% to the final of 77-82%.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Office of the Higher Education Commission, Thailand, and the Thailand Research Fund (TRF) for supporting by grant fund.

Literature cited

Abe, T. and Afzal, T.M., 1997, Thin-layer Infrared Radiation Drying of Rough Rice, Journal of Agricultural Engineering Research, 67: 289-297.

American Oil Chemists' Society (AOCS), 1979, Protein Solubility Index, AOCS Official method: 10-63.

American Soybean Association (ASA), 1990, Fullfat Soybean Handbook of American Soybean Association, Singapore.

Ginzburg, A.S., 1969, Application of Infrared Radiation in Food Processing, Chemical Process Engineering Series, London, Leonard Hill.

Meeso, N., Nathakaranakule, A., Midhiyonon, T. and Soponronnarit, S., 2004, Influence of FIR Irradiation on Paddy Moisture Reduction and Milling Ouality after Fluidized Bed Drying, Journal of Food Engineering, 65: 293–301.

Osella, C.A., Gordo, N.A., Gonzalez, R.J., Tosi, E. and Re, E., 1997, Soybean Heat-treated using a Fluidized Bed. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology, 30: 676–680.

Prachayawarakorn, S., Prachayawasin, P. and Soponronnarit, S., 2006, Heating Process of Soybean using Hot Air and Superheated Steam Fluidized Bed Dryers, 39: 770-778.

Rasmussen, 2002, Determination of Residual Urease Activity. http://www.analytichem.com/Applications/Kjeldan/.

Sharma, G.P., Verma, R.C. and Pathare, P.B., 2005, Mathematical Modeling of Infrared Radiation Thin-Layer Drying of Onion Slices, Journal of Food Engineering, 71: 282–286.

การศึกษาสมบัติและคุณลักษณะของพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ จากเปลือกมังคุดที่เตรียมแบบ 1 ขั้นและ 2 ขั้น

Investigation of Surface Property and Characteristic of the Activated Carbon from Mangosteen Shell Prepared by the Single and Two Stage

ภคววดี สุขอนันต์[1]
Sukananta, P.[1]

Abstract

The objective of this research is to investigate surface property and characteristic of the activated carbon from mangosteen shell. Two types of activated carbon were prepared from the mangosteen shell (single stage) and the char of mangosteen shell (two stages). Char was prepared by heating the mangosteen shell at 350 $^{\circ}$C. Activation process composed of impregnate sample in the $ZnCl_2$ solution and then heat at 600 $^{\circ}$C. Characteristic and property of activated carbon's surface was investigated by using scanning electron microscope and adsorption of methylene blue (MB) solution and nitrogen gas (N_2). SEM micrographs view 1-2 μm pore size of activated carbons. The surface area of single stage activated carbons which was measured by adsorption of methylene blue solution (S(MB) = 417 m^2/g) and nitrogen gas (S(N_2) = 1867 m^2/g) is higher than that of the two stage activated carbons (S(MB) = 239 m^2/g and S(N_2) = 1024 m^2/g).
Keywords: activated carbon, mangosteen shell, adsorption, surface area

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติเกี่ยวกับพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากเปลือกมังคุด (1 ขั้น) และเตรียมจากถ่านเปลือกมังคุด (2 ขั้น) โดยทำการเผาเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 350 $^{\circ}$C ทำการกระตุ้นเปลือกมังคุดและถ่านด้วยสารละลายซิงค์คลอไรด์แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600°C ศึกษาคุณลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ด้วยเครื่อง SEM ทำการหาพื้นที่ผิวด้วยการดูดซับสารละลายเมทิลีนบลูและแก๊สไนโตรเจน ผลการวิจัยพบว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้มีรูพรุนขนาด 1-2 ไมโครเมตร ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมแบบ 1 ขั้น มีพื้นที่ผิวที่ได้จากการดูดซับสารละลายเมทิลีนบลู (S(MB) = 417 m^2/g) และแก๊สไนโตรเจน (S(N_2) = 1867 m^2/g) สูงกว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมแบบ 2 ขั้น (S(MB) = 239 m^2/g และ S(N_2) = 1024 m^2/g)
คำสำคัญ: ถ่านกัมมันต์ เปลือกมังคุด การดูดซับ พื้นที่ผิว

คำนำ

การใช้ประโยชน์จากถ่านกัมมันต์มีหลายด้านเช่น ใช้เป็นวัสดุดูดซับ (adsorbent) ในสิ่งแวดล้อม ช่วยป้องกันทางด้านสิ่งแวดล้อม ใช้ทดสอบหรือตรวจสอบคุณภาพของน้ำและน้ำเสีย เป็นวัสดุดูดซับในการนำสารไฮโดรคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศ และตัวทำละลายหรือแร่ธาตุกลับมาใช้ใหม่ การทำแก๊สให้สะอาด ใช้ในการผลิตอาหาร เครื่องสำอาง และยา เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหรือวัสดุรองรับตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นวัสดุในการกักเก็บ(storage)แก๊สไฮโดรเจนและแก๊สมีเทนในเซลล์เชื้อเพลิง ใช้เป็นคาร์บอนอิเลคโตรดในคาพาซิเตอร์ (supercapacitor และ electric double layer capacitor) ซึ่งการใช้งานบางอย่างต้องการสมบัติของพื้นผิวและการกระจายของรูพรุนต่างๆกัน รวมทั้งขนาดของรูพรุน ขนาดของถ่านกัมมันต์ ความหนาแน่นของเนื้อถ่านและความแข็งแรงเชิงกลของถ่านกัมมันต์ ดังนั้นการเตรียมถ่านกัมมันต์จากวัสดุที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนที่หลากหลายและด้วยเทคนิคต่างๆจึงมีผลต่อสมบัติของถ่านกัมมันต์ด้วย

---

[1]สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ต. ประตูชัย ถ. ปรีดีพนมยงค์ อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Chemistry Program Department of Science Faculty of Science and Technology Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University Tambol Pratuchai Predeepanomyong Road Amphur Phranakhon Si Ayutthaya Phranakhon Si Ayutthaya 13000

การเตรียมถ่านกัมมันต์สามารถเตรียมได้ทั้งการกระตุ้นถ่านด้วยวิธีทางกายภาพและทางเคมี และอาจใช้ทั้งสองวิธีร่วมกันในการเตรียมเพื่อให้ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติดีขึ้น ซึ่งการกระตุ้นทางเคมีมีข้อดีคือใช้ต้นทุนต่ำและให้ผลผลิตของถ่านกัมมันต์ค่อนข้างสูง นอกจากนี้เมื่อไม่นานมานี้มีงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำการลดขั้นตอนการเตรียมถ่านกัมมันต์โดยนำวัตถุดิบมากระตุ้นด้วยสารเคมีที่ต้องการแล้วนำไปเผากระตุ้นที่อุณหภูมิสูง (Kalderis และ คณะ, 2008; Gañán-Gómez, 2006) อีกด้วย

เปลือกมังคุดเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในแต่ละปี มีโครงสร้างของเปลือกที่แข็งแรง ทำให้น่าสนใจที่จะนำมาเตรียมเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิวสูงสามารถนำไปใช้งานทางด้านต่างๆได้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาคุณลักษณะและสมบัติของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดที่เตรียมแบบขั้นตอนเดียว คือนำวัตถุดิบมากระตุ้นด้วยสารเคมีแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิที่เหมาะสม และถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดที่เตรียมแบบสองขั้นตอนคือเผาเป็นถ่านก่อนแล้วจึงนำมากระตุ้นด้วยสารเคมีและเผาที่อุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์ที่จะนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือเพื่อใช้งานในห้องปฏิบัติการเคมีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเปลือกมังคุดมาตัดเป็นชิ้นขนาดเล็กผึ่งแดดให้แห้ง บดเปลือกมังคุดที่แห้งแล้วให้เป็นผงละเอียดขนาดประมาณ 250 ไมโครเมตร สำหรับการเตรียมถ่านกัมมันต์แบบขั้นตอนเดียว(1 stage) ผู้วิจัยนำเปลือกมังคุดแห้งที่บดแล้วไปทำการกระตุ้นด้วยการแช่ในสารละลายซิงค์คลอไรด์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเผากระตุ้นในเตาเผาสารที่อุณหภูมิ 500 และ 600 $^{\circ}$C (Namasivayam และ Sangeetha, 2006; Mozammel และคณะ, 2002) ส่วนถ่านกัมมันต์ที่เตรียมแบบสองขั้นตอน(2 stage) ได้จากการนำเปลือกมังคุดแห้งที่บดแล้วไปเผาให้เป็นถ่านที่อุณหภูมิ 350 $^{\circ}$C ก่อนแล้วจึงนำถ่านที่ได้ไปทำการกระตุ้นเหมือนกับที่กล่าวมาแล้ว จากนั้นนำเปลือกมังคุด ถ่านจากเปลือกมังคุด และถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดที่เตรียมได้ไปศึกษาคุณลักษณะพื้นผิวด้วยเครื่อง SEM(Scanning Electron Microscope) และทำการหาพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ด้วยวิธีการดูดซับสารละลายเมทิลีนบลูและการดูดซับแก๊สไนโตรเจน

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจนในเปลือกมังคุดพบว่ามีปริมาณร้อยละ 46.56 5.52 และ 0.39 ตามลำดับ ลักษณะของเปลือกมังคุดแห้งที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ เปลือกมังคุดแห้งที่บดละเอียดแล้ว และถ่านที่ได้จากการเผาเปลือกมังคุดแห้งที่อุณหภูมิ 350 $^{\circ}$C แสดงดังรูปที่ 1 a-c ตามลำดับ

คุณลักษณะพื้นผิวของเปลือกมังคุด ถ่านจากเปลือกมังคุด และถ่านกัมมันต์ที่เตรียมแบบ 1 ขั้น และ 2 ขั้น แสดงดังรูปที่ 2 จากภาพถ่าย SEM จะเห็นว่าทั้งเปลือกมังคุดและถ่านเมื่อทำถูกกระตุ้นด้วยการแช่สารละลายซิงค์คลอไรด์แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 และ 600 $^{\circ}$C มีจำนวนรูพรุนขนาด 1-2 ไมโครเมตร เกิดขึ้นจำนวนมาก ส่วนการเผากระตุ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าทำให้ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้มีลักษณะโครงสร้างของพื้นผิวเป็นรูพรุนมากกว่าถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่ำ และลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการเตรียมแบบ 1 ขั้นแสดงให้เห็นถึงผลจากการกระตุ้นทำให้การเกิดรูพรุนที่มีจำนวนมากกว่าการเตรียมแบบ 2 ขั้น

ผลการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมแบบ 1 ขั้น และ 2 ขั้น ด้วยการดูดซับสารละลายเมทิลีนบลู (S(MB)) และแก๊สไนโตรเจน ($S(N_2)$) แสดงดังตารางที่ 1

จากตารางจะเห็นว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้จากการกระตุ้นเปลือกมังคุด(เตรียมแบบ 1 ขั้น) มีขนาดพื้นที่ผิวสูงกว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้จากการกระตุ้นถ่านจากเปลือกมังคุด (เตรียมแบบ 2 ขั้น) และการเผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 600 $^{\circ}$C ทำให้ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้มีพื้นที่ผิวสูงกว่าการเผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 500 $^{\circ}$C

วิจารณ์ผล

การที่ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากเปลือกมังคุดแบบ 1 ขั้นมีพื้นที่ผิวที่สูงกว่าอาจเป็นผลมาจากการที่เมื่อนำเปลือกมังคุดแช่ในสารละลายซิงค์คลอไรด์แล้วนำไปเผากระตุ้นที่อุณหภูมิสูงทำให้ปริมาณของน้ำมันดินเกิดขึ้นน้อย และสามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่เจือปนอยู่ที่เปลือกได้มากกว่าการนำเปลือกมังคุดมาเผาให้เป็นถ่านก่อนซึ่งมีผลของน้ำมันดินที่ออกมาเคลือบอยู่ที่ผิวของถ่านทำให้กระบวนการกระตุ้นไม่สามารถสร้างโครงสร้างที่เป็นรูพรุนได้มาก จึงทำให้การเพิ่มพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ชนิดหลังมีน้อยกว่าชนิดแรก (Kalderis และคณะ, 2008) ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้เกิดความสนใจนำกระบวนการที่ได้ไปศึกษาในการเตรียมถ่านกัมมันต์แบบ 1 ขั้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆเช่น เปลือกทุเรียน ซังข้าวโพด เป็นต้น ต่อไป

สรุปผล

เปลือกมังคุดมีความแข็งและปริมาณคาร์บอนที่น่าสนใจในการนำมาเตรียมเป็นถ่านกัมมันต์ และจากการที่สามารถเตรียมถ่านกัมมันต์ด้วยการกระตุ้นเปลือกมังคุดด้วยสารเคมีแล้วเผาที่อุณหภูมิสูงโดยไม่ต้องทำการเผาเปลือกมังคุดให้เป็นถ่านก่อน และถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้มีพื้นที่ผิวค่อนข้างสูง ทำให้สามารถลดขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ลดค่าใช้จ่าย และเวลาในการวิจัยได้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาที่ให้ทุนเพื่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งทางด้านการเรียนการสอนวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์และทางวิชาการด้านอื่น

เอกสารอ้างอิง

Gañán-Gómez, J., Macías-García, A., Díaz-Díez, M.A., González-García, C. and Sabio-Rey, E., 2006, Preparation and Characterization of Activated Carbons from Impregnation Pitch by $ZnCl_2$, Applied Surface Science, 252: 5976-5979.

Kalderis, D., Bethanis, S., Paraskeva, P. and Diamadopoulos, E., 2008, Production of Activated Carbon from Bagasse and Rice Husk by a Single-stage Chemical Activation Method at Low Retention Times, Bioresource Technology, 99: 6809-6816.

Mozammel, H.M., Masahiro, O. and Bhattacharya, S.C., 2002, Activated Charcoal from Coconut Shell Using $ZnCl_2$ Activation, Biomass and Bioenergy, 22: 397-400.

Namasivayam, C. and Sangeetha, D., 2006, Recycling of Agricultural Solid Waste, Coir Pith: Removal of Anions, Heavy Metals, Organics and Dyes from Water by Adsorption onto $ZnCl_2$ Activated Coir Pith Carbon, Journal of Hazadous Material, 135: 449-452.

(a) (b) (c)

Figure 1 images of (a) dried mangosteen shell (b) dried and fined mangosteen shell and (c) mangosteen shell char.

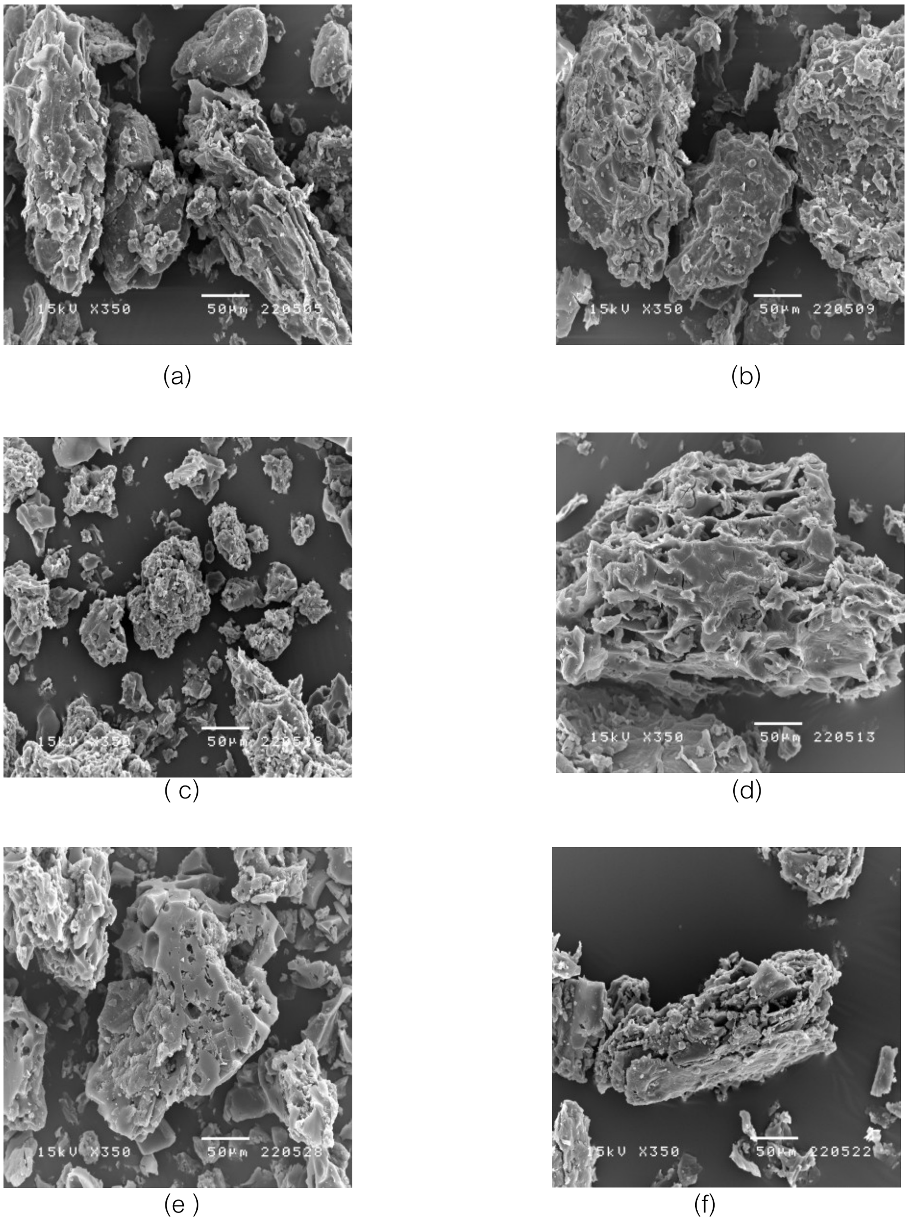


Figure 2 SEM micrographs of (a) mangosteen shell (b) mangosteen shell char (c) 1 stage activated carbon (500°C) (d) 2 stage activated carbon (500°C) (e) 1 stage activated carbon (600°C) and (f) 2 stage activated carbon (600°C).

Table 1 Surface area of 1 stage and 2 stage activated carbon prepared from mangosteen shell.

activated carbon	Surface area (m^2/g)	
	S(MB)	$S(N_2)$
1 stage(500 °C)	378	638
2 stage(500 °C)	167	584
1 stage(600 °C)	417	1867
2 stage(600 °C)	239	1024

การสกัดไลโคปีนจากกากมะเขือเทศโดยใช้เอนไซม์และสารทำละลายอินทรีย์ต่างชนิด

Lycopene Extraction from Tomato Waste Using Enzymatic Methods with Different Solvents

กัญญรัตน์ กัญญาคำ[1] และ จันทนี อุริยะพงศ์สรรค์[1]

Kanyakam, K.[1] and Uriyapongson, J.[1]

Abstract

Tomato powder prepared from tomato paste industry waste and from laboratory waste (fresh tomato from local market) were compared for the composition and optimization of lycopene extraction. Analysis of fat, protein, ash, dietary fiber, and lycopene content were performed in all samples. Tomato powder from laboratory waste (TPL) was higher in lycopene content and red color value (a*) ($P\leq 0.05$) but similar content of fat, protein, ash and soluble dietary fiber to tomato powder obtained from industrial waste (TPI) ($P>0.05$). Lycopene extractions of TPI were investigated using two types of mixed commercial enzyme (Enz A and Enz B, composed of pectinase, cellulase and hemicellulase), 5 incubation times (30, 40, 50, 60 and 90 min) and three solvents (ethyl acetate, ethanol and diethyl ether). The highest lycopene yield was obtained with Enz A at 50 min incubation time with ethyl acetate. Lycopene yield from TPI using this method (50.3 mg/100 g sample) increased 142.27% compared to conventional method (20.8 mg/100 g sample). Higher lycopene yield was obtained from TPL (80.2 mg/100 g sample) compared to TPI.

Keywords: lycopene, tomato waste, extraction, enzyme

บทคัดย่อ

ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบและสภาวะที่เหมาะสม ในการสกัดไลโคปีนจากกากมะเขือเทศที่เหลือทิ้ง จากการผลิตมะเขือเทศเข้มข้นของโรงงานอุตสาหกรรมและกากมะเขือเทศที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ (ใช้มะเขือเทศสดจากตลาดท้องถิ่น) การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โปรตีน เถ้า ใยอาหาร และปริมาณไลโคปีน พบว่าผงกากมะเขือเทศที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ (TPL) มีปริมาณไลโคปีนและค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงกว่า ($P\leq 0.05$) แต่มีปริมาณไขมัน โปรตีน เถ้า และใยอาหารชนิดละลายน้ำมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผงมะเขือเทศจากกากของโรงงาน (TPI) ($P>0.05$) และจากการศึกษาการสกัดไลโคปีนจากผงมะเขือเทศ TPI โดยใช้เอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด (Enz A และ Enz B ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์เพคติเนส, เซลลูเลส และเฮมิเซลลูเลส) โดยศึกษาระยะเวลาในการย่อยด้วยเอนไซม์ 5 ระดับ (30, 40, 50, 60 และ 90 นาที) และการสกัดร่วมกับสารทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด (เอทิลอะซีเตด เอทานอล และไดเอทิลอีเทอร์) พบว่าการใช้เอนไซม์ Enz A ที่ระยะเวลาการย่อย 50 นาที ร่วมกับเอทิลอะซีเตด ได้ปริมาณผลผลิตไลโคปีนสูงที่สุด โดยการสกัดไลโคปีนจากผงมะเขือเทศ TPI ได้ ไลโคปีน 50.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ซึ่งได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 142.27 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไลโคปีนที่ได้จากการสกัดโดยวิธีดั้งเดิม (20.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) และการสกัดไลโคปีนจากผงมะเขือเทศ TPL ให้ผลผลิตสูงที่สุด (80.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) ส่วนการสกัดไลโคปีนจาก TWI ให้ผลผลิตที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ไลโคปีน กากมะเขือเทศ การสกัด เอนไซม์

คำนำ

อุตสาหกรรมการผลิตมะเขือเทศเข้มข้นมีของเหลือทิ้งที่เป็นเมล็ดและเปลือกมะเขือเทศซึ่งกำจัดโดยการขายเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตามส่วนนี้ยังเป็นแหล่งของพวกใยอาหาร สารประกอบแคโรทีนอยด์ แร่ธาตุและวิตามินอื่นๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีรายงานว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ในส่วนเหลือทิ้งนี้มีปริมาณใกล้เคียงกับส่วนมะเขือเทศเข้มข้นที่เป็นตัวผลิตภัณฑ์ (Al-Wandawi และคณะ, 1985) ไลโคปีนเป็นรงควัตถุในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารให้สีส้มถึงแดงในผักและผลไม้ พบมากกว่า ร้อยละ 85 ของรงควัตถุทั้งหมดในมะเขือเทศ (Cadoni และคณะ, 2000) สารไลโคปีนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ (free radicals) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Stahl และ Sies, 1996) ช่วยป้องกันการเกิดโรคต่างๆ ได้แก่ โรคหัวใจ โรคมะเร็ง เป็นต้น ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพโดยคำนึงถึงอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพในการป้องกันและการบำบัดรักษาโรคต่าง ๆ ดังนั้นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไล

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

[1]Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, Muaeng, Khon Kaen 40002

โคปีนจากกากมะเขือเทศเหลือทิ้ง จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นอกจากจะช่วยลดของเสียที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแล้ว ยังเป็นการเพิ่มมูลค่ากากมะเขือเทศให้สามารถใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารเสริม และทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบและวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

ใช้ตัวอย่างกากมะเขือเทศเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตมะเขือเทศเข้มข้นจากบริษัทศรีเชียงใหม่อุตสาหกรรม จำกัด จังหวัดหนองคาย และกากมะเขือเทศที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ ใช้มะเขือเทศสดชนิดลูกใหญ่จากตลาดท้องถิ่น โดยนำไปผ่านเครื่องแยกกาก อบแห้งและบดเป็นผงละเอียดตามวิธีการของ จันทนี และคณะ (2009) ได้ตัวอย่างผงมะเขือเทศจากกากของโรงงาน (Tomato powder from indrustrial waste, TPI) และผงกากมะเขือเทศที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ (Tomato powder from lab waste, TPL) จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า และไขมัน (AACC 1995 methods 44-15, 46-11A, 08-01, และ 30-10 ตามลำดับ) เส้นใยละลายน้ำ เส้นใยไม่ละลายน้ำ และเส้นใยรวม (AOAC 991.43, AACC 32-07) วัดค่าสีในระบบ CIE (L*, a* และ b*) โดยใช้เครื่อง Minolta Chromameter รุ่น CT300 และวิเคราะห์หาปริมาณไลโคปีน (ดัดแปลงตามวิธีของ Taungbodhitham และคณะ, 1998) ซึ่งสกัดโดยใช้เอทานอลและเฮกเซนในอัตราส่วน 4:3 โดยปริมาตร และวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 503 nm

ศึกษาสภาวะการสกัดด้วยเอนไซม์

เปรียบเทียบการใช้เอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด (Enz A และ Enz B ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์เพคติเนส, เซลลูเลส และเฮมิเซลลูเลส) และศึกษาระยะเวลาในการย่อยด้วยเอนไซม์ 5 ระดับ (30 40 50 60 และ90 นาที) และวิเคราะห์หาปริมาณไลโคปีน จากนั้นนำสภาวะที่ดีที่สุดมาศึกษาการสกัดร่วมกับสารทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด (เอทิลอะซีเตด เอทานอล และไดเอทิลอีเทอร์)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี จาก Table 1 พบว่ากากมะเขือเทศเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะเขือเทศเข้มข้น (Tomato waste from industry, TWI) มีความชื้นร้อยละ 79.05 และกากมะเขือเทศที่ทำเป็นผงแห้งมีความชื้นร้อยละ 6.89 - 7.42 และพบว่าในกากมะเขือเทศทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณไขมัน โปรตีน เถ้า และปริมาณใยอาหารรวม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีปริมาณใยอาหารชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดย TWI มีใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำสูงสุด (ร้อยละ 55.10) แต่ TPI มีใยอาหารชนิดละลายน้ำสูงสุด (ร้อยละ 11.04) ผงมะเขือเทศ TPL มีปริมาณไลโคปีนสูงที่สุด (32.12 มก ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) เมื่อเปรียบเทียบกับผงมะเขือเทศ TPI และ TWI (20.77 และ 18.23 มก ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) (Table 2) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับคุณสมบัติค่าความเป็นสีแดง (a*) โดยพบว่าผงมะเขือเทศ TPL มีค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงที่สุด ซึ่งสารไลโคปีนในมะเขือเทศเป็นสารที่ทำให้มะเขือเทศมีสีแดง

Table 1 Chemical composition of tomato wastes (TWI) and tomato powder (TPI and TPL).

Tomato waste	%Moisture	Fat (% db)	Protein (% db)	Ash (% db)	Insoluble fiber (% db)	Soluble fiber (% db)	Total dietary fiber (% db)
TWI	79.05± 1.83^{a}	2.83±0.27	16.52±0.93	4.63±0.26	55.10±0.91^{a}	8.87±0.44^{b}	63.97±1.29
TPI	6.89±0.24^{b}	2.87±0.21	15.20±1.13	4.77±0.09	52.61±0.91^{b}	11.04±1.51^{a}	63.64±0.78
TPL	7.42±0.48^{b}	2.72±.025	14.82±0.98	4.87±0.06	53.53±0.80^{b}	9.75±0.68^{ab}	63.28±1.17

^{a,b} Different superscript letters within column indicate values are significant different at the level of $p \leq 0.05$

Table 2 Color and Lycopene content and color of tomato wastes (TWI) and tomato powder (TPI and TPL).

Tomato waste	Color			Lycopene content (mg/100g sample)
	L*	a*	b*	
TWI	79.05± 1.83[a]	8.42±1.43[b]	12.10±1.23[c]	18.23 ±3.53[b]
TPI	6.89±0.24[b]	9.20±0.49[b]	19.82±0.82[b]	20.77 ± 3.77[b]
TPL	7.42±0.48[b]	13.18±0.29[a]	21.11±0.48[a]	32.12 ± 1.36[a]

[a,b,c] Different superscript letters within column indicate values are significant different at the level of $p \leq 0.05$

ศึกษาสภาวะการสกัดด้วยเอนไซม์

การศึกษาการสกัดไลโคปีนจากผงมะเขือเทศ TPI โดยใช้เอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด และศึกษาระยะเวลาในการย่อยด้วยเอนไซม์ 5 ระดับ (Figure 1) พบว่าชนิดเอนไซม์และเวลาในการย่อย มีผลต่อปริมาณไลโคปีนที่สกัดได้ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อเวลาในการย่อยเพิ่มขึ้นจะได้ปริมาณไลโคปีนเพิ่มขึ้น เป็นผลจากเอนไซม์ย่อยสลายเซลล์พืชทำให้ไลโคปีนที่แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อพืชละลายออกมาได้มากขึ้น จนถึงเวลาจุดหนึ่งปริมาณไลโคปีนจะเริ่มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sheetal และ Laxmi (2007) เนื่องจากเวลาที่เพิ่มขึ้นไลโคปีนจะสัมผัสแสงและออกซิเจนมากขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้นเป็นผลให้ไลโคปีนลดลง ผลการทดลองพบว่า Enz A ที่ระยะเวลาการย่อย 50 นาที และ Enz B ที่ระยะเวลาการย่อย 60 นาที ได้ไลโคปีนปริมาณสูงที่สุด 30.14 และ 29.95 มก. ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ตามลำดับ

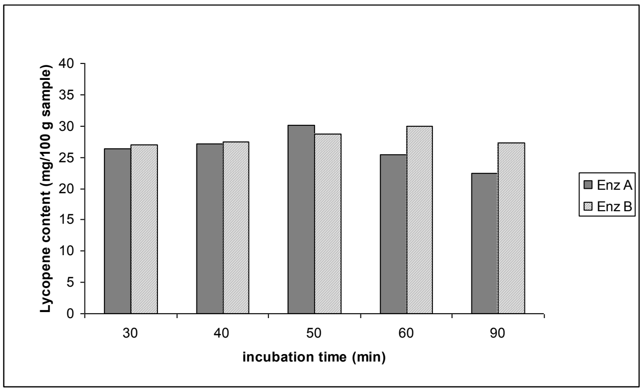


Figure 1 Effect of incubation time and types of enzyme (Enz A and Enz B) on lycopene content of extracts obtained from tomato powder from industrial waste (TPI).

การสกัดร่วมกับตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด (เอทานอล ไดเอทิลอีเทอร์ และเอทิลอะซีเตต) ดัง Table 3 พบว่าการใช้เอทิลอะซีเตต สามารถสกัดสารไลโคปีนได้ดีที่สุด โดยการใช้เอนไซม์ Enz A ที่ระยะเวลาการย่อย 50 นาที ร่วมกับเอทิลอะซีเตต ได้ปริมาณผลผลิตไลโคปีนสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบผลของการสกัดกับวิธีดั้งเดิมของ Taungbodhitham และคณะ (1998) กับวิธีการใช้ Enz A ร่วมกับเอทิลอะซีเตต พบว่าวิธีหลังนี้ให้ปริมาณไลโคปีนสูงขึ้นกว่าวิธีเดิม โดยผง TPL ให้ไลโคปีนสูงสุด คือ 80.21 มก. ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ซึ่งได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 149.72

Table 3 Lycopene extraction yield obtained from different tomato waste under optimal conditions

Tomato waste type	Lycopene content (mg/100 g sample)		
	conventional method	Enz A + Ethyl acetate	Yield increase (%)
TWI	18.23 ±3.53[b]	35.63 ± 4.38[c]	95.45
TPI	20.77 ± 3.77[b]	50.32 ± 4.41[b]	142.27
TPL	32.12 ± 1.36[a]	80.21 ± 2.90[a]	149.72

[a,b,c] Different superscript letters within column indicate values are significant different at the level of $p \leq 0.05$

สรุปผล

กากมะเขือเทศเหลือทิ้งจากการผลิตมะเขือเทศเข้มข้นของโรงงานอุตสาหกรรมและกากมะเขือเทศที่เตรียมในห้องปฏิบัติการมีปริมาณไขมัน โปรตีน เถ้า และใยอาหารชนิดละลายน้ำ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ปริมาณไลโคปีนในผงมะเขือเทศจากห้อง ปฏิบัติการมีสูงที่สุด และการนำเอนไซม์มาใช้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดไลโคปีนจากกากมะเขือเทศ โดยใช้เอนไซม์ทางการค้าร่วมกับเอทิลอะซีเตดในผงมะเขือเทศสามารถ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 142.2-149.7

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สบว.) สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการและศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว: หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

จันทนี อุริยะพงศ์สรรค์ จินตนาภรณ์ วัฒนธร และนฤมล ลีลายุวัฒน์, 2552, รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาผงที่มีสารเส้นใยอาหารสูงและไลโคปีนผงจากกากมะเขือเทศและการศึกษาถึงการให้ประโยชน์ด้านสุขภาพ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

AACC, 1995, American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 9th ed. Method 44-15, 46-11A, 08-01, และ 30-10.

Al-Wandawi, H., Abdul-Rahman, M. and Al-Shaikhly, K., 1985, Tomato Processing Wastes as Essential Raw Materials Source, Food Chemistry, 33: 804-807.

AOAC.,1995, Official Methods of Analysis, 12th ed., Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C.

Cadoni, E., De Griorgi, M.R., Medda, E. and Poma, G., 2000, Supercritical CO_2 Extraction of Lycopene and β-carotene from Ripe Tomatoes, Dyes Pigment, 44: 27-32.

Sheetal, M.C. and Laxmi, A., 2007, Enzyme aided Extraction of Lycopene from Tomato Tissues, Food Chemistry, 102: 77–81.

Stahl, W. and Sies, H.,1996, Perspective in Biochemistry and Biophysics., Lycopene: a Biologically Important Carotenoid for Humans, Biochemistry Biophysics, 336: 1-9.

Taungbodhitham, A.K., Jones, G.P., Wahlquist, M.L. and Briggs, D.R., 1998, Evaluation of Extraction Method for the Analysis of Carotenoid in Fruits and Vegetables, Food Chemistry, 63: 577 – 584.

อิทธิพลของสภาวะการอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของถั่วเหลือง

Effect of Drying Conditions on Drying Kinetics and Quality of Soybean

ชลิดา เนียมนุ้ย[1] มะลิ นาชัยสินธุ์[2] จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์[2] และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา[3]

Niamnuy, C.[1], Nachaisin, M.[2], Jamradloedluk, J.[2] and Devahastin, S.[3]

Abstract

The objective of the present study was to investigate the effect of drying conditions on drying kinetics and quality attributes of soybean, namely, antioxidant activities determined by DPPH and FRAP methods and total color change (ΔE) of dried soybean. Hot air fluidized bed drying (HAFBD), superheated steam fluidized bed drying (SSFBD) and gas-fired infrared vibrating drying (GIRVD) were carried out at various drying temperatures (50, 70, 130 and 150°C). The experimental results showed that higher drying temperature led to higher Effective moisture diffusivity (D_{eff}), antioxidant activities and ΔE of soybean. It was also found that GIRVD resulted in the highest D_{eff} but the lowest ΔE of soybean, followed by HAFBD and SSFBD, respectively. Moreover, GIRVD was found to give the highest antioxidant activities of soybean, followed by SSFBD and HAFBD, respectively.

Keywords: antioxidant activity, effective moisture diffusivity, fluidized-bed, gas-fired infrared drying, superheated steam drying

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาวะการอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของถั่วเหลือง ได้แก่ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี DPPH และ FRAP และค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) ของถั่วเหลืองหลังการอบแห้ง โดยทำการทดลองอบแห้งด้วยอากาศร้อนแบบฟลูอิไดซ์เบด (HAFBD) การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งแบบฟลูอิไดซ์เบด (SSFBD) และการอบแห้งด้วยอินฟราเรดแบบสั่น (GIRVD) ที่อุณหภูมิต่างๆ (50, 70, 130 และ 150°C) จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิอบแห้งที่สูงขึ้นทำให้สัมประสิทธิ์การแพร่ประสิทธิผล (D_{eff}) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และ ΔE ของถั่วเหลืองมีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า การอบแบบ GIRVD ทำให้ค่า D_{eff} สูงที่สุด แต่ส่งผลให้ค่า ΔE ของถั่วเหลืองต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ HAFBD และ SSFBD ตามลำดับ และในส่วนของกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระพบว่า การอบแบบ GIRVD มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเหลืองมากที่สุด รองลงมาคือ การอบแบบ SSFBD และ HAFBD ตามลำดับ

คำสำคัญ: การอบแห้งแบบไอน้ำร้อนยวดยิ่ง การอบแห้งแบบอินฟราเรด กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ฟลูอิไดซ์เบด สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล

Introduction

Soybean has been appreciated by consumer as healthy food due to their valuable nutritional and medical attributes (Wang *et al*., 2006). In addition, soybean also rich in nutrients those are important to health, for example isoflavones, phytosterols, saponins, and oligosaccharides (Shao and Oszmianski, 2009). Drying is an important process to extend the shelf life of soybean before consumption. Nowadays, new drying techniques, such as superheated steam and gas-fired infrared drying, are used to improve the quality of products, especially, agricultural products. Therefore, the objective of this study was to investigate the effect of drying condition on the drying characteristic, antioxidant activities and total color change of soybean.

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900

[1]Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[2]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kuntarawichai, Mahasarakham 44150

[3]ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 10140

[3]Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Bangkok 10140

Materials and Methods

Raw soybean (Chiangmai 60) was purchased from the Loei Filed Crop Research Center in Loei province, Thailand. The initial moisture content of soybean grains was approximately 20 kg/kg (dry basis). Soybean was kept in cold room at a temperature range of 3-6^{o}C for a week to wait the experiments. Various drying methods, namely, Hot air fluidized bed drying (HAFBD), superheated steam fluidized bed drying (SSFBD), and gas-fired infrared vibrating drying (GIRVD) were used for the experiment. The drying temperatures were 50, 70, 130 and 150^{o}C for HAFBD and GIRVD as well as 130 and 150^{o}C for SSFBD. During the process soybean was continuously sampled for moisture measurement. Soybean was dried until it reaches the final moisture content of around 10% (d.b.) then the antioxidant activities and total color change were determined. The moisture content was determined by drying samples in a hot air oven at 103^{o}C, 72 hr in triplicate (ASA, 1990). The antioxidant activities of soybean were determined by DPPH and FRAP methods (Sharma and Sisodia, 2009; Benzie and Strain, 1996). The color of dried soybean was determined by a Hunter Lab colorimeter (MiniScan XE Plus, Henter Associates Laboratory, Virginia, USA). The data were presented as mean values ± standard deviations (SD). Differences between mean values were established using the Tukey's multiple range test at a confidence level of 95%.

Results and Discussions

The drying characteristics of soybean under different drying methods at specific drying temperature were shown in Fig.1a. It was found that the moisture content of soybean decreased exponentially with elapsed drying time in all cases of drying method. Soybean undergoing GIRVD can be reduced the moisture content faster than that of HAFBD and SSFBD, respectively. This was because of the penetration of infrared radiation into the material then the water molecules vibrated and the energy of radiation is converted into heat rapidly (Hebbar *et al*., 2001). Figure 1b showed the changes of the moisture content of soybean under GIRVD. It can be seen that the moisture content was decreased with the increase of the drying temperature and drying time. In GIRVD method, the moisture content of soybean can be reduced to 10% (dry basis) in 40, 30, 20 and 10 minutes for drying temperature of 50, 70, 130 and 150^{o}C, respectively.

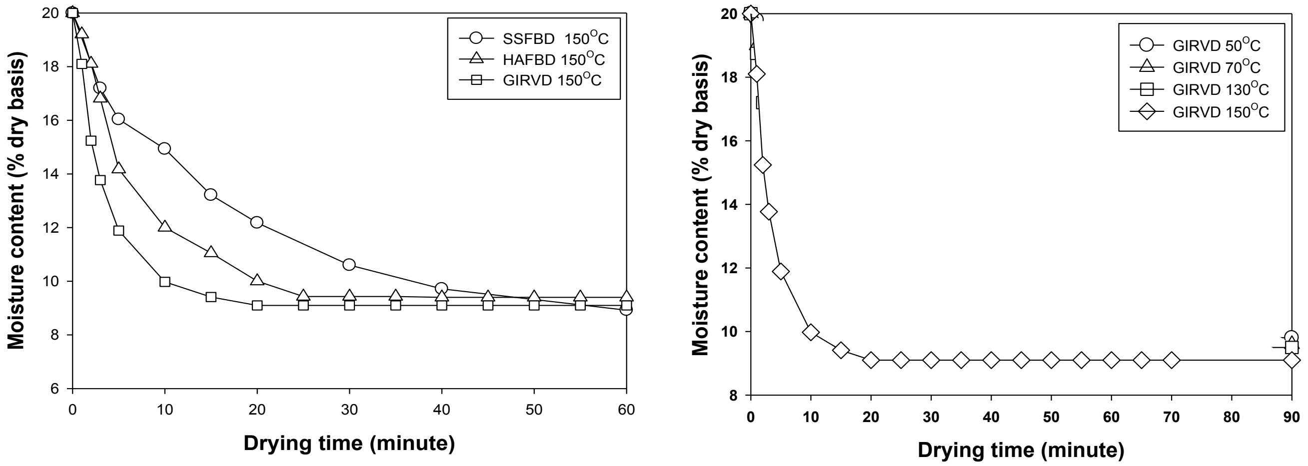


Figure 1 Changes of the moisture content of soybean grains under different drying conditions. (a) drying method; (b) drying temperature.

The effective moisture diffusivities (D_{eff}) of soybean drying are presented in Table 1. It was found that The D_{eff} varied with drying temperature. The GIRVD gave the highest D_{eff} at the same drying temperature. The antioxidant activities and total color change (ΔE) of soybean under different drying methods were shown in Table 2. The DPPH was varied in the range of 11-18 µM Trolox/g dry samples, depending on drying air temperature and drying method. In the case of FRAP, it was varied in the range of 66- 127 µM $FeSo_4$/g dry sample. The DPPH and FRAP

was increased with increase of drying temperature because high drying temperature led to high conversion from malonyl- and acetyl-glycoside isoflavones to be β-glycoside isoflavones, which have very high antioxidant potential compared to other forms of isoflavones (Lee and Lee, 2009; Lee *et al.*, 2005). The total color change of dried soybean was increased with increase of drying temperature. The experimental results showed that the ΔE of superheated stream fluidized-bed drying was highest compared to other drying methods at same drying temperature.

Table 1 Effective moisture diffusivity of soybeans drying undergoing different methods.

Drying condition	D_{eff} (m^2/s)	R^2	RMSE	EF
HAFBD 50^{O}C	6.51 x 10^{-9}	0.992	0.030	99.81
HAFBD 70^{O}C	8.05 x 10^{-9}	0.991	0.030	99.79
HAFBD 130^{O}C	10.36 x 10^{-9}	0.983	0.045	99.93
HAFBD 150^{O}C	14.33 x 10^{-9}	0.965	0.075	93.73
GIRVD 50^{O}C	5.30 x 10^{-9}	0.998	0.011	99.96
GIRVD 70^{O}C	7.57 x 10^{-9}	0.996	0.018	99.95
GIRVD 130^{O}C	12.75 x 10^{-9}	0.977	0.053	94.02
GIRVD 150^{O}C	19. 64 x 10^{-9}	0.922	0.121	90.81
SSFBD 130^{O}C	6.84 x 10^{-9}	0.989	0.036	99.63
SSFBD 150^{O}C	8.10 x 10^{-9}	0.978	0.048	99.04

Table 2 Antioxidant activities and total color change of soybean drying undergoing different methods.

Drying condition	Moisture content (% d.b.)	DPPH (µM Trolox/g dry sample)	FRAP (µM $FeSo_4$/g dry sample)	ΔE
Raw soybean	20.38 ± 0.11	11.67 ± 0.91^a	66.70 ± 2.73^a	-
HAFBD 50^{O}C	10.06 ± 0.02	12.52 ± 0.94^a	69.32 ± 3.12^a	16.98 ± 1.02^b
HAFBD 70^{O}C	9.96 ± 0.10	14.33 ± 0.96^b	75.43 ± 2.94^b	17.64 ± 2.76^b
HAFBD 130^{O}C	9.82 ± 0.01	15.92 ± 0.72^{cd}	88.34 ± 5.09^c	26.08 ± 3.22^d
HAFBD 150^{O}C	10.04 ± 0.14	16.73 ± 0.57^{de}	101.15 ± 3.97^d	28.50 ± 2.46d^{de}
GIRVD 50^{O}C	9.87 ± 0.12	14.55 ± 0.63^b	76.77 ± 4.01^b	8.19 ± 1.42^a
GIRVD 70^{O}C	9.85 ± 0.05	15.15 ± 0.52^{bc}	75.43 ± 2.94^b	17.51 ± 0.58^b
GIRVD 130^{O}C	9.87 ± 0.02	16.92 ± 0.26^{de}	117.39 ± 5.07^e	22.78 ± 0.65^c
GIRVD 150^{O}C	9.97 ± 0.02	17.80 ± 0.54^e	126.49 ± 4.41^f	24.50 ± 2.50^{cd}
SSFBD 130^{O}C	9.03 ± 0.01	16.20 ± 0.47^d	104.90 ± 3.19^d	29.03 ± 1.04^e
SSFBD 150^{O}C	9.71 ± 0.05	17.02 ± 0.65^{de}	113.54 ± 2.25^e	34.28 ± 2.91^f

Values in the same column with different superscripts mean that the values are significantly different (p<0.05)

Summary

The results have demonstrated that the drying rate was significantly influenced by different methods and drying temperature. The effective moisture diffusivity, antioxidant activities and total color change in all drying methods were increased with increase of the drying air temperature. The effective moisture diffusivity and

antioxidant activities of soybean were highest, but the ΔE of soybean was lowest in case of gas-fired infrared drying.

Acknowledgements

The authors would like to gratefully acknowledge the Commission on Higher Education and the Thailand Research Fund for financial support. Our appreciation also goes to Assist.Prof.Dr.Natthapol Phomsa-ad and Dr.Juckamas Laohavanich for their help with the dryers.

Literature cited

American Soybean Association (ASA), 1990, Fullfat Soybean Handbook of American Soybean Association, Singapore.

Benzie, I. and Strain, J., 1996, The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of Antioxidant Power: The FRAP Assay, Journal of Analytical Biochemistry, 39: 70-76.

Hebbar, U., Vishwanathan, N. and Ramesh, A., 2004, Development of Combined Infrared and Hot Air Dryer for Vegetables, Journal of Food Engineering, 65: 557-563.

Lee, C.H., Yang, L., Xu, J.Z., Yeung, S.Y.V., Huang, Y. and Chen, Z.Y., Relative Antioxidant Activity of Soybean Isoflavones and Their Glycosides, Food Chemistry, 90: 735-741.

Lee, S.W. and Lee, J.H., 2009, Effects of Oven-Drying, Roasting, and Explosive Puffing Process on Isoflavone Distributions in Soybeans, Food Chemistry, 112: 316-320.

Nsonzi, R. and Ramaswamy, D., 2002, Color and Texture Change Kinetics in Ripening Bananas, LWT-Food Science and Technology, 35: 415-419.

Shao, S. and Oszmianski, B., 2009, Tracking Isoflavones: From Soybean to Soy Flour, Soy Protein Isolates to Functional Soy Bread, Journal of Functional Foods, 1: 119-127.

Sharma, K.V., and Sisodia, R., 2009, Evaluation of the Free Radical Scavenging Activity and Radioprotective Efficacy of Grewia Asiatica Fruit, Journal of Radiological Protection, 29: 429-443.

Wang, L., Lee, F., Wang, X. and Ying, H., 2006, Feasibility Study of Quantifying and Discriminating Soybean Oil Adulteration in Camellia Oils by Attenuated Total Reflectance. MIR and Fiber Optic Diffuse Reflectance NIR, Food Chemistry, 95: 529-536.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 297-300 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 297-300 (2553)

สมการอบแห้งเอมไพริคเคิลของใบหอมภายใต้การอบแห้งแบบปั๊มความร้อนโดยใช้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง

Empirical Drying Equation of Green Shallot under Heat Pump Drying Using Air Carbon Dioxide and Nitrogen Gas

ธานินทร์ รัชโพธิ์[1] ละมุล วิเศษ[2] และ ณัฐพล ภูมิสะอาด[2]

Rudchapo, T.[1], Wiset, L.[2] and Poomsa-ad, N.[2]

Abstract

The objective of this research was to investigate the empirical drying equations of the green shallot. The green shallot was dried by heat pump dryer under air, carbon dioxide and nitrogen gas as media in closed loop system. The drying temperatures of 40, 45 and 50°C were applied with the superficial air velocity of 0.5 m/s and 30 % by pass air ratio. The initial moisture content of green shallot was about 1,110 % db. It was dried until the final moisture content down to 10-13% db. Sample was used for 300 g in each experiment. The experimental data were fitted into Henderson, Two term, Logarithmic, Page and Newton empirical drying model to find the best equation for prediction the drying behavior. The coefficient of determination (R^2) and mean chi-square (χ^2) were criteria to select the best model. It found that the best fit for green shallot using air and carbon dioxide gas as media was Page model. For drying using nitrogen gas as media, logarithmic model was the best for prediction which gave the highest R^2 and the lowest χ^2.

Keywords: drying, green shallot, empirical drying equations

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมการอบแห้งเอมไพริคเคิลของใบหอม การทดลองใช้เครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนภายใต้ระบบปิด ที่อุณหภูมิ 40 45 และ 50°C ความเร็วของตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 m/s และอัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านเครื่องทำระเหยร้อยละ 30 โดยใช้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลาง ความชื้นเริ่มต้นของใบหอมประมาณร้อยละ 1,110 มาตรฐานแห้ง อบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 10-13 มาตรฐานแห้ง ใช้ตัวอย่างครั้งละประมาณ 300 กรัม ในแต่ละการทดลอง ใช้รูปแบบสมการอบแห้งชั้นบางของ Henderson, Two-term, Logarithmic, Page และ Newton มาฟิตกับค่าจากการทดลอง เพื่อหาสมการอบแห้งเอมไพริคเคิลที่สามารถทำนายความชื้นและเวลาของการอบแห้งใบหอมที่ดีที่สุด โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) และค่าไควสแควร์ (χ^2) เป็นเกณฑ์การเลือกสมการอบแห้งเอมไพริคเคิลที่ดีที่สุด จากการทดลองพบว่า สมการของ Page สามารถทำนายอัตราการอบแห้งใบหอมด้วยอากาศและก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ได้ดีที่สุด ส่วนการอบแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน สมการ Logarithmic จะสามารถทำนายได้ดีที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) สูงที่สุด และค่าไควสแควร์ (χ^2) ต่ำที่สุด

คำสำคัญ: การอบแห้ง ใบหอม สมการอบแห้งเอมไพริคเคิล

คำนำ

ต้นหอมเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Alliaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium cepa* var. aggregatum และมีชื่อสามัญเรียกว่า Green Shallot เป็นพืชที่มีสรรพคุณทางยา ใช้แก้หวัด คัดจมูก น้ำมูกไหล นิยมรับประทานทั้งแบบสดกับน้ำพริกทั่วไป และใช้เป็นส่วนประกอบอาหารทั่วโลก ปัจจุบันการเก็บรักษาใบหอมหลังการเก็บเกี่ยวยังประสบปัญหา เนื่องจากความชื้นหลังการเก็บเกี่ยวมีค่าสูงมาก ทำให้ใบหอมเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพได้รวดเร็ว จึงต้องทำการลดความชื้นโดยเร็ว สำหรับการลดความชื้นใบหอมอีกวิธีหนึ่งที่สามารถรักษาคุณภาพและใช้เวลาสั้นลง ทำให้ประหยัดพลังงานในการปฏิบัติงาน คือ การอบแห้ง

[1]โปรแกรมวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

[1]Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Mahasarakham, Nakhonsawarn Rd, Talad District, Mahasarakham 44000

[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

โดยใช้ปั๊มความร้อน (วราภรณ์ และคณะ, 2542) โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางในการอบแห้ง (Hawlader และคณะ, 2006)

สมการอบแห้งเอมไพริคเคิล คือ สมการอบแห้งที่ได้มาจากการทดลอง สามารถทำนายอัตราการอบแห้งได้ดี การประยุกต์ใช้สมการอบแห้งเอมไพริคเคิลเพื่อทำนายและติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของใบหอม ซึ่งสมการที่เหมาะสมจะสามารถทำนายค่าความชื้นในแต่ละเวลาระหว่างการอบแห้งได้อย่างเหมาะสม ทำให้ทราบเวลาสิ้นสุดการอบแห้งได้ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการเสื่อมเสียของคุณภาพเนื่องจากการอบแห้งที่ใช้เวลานานเกินไป และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมการอบแห้งเอมไพริคเคิลของใบหอม โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่สภาวะการทดลองระบบปิด ใช้อากาศ ก๊าซไนโตรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางในการอบแห้ง

Nomenclature

MR	moisture ratio (-)	R^2	coefficient of determination
MR_{exp}	experimental moisture ratio (-)	t	drying time, minute
MR_{pred}	predicted moisture ratio (-)	N	number of observations
χ^2	chi-square	n	parameter of empirical equation
a, b, c	coefficient of polynomial	k_0, k_1	drying constants (min^{-1})
A_0, A_1, c, n	empirical constants	T	temperature (°C)

อุปกรณ์และวิธีการ

นำใบหอมที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 1,100 มาตรฐานแห้ง มาอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนภายใต้การทดลองระบบปิดดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ ห้องอบแห้ง เครื่องทำระเหย ท่ออากาศไหลข้ามเครื่องอบแห้ง 30% เครื่องควบแน่นตัวใน พัดลม ขดลวดความร้อน เครื่องอัดไอ เครื่องควบแน่นตัวนอก และวาล์วลดความดัน

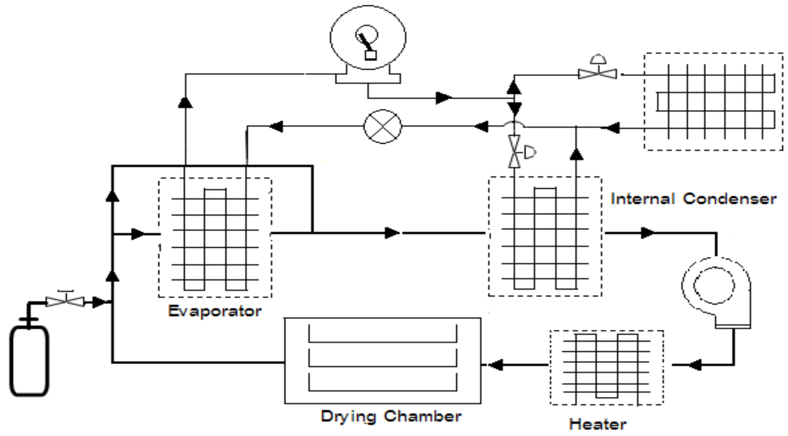


Figure 1 A schematic diagram of heat pump dryer.

อบแห้งที่อุณหภูมิ 40 45 และ 50°C ใช้เครื่องชั่งที่ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์วัดน้ำหนักของใบหอม เปลี่ยนตัวกลางอบแห้งในกรณีอบแห้งโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางอบแห้ง บันทึกน้ำหนักในระหว่างการอบแห้งจนความชื้นใบหอมประมาณร้อยละ 10 (มาตรฐานแห้ง) จากนั้นหาความชื้นสุดท้ายโดยใช้ตู้อบที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 24 ชม. เมื่อทราบค่าความชื้นสุดท้ายสามารถหาค่าความชื้นในแต่ละเวลา และหาอัตราส่วนความชื้นได้ นำอัตราส่วนความชื้นและเวลามาวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Regression) เพื่อหาค่าคงที่ของสมการอบแห้งเอมไพริคเคิล โดยใช้รูปแบบสมการอบแห้งชั้นบางของ Henderson Logarithmic Twoterm Page และ Newton ซึ่งมีรูปแบบของสมการดังต่อไปนี้

Henderson	$MR = A_0\exp(-k_0t)$
Logarithmic	$MR = A_0\exp(-k_0t) + c$
Two term	$MR = A_0\exp(-k_0t) + A_1\exp(k_1t)$
Page	$MR = \exp(-k_0t^n)$
Newton	$MR = \exp(-k_0t)$

นำค่าคงที่ในสมการอบแห้งมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบแม่นตรง (Validity) ระหว่างอุณหภูมิอบแห้งกับค่าคงที่ด้วยสมการ Quadratic ซึ่งมีรูปแบบของสมการคือ $\theta = at^2 + bt + c$ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination; R^2) และค่าไควสแควส์ (Chi-square; χ^2) เป็นดัชนีบ่งชี้ที่แสดงถึงความสามารถของสมการในการทำนาย

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การอบแห้งใบหอมโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนโดยใช้อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางในการอบแห้ง พบว่า อัตราการอบแห้งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอบแห้ง โดยเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C จะใช้เวลาในการอบแห้งนานที่สุดและเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C จะใช้เวลาในการอบแห้งสั้นที่สุด ผลการทดลองดังกล่าวสามารถอธิบายด้วยกฎของ Fick ซึ่งอัตราการการแพร่ของน้ำขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การแพร่ (Diffusion Coefficient) ซึ่งมีค่ามากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

เมื่อนำอัตราส่วนความชื้นและเวลาในการอบแห้งมาวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้นเพื่อหาค่าคงที่ในสมการเอมไพริคเคิล แล้วนำค่าคงที่มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบแม่นตรงระหว่างอุณหภูมิกับค่าคงที่ด้วยสมการ Quadratic จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ ใช้ค่า R^2 และ χ^2 เป็นดัชนีบ่งชี้ที่แสดงถึงความสามารถของสมการในการทำนายดังแสดงใน Table 1 ซึ่งผลการทดลองพบว่า สมการของ Page มีความเหมาะสมสำหรับการทำนายค่าความชื้นและเวลาในการอบแห้งใบหอมโดยใช้อากาศและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางอบแห้งมากที่สุด ส่วนการอบแห้งโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางอบแห้งพบว่า สมการ Logarithmic มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยให้ค่า R^2 สูงสุดและค่า χ^2 ต่ำสุด สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทำนายมาวิเคราะห์เบื้องต้นสำหรับการอบแห้งใบหอมด้วยปั๊มความร้อนโดยใช้อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางอบแห้ง

Table 1 Values of R^2 and χ^2 of selected equation.

Equation	R^2			χ^2		
	Air	N_2	CO_2	Air	N_2	CO_2
Newton	0.98726	0.98074	0.96854	0.00087	0.00132	0.00217
Page	0.99794	0.99628	0.99195	0.00017	0.00033	0.00075
Henderson	0.99259	0.97935	0.97811	0.04638	0.00167	0.00177
Logarithmic	0.99791	0.99793	0.98891	0.00017	0.00019	0.00105
Two-term	0.99116	0.97935	0.97811	0.00068	0.00172	0.00182

นำอัตราส่วนความชื้นจากการทำนายของสมการอบแห้งเอมไพริคเคิลมาพล๊อตกราฟเปรียบเทียบกับอัตราส่วนความ ชื้นจากการทดลองดังแสดงใน Figure 2

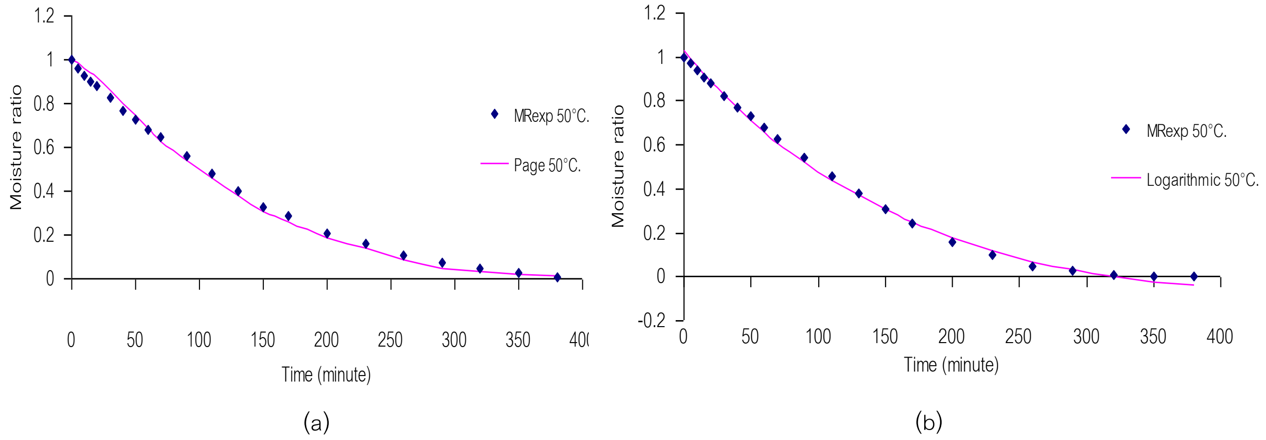


Figure 2 Comparison of the experimental and predicted moisture ratio by Page model for (a) cabondioxide gas and Logarithmic model for (b) nitrogen gas as drying media at drying temperature of 50°C.

สรุปผล

การศึกษาสมการอบแห้งเอมไพริคเคิลของใบหอมด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน โดยใช้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ความเร็วของตัวกลางในห้องอบแห้ง 0.5 m/s ที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50°C พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C ใช้เวลาในการอบแห้งนานที่สุดส่วนที่อุณหภูมิ 50°C ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นที่สุด ซึ่งอัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ จากสมการของ Page สามารถทำนายค่าความชื้น และเวลาการอบแห้งโดยใช้อากาศและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เหมาะสมที่สุด และการใช้ก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางอบแห้ง สมการ Logarithmic สามารถทำนายการใช้ก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวกลางอบแห้งได้อย่างเหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

วราภรณ์ รัตตนงพิสัตย์ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และธนิต สวัสดิ์เสรี, 2542, การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการอบแห้งโดยใช้ปั๊มความร้อน, วิทยาสารเกษตรศาสตร์: สาขาวิทยาศาสตร์, 33(1): 146-158

Hawlader, M.N.A., Perera, C.O. and Tian, M., 2006, Properties of Modified Atmosphere Heat Pump Dried Foods, Journal of Food Engineering, 74: 392-401

สารยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้บำบัดโรคเบาหวาน

α-Glucosidase Inhibitors from Medicinal Plants for Diabetes Therapy

วิมลพรรณ รุ่งพรหม[1] ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล[1] สัญญา เขียวไสว[1] และ มุกดา ทรงไตรย์[1]
Rungprom, W.[1], Siripornvisal, S.[1], Keawsawai, S.[1] and Songtrai, M.[1]

Abstract

α-glucosidase inhibitors are used in the treatment of non insulin–dependent diabetes mellitus (DM). In the search for α-glucosidase inhibitors from natural source. We focused on tradition Thai medicinal plant which widely used for treatment on DM. Among of them , the methanolic extract of 6 tradition Thai plant as *Momordica Charantia Gynura divaricata* DC, *Pseuderatherum platiferum Lagerstroemia speciosa (L.) Pers Aegel marmelos (Linn.) Corr.* and *Wedelia trilobata (L.) Hitchc* show to be the potent α-glucosidase inhibitors comparable to the authentic drug, Acarbose®. This preliminary observation will provide the basis for future examination of the suitability of the as a medicinal supplement that contributes toward the treatment and prevention of diabetes.

Keywords: α-glucosidase inhibitors, Diabetes Mellitus, Acarbose®, Tradition Thai medicinal plant

บทคัดย่อ

สารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส สามารถนำไปใช้เพื่อการรักษาโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งพาอินซูลินได้ จากการค้นคว้าสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากแหล่งธรรมชาติ ผู้วิจัยมุ่งไปที่พืชสมุนไพรไทยที่ใช้อย่างแพร่หลายในการบำบัดรักษาโรคเบาหวาน พบว่า สารสกัดพืชสมุนไพร 6 ชนิดด้วยเมทานอล ได้แก่ มะระขี้นก (*Momordica Charantia*) แป๊ะตำปึง (*Gynura divaricata* DC) พญาวานร (*Pseuderatherum platiferum*) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa (L.) Pers*) มะตูม (*Aegel marmelos (Linn.)Corr.*) และกระดุมทองเลื้อย *(Wedelia trilobata (L.) Hitchc*) สามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับ Acarbose® ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน จากผลการทดสอบเบื้องต้นนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ตรวจสอบว่าพืชสมุนไพรไทยเหล่านี้มีความเหมาะสมในการเป็นอาหารเสริมสุขภาพที่มีผลต่อการบำบัดและป้องกันโรคเบาหวาน

คำสำคัญ: สารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส โรคเบาหวาน Acarbose® พืชสมุนไพรไทย

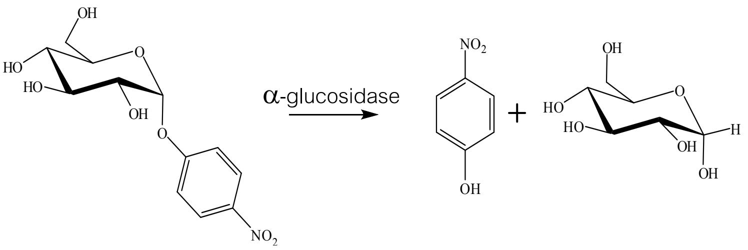
คำนำ

เอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสเป็นเอนไซม์ซึ่งอยู่บริเวณผนังเซลล์ของลำไส้เล็ก ทำหน้าที่ย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ (Johnston และคณะ, 1994) การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสทำให้สามารถชะลอการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือด และชะลอการเพิ่มของระดับน้ำตาลในกระแสเลือด

การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ แอลฟากลูโคซิเดส ของสารที่สกัดได้จากสมุนไพร จะใช้เทคนิคทางสเปกโทรสโกปี เพื่อติดตามปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์สารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ดังปฏิกิริยา (Figure1) (Ahmed และคณะ, 2001) *p*-nitrophenyl-α-*D*-glucopyranoside (PNP-G) เป็นสารละลายไม่มีสี ทำหน้าที่เป็น substrate ในปฏิกิริยา เมื่อมีเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส จะถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็น *p*-nitrophenol ซึ่งเป็นสารละลายใสสีเหลือง และน้ำตาลกลูโคส ซึ่งสามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิค UV-Visible spectroscopy โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 nm ถ้าการทดลองให้ค่าการดูดกลืนแสงมาก แสดงว่าเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าการทดลองให้ค่าการดูดกลืนแสงน้อยแสดงว่าเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสไม่สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ นั่นคือเอนไซม์ถูกยับยั้งการทำงานด้วยสารที่สกัดได้จากสมุนไพรชนิดนั้น (Kim และคณะ, 2004) ดังนั้นการทดสอบเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส จึงเป็นวิธีการเบื้องต้นในการทดสอบพืชสมุนไพรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Narender และคณะ, 2007) ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาพืชสมุนไพรที่มีรายงานว่าสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด ได้แก่ มะระขี้นก (*Momordica Charantia*) แป๊ะตำปึง (*Gynura divaricata* DC) พญาวานร

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya district, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

(*Pseuderatherum platiferum*) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa (L.) Pers*) มะตูม (*Aegel marmelos (Linn.)Corr.*) และกระดุมทองเลื้อย *(Wedelia trilobata (L.) Hitchc*) (วุฒิ, 2540)



Substrate p-nitrophenyl-α-D- *p*-nitrophenol glucose

Figure1 Hydrolysis reaction of α-glucosidase

อุปกรณ์และวิธีการ

การสกัดพืชสมุนไพร

นำพืชสมุนไพร 6 ชนิด ได้แก่ มะระขี้นก (*Momordica Charantia*) แป๊ะตำปึง (*Gynura divaricata* DC) พญาวานร (*Pseuderatherum platiferum*) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa (L.) Pers*) มะตูม (*Aegel marmelos (Linn.)Corr.*) และกระดุมทองเลื้อย *(Wedelia trilobata (L.) Hitchc*) มาอย่างละ 130 กรัม นำมาสกัดโดยใช้ตัวทำลายเมทานอล/น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 จากนั้นนำมาระเหยให้แห้งแล้วนำมาเตรียม stock solution ของสารที่สกัดได้จากสมุนไพร โดยชั่งส่วนที่สกัดได้มา 2.0 mg มาละลายใน DMSO 0.2 ml โดยจะได้สารละลายเข้มข้น 10 mg/mL จากนั้นนำไปเจือจางให้มีความเข้มข้น 1.0 0.1 และ 0.01 mg/mL นำไปทดสอบการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสตามวิธีของ Lebowitz และคณะ (1998) โดยเปรียบเทียบกับ สารมาตรฐาน Acarbose® ซึ่งเป็นยารักษาโรคเบาหวาน นำไปคำนวนหาร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) โดยคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\%\ \text{inhibition} = \left(\frac{A_{blank} - A_{sample}}{A_{blank}}\right) \times 100$$

A_{blank} is the absorbance of control without test solution

A_{sample} is the absorbance of sample with test solution

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสกัดพืชสมุนไพรทั้ง 6 ชนิดด้วยเมทานอล/น้ำ โดยเริ่มต้นจากพืชสมุนไพรจำนวน 130 กรัม โดยในการทดลองนี้ทำการสกัดเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ได้ผลการสกัดดัง Table 1

Table 1 Ethanolic and water extraction of six herbs.

ชื่อพืช	ลักษณะสาร	น้ำหนักสาร(กรัม)	ร้อยละโดยน้ำหนัก
มะระขี้นก (ผลสด)	สารเหนียวสีน้ำตาลเข้ม	5.42	4.16
แป๊ะตำปึง (ใบสด)	สารเหนียวสีน้ำตาลออกเขียว	5.61	4.31
อินทนิลน้ำ (ใบสด)	สารเหนียวสีเขียวเข้มออกดำ	7.64	5.88
มะตูม (ใบสด)	สารสีเขียวเข้มออกดำ	9.75	7.50
พญาวานร (ใบสด)	สารสีน้ำตาลออกดำ	6.37	4.90
พญาวานร (ใบแห้ง)	สารสีน้ำตาลอ่อน	6.12	4.70
กระดุมทองเลื้อย (ใบสด)	สารสีเขียวเข้ม	6.58	5.06

ผลการสกัดพบว่าสารสกัดจากใบมะตูมปริมาณมากที่สุด 9.75 กรัม คิดเป็นร้อยละ 7.50 โดยน้ำหนัก (Table 1) ลักษณะของสารสกัดนั้นมีความแตกต่างกัน จากนั้นนำ stock solution มาทดสอบที่ความเข้มข้น 1.0, 0.1 และ 0.01 mg/mL ผลการทดสอบแสดงดัง Table 2

Table 2 Precentage of antienzymatic α-glucosidase of plant extract from herbs at concentration of 0.01, 0.1, 1 mg/mL.

ชื่อพืช	ความเข้มข้น (mg/ml)	% inhibition	ชื่อพืช	ความเข้มข้น (mg/ml)	% inhibition
มะระขี้นก	1	10.08	พญาวานร(แห้ง)	1	7.03
	0.1	2.37		0.1	1.23
	0.01	1.63		0.01	0.48
แป๊ะตำปึง	1	27.52	พญาวานร(สด)	1	21.4
	0.1	15.64		0.1	9.55
	0.01	4.84		0.01	6.8
อินทนิลน้ำ	1	22.39	กระดุมทองเลื้อย	1	99.22
	0.1	16.18		0.1	15.4
	0.01	0		0.01	2.18
ใบมะตูม	1	9.85	Acarbose	1	58.95
	0.1	0.62		0.1	15.88
	0.01	-2.6		0.01	7.89

พบว่า สารสกัดจากกระดุมทองเลื้อย แสดงฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 1.0 mg/mL โดยการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสคิดเป็นร้อยละ 99.22 รองลงมาได้แก่ สารสกัดจากแป๊ะตำปึง อินทนิล มีร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส เท่ากับ 27.52 และ 22.39 ตามลำดับที่ความเข้มข้นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดจากใบพญาวานรสดจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีกว่าสารสกัดจากใบพญาวานรแห้ง

สรุปผล

การทดสอบการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy โดยใช้เครื่อง microplate reader เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วในการทดสอบพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ผลการทดสอบเบื้องต้นนี้สามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ตรวจสอบว่าพืชสมุนไพรไทยเหล่านี้มีความเหมาะสมในการเป็นอาหารเสริมสุขภาพที่มีผลต่อการบำบัดและป้องกันโรคเบาหวาน และเป็นการเพิ่มข้อมูลทางพฤกษเคมีของพืชสมุนไพรเหล่านี้อีกด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และ โครงการเครือข่ายเชิงกลยุทธ์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ทุนพัฒนาอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยกลุ่มใหม่

เอกสารอ้างอิง

วุฒิ วุฒิธรรมเวช, สารานุกรมสมุนไพรไทย รวมหลักเภสัชกรรมไทย, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 2540.

Ahmed, I., Lakhani, MS., Gillett, M., John, A. and H. Raza., 2001, Hypotriglyceridemic and Hypocholesterolemic Effects of anti-diabetic *Momordica charantia* (Karela) Fruit Extract in Streptozotocin-induced Diabetic Rats, Diabetes Res.Clinical Practices, 51: 61-155.

Johnston, P.S., Coniff, R.F., Hoogwerf, B.J., Santiago, J.V. and Pi-Sunyer, F.X.A., 1994, Effects of the Carbohydrase Inhibitor Miglitol in Sulfonylurea-treated NIDDM Patients, Diabets.Care, 17: 20-29.

Kim, Y., Wang, M. and Rhee, H., 2004, A novel α -Glucosidase Inhibitor from Pine Bark, Carbohydrate Research, 339: 715-717.

Lebowitz, H.E., 1998, α -Glucosidase Inhibitors as Agents in the Treatment of Diabetes, Diabetes Rev, 6: 132-145.

Narender, T., Shweta, S., Tiwari, P., Papi Reddy, K., Khaliq, T., Prathipati, P., Puri, A., Srivastava, A.K., Chander, R., Agarwal, C. and Raj, K., 2007, Antihyperglycemic and Antidyslipidemic Agent from *Aegle marmelos*, Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, 17: 1808-1811.

ผลของสารสกัดมะรุมและฟ้าทะลายโจรต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริก

Effect of *Moringa oleifera* and *Angrographis paniculata* extract on Spore Germination of *Colletotrichum* spp., Causal Agent of Chilli Anthracnose

สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์[1] **และ ศานิต สวัสดิกาญจน์**[1]
Samithiarporn, S.[1] and Sawatdikarn, S.[1]

Abstract

Ethanol extracts from *Moringa oleifera* (fresh and dried leaves) and *Andrographis paniculata* (fresh and dried whole plant) were investigated for inhibition of spore germination against four isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. capsici*, a causal agent of chilli anthracnose by using a glass slide assay. Extract from *A. paniculata* (fresh and dried) at concentration of 10,000 ppm inhibited 100% spore germination of all four isolates compared to untreated control. No inhibition was obtained from *Moringa oleifera* extract but these extract caused abnormal of germ tube. These results suggested that the extract from *A. paniculata* may possible to use in controlling of anthracnose disease on chili fruits.

Keywords: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum capsici*, *Moringa oleifera*, *Andrographis paniculata*

บทคัดย่อ

การทดสอบสารสกัดด้วยเอทานอลจากพืช 2 ชนิด คือ มะรุม (ใบ) และฟ้าทะลายโจร (ลำต้นเหนือดิน) ทั้งในสภาพสด และแห้ง ในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสในพริก (*Colletotrichum gloeosporioides* และ *C. capsici*) จำนวน 4 ไอโซเลท โดยใช้วิธี glass slide พบว่าสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรทั้งสดและแห้งที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm แสดงผลการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราทุกไอโซเลทได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม จากผลการทดลองและไม่พบการยับยั้งการงอกของเชื้อราจากการใช้สารสกัดจากมะรุมแต่มีผลทำให้เส้นใยที่งอกมีความผิดปกติ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรอาจนำมาใช้ในการป้องกันการเกิดโรคแอนแทรกโนสของผลพริกได้

คำสำคัญ: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum capsici*, มะรุม ฟ้าทะลายโจร

คำนำ

พริกเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในรูปแบบการบริโภคสดและการนำไปแปรรูป นอกเหนือไปจากคุณสมบัติในเรื่องของความเผ็ด พริกยังเป็นมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยในผลพริกมีวิตามินซี (Vitamin C) หรือกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ซึ่งช่วยให้การดูดซึมอาหารในกระเพาะอาหารและลำไส้ อีกทั้งช่วยให้มีการลำเลียงธาตุอาหารไปยังเนื้อเยื่อในส่วนต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น พริกเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีน (ß-carotein) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ (Vitamin A) มีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) อีกทั้งมีสารสำคัญอีก 2 ชนิด คือ แคปไซซิน (Capsaicin) ซึ่งเป็นสารที่ให้ความเผ็ดร้อน และสามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์ยารักษาโรคต่างๆ เช่น ยาฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร ยาช่วยการดูดซึมอาหาร ครีมคลายกล้ามเนื้อ และครีมลดอาการเจ็บปวด (กรมวิชาการเกษตร, 2552) สารสำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ โอลีโอเรซิน (Oleoresin) เป็นน้ำมันหอมระเหยทำให้พริกมีกลิ่นหอมสามารถนำมาผลิตเป็นสารกันหืนอาหาร จากข้อมูล ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552) พบว่าระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2551 มีปริมาณการนำเข้าพริกแห้งจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 10,386 เมตริกตัน เท่ากับมูลค่า 227.62 ล้านบาท และมีปริมาณการส่งออกพริกแห้งจากประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 3,274 เมตริกตัน เท่ากับมูลค่า 422.48 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) แสดงให้เห็นถึงความต้องการในการบริโภคพริกทั้งภายในและภายนอกประเทศนั้นมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น พริกจึงนับเป็นพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสมควรให้มีการพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้ได้พริกที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณเพียงพอแก่ความต้องการในการบริโภค สำหรับปัญหาสำคัญที่พบในระบบการผลิตพริก คือ ปัญหาการระบาดศัตรูพืช ซึ่งสร้างความเสียหายในการผลิต

[1]**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา** 13000
[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province.13000

พริกเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคแอนแทรกโนส (anthracnose) หรือโรคกุ้งแห้ง ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อรา 2 ชนิด คือ เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* และเชื้อรา *Colletotrichum capsici* เชื้อราทั้งสองชนิดนี้สามารถเข้าทำลายพริกได้ทุกส่วนของลำต้นเหนือดิน และมีความสามารถในเข้าทำลายพืชแบบแฝง (latent infection) กล่าวคือเชื้อราสาเหตุโรคสามารถเข้าทำลายพืชตั้งแต่ระยะที่ยังอ่อนโดยไม่ปรากฏอาการให้เห็นจนกระทั่งพืชเข้าสู่ระยะสุกแก่จึงพบการระบาดของโรค มีผลทำให้ไม่สามารถป้องกันกำจัดได้ทันท่วงที อีกทั้งโรคแอนแทรกโนสสามารถถ่ายทอดผ่านทางเมล็ดพันธุ์ทำให้เกิดการระบาดของเชื้อราสาเหตุโรคต่างสายพันธุ์กระจายเข้าไปในพื้นที่ปลูกอื่นๆ สำหรับแนวทางการควบคุมโรคเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราประเภทดูดซึม (systemic fungicide) เช่น mancozeb captan benomyl propineb chlorothalonil prochloraz และ copper oxychloride (ธนวัฒน์, 2549; กรมวิชาการเกษตร, 2552) ซึ่งการใช้สารเคมีปริมาณมากและติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลให้เชื้อราเกิดการกลายพันธุ์มีความต้านทานต่อสารเคมี จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีเพื่อกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษในสภาพแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาของระบบการเกษตรในปัจจุบันได้มีการสนับสนุนให้เกษตรกรกลับมาทำการเกษตรแบบพึ่งพาธรรมชาติหรือเกษตรอินทรีย์ สารสกัดจากพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อทดแทนสารเคมีกำจัดโรคพืช ซึ่งกลุ่มพืชที่นิยมนำมาใช้กันมาก คือ พืชสมุนไพร เนื่องด้วยเหตุผลของการมีคุณสมบัติทางยาและการออกฤทธิ์ต่อเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคของมนุษย์และสัตว์ จึงเป็นแนวทางที่ดีในการนำมาปรับใช้กับเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช การทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากมะรุมและฟ้าทะลายโจรต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides* และเชื้อรา *C. capsici* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริก เนื่องจากการระบาดของโรคแอนแทรกโนสปัจจัยหลักเกิดจากการพัดพาของสปอร์เชื้อราไปตกบนส่วนต่างๆ ของต้นพริกในแปลงปลูก การป้องกันโรคแอนแทรกโนสให้มีประสิทธิภาพจึงต้องทำการลดแหล่งสะสมและการกระจายตัวของสปอร์เชื้อราในสภาพแปลง ผลจากการศึกษานี้จะสามารถช่วยพัฒนาแนวทางการควบคุมโรคแอนแทรกโนสได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริก โดยเก็บตัวอย่างผลพริกที่ปรากฏอาการโรคแอนแทรกโนส นำมาล้างด้วย น้ำสะอาดผึ่งให้แห้ง จากนั้นทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคด้วยเทคนิค tissue transplanting (Agrios, 1997) บนอาหารเลี้ยงเชื้อราทั่วไป potato dextrose agar (PDA) และนำไปบ่มเชื้อเป็นเวลา 5-7 วัน คัดเลือกโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรค นำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA จนได้เชื้อราสาเหตุโรคที่บริสุทธิ์ เก็บรักษาเชื้อราสาเหตุโรคไว้ในอาหาร slant PDA ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำเชื้อราสาเหตุโรคที่ได้ไปทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคบนพืชอาศัยด้วยเทคนิค Koch’s postulate (Agrios, 1997) และทำการตรวจลักษณะต่างๆ ของเชื้อราสาเหตุโรคภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อพิสูจน์ว่าเชื้อราสาเหตุโรคที่แยกได้เป็นเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ *C. capsici* นำเชื้อราสาเหตุโรคที่เลี้ยงให้บริสุทธิ์ไปเก็บรักษาไว้ในอาหาร slant PDA ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

คัดเลือกพืชสมุนไพรที่ใช้ทดสอบ คือ ฟ้าทะลายโจร เลือกส่วนเหนือดินทั้งหมด และมะรุม เลือกส่วนของใบ ล้างทำความสะอาดพืชสมุนไพรด้วยน้ำสะอาดผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ และนำส่วนหนึ่งไปผึ่งลมให้แห้ง นำไปแช่ด้วย ตัวทำลายเอทานอลที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท นำสารสกัดหยาบ (crude extract) ของพืชสมุนไพรที่ได้มากรองแยกชิ้นส่วนพืชออกจากสารสกัดหยาบที่ได้ จากนั้นนำสารสกัดหยาบจากพืชมาหาค่าความเข้มข้นโดยการระเหยแห้งและชั่งน้ำหนักของสารที่ได้คำนวณเป็นค่าความเข้มข้นของสารในล้านส่วน (ppm) ทำการเก็บสารสกัดหยาบจากฟ้าทะลายโจรและมะรุมไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ตลอดการทดลอง

ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชที่มีผลต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคตามวิธีการของ สิริวรรณ (2547) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ดัดแปลงจากวิธี glass slides โดยนำแผ่นสไลด์แก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที วางลงในจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว เตรียมอาหาร PDA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำสารสกัดหยาบจากพืชผสมใส่ในอาหาร PDA จะได้ความเข้มข้นต่างๆ ตามปริมาตรและชนิดของสารสกัดหยาบจากพืชที่ผสมในอาหาร คือ 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000, 6,000, 7,000, 8,000, 9,000 และ 10,000 ppm สำหรับชุดเปรียบเทียบไม่ทำการผสมสารสกัดจากพืช ภายหลังจากผิวหน้าอาหารผสมสารสกัดหยาบจากพืชแห้งสนิท นำสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ *C. capsici* ที่ความเข้มข้น 10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร หยดลงบนผิวหน้าอาหาร และทำการเกลี่ย (spread) ให้สปอร์กระจายตัวบนผิวหน้าอาหารอย่างสม่ำเสมอบ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง ทำการตัดชิ้นอาหารในจานเลี้ยงเชื้อที่อยู่รอบๆ แผ่นสไลด์ทิ้ง และนำแผ่นสไลด์มาตรวจลักษณะการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคบันทึกผลการงอกของสปอร์เมื่อบ่มเชื้อเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดลอง 5 ซ้ำ นำค่าที่บันทึกได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกขของสปอร์เชื้อรา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริกได้เชื้อบริสุทธิ์ 4 ไอโซเลท คือ เชื้อรา *C. gloeosporioides* จำนวน 2 ไอโซเลท จากพริกเหลือง (CG-ch1) และพริกขี้หนู (CG-ann1) เชื้อรา *C. capsici* จำนวน 2 ไอโซเลท จากพริกขี้หนู (CC-ann1) และพริกมัน (CC-anm1) พบว่าเชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลท มีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคบนผลพริกได้

ผลการตรวจความงอกของสปอร์เชื้อรา พบว่าสารสกัดหยาบจากฟ้าทะลายโจร (ส่วนของลำต้นเหนือดิน) ทั้งในรูปสดและแห้งที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลท โดยแสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของสปอร์ เชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลท เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการงอกของสปอร์ในกรรมวิธีที่ใช้เอทานอลแทนการใช้สารสกัดพืช (ชุดควบคุม) ขณะที่สารสกัดหยาบจากใบมะรุมทั้งสดและแห้ง พบว่าไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความงอกของ สปอร์เชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลท (Table1) แต่พบว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุมทั้งสดและแห้งมีผลทำให้เส้นใยที่งอกจากสปอร์มีลักษณะผิดปกติ โดยเส้นใยมีลักษณะลีบยาว ส่วนปลายของเส้นใยมีผิวภายนอกที่ขรุขระ แสดงให้เห็นว่าฟ้าทะลายโจรมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญอยู่ในส่วนของใบและลำต้น ซึ่งในการทดลองนี้ไม่ได้ทำการแยกส่วนและศึกษาส่วนประกอบของสารที่ออกฤทธิ์ แต่อย่างไรก็ตามได้มีรายงานการศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญในส่วนต่างๆ ของฟ้าทะลายโจร พบว่าที่ส่วนของลำต้นเหนือดินมีการสะสมสาร Andrographolide ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Diterpenoid lactone โดยพบในส่วนดอกมากที่สุดประมาณ 5.9% ส่วนของใบพบประมาณ 3.7% และในส่วนของลำต้นพบประมาณ 1% (จุฑามาส, 2551) และเมื่อสกัดด้วยตัวทำลายชนิดต่างๆ เช่น เมทานอล เอทานอล ปิโตรเลียมอีเทอร์ และน้ำ จะได้สารออกฤทธิ์หลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคชนิดต่างๆ ได้ เช่น *Escherichia coli Salmonella typhosa Staphyloccus aureus* และ *Bacillus subtilis* (คณะเภสัชศาสตร์, 2551) การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าสารจากส่วนลำต้นเหนือดินของฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ทำลายเชื้อ *C. gloeosporioides* และ *C. capsici* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริกได้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำให้สามารถนำสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรไปใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสพริกได้

สรุปผล

สารสกัดด้วยเอทานอลจากส่วนลำต้นเหนือดินของต้นฟ้าทะลายโจรทั้งรูปสดและแห้งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลท คือ *C. gloeosporioides* ไอโซเลท CG-ch1 และ CG-ann1 และเชื้อรา *C. capsici* ไอโซเลท CC-ann1 และ CC-anm1 ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสของพริกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 4 ไอโซเลท สารสกัดจากใบมะรุมทั้งรูปสดและแห้งไม่สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคทั้ง 4 ไอโซเลท แต่พบว่าสารสกัดจากใบมะรุมมีผลทำให้เส้นใยที่งอกจากสปอร์ มีลักษณะผิดปกติไปจากเดิม

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2552, พริก [สืบค้น], http://210.246.186.28/pl_data/CHILLI/1STAT/st01.html [23/01/2010].

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551, ฟ้าทะลายโจร สมุนไพรที่ใช้ในงานสาธารณสุขมูลฐาน [สืบค้น], http://www.medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/index.asp [20/01/2010].

จุฑามาส เที่ยงธรรม, 2551, ฟ้าทะลายโจร [สืบค้น], http://www.gpo.or.th/rdi/html/Andrographis.html [20/01/2010].

ธนวัฒน์ อัมรามร, 2549, พริกผักกินผลร้อนแรงแห่งปี, เคหการเกษตร, 30(4):70-90.

สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์, 2547, การควบคุมโรคแอนแทรกโนสและโรคขั้วผลเน่า ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยการใช้สารสกัดจากพืช, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 102 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552, ปริมาณและมูลค่าสินค้าขาเข้าเกษตรกรรม สถิตินำเข้า-ส่งออก [สืบค้น], http://www.oae.go.th/statistic/import/QVImp.xls [23/01/2010].

Agrios, G.N., 1997, Plant pathology, Academic press, New York, 635p.

Table 1 Effect of *Moringa oleifera* and *Andrographis paniculata* extracts on spore germination of *Colletotrichum gloeosporioides* (CG-ch1 and CG-ann1) and *Colletotrichum capsici* (CC-ann1 and CC-anm1).

Plant extract	Concentration(ppm)	Inhibition(%)			
		CG-ch1	CG-ann1	CC-ann1	CC-anm1
A. paniculata	1,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	2,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	3,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	4,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	5,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	6,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	7,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	8,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	9,000	91.00	95.00	90.00	92.00
	10,000	100.00	100.00	100.00	100.00
M. oleifera	1,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	2,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	3,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	4,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	5,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	6,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	7,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	8,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	9,000	0.00	0.00	0.00	0.00
	10,000	0.00	0.00	0.00	0.00

ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ต่อลักษณะทางเคมี กายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังขาไก่

Influence of Partial Substitution of Wheat Flour with Choke Anan Mango Peel Dietary Fiber on the Physiochemical and Sensory Characteristics of Breadstick

กุลรภัส วชิรศิริ[1] โศรดา วัลภา[1] ดำรงชัย สิทธิสำอางค์[1] และ ฐิติชญา สุวรรณทัพ[1]
Wachirasiri, K.[1] Wanlapa, S.[1] Sithisam-ang, D.[1] and Suwannathap, T.[1]

Abstract

The objective of this research was to determine the effect of wheat flour substitution with dietary fiber (DF) from "Chok Anan" mango peel dietary fiber at four levels of 0% (control), 5%, 7.5% and 10% on physiochemical and sensory properties of breadstick. Dough development time, size, color, texture, total phenolic content, antioxidant activity and sensory properties of the finished product were studied. Increasing the levels of mango peel DF increased dough development time, breaking strength, polyphenol content and antioxidant activity but decreased ΔL^* value of crust color and overall acceptability scores. Substitution level of 5% was not significant different from the control sample in terms of crust color and overall acceptability.

Keywords: breadstick, dietary fiber, mango peel, wheat substitution

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในผลิตภัณฑ์ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 5, 7.5 และ 10 ต่อสมบัติด้านเคมีกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังขาไก่ โดยได้ทำการตรวจสอบระยะเวลาการบ่มโด ขนาด สี เนื้อสัมผัส ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงโชคอนันต์ที่สูงขึ้น มีผลทำให้ระยะเวลาการบ่มโด ความคงทนต่อการแตกหัก ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ในขณะที่มีค่า ΔL^* ลดลง ระดับการทดแทนแทนร้อยละ 5 พบว่าไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในด้านสีของผลิตภัณฑ์และคะแนนความชอบรวม

คำสำคัญ: ขนมปังขาไก่ คุณภาพผลิตภัณฑ์ เปลือกมะม่วง ใยอาหาร

คำนำ

มะม่วง (*Mangifera indica* Linn.) เป็นผลไม้ที่มีการผลิตทั่วโลกในปริมาณมากถึงปีละ 25 ล้านล้านตัน (FAO, 2004) โดยผลิตผลส่วนหนึ่งนอกจากการบริโภคโดยตรงแล้ว จะเข้าสู่อุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น น้ำมะม่วง มะม่วงกระป๋อง มะม่วงแช่อิ่มอบแห้ง ขนมขบเคี้ยวจากมะม่วง เป็นต้น จากอุตสาหกรรมการแปรรูปมะม่วงทำให้เกิดเปลือกมะม่วงซึ่งมีปริมาณ 15-20% ของน้ำหนักผลมะม่วงเหลือทิ้งในปริมาณมาก (Ajila และคณะ, 2008) วัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาสำคัญให้กับอุตสาหกรรมแปรรูป ทั้งในเรื่องค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกำจัด และพื้นที่ที่ใช้ในการกำจัด ซึ่งมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง จากการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะม่วง พบว่า เปลือกมะม่วงส่วนใหญ่มักใช้ในการทำปุ๋ยหรือนำไปเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าต่ำ อย่างไรก็ดีจากการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีพบว่า เปลือกมะม่วงประกอบด้วยพฤกษเคมีที่มีบทบาทต่อสุขภาพและมีปริมาณใยอาหารสูง การวิจัยนี้จึงได้นำเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะม่วงหลากหลายชนิดมาทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ และทดลองมาใช้ในการเพิ่มปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวลักษณะแห้งกรอบ โดยใช้วิธีการทดแทนส่วนของแป้งสาลีที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นและมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงในขณะเดียวกัน ในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของ

[1]**ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต. คลองห้า อ.คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120**
[1]Food Technology Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research,35 Moo 3, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120,

การทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงโชคพันธุ์อนันต์ที่มีต่อสมบัติด้านเคมี กายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

นำเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัท สามร้อยยอด จำกัด มาผ่านกระบวนการเตรียมใยอาหาร จากนั้นนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติต่างๆ ของใยอาหาร ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ตามวิธี AACC (2000) ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber, TDF) ปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber, SDF) และใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ (Insoluble dietary fiber, IDF) ตามวิธีของ Prosky และคณะ (1988)

การศึกษาผลของใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่

ขนมปังขาไก่สูตรมาตรฐานประกอบไปด้วย แป้งสาลี นมผง น้ำตาลทราย เนยขาว เกลือ และยีสต์ ร้อยละ (ส่วนผสมที่เป็นของแข็ง) 86, 1.7, 1.7, 8.6, 1.7 และ 0.3 ตามลำดับ นำใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 0, 5, 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักแป้ง ผสมส่วนผสมทั้งหมดในเครื่องผสมให้เป็นโด จากนั้นทำการหมักโด บันทึกเวลา (นาที) ตั้งแต่เริ่มพักแป้งจนแป้งโดมีปริมาตรเป็น 2 เท่า ขึ้นรูปโดเป็นเส้นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. และยาว 10 เซนติเมตร ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 340 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 35 นาที ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของขนมปังขาไก่ที่ได้ ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA.XT Plus, USA) โดยใช้หัววัด Three point bend Rig รายงานค่าความคงทนต่อการแตกหัก (Breaking strength) วิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่อง color meter (Chroma, CR200, Japan) รายงานค่า ΔL^* ค่า a^* และค่า b^* คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณพอลิฟีนอล (total polyphenol, TPP) ตามวิธีของ Waterman และ Mole (1994) และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ตามวิธีของ Teow และคณะ (2007) เปรียบเทียบกับวิตามินอี (Trolox) ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยการประเมินทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale 9 point ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ข้อมูลจากการทดลองนี้ได้จากการทำซ้ำ 3 ครั้ง วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย analysis of variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ Duncan' s multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลืองอ่อน ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน และเถ้า ร้อยละ 5.84, 3.36 และ 2.55 (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ มีปริมาณ TDF, SDF และ IDF ร้อยละ 84.53, 33.84 และ 50.69 (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในปริมาณร้อยละ 0, 5, 7.5 และ 10 ในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ พบว่า ปริมาณใยอาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาการพักตัวของโดเพิ่มขึ้นเป็น 90, 97, 100 และ 105 นาที ตามลำดับ เนื่องจากเกิดอันตรกิริยาระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลของพอลิแซคคาไรด์และหมู่คาร์บอกซิลของโปรตีนจากแป้งสาลี ซึ่งจะขัดขวางการขยายตัวของโดอย่างอิสระในระหว่างการเกิดกระบวนการหมัก จึงทำให้ต้องใช้เวลาหมักนานขึ้น (Wang และคณะ, 2002) จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการขึ้นรูปและอบ พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารในระดับที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของกลูเตนที่น้อยลงส่งผลให้ความแข็งแรงของโครงสร้างลดลง ประสิทธิภาพในการกักเก็บก๊าซจึงลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรที่ลดลง สอดคล้องกับการงานวิจัยของ Ajila และคณะ (2008) ซึ่งพบว่าเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาของบิสกิตลดลง การขยายปริมาตรของผลิตภัณฑ์ที่ลดลงเนื่องจากการเพิ่มปริมาณใยอาหารจากเปลือกมะม่วงในส่วนผสมส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความคงทนต่อการแตกหักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (Table 1) บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มขึ้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำมากขึ้น เมื่อพิจารณาจากค่าความสว่าง (ΔL^*) ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

Table 1 Influence of mango peel dietary fiber on the physical characteristics of breadstick

MPP (%)	Diameter(mm)	Breaking strength (kg)	Color		
			ΔL*	a*	b*
0	13.00[a]	1.94[a]	64.58 [c]	7.87 [c]	27.79 [c]
5	11.13[b]	2.25[b]	64.31[c]	7.76 [c]	27.67 [c]
7.5	11.00[b]	2.42[c]	62.00[b]	7.70 [b]	27.49 [b]
10	10.64[b]	3.25[d]	61.01[a]	6.55 [a]	27.14 [a]

All data are the mean of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p \leq 0.05$)

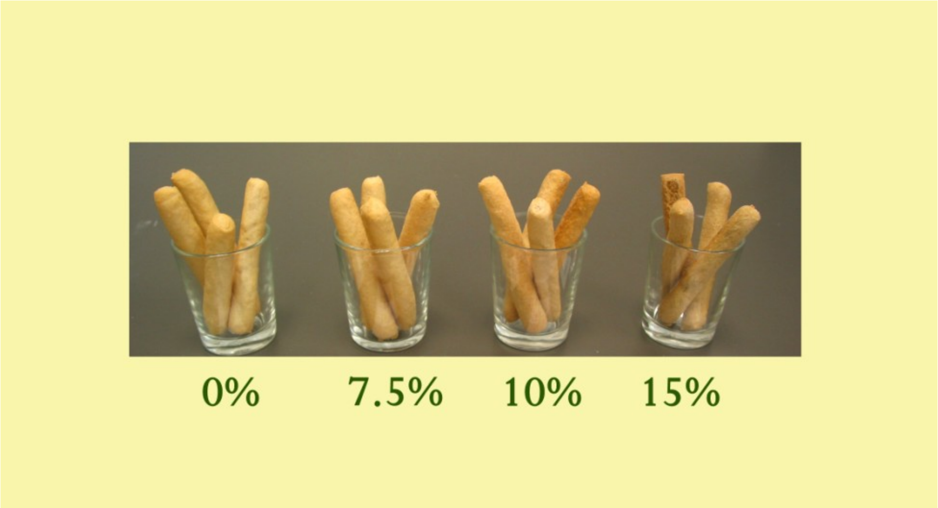


Figure 1 Mango peel dietary fiber enriched breadsticks

ปริมาณพอลิฟีนอลในขนมปังขาไก่เพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จาก 0.046 µg GAE/g เมื่อไม่มีการเติมใยอาหาร เป็น 0.087 µg GAE/g (Table 2) เมื่อเติมใยอาหารในปริมาณร้อยละ 10 โดยปริมาณพอลิฟีนอลในผลิตภัณฑ์จะแปรผันโดยตรงกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.97$) บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Ajila และคณะ (2008) ที่พบว่าการเสริมใยอาหารจากเปลือกมะม่วงสามารถเพิ่มฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระให้กับผลิตภัณฑ์บิสกิตได้

Table 2 Total polyphenol content and free radical scavenging activity of mango peel enriched breadstick

MPP (%)	Total polyphenol (µg GAE/g)	Scavenging activity (µl Trolox/ g fiber)
0	0.046[a]	1.41[a]
5	0.050[b]	8.08[b]
7.5	0.073[c]	14.50[c]
10	0.087[d]	27.00[d]

All data are the mean of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p \leq 0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ พบว่า ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่มีสีคล้ำและมีความแข็งเพิ่มขึ้น ระดับการทดแทนร้อยละ 5 พบว่า ไม่ทำให้ค่าคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ในสี และความชอบโดยรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการเสริมใยอาหาร (Table 3) ดังนั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่จึงสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจาก

เปลือกมะม่วงโชคอนันต์ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 5 โดยไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการเสริมใยอาหาร

Table 3 Influence of mango peel powder on sensory acceptability of breadstick

MPP (%)	Appearance	Color	Taste/flavor	Texture	Overall acceptability
0	7.33[a]	7.27[a]	7.13[a]	7.07[a]	7.53[a]
5	6.40[b]	7.07[a]	6.67[b]	6.63[b]	7.27[a]
7.5	6.07[bc]	6.20[b]	5.67[b]	5.73[c]	6.02[b]
10	5.60[c]	5.00[b]	5.27[b]	5.57[c]	5.00[c]

All data are the mean of three replicates. Mean followed by different letters in the same column differs significantly ($p \leq 0.05$)

สรุปผล

การทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์พบว่าส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ เคมี และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ โดยทำให้ระยะเวลาการพักแป้งเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง มีความแข็งเพิ่มขึ้นและสีคล้ำมากขึ้น อย่างไรก็ตามการเติมใยอาหารจากเปลือกมะม่วงโชคอนันต์สามารถทำให้ปริมาณพอลิฟีนอลและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น การทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากเปลือกมะม่วงโชคอนันต์สามารถทำได้ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 5 โดยไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการเติมใยอาหาร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัท บริษัท สามร้อยยอด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เปลือกมะม่วงโชคอนันต์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

AACC, 2000, Approved methods (10th Ed), American Association of Cereal Chemists, St Paul, Minesota, USA.

Ajila, C. M., Leelavathi, K., Prasada Rao, U. J. S., 2008, Improvement of Dietary Fiber Content and Antioxidant Properties in Soft Dough Biscuits with the Incorporation of Mango Peel Powder, Cereal Science, 48: 319-326.

Food and Agriculture Organization, 2004, Products year report, Food & Agriculture Organization. Rome.

Prosky, L., Asp, N.G. Schweitzer, T.F., DeVries, W.J. and Furda, I., 1988, Determine of Insoluble, Soluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products: Interlaboratory, Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 71: 1017-1024.

Teow, C.C., Truong, V.D., McFeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V. and Yencho, G.C., 2007, Antioxidant Activities, Phenolic and β- carotene Contents of Sweet Potato Genotypes with Varying Flesh Colours, Food Chemistry, 103: 829-838.

Wang, J, Rosell, C.M. and Camen B.B., 2002, Effect of the Addition Different Fibers on Wheat Dough Performance and Bread Quality, 79: 221-226.

Waterman, P.G and Mole, S., 1994, Analysis of Phenolic Plant Metabolites, Blackwell Scientific Publication, pp 83-85.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม

Process Improvement of Calcium Fortified Quick Cooking Sticky Rice with Sweet Corn in Coconut Milk

พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์[1] ยุวดี ชัยสุริยะพันธ์[2] และ การุณย์ ศุภพิพัฒน์[2]

Sirisoontaralak, P.[1], Chaisuriyaphan, Y.[2] and Suphaphiphat, K.[2]

Abstract

Optimum process conditions to produce dried sweet corn using tray dryer were removing corn kernels from cob, blanching for 3 minutes and drying at 60°C. Suitable process when using vacuum drying was removing corn kernel from cob, blanching for 3 minutes and drying at 70°C. Vacuum dried sweet corn had more bulk density and less rehydration time than those of tray dried sweet corn, however, it received less preference from panelists. Quick cooking waxy rice was prepared by dry heating at 130°C for 10 minutes, cooking in calcium lactate solution (5%, w/v) and drying. Ingredients of calcium fortified quick cooking sticky rice with sweet corn in coconut milk were 200 g boiling water, 21.5 g quick cooking waxy rice, 5 g dried corn, 20 g sugar, 10 g powdered coconut milk and 0.2 g salt. Preparation time for the product was 10 minutes.

Keywords: sticky rice, sweet corn, quick cooking, desserts, calcium fortification

บทคัดย่อ

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาดคือ แกะเมล็ดข้าวโพด ลวก 3 นาที และทำแห้งที่ 60°C และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ คือ แกะเมล็ดข้าวโพด ลวก 3 นาที และทำแห้งที่ 70°C ข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งแบบสุญญากาศมีความหนาแน่นรวมและเวลาคืนรูปน้อยกว่าข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งแบบถาด แต่ผู้ชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ข้าวเหนียวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมเตรียมโดยให้ความร้อนแห้ง 130°C 10 นาที ต้มในสารละลายแคลเซียมแลกเตต 5% (w/v) และทำแห้ง ส่วนผสมข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมประกอบด้วย น้ำ 200 กรัม ข้าวเหนียวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม 21.5 กรัม ข้าวโพดแห้ง 5 กรัม น้ำตาลทราย 20 กรัม กะทิผง 10 กรัม เกลือ 0.2 กรัม และใช้เวลาเตรียมผลิตภัณฑ์ 10 นาที

คำสำคัญ: ข้าวเหนียว ข้าวโพดหวาน หุงสุกเร็ว ขนมหวาน การเสริมแคลเซียม

คำนำ

ข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดเป็นขนมไทยที่คนไทยนิยมบริโภค เพราะรสชาติดีและมีประโยชน์จากข้าวโพดหวานที่มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญคือกรดเฟรุลิก ป้องกันการแก่ การเกิดเซลล์มะเร็ง โรคหัวใจ และไข้หวัด แต่ขั้นตอนการทำใช้เวลานาน ตั้งแต่การแช่น้ำข้าวเหนียว การเตรียมข้าวโพดหวาน จนถึงการคั้นกะทิ ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีวิตของคนรุ่นใหม่ที่รีบด่วนทำให้ความนิยมบริโภคลดลง ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดหุงสุกเร็วที่ใช้เวลาในการเตรียมสั้น และสะดวกในการเตรียมด้วยอุปกรณ์ในครัวเรือนจะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และช่วยอนุรักษ์วัฒนธรรมขนมไทยอีกทางหนึ่ง สำหรับข้าวหุงสุกเร็วคือข้าวหุงสุกและเกิดเจลาติไนซ์ระดับหนึ่งก่อนจะทำแห้งเพื่อให้เกิดโครงสร้างแบบเป็นรูพรุนในเมล็ดข้าวเพื่อให้น้ำสามารถเข้าไปอย่างรวดเร็วเมื่อนำมาคืนรูป ซึ่งทำได้หลายวิธี (Luh และคณะ, 1980) แต่วิธีการให้ความร้อนแห้ง-หุงสุก-ทำแห้ง ถือเป็นวิธีที่ง่าย อุตสาหกรรมสามารถนำมาปรับใช้ด้วยเตาอบลมร้อนที่มีราคาไม่สูงมากนัก สำหรับข้าวเหนียวหุงสุกเร็วที่ผลิตจากวิธีนี้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับจากผู้ชิม และใช้เวลาคืนรูปด้วยการต้มในน้ำเดือดเพียง 5-8 นาที (พรทิพย์ และคณะ, 2551) สำหรับส่วนประกอบอีกส่วน คือ ข้าวโพดแห้ง พบว่ามีผู้

[1]สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ซ. สุขุมวิท 23, เขตวัฒนา, กรุงเทพฯ 10110

[1]Division of Food Science and Nutrition, Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University, Soi Sukhumwit 23, Wattana, Bangkok, 10110

[2]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ซ. สุขุมวิท 23, เขตวัฒนา, กรุงเทพฯ 10110

[2]Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Soi Sukhumwit 23, Wattana, Bangkok, 10110

ทำการศึกษาการทำแห้งผักหลายชนิด เช่น ข้าวโพด แครอท มันฝรั่ง ฯลฯ พบว่าการเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้น เช่น การลวกน้ำร้อน ขนาดวัตถุดิบ และสภาวะการทำแห้งจะมีผลต่อคุณสมบัติการคืนรูปและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Kadam และคณะ, 2006) อย่างไรก็ตามนอกจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แล้ว การเสริมแคลเซียมซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อโครงสร้างกระดูกและฟัน ดังนั้นการเติมแคลเซียมลงในผลิตภัณฑ์แปรรูปจะทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตข้าวโพดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาด โดยเตรียมวัตถุดิบข้าวโพดหวานด้วยวิธีแตกต่างกัน ได้แก่ แกะเมล็ด ฝานเมล็ด ลวกน้ำเดือด (100°C) เป็นเวลา 1 2 และ 3 นาที และจุ่มในน้ำเย็นจัด (5°C) ทันที นำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 40 60 และ 80°C จนข้าวโพดมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 9-12% (db) สำหรับการผลิตข้าวโพดแห้งด้วยเครื่องแล้วทำแห้งแบบสุญญากาศ ทำโดยเตรียมข้าวโพดด้วยวิธีที่เหมาะสมจากการทดลองข้างต้น ทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ (รุ่น infrared vacuum dry, บริษัท มาร์ช คูล อินดัสทรี จำกัด, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C จนข้าวโพดมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 9-12% (db) จากนั้นนำข้าวโพดแห้งมาตรวจสอบคุณภาพก่อนคืนรูป ได้แก่ ความชื้น ค่าสี (ค่า L*, a*, b*, และ ΔE) ความหนาแน่นรวม และคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากนั้นนำข้าวโพดแห้งมาคืนรูปในน้ำเดือด บันทึกเวลาคืนรูป และตรวจสอบคุณภาพข้าวโพดหลังคืนรูป ได้แก่ ค่าสี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส สำหรับข้าวเหนียวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม เตรียมโดยนำข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มาให้ความร้อนแห้งด้วยเตาอบลมร้อนอุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 10 นาที ทำให้สุกประมาณ 80% ในสารละลายแคลเซียมแลกเตตความเข้มข้น 3% (w/v) ที่ต้มเดือด 100°C โดยใช้อัตราส่วนข้าวเหนียวต่อสารละลายแคลเซียมแลกเตตเป็น 1:5 โดยน้ำหนัก นำข้าวเหนียวมาล้างน้ำเย็นอุณหภูมิ 5°C และนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาด ที่อุณหภูมิ 90°C จนข้าวเหนียวมีความชื้นสุดท้าย 7-10% และตรวจสอบคุณภาพข้าวเหนียวหุงสุกเร็ว ได้แก่ ค่าสี (b*) เวลาคืนรูป ความหนาแน่นรวม ปริมาณแคลเซียม ค่าความแข็งของข้าวสุกและคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากนั้นนำส่วนประกอบทั้งสองมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม โดยใช้ส่วนประกอบข้าวเหนียวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม ข้าวโพดแห้ง กะทิผง น้ำตาลทราย และเกลือในปริมาณตามสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดจะคำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้คืนรูปข้าวเหนียวหุงสุกเร็ว ข้าวโพดแห้ง และใช้ละลายกะทิผง และทดลองหาขั้นตอนการเตรียมที่เหมาะสม สำหรับวิธีการตรวจสอบคุณภาพข้าวโพดแห้งและข้าวเหนียวหุงสุกเร็ว ได้แก่ ***ปริมาณความชื้น*** ประเมินด้วยเตาอบลมร้อน (AACC, 44-15A) ***ค่าสี*** ประเมินด้วยเครื่อง BYK Gardner GmbH รุ่น Color Guide Gloss (BYK Gardner GmbH, German) โดยวัดค่า L* (ความสว่าง) ค่า a* (ความเป็นสีแดง) และค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) และคำนวณค่า $\Delta E = ((\Delta L^2) + (\Delta a^2) + (\Delta b^2))^{0.5}$ โดยเปรียบเทียบกับค่าสีของข้าวโพดหวานลวกน้ำร้อนก่อนการทำแห้ง ***ค่าความหนาแน่นรวม*** (น้ำหนักตัวอย่าง/ปริมาตรตัวอย่าง) โดยหาปริมาตรตัวอย่างที่ทราบน้ำหนัก โดยใส่ตัวอย่างสลับกับเมล็ดแมงลักที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน ***เวลาคืนรูปข้าวโพดแห้ง*** นำข้าวโพดแห้งใส่ในน้ำที่ต้มเดือด 100°C ด้วยอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ 1:5 สุ่มตัวอย่างข้าวโพดมาชิม บันทึกเวลาที่ข้าวโพดสุกทั้งเมล็ด ***เวลาคืนรูปข้าวเหนียวหุงสุกเร็ว*** นำข้าวหุงสุกเร็วไปคืนรูปด้วยการใส่ในน้ำเดือดอัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1:5 บันทึกเวลาที่ข้าว 8 ใน 10 เมล็ดเกิดเจลาติไนซ์สมบูรณ์ ***ความแข็งของข้าวเหนียวสุก*** นำข้าวเหนียวหุงสุกเร็วคืนรูปในน้ำเดือดแบบน้ำปริมาณมากเกินพอตามเวลาคืนรูปที่ประเมินได้ จากนั้นหาความแข็งของข้าวสุกจากค่าแรงสูงสุดในขณะที่ข้าวไหลล้นขึ้นมา หน่วยเป็น นิวตัน (N) จากวิธี Back Extrusion Tests ด้วยเครื่อง Texture Analyzer (LLOYD Instrument model LRX 5 k, LLOYD Instrument Ltd.) ***คุณภาพทางประสาทสัมผัส*** ประเมินด้วยผู้ชิมกึ่งฝึกฝนซึ่งเป็นนิสิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 50 คน โดยใช้การประเมินความชอบแบบแบ่งสเกล 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) (1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด, 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) และ***ปริมาณแคลเซียม*** โดยนำเถ้าตัวอย่างมาย่อยด้วยกรดและวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมโดยใช้เครื่อง Atomic Spectroscopy (PERKIN ELMER Analyst 100, Singapore)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการเตรียมข้าวโพดหวาน พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลได้ของข้าวโพดสด (%yield) จากการแกะเมล็ดจะมากกว่าฝานเมล็ดเป็น 72.07% และ 64.87% ตามลำดับ และเมื่อนำข้าวโพดฝานเมล็ดลวกน้ำเดือดเป็นเวลา 1-3 นาที จะมีผลได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ไม่พบการลดลงของผลได้ของข้าวโพดแกะเมล็ด สำหรับการทำแห้งข้าวโพดแบบแกะเมล็ดและแบบฝานเมล็ดด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาด พบว่าอัตราการทำแห้งจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิทำแห้ง และพบว่าข้าวโพดแกะเมล็ดที่ผ่านการลวก 1-3 นาทีมีอัตราการทำแห้งไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ข้าวโพดฝานเมล็ดมีอัตราการทำแห้งต่ำลงตามเวลาในการ

ลวก ทั้งนี้เมื่อทำนายเวลาจากสมการการทำแห้ง พบว่าถ้าต้องการทำแห้งจนข้าวโพดฝานเมล็ดที่ลวก 1-3 นาที ให้มีความชื้นสุดท้าย 10% (wb) จะใช้เวลาการทำแห้งนานกว่าข้าวโพดแกะเมล็ด โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 60 และ 80°C อาจเนื่องมาจากการฝานเมล็ดข้าวโพดทำให้การถ่ายเทความร้อนและการแพร่ของน้ำสู่เมล็ดข้าวโพดในระหว่างการลวกมากกว่า ทำให้เกิดเจลาติไนซ์ของสตาร์ชในข้าวโพด ทำให้น้ำเกาะติดกับโครงสร้างของอาหารอย่างแน่นหนา ทำให้นำน้ำออกยาก อัตราการทำแห้งจึงช้ากว่า โดยเฉพาะเมื่อลวกเป็นเวลานาน ข้าวโพดแห้งมีปริมาณความชื้น 9-12% และมีความหนาแน่นรวมเป็น 0.76-0.91 g/cm^3 เมื่อนำข้าวโพดแห้งไปคืนรูปในน้ำเดือดพบว่าข้าวโพดแห้งแกะเมล็ดมีเวลาคืนรูปเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิทำแห้ง เนื่องจากการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงมากอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหดตัว และเกิดเปลือกนอกแข็ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sing และคณะ (2008) ที่พบว่าการดูดน้ำกลับของแห้วลดลงเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งด้วยลมร้อนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามสำหรับข้าวโพดฝานเมล็ดเวลาคืนรูปกลับลดลงตามอุณหภูมิทำแห้ง สำหรับค่าสี พบว่า ΔE ของข้าวโพดแห้งก่อนคืนรูปไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ΔE ของข้าวโพดแห้งหลังคืนรูปมีแนวโน้มลดลงตามอุณหภูมิทำแห้ง ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะข้าวโพดแห้งฝานเมล็ด โดยลดลงชัดเจนเมื่อลวก 2 และ 3 นาที และผู้ชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมข้าวโพดแกะเมล็ดและฝานเมล็ดก่อนคืนรูปไม่แตกต่างกันมากนัก โดยให้คะแนนข้าวโพดแห้งแกะเมล็ดลดลงตามอุณหภูมิการทำแห้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ข้าวโพดแห้งฝานเมล็ดได้คะแนนการยอมรับโดยรวมเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิทำแห้ง อย่างไรก็ตามหลังการคืนรูป แม้ผู้ชิมจะให้คะแนนการยอมรับโดยรวมสำหรับข้าวโพดฝานเมล็ดมากกว่าแกะเมล็ด แต่คะแนนการยอมรับโดยรวมของข้าวโพดฝานเมล็ดกลับลดลงตามอุณหภูมิการทำแห้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งแนวโน้มตรงข้ามกับคะแนนก่อนคืนรูป (Table 1 และ Table 2) สำหรับการทำแห้งข้าวโพดด้วยเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ เมื่อนำข้าวโพดแกะเมล็ดที่ลวกน้ำเดือด 3 นาที และทำแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70°C พบว่าข้าวโพดแห้งมีลักษณะพองตัว ภายในกลวงเป็นรู มีความกรอบและแข็ง ส่วนค่าความหนาแน่นรวม 0.34-0.57 g/cm^3 โดยค่าความหนาแน่นรวมจะแปรผกผันกับอุณหภูมิทำแห้งสุญญากาศ และค่าความหนาแน่นรวมน้อยกว่าข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งแบบถาดเกือบ 1 เท่า เวลาคืนรูปของข้าวโพดแห้งทำแห้งแบบสุญญากาศ 7-10 นาที ซึ่งน้อยกว่าข้าวโพดแห้งแกะเมล็ดที่ทำแห้งแบบถาด ค่า ΔE ของข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งแบบสุญญากาศทั้งก่อนและหลังคืนรูปเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิทำแห้งสุญญากาศ ($p<0.05$) และหากเปรียบเทียบกับข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งแบบถาด ค่า ΔE หลังคืนรูปไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้ผู้ชิมให้การยอมรับข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70°C มากที่สุดทั้งก่อนและหลังคืนรูป สำหรับข้าวเหนียวหุงสุกเร็วผลิตด้วยวิธีให้ความร้อนแห้งมีค่าความเป็นสีเหลือง 10.83 ความหนาแน่นรวม 0.84 g/cm^3 ปริมาณแคลเซียม 505.23 mg/100g เวลาคืนรูป 5 นาที ความแข็งของข้าวเหนียวสุก 14.71 N และได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวม 6.65 ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของพรทิพย์และคณะ (2551)

เมื่อนำส่วนผสมข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมที่ประกอบด้วย ข้าวเหนียวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม 21.5 กรัม ข้าวโพดแห้ง 5 กรัม น้ำตาลทราย 20 กรัม กะทิผง 10 กรัม และเกลือ 0.2 กรัม มาเตรียมผลิตภัณฑ์โดยใช้ปริมาณน้ำ 180 200 และ 220 กรัม พบว่าเมื่อใช้ข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งแบบถาด ผู้ชิมให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมแก่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำ 200 กรัมมากที่สุด สำหรับขั้นตอนการเตรียมข้าวเหนียวเปียกข้าวโพด 1 ชามที่มีน้ำหนักประมาณ 150 กรัม เป็นดังนี้ ต้มน้ำ 200 กรัมจนเดือด นำน้ำเดือด 20 กรัม แยกออกมาละลายเกลือ น้ำตาลทราย และกะทิผง จากนั้นใส่ข้าวโพดแห้งในน้ำเดือดส่วนที่เหลือ ต้มประมาณ 5 นาที จากนั้นเติมข้าวเหนียวหุงสุกเร็วและต้มต่ออีก 5 นาที เมื่อสุกนำมาราดกะทิที่เตรียมไว้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวโพดแห้งสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำ 200 กรัมได้รับการยอมรับโดยรวมมากกว่าเช่นกัน อย่างไรก็ตามแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งสุญญากาศจะใช้เวลาคืนรูปน้อยกว่า คือรวมทั้งสิ้น 7 นาที แต่ผู้ชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวโพดแห้งที่ทำแห้งแบบถาดมากกว่าการทำแห้งแบบสูญญากาศ

สรุปผล

สำหรับข้าวโพดแห้ง ควรเตรียมวัตถุดิบโดยการแกะเมล็ดเพราะผลได้ข้าวโพดมากกว่าแบบฝานเมล็ด โดยอุณหภูมิทำแห้งแบบถาดที่เหมาะสมคือ 60°C เพราะใช้เวลาไม่นานเกินไป เวลาคืนรูปสั้นกว่าข้าวโพดที่ทำแห้งที่ 80 °C และมีค่า ΔE ของข้าวโพดแห้งก่อนคืนรูปต่ำกว่า ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับโดยรวมพบว่าสภาวะการผลิตข้าวโพดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาดที่เหมาะสม คือ แกะเมล็ด ลวกน้ำเดือด 3 นาที และทำแห้งที่ 60°C ส่วนสภาวะการผลิตข้าวโพดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศที่เหมาะสม คือ แกะเมล็ดข้าวโพด ลวกน้ำเดือด 3 นาที และทำแห้งที่อุณหภูมิ 70°C สำหรับข้าวเหนียวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมสามารถเตรียมด้วยวิธีการให้ความร้อนแห้ง และส่วนผสมผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวเปียกข้าวโพดหุงสุกเร็ว

เสริมแคลเซียม ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ น้ำ 200 กรัม ข้าวเหนียวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม 21.5 กรัม ข้าวโพดแห้ง 5 กรัม น้ำตาลทราย 20 กรัม กะทิผง 10 กรัม และเกลือ 0.2 กรัม โดยมีเวลาในการเตรียมผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 10 นาที

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมและวิจัย สำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2552 และได้รับความร่วมมือและข้อเสนอแนะจากบริษัท ข้าวเมืองบน จำกัด

Table 1 Qualities of dried corn kernels after branching and drying at various condition of vacuum dry .

Drying temperature (°C)	Drying time (hrs)	Rehydration time (min)	ΔE (after rehydration)			Overall acceptability scores (after rehydration)		
			Blanching time (min)			Blanching time (min)		
			1	2	3	1	2	3
40	18.27-18.74	10	14.24a(1)[1]	8.91a(1)	10.02a(1)	4.73b(1)	4.47 a (1)	5.60a(2)
60	7.01-7.17	10	10.03a(1)	14.69a(1)	12.62a(1)	5.20b(1)	5.43 b (1)	5.70a(1)
80	4.65-4.82	15	9.89a(1)	10.84a(1)	8.76a(1)	3.87a(1)	4.60a(1,2)	5.17a(1)
Control[2]	-	-	-	-	-	7.27		

[1]In a column, mean values with different letters are significantly different at P<0.05 by DMRT test. In a row, mean values with different numbers are significantly different at P<0.05 by DMRT test.

[2] Control = fresh sweet corn kernels

Table 2 Qualities of dried half corn kernels after branching and drying at various condition of vacuum dry.

Drying temperature (°C)	Drying time (hrs)	Rehydration time (min)	ΔE (after rehydration)			Overall acceptability scores (after rehydration)		
			Blanching time (min)			Blanching time (min)		
			1	2	3	1	2	3
40	16.17-16.86	13	10.64a(1)[1]	10.23ab(1)	17.46b(2)	6.43c(1)	6.37b(1)	6.20b(1)
60	9.14-12.02	10	13.67a(1)	11.79b(1)	9.86a(1)	5.63b(1)	6.20b(1)	5.80b(1)
80	4.77-5.35	8	7.31a(1)	7.96a(1)	8.93a(1)	3.63a(1)	4.70 a(1)	4.40a(1)
Control[2]	-	-	-	-	-	7.27		

[1]In a column, mean values with different letters are significantly different at P<0.05 by DMRT test. In a row, mean values with different numbers are significantly different at P<0.05 by DMRT test.

[2]Control = fresh sweet corn kernels

เอกสารอ้างอิง

พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์ พิชญาภรณ์ สถาพรวจนา และพิมลพรรณ พูลสุขเสริม, 2551, การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็วด้วยวิธีให้ความร้อนแห้ง, รายงานการเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, หน้า 1-14.

Kadam, D.M., Samuel, D.V.K. and Parsad, R., 2006, Optimization of Pre-treatment of Solar Dehydration Cauliflower, Journal of Food Engineering, 77: 659-664.

Luh, B.S., Roberts, R.L. and Li, C.F., 1980, Quick Cooking Rice: In: Rice Production and Utilization, Westport: AVI publishing Co., Inc.

Sing, G.D., Sharrma, R., Bawa, A.S. and Saxena, D.C., 2008, Drying and Rehydration Characteristics of Water Chestnut (*Trapa natans*) as a Function of Drying Air Temperature, Journal of Food Engineering, 87: 213-221.

การคัดเลือก *Bacillus* spp. ที่ผลิตเอนไซม์โปรติเอสและไคติเนสจากดิน

Screening of Proteolytic and Chitinolytic *Bacillus* spp. Isolated from Soil

จาตุรงค์ จงจีน[1] และ สุพรรณี แก่นสาร อะโอกิ[1]

Jongjeen, J.[1] and Aoki, S.K.[1]

Abstract

The isolated *Bacillus* spp. from soil throughout the solid midden area in A. Meung Ubon Ratchathani were cultured on nutricnt agar (NA) medium at 30 °C for 3 days. Nine bacterial strains were identified and designated as *Bacillus* spp. UB1 to 9. The biochemical characteristics of isolated *Bacillus* spp. were tested and five strains identified as *B. firmus, B. pantotheticu*s, *B. polymyxa, B. pumilus* and *B. maquarienis*. The selected *Bacillus* spp. were then screened for proteases and chitinases production on different selective media such as skim milk agar and chitin selective agar with adjusted pH range of 6.0, 7.0 and 8.0, at 30°C and 45°C for 48 hours. The diameter hydrolysis zone were appeared and measured. The results revealed eight *Bacillus* spp. excepted for *Bacillus* sp. UB6 were grown on skim milk agar medium at 30°C and 45°C. The diameters of clear zone were approximately at 11.0-15.0 mm and 15.0-18.0 mm, respectively. The isolated *Bacillus* spp. were slowly grown on the chitin selective agar with diameter of hydrolyzing zone surrounded colonies of less than 5.0 mm. The results designated of eight isolated *Bacillus* spp. showed ability for alkaline proteases production.

Keywords: *Bacillus* spp., protease, chitinase

บทคัดย่อ

การคัดแยกแบคทีเรียสกุล *Bacillus* spp. จากดินบริเวณที่ทิ้งขยะ เขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี บนอาหาร nutricnt agar (NA) อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 3 วัน ทำการตรวจสอบสมบัติทางชีวเคมี จำแนกและระบุชนิดแบคทีเรียสกุล *Bacillus* spp. ได้ 9 ชนิด (UB 1 ถึง UB 9) ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ได้ 5 ชนิด คือ *B. firmus, B. pantothenticus, B. polymyxa, B. pumilus* และ *B. maquarienis* เมื่อทดสอบการผลิตโปรติเอสและไคติเนสบนอาหารจำเพาะสูตร Skim milk agar และ Chitin selective agar pH 6.0 7.0 และ 8.0 บ่มที่อุณหภูมิ 30°C และ 45°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจสอบการทำงานของเอนไซม์จากวงใสที่ปรากฏ วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø) วงใส พบว่า *Bacillus* spp. จำนวน 8 ชนิด ยกเว้น *Bacillus* sp. UB 6 สามารถเจริญได้ดีบนอาหารจำเพาะสูตร Skim milk agar ที่อุณหภูมิ 30°C และ 45°C ที่ระดับ pH 6.0 7.0 และ 8.0 และสร้างวงใสวัด Ø ได้ 11.0-18.0 มิลลิเมตร และ 13.0-18.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่เจริญได้ช้าบนอาหารจำเพาะ Chitin selective agar สร้างวงใสวัด Ø ได้ $\leq$ 5.0 มิลลิเมตร แสดงว่า *Bacillus* spp. ทั้ง 8 ชนิดสามารถผลิตโปรติเอสที่อุณหภูมิ 45°C ในสภาวะที่เป็นด่างอ่อนได้

คำสำคัญ: บาซิลลัส โปรติเอส ไคติเนส

คำนำ

โปรติเอส (protease) และไคติเนส (chitinase) เป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีนและไคติน ตามลำดับ ที่ผลิตเป็นการค้านั้นส่วนใหญ่ผลิตจากแบคทีเรียสกุลบาซิลลัส (*Bacillus*) โดยโปรติเอสจากแบคทีเรียมีปริมาณการใช้สูงกว่าโปรติเอสจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น บาซิลลัสหลายชนิดสามารถแยกได้จากแหล่งมลพิษ เช่น พื้นที่ทิ้งขยะ น้ำทิ้งจากโรงงาน บ่อน้ำพุร้อน มีรายงานการคัดกรองแบคทีเรียสกุล *Bacillus* ที่มีสมบัติทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (พิมล, 2547 ; Gupta และคณะ, 2002) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อแยกแบคทีเรียสกุล *Bacillus* จากดินบริเวณพื้นที่ทิ้งขยะและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์โปรติเอสและไคติเนส

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[1]Department of Biology, Faculty of science, udon ratchathani rajabhat university

อุปกรณ์และวิธีการ

การแยกและจำแนกแบคทีเรียสกุล *Bacillus*

สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากบริเวณกองขยะ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 5 จุด เลือกบริเวณที่มีการทับถมของเศษอาหาร ใช้พลั่วแยกเศษขยะที่ปกคลุมดินออก ขุดดินลึกประมาณ 10 เซนติเมตร สับดินให้ร่วนซุย เกลี่ยดินให้คลุกเคล้ากัน นำมาผึ่งที่อุณหภูมิห้องให้ดินแห้ง บดดินให้ละเอียดด้วยโกร่ง ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ นำมาเจือจางให้มีระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม (10^{-3}-10^{-5}) คัดแยกแบคทีเรียด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร Nutrient agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 3 วัน และ subculture จนได้แบคทีเรียบริสุทธิ์ ตรวจสอบรูปร่างลักษณะโคโลนีภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ย้อมสีแกรมด้วยเทคนิค gram's staining และทดสอบสมบัติทางชีวเคมี (การสร้างเอนโดสปอร์ การเคลื่อนที่ catalase test) และระบุชนิดโดยเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง

การตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตเอนไซม์โปรติเอสและไคติเนสของแบคทีเรีย *Bacillus*

ใช้เข็มเขี่ยปลายแหลมปลอดเชื้อเขี่ยโคโลนีเดี่ยวของแบคทีเรีย *Bacillus* ที่คัดแยกได้ นำมาแตะบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Skim milk agar และ Chitin selective agar ที่ค่า pH อาหารเท่ากับ 6.0, 7.0 และ 8.0 บ่มที่อุณหภูมิ 30°C และ 45°C เป็นเวลา 3-7 วัน สังเกตวงใส (clear zone) ที่ปรากฏบนผิวหน้าอาหารและ วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø) ของวงใส

ผลการทดลอง

จากการคัดแยกแบคทีเรียจากดินบริเวณพื้นที่ทิ้งขยะ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 89 ไอโซเลต พบจำแนกแบคทีเรียสกุลบาซิลลัส ได้ 9 ชนิด (UB1-9) เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทางชีวเคมีกับเอกสารอ้างอิง (Sneath และคณะ, 1986) ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ของ *Bacillus* UB 1 UB 3 UB 4 UB 8 และ UB 9 เป็น *B. firmus*, *B. pantotheticus*, *B. polymyxa*, *B. pumilus* และ *B. maquarienis* ตามลำดับ ดังแสดงผลการทดลองใน Table 1

เมื่อนำแบคทีเรีย *Bacillus* ที่คัดแยกได้ทั้ง 9 ชนิด มาเลี้ยงบนอาหาร Skim milk agar และ Chitin selective agar ที่อุณหภูมิ 30°C และ 45°C เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ในการสร้างเอนไซม์โปรติเอสเบื้องต้นที่ pH 6.0 7.0 และ 8.0 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า *Bacillus* sp. จำนวน 8 ชนิด สร้างวงใสวัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางได้ $\geq$ 10.0 มม. ดังแสดงผลใน Table 2 ยกเว้นสายพันธุ์ BC6 ที่ผลิตโปรติเอสได้ในปริมาณที่ต่ำ

วิจารณ์ผล

แบคทีเรียที่คัดแยกได้ทั้ง 9 ชนิด พบว่า โคโลนีย้อมติดสี รูปร่างเซลล์เป็นท่อนตรงหรือเกือบตรง เคลื่อนที่ได้ มีเอนโดสปอร์ และสมบัติทางชีวเคมี (Table 1) พบว่า แบคทีเรียที่คัดแยกได้จัดอยู่ในสกุล *Bacillus* และระบุชื่อวิทยาศาสตร์ของ *Bacillus* 5 ชนิด คือ *B. firmus*, *B. pantothenticus*, *B. polymyxa*, *B. pumilus* และ *B. maquarienis* เมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์โปรติเอสเบื้องต้น พบว่า *Bacillus* spp. จำนวน 8 ชนิด สามารถผลิตและปลดปล่อยเอนไซม์โปรติเอส ออกมาภายนอกเซลล์ ได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติที่ 45°C ในสภาวะที่เป็นด่างอ่อน (pH 8.0) ยกเว้น *Bacillus* sp. UB6 ที่สร้างวงใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\leq$ 2.0 มม. แต่ *Bacillus* spp. ทั้ง 9 ชนิดเจริญได้ช้าบนอาหาร chitin selective agar สร้างวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยได้ $\leq$ 5.0 มม. แสดงว่า มีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์ไคติเนสน้อยกว่าโปรติเอส เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของ นงพร โตวัฒนะ และคณะ (2541) พบว่า *Bacillus* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างดินบริเวณน้ำพุร้อนเป็นแบคทีเรียชอบด่างเจริญได้ที่อุณหภูมิสูง pH 9.0-11.0 และสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยโปรตีนออกนอกเซลล์ได้ดีที่ pH 9.0-11.5 อุณหภูมิ 55°C ส่วนพิมล (2547) คัดแยก alkalotolerant *Bacillus* sp. ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเยื่อกระดาษ สามารถเจริญและผลิตอัลคาไลน์โปรติเอสได้สูง จากผลการศึกษาแสดงว่าแบคทีเรีย 3 ชนิดคือ *B. firmus* (UB1) *Bacillus* sp. (UB2) และ *B. pantothenticus* (UB3) จัดอยู่ในกลุ่มที่ผลิตอัลคาไลน์ โปรติเอสได้ดีที่สุด เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นแหล่งผลิตเอนไซม์ต่อไป

Table 1 physico-chemical analysis of isolated *Bacillus* spp. (VB 1-9).

Characteristics	UB 1	UB 2	UB 3	UB 4	UB 5	UB 6	UB 7	UB 8	UB 9
Shape	Rod	Rod	Rod	Rod	Rod	Rod	Rod	Rod	Rod
Gram's staining	G^+	G^+	G^+	G^+	G^+	G^+	G^+	G^+	G^+
Spore staining	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Motility test	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Catalase reaction	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pH in V-P broth									
<6	-	-	+	d	-	+	d	+	+
>7	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Acid form									
D- Glucose	+	+	+	+	+	-	+	+	+
D-Mannitol	+	+	-	+	-	-	-	+	+
Gas from glucose	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Hydrolysis of									
Casein	+	+	d	+	+	+	+	+	-
Gelatin	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Starch	+	-	+	+	+	+	+	-	+
Utilization of									
Citrate	-	d	-	-	+	d	d	+	-
Propionate	-	ND	ND	ND	-	ND	-	-	ND
Degradation of tyrosine	d	-	-	-	-	-	-	-	-
Deamination of phenylalanine	d	-	d	-	d	-	d	-	-
Egg-yolk lecithinase	-	-	-	-	ND	-	ND	-	ND
Nitrate reduced to nitrite	d	-	d	+	-	d	-	-	-
Growth at nutrient broth									
pH 6.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pH 5.7	-	+	-	+	-	d	-	+	-
Growth in NaCl									
2%	+	ND	+	ND	+	-	+	+	+
5%	+	+	+	-	-	-	+	+	-
7%	+	-	+	-	-	-	-	+	-
10%	ND	-	+	-	-	-	-	ND	-
Growth at									
5°C	-	-	-	d	-	-	-	-	+
10°C	d	-	-	+	-	-	-	+	+
30°C	+	+	+	+	+	+	+	+	-
40°C	+	+	+	+	+	+	+	+	-
50°C	-	+	d	-	-	-	-	-	-
60°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ Symbols : +, 90% or more of the strains are positive; -, 90% or more of the strains are negative. d,11-89% of strains are positive;
ND, no data available.

Table 2 mean diameter of clear zone (mm) on skin milk agar at temperature 30 and 45^{o}C (pH 6.0, 7.0 and 8.0) for 48 hr.

แบคทีเรียที่คัดแยกได้	ความยาวเฉลี่ยØของวงใส (มม.), T 30^{o}C			ความยาวเฉลี่ยØของวงใส (มม.), T 45^{o}C		
	pH 6.0	pH 7.0	pH 8.0	pH 6.0	pH 7.0	pH 8.0
Bacillus sp. UB 1	12.0	13.0	14.0	15.0	15.0	16.0
Bacillus sp. UB 2	10.0	14.0	14.0	16.0	16.0	17.0
Bacillus sp. UB 3	13.0	13.0	15.0	15.0	17.0	18.0
Bacillus sp. UB 4	12.0	13.0	13.0	13.0	13.0	15.0
Bacillus sp. UB 5	13.0	15.0	15.0	14.0	15.0	15.0
Bacillus sp. UB 6	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0
Bacillus sp. UB 7	12.0	13.0	13.0	14.0	14.0	15.0
Bacillus sp. UB 8	11.0	10.0	11.0	12.0	13.0	13.0
Bacillus sp. UB 9	13.0	13.0	12.0	13.0	14.0	14.0

สรุปผล

1. จำแนกแบคทีเรีย *Bacillus* spp. จากดินบริเวณกองขยะ เขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานีได้ 9 ชนิด (UB1-9) ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ได้จำนวน 5 ชนิดคือ *B. firmus*, *B. pantotheticus*, *B. polymyxa*, *B. pumilus* และ *B. maquarienis*

2. *B. firmus*, *Bacillus* sp. (UB2) และ *B. pantothenticus* มีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์โปรติเอสได้ดีที่สุดในสภาวะที่เป็นด่างอ่อน (pH 8.0) ที่อุณหภูมิ 45^{o}C

เอกสารอ้างอิง

นงพร โตวัฒนะ และสุดเอื้อม พัฒนใหญ่ยิ่ง, 2541, การผลิตเอนไซม์ย่อยโปรตีนจาก *Bacillus* sp. PS719 ที่ชอบด่างและอุณหภูมิสูง, วารสารสงขลานครินทร์, 20(3): 333-345.

พิมล จำนง, 2547, อัลคาไลน์โปรติเอสจาก alkatolerant *Bacillus* sp. B12 และการนำไปใช้ในการซักล้าง, วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., 27(2): 227-243.

Gupta, R., Beg, Q.K. and Lorenz, P., 2002, Bacterial Alkaline Proteases: Molecular Approaches and Industrial Applications, Appl Microbial biotechnol, 59: 15-32.

Peter, H. A.S., Mair, N.S. and Sharpe, E., 1986, Bergey's Manual of Systematic Bacteriaology Vol.2, Williams and Wilkins, U.S.A.

Ponmurugan, P., 2007, Proteolytic of *Bacillus cereus* under *In Vitro* Condition, Biological Sciences, 7(1): 65-67.

อิทธิพลของลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่มีต่อคุณภาพของเผือกแผ่นอบแห้ง

Influence of Surface Characteristic on Quality Attributes of Dried Taro Slices

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์[1] และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์[2]

Jamradloedluk, J.[1] and Soponronnarit, S.[2]

Abstract

This research work was aimed to investigating the influences of drying temperature, air velocity and material surface characteristic on drying kinetics and quality attributes of dried taro slices. The experimental results revealed that drying at higher temperature and velocity led to the higher drying rate than drying at lower temperature and velocity. At a specific drying temperature and velocity, flat surface resulted in the greater drying removal rate than corrugated surface. The three parameters were also found to affect properties of the dried taro slices. An increase in drying temperature resulted in the lower values of lightness and redness and higher values of yellowness, volumetric shrinkage and hardness of the taro chips. Higher air velocity caused the higher degree of shrinkage and hardness. However, the air velocity had no obvious effect on color, stiffness and crispiness of the taro chips. It was also found that crinkle cut dried taro slices were harder than flat cut dried taro slices. However, degree of shrinkage, stiffness, and crispiness of the crinkle and flat cut dried taro slices were not significantly different.

Keywords: drying, surface characteristic, taro chip

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ความเร็วลม และลักษณะพื้นผิวของวัสดุ ที่มีผลต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของเผือกแผ่นหลังการอบแห้ง โดยได้ทำการทดลองอบแห้งเผือกหอมพันธุ์เชียงใหม่ซึ่งมีขนาดกว้างและยาวด้านละ 3 cm หนา 2 mm ที่อุณหภูมิ 50-70^{0}C และความเร็วลม 0.5-1 m/s จนกระทั่งได้ความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วง 4-9 % d.b. จากผลการทดลองพบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมสูงจะให้อัตราการอบแห้งที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมต่ำ และที่อุณหภูมิและความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งเดียวกัน เผือกแผ่นผิวเรียบจะให้อัตราการอบแห้งที่สูงกว่าเผือกแผ่นผิวลอน เมื่อพิจารณาอิทธิพลของตัวแปรทั้งสามที่มีผลต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งพบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้เผือกแผ่นทั้งแบบผิวเรียบและผิวลอนมีค่าความสว่างและค่าสีแดงลดลง ในขณะที่ค่าสีเหลือง เปอร์เซ็นต์การหดตัว และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น สำหรับอิทธิพลของความเร็วลมพบว่า เมื่อความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มขึ้นเผือกแผ่นจะมีค่าการหดตัวและค่าความแข็งมากขึ้น อย่างไรก็ตามความเร็วลมไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าสี ค่าความแกร่ง และค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่า ที่อุณหภูมิและความเร็วลมในการอบแห้งเดียวกัน เผือกแผ่นผิวเรียบมีค่าความแข็งน้อยกว่า แต่มีค่าความแกร่งและค่าความกรอบที่ไม่แตกต่างจากเผือกแผ่นผิวลอน

คำสำคัญ: เผือก ลักษณะพื้นผิว อบแห้ง

บทนำ

เผือก (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) เป็นพืชหัวซึ่งมีถิ่นกำเนิดมาจากเขตโซนร้อนระหว่างประเทศอินเดียและอินโดนิเซีย จัดเป็นพืชที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญชนิดหนึ่งดังนั้นจึงให้พลังงานที่สูง นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของแร่ธาตุต่างๆ เช่น เหล็ก แคลเซียม และแมกนิเซียมอีกด้วย (Huang และคณะ, 2000) เผือกสามารถนำไปแปรรูปโดยผ่านกระบวนการต้ม ทอด ฉาบ เชื่อม หรือ กวน รวมทั้งสามารถนำไปประกอบอาหารคาวได้หลายชนิด โดยเผือกทอดถือเป็นผลิตภัณฑ์จากเผือกที่ได้รับความนิยมประเภทหนึ่ง อย่างไรก็ตามเผือกทอดมักไม่ได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพเท่าที่ควร เนื่องจาก

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

[2]คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[2]School Energy, Environment, and Materials, King's Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Tungkru, Bangkok 10140

ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีน้ำมันคงค้างอยู่ในปริมาณที่สูง ดังนั้นแนวคิดในการนำเผือกแผ่นมาแปรรูปให้เป็นเผือกอบกรอบที่ปราศจากน้ำมันจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ การอบแห้งถือเป็นกระบวนการถนอมอาหารโดยการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา วิธีการอบแห้งมีหลากหลายประเภท ได้มีการศึกษาการอบแห้งเผือกอยู่พอสมควร เช่น การอบแห้งเผือกแผ่นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (สิรินทร และคณะ, 2551) การอบแห้งด้วยกระบวนการแบบ 2 ขั้นตอน (มะลิ และคณะ, 2551) และการอบแห้งแบบชั้นบาง (จินดาพร และคณะ, 2552) ซึ่งสำหรับการอบแห้งแบบชั้นบางนั้นถือเป็นวิธีการอบแห้งซึ่งมีระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้นจึงดำเนินการได้ง่าย และใช้เงินลงทุนที่ไม่สูง เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีมูลค่าไม่สูงมากนัก อย่างไรก็ตามในงานวิจัยเกี่ยวกับการอบแห้งทั่วไปมักจะศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ชนิดและความเร็วของตัวกลางในการอบแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ รูปร่างของผลิตภัณฑ์ รวมถึงความหนาของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้ อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่รวบรวมได้ยังไม่ปรากฏการศึกษาในส่วนของลักษณะพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเผือก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาอิทธิพลของลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่มีผลต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติต่างๆ ของเผือกแผ่น รวมถึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัสดุและวิธีการอบแห้ง

นำเผือกหอมพันธุ์เชียงใหม่มาล้างแล้วปอกเปลือก หลังจากนั้นนำมาหั่นตามแนวขวางด้วยเครื่องหั่นไฟฟ้า (Savioli, model 300S, Italy) ให้ได้ความหนา 2 mm อีกส่วนหนึ่งนำมาหั่นด้วยอุปกรณ์การหั่นแบบลอนที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ ที่ความหนาเท่ากัน หลังจากนั้นนำไปผ่านแบบพิมพ์สแตนเลสหั่นให้ได้ความกว้างและยาวด้านละ 3 cm แล้วจึงนำไปหาค่าความชื้นเริ่มต้นตามมาตรฐาน AOAC จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C ความเร็วลมร้อน 0.5 และ 1 m/s จนกระทั่งได้ความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วง 4-9 % d.b. (แต่ละสภาวะการทดลองทำซ้ำ 2 ครั้ง) แล้วจึงนำเผือกแผ่นอบแห้งที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ต่อไป

การวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของเผือกแผ่นอบแห้ง

วิเคราะห์ลักษณะสีของเผือกแผ่นหลังการอบแห้งด้วยเครื่องวัดสีระบบฮันเตอร์ (Mini Scan XE Plus, Hunter Associates Labolatory, Reston-Virginia, USA) โดยนำเสนอผลเป็นค่าสีแดง (a) สีเหลือง (b) และความสว่าง (L) เปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงปริมาตรของผลิตภัณฑ์วัดด้วยวิธีของอคิมิดีส (Yan และคณะ, 2008) ส่วนค่าความแข็ง ความแกร่ง และความกรอบของผลิตภัณฑ์วัดโดยการทดสอบแรงกดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT Plus, Stable Micro System, UK) ที่สภาวะทดสอบเดียวกับงานวิจัยก่อนหน้า (มะลิ และคณะ, 2551)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จลนพลศาสตร์การอบแห้งเผือกแผ่นที่สภาวะต่างๆ ได้แสดงไว้ใน Figure 1 โดยจากภาพประกอบดังกล่าวจะเห็นว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมสูงสามารถลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมต่ำ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากว่าอุณหภูมิอบแห้งที่สูงส่งผลให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของตัวกลางและผลิตภัณฑ์มีค่ามาก อัตราการถ่ายเทความร้อนจึงสูง ดังนั้นความชื้นในผลิตภัณฑ์จึงสามารถแพร่ออกมาได้เร็วกว่ากรณีอุณหภูมิอบแห้งที่ต่ำ ส่วนความเร็วลมที่สูงจะทำให้ลมร้อนสามารถสัมผัสกับผิวของผลิตภัณฑ์ได้ดีส่งผลให้ไอน้ำแพร่ไปสู่กระแสลมร้อนได้อย่างรวดเร็ว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของลักษณะพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งพบว่า เผือกแผ่นผิวเรียบสามารถคายความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าเผือกแผ่นผิวลอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าพื้นผิวของเผือกแผ่นผิวเรียบสามารถสัมผัสกับกระแสลมร้อนได้อย่างเต็มหน้าตัด ส่วนเผือกแผ่นผิวลอนแม้จะมีพื้นที่ผิวมากกว่าแต่ไม่สามารถสัมผัสกับกระแสลมร้อนได้อย่างเต็มที่

ลักษณะสีและเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงปริมาตรของเผือกอบกรอบที่ได้แสดงไว้ใน Table 1 โดยจากตารางดังกล่าวพบว่า เมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้นค่าความสว่างและค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าสีเหลืองมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งลักษณะสีดังกล่าวอาจเป็นผลเนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและเกิดการเสื่อมสภาพของแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุในเผือก อย่างไรก็ตามเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งที่ความเร็วลมต่างๆ กันมีค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า เผือกแผ่นผิวเรียบมีค่าความสว่างมากกว่าเผือกแผ่นผิวลอนเล็กน้อย แต่ในภาพรวมถือว่า ลักษณะพื้นผิวของวัสดุส่งผลน้อยมากต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาการหดตัวเชิง

ปริมาตรของผลิตภัณฑ์พบว่า เผือกแผ่นซึ่งผ่านการแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมสูงมีการหดตัวมากกว่าเผือกแผ่นซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมต่ำ ทั้งนี้ก็เนื่องจากกว่าอุณหภูมิและความเร็วลมที่สูงส่งผลให้ความชื้นในเผือกแผ่นลดลงอย่างรวดเร็วทำให้โครงสร้างของเผือกแผ่นเกิดการทรุดตัว (Collapse) ระดับการหดตัวจึงสูง อย่างไรก็ตามพบว่า ลักษณะพื้นผิวของวัสดุไม่ได้ส่งผลกระทบที่ชัดเจนต่อเปอร์เซ็นต์การหดตัว

จากคุณสมบัติเชิงกลของเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ ดังแสดงใน Table 2 พบว่า อุณหภูมิและความเร็วลมที่สูงขึ้นส่งผลให้เผือกแผ่นมีค่าความเข็งมากขึ้นแต่มีค่าความแกร่งและค่าความกรอบที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลจากการเกิดแผ่นแข็ง (Crust) ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่เผือกแผ่นผิวลอนมีแนวโน้มให้ค่าความแข็งมากกว่าเผือกแผ่นผิวเรียบเล็กน้อย

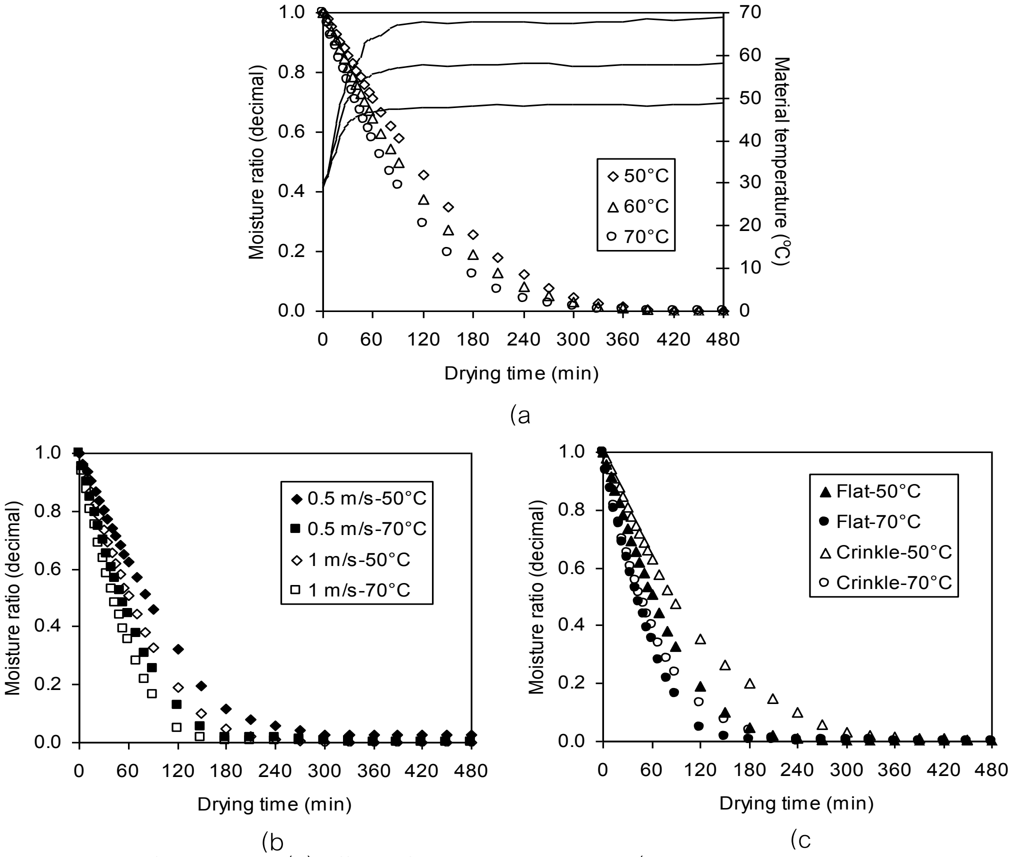


Figure 1 Drying kinetics of taro slices (a) effect of drying temperature (crinkle cut sample at air velocity of 0.5 m/s) (b) effect of air velocity (flat cut sample) and (c) effect of material surface characteristic (air velocity of 1 m/s)

สรุปผล

การอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมสูงส่งผลให้ความชื้นแพร่ออกจากเผือกแผ่นได้เร็วกว่า ผลิตภัณฑ์เกิดการหดตัวเชิงปริมาตรที่มากกว่า และมีค่าความแข็งมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมต่ำ โดยอุณหภูมิอบแห้งที่สูงยังส่งผลให้เผือกแผ่นมีลักษณะสีคล้ำและเหลืองขึ้นด้วย ในขณะที่ความเร็วลมไม่ได้ส่งผลกระทบต่อลักษณะสีมากนัก ส่วนเผือกแผ่นผิวลอนจะมีอัตราการแพร่ความชื้นที่น้อยกว่าและมีค่าความแข็งมากกว่าเผือกแผ่นผิวเรียบเล็กน้อย อย่างไรก็ตามอุณหภูมิ ความเร็วลม และลักษณะพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อค่าความแกร่งและความกรอบแต่อย่างใด

เอกสารอ้างอิง

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ ชลิดา เนียมนุ้ย และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2552, การผลิตเผือกอบกรอบด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบชั้นบาง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40:485-488.

มะลิ นาชัยสินธุ์ สมชาติ โสภรณรณฤทธิ์ และจินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์, 2551, อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติของเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งแบบสองขั้นตอน, รายงานการประชุมวิชาการทาง

วิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6. 8-9 พฤษภาคม 2551, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 425-431.

สิรินทร เนินชัด สมชาติ โสภรณรณฤทธิ์ และจินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์, 2551, จลนพลศาสตร์การอบแห้งและสัมประสิทธิการแพร่ความชื้นประสิทธิผลของเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน, รายงานการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6. 8-9 พฤษภาคม 2551, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 432-437.

Huang, A.S., Titchenal, C.A. and Meilleur, B.A., 2000, Nutrient Composition of Taro Corns and Breadfruit, Journal of Food Composition and Analysis, 13: 859-864.

Yan, Z., Sousa-Gallagher, M.J. and Oliveira, F.A.R., 2008, Shrinkage and Porosity of Banana, Pineapple and Mango Slices During Air-drying, Journal of Food Engineering, 84: 430-440.

Table 1 Physical properties of taro slices dried at different drying conditions.

Drying temp. (°C)	Air velocity (m/s)	Surface characteristics	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)	Volumetric Shrinkage (%)
50	0.5	Flat	71.25±2.39[f]	1.06±0.20[c]	9.20±0.87[a]	69.85±1.80[b]
	1	Crinkle	70.53±2.44[ef]	1.03±0.26[bc]	9.26±1.01[a]	73.91±2.02[de]
	0.5	Flat	70.53±1.94[ef]	1.07±0.34[c]	9.26±0.96[a]	69.60±1.86[b]
	1	Crinkle	70.08±1.84[de]	1.04±0.38[bc]	9.22±0.88[a]	72.45±1.83[c]
60	0.5	Flat	69.26±2.20[cd]	0.94±0.24[abc]	9.59±1.07[ab]	69.60±1.33[b]
	1	Crinkle	69.36±1.77[cd]	0.94±0.19[abc]	9.70±0.73[abc]	78.37±1.56[f]
	0.5	Flat	68.86±1.60[bc]	0.96±0.29[abc]	9.83±1.07[bc]	66.60±2.25[a]
	1	Crinkle	68.99±1.59[bc]	0.96±0.32[abc]	9.83±0.97[bc]	70.07±2.70[bc]
70	0.5	Flat	68.44±2.46[abc]	0.83±0.13[a]	10.39±1.07[de]	75.49±1.95[e]
	1	Crinkle	68.06±2.26[ab]	0.84±0.14[a]	10.20±1.37[cd]	79.32±2.26[f]
	0.5	Flat	67.68±1.55[a]	0.88±0.42[a]	10.22±1.46[cd]	78.54±2.34[f]
	1	Crinkle	67.76±1.33[a]	0.90±0.34[ab]	10.78±1.02[e]	79.69±1.79[f]

Table 2 Mechanical properties of taro slices dried at different drying conditions.

Drying temperature (°C)	Air velocity (m/s)	Surface characteristics	Mechanical properties		
			Hardness (N)	Stiffness (N/mm²)	Crispiness
50	0.5	Flat	4.92±1.80[a]	5.45±2.70[a]	1.33±0.62[ab]
	1	Crinkle	5.96±1.60[ab]	5.28±3.80[a]	1.37±0.71[ab]
	0.5	Flat	5.04±1.86[a]	4.90±3.35[a]	1.33±0.81[ab]
	1	Crinkle	6.95±1.83[bc]	5.99±2.66[a]	1.33±0.61[ab]
60	0.5	Flat	6.20±1.33[ab]	3.87±3.29[a]	1.57±0.75[bc]
	1	Crinkle	7.42±1.56[bcd]	4.88±4.39[a]	1.33±0.33[ab]
	0.5	Flat	7.25±2.25[bc]	5.79±3.83[a]	1.77±0.86[c]
	1	Crinkle	7.87±2.70[cde]	4.37±2.54[a]	1.77±0.86[c]
70	0.5	Flat	7.71±1.65[cde]	5.20±3.85[a]	1.30±0.65[ab]
	1	Crinkle	9.01±1.52[ef]	5.02±3.57[a]	1.13±0.33[a]
	0.5	Flat	8.84±2.04[def]	5.71±4.45[a]	1.23±0.50[ab]
	1	Crinkle	9.77±2.01[f]	5.28±3.71[f]	1.27±0.73[ab]

โครงสร้างระดับจุลภาคและลักษณะเนื้อสัมผัสของเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ

Microstructure and Textural Characteristics of Taro Chips Undergoing Different Drying Conditions

สิรินทร เนินชัด[1] **สมชาติ โสภณรณฤทธิ์**[2] **และ จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์**[3]

Neanchat, S.[1], Soponronnarit, S.[2] and Jamradloedluk, J.[3]

Abstract

Drying medium and temperature are the key parameters affecting textural characteristics and microstructure of dried products. Such properties might vary from material to material. In this study, taro slices with the size of 30 mm x 30 mm x 3 mm were dried by superheated steam and hot air at the temperatures of 130-170 °C to compare textural properties and microstructure of the products obtained. The experimental results showed that drying medium had strong influence on textural properties and microstructure of taro chips. Taro slices dried by superheated steam were harder, stiffer and crispier than those dried by hot air. Superheated steam and hot air drying provided products with the hardness of 11.84 - 14.49 N and 5.08 - 8.76 N respectively. Analysis of microstructure revealed that superheated steam drying gave the product with less number of pores per area and bigger pore size than hot air drying. Taro chip prepared by superheated steam and hot air drying had the numbers of pores per area in the ranges of 146 – 335 hole/mm^2 and 105 - 255 hole/mm^2 and had average pore sizes in the ranges of 325.54 -1091.38 μm and 137.32-200 μm respectively. However, compared to drying medium, drying temperature had less effect on textural properties and microstructure of the taro chips.

Keywords: microstructure, texture, hot air, superheated steam

บทคัดย่อ

อุณหภูมิและชนิดของตัวกลางในการอบแห้งเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและโครงสร้างระดับจุลภาคของผลิตภัณฑ์ ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาการอบแห้งเผือกแผ่นขนาด 30 mm x 30 mm x 3 mm ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน ที่อุณหภูมิ 130-170 °C โดยทำการเปรียบเทียบโครงสร้างระดับจุลภาคและลักษณะเนื้อสัมผัสของเผือกแผ่นที่ได้จากการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ จากการศึกษาพบว่า ตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งส่งผลต่อโครงสร้างระดับจุลภาคและลักษณะเนื้อสัมผัสของเผือกแผ่นอย่างชัดเจน โดยเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีค่าความแข็ง ความแกร่ง และความกรอบมากกว่า เผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน ซึ่งการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อนให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 11.84 - 14.49 N และ 5.08 - 8.76 N ตามลำดับ เมื่อพิจารณาโครงสร้างระดับจุลภาค พบว่า การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนรูพรุนต่อพื้นที่มากกว่า ขนาดของรูพรุนใหญ่กว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อนมีจำนวนรูพรุนอยู่ในช่วง 146 – 335 รู/พื้นที่ (mm^2) และ 105 - 225 รู/พื้นที่ (mm^2) โดยมีขนาดรูพรุนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 325.54 - 1,091.38 μm และ 137.32 - 200 μm ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า อุณหภูมิอบแห้งมีอิทธิพลต่อโครงสร้างระดับจุลภาคและลักษณะเนื้อสัมผัสน้อยกว่าชนิดของตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้ง

คำสำคัญ: โครงสร้างระดับจุลภาค ลักษณะเนื้อสัมผัส อากาศร้อน ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[1]Graduated student, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

[2]ศาสตราจารย์ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[2]Professor, School Energy, Environment, and Materials, King's Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Tungkru, Bangkok 10140

[3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[3]Lecturer, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

คำนำ

การอบแห้งโดยทั่วไปมักใช้อากาศเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน แต่ในระยะหลังเริ่มมีการนำเอาไอน้ำร้อนยวดยิ่งมาใช้ในกระบวนการอบแห้งมากขึ้นเนื่องจากวิธีการอบแห้งดังกล่าวมีอากาศอยู่ในระบบน้อยมากทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยาอื่นๆ ที่มีออกซิเจนเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งยังส่งผลดีต่อคุณภาพบางประการของผลิตภัณฑ์อบแห้งด้วย ปัจจุบันมีการศึกษาการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งอยู่พอสมควร (Iyota และคณะ, 2001; Tang และคณะ, 2000; วีระศักดิ์ และคณะ, 2547) ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติต่างๆของวัสดุ นอกเหนือจากคุณภาพด้านสีแล้วลักษณะเนื้อสัมผัสถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์อบแห้ง ในระหว่างกระบวนการอบแห้งโครงสร้างของวัสดุจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงไปและจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสในที่สุด (Jamradloedluk และคณะ, 2007) ดังนั้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างระดับจุลภาคและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อบแห้งจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ งานวิจัยนี้เป็นการทดลองอบแห้งแผ่นเผือกซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจระดับท้องถิ่นที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งที่มีผลต่อโครงสร้างระดับจุลภาคและลักษณะเนื้อสัมผัสของเผือกอบกรอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัสดุ และวิธีการอบแห้ง

เผือกที่ใช้ในการอบแห้งเป็นเผือกหอมพันธุ์เชียงใหม่นำมาหั่นตามขวางให้มีขนาด 30 mm x 30 mm x3 mm และหาความชื้นเริ่มต้นของเผือกแผ่นตามมาตรฐาน AOAC (AOAC,1984) ในส่วนของการอบแห้งใช้ตัวกลางในการให้ความร้อน 2 ชนิด คือ อากาศร้อน (HA) และน้ำร้อนยวดยิ่ง (SHS) โดยทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 130°C 150°C และ 170°C และที่ความเร็วของตัวกลางในการอบแห้งคงที่ (1 m/s) อบจนกระทั่งผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 6 – 9 %d.b.

การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส

ลักษณะเนื้อสัมผัสของเผือกแผ่นหลังการอบแห้งวิเคราะห์ด้วยการทดสอบแรงกดโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT.plus, Stable Micro Systems, UK) ค่าความถูกต้อง ±0.001 N (จินดาพร และสมชาติ, 2550) ค่าที่ทำการวัดได้แก่ ความแข็ง (แรงกดสูงสุด, N) ความแกร่ง (ความชันของกราฟระหว่างแรงกดกับระยะทางกด, N/mm) และความกรอบ (จำนวน peak ของกราฟระหว่างแรงกดกับระยะทางกด)

การวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาค

โครงสร้างระดับจุลภาคของเผือกอบกรอบวิเคราะห์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (model JEOL 5800LV, Tokyo, Japan) โดยทำการศึกษาทั้งบริเวณผิวและภาคตัดขวางของผลิตภัณฑ์ ที่กำลังขยาย 1000X และ55X ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงนำภาพถ่ายที่ได้ไปวิเคราะห์ขนาดและจำนวนรูพรุนด้วยโปรแกรม Image Analysis ต่อไป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จลนพลศาสตร์การอบแห้ง

จากลักษณะจลนพลศาสตร์การอบแห้งเผือกแผ่นด้วยอากาศร้อน (HA) และไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (SHS) ดังแสดงใน Figure 1 พบว่า สำหรับตัวกลางในการอบแห้งทั้งสองชนิด การอบแห้งที่อุณหภูมิ 170°C สามารถลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 150°C และ 130°C ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากตัวกลางไปยังผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการระเหยน้ำได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อพิจารณาตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งพบว่า ในช่วงแรกของการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะเกิดการควบแน่นของไอน้ำที่บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ส่งผลให้อัตราส่วนความชื้นเพิ่มขึ้น แต่ในกรณีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนพบว่า ไม่เกิดการควบแน่นที่ผิวของเผือกแผ่น จึงทำให้ในช่วงแรกของการอบแห้งด้วยอากาศร้อนสามารถลดความชื้นได้เร็วกว่าการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

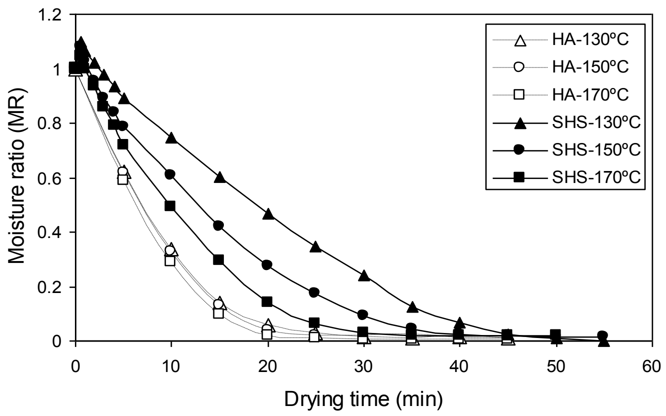


Figure 1 Drying kinetics of taro slices undergoing different drying media and temperatures.

โครงสร้างระดับจุลภาคของผลิตภัณฑ์

เมื่อนำเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อนที่อุณหภูมิต่างๆไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาค พบว่า สำหรับทุกอุณหภูมิอบแห้งจะมีเม็ดแป้งเหลืออยู่ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ซึ่งผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อนมากกว่ากรณีที่ผ่านการอบด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากว่าการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเกิดการควบแน่นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ทำให้ความชื้นและอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว การเกิด gelatinization ของเม็ดแป้งจึงเร็วและสมบูรณ์กว่า จึงทำให้ไม่เห็นเม็ดแป้งเหลืออยู่ที่ผิวของเผือกแผ่น (Figure 2 A และ B) เมื่อพิจารณาภาพตัดขวางของเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 150°C (Figure 2 C และ D) พบว่า การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะให้เผือกแผ่นที่มีจำนวนรูพรุนมากกว่าและรูพรุนขนาดใหญ่กว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยเผือกแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อนมีจำนวนรูพรุนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 146 – 335 รู/พื้นที่ (mm^2) และ 105 - 225 รู/พื้นที่ (mm^2) และมีขนาดรูพรุนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 325.54 -1,091.38 μm และ 137.32-200 μm ตามลำดับ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากว่าการอบด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จะสูงถึง 100°C ในเวลาอันรวดเร็ว ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์เกิดการเดือดกลายเป็นไอ มีความดันภายในวัสดุมากจึงส่งผลให้เกิดรูพรุนขนาดใหญ่และจำนวนรูพรุนที่มากกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน

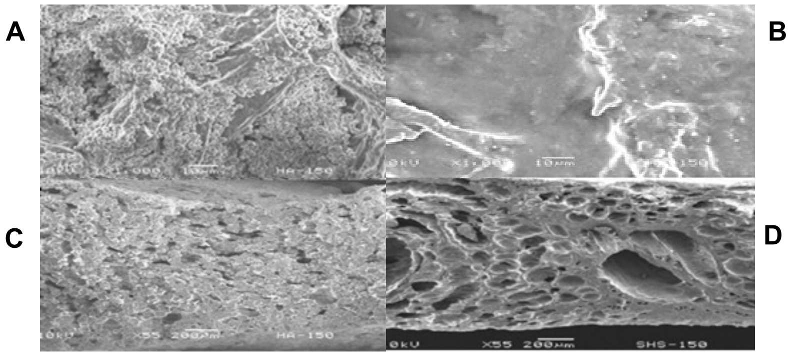


Figure 2 Scanning electron micrographs of dried taro: (A) surface of hot air dried sample (B) surface of superheated steam dried sample (C) cross section of hot air dried sample (D) cross section of superheated steam dried sample

การทดสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเผือกหลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อนซึ่งแสดงใน Figure 3 จะเห็นว่า เผือกแผ่นที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะมีค่าความแข็ง ความแกร่ง และความกรอบมากกว่าเผือกที่อบแห้งด้วยอากาศร้อนในทุกช่วงอุณหภูมิ เนื่องจากการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งทำให้ที่ผิวเผือกเกิดเป็นแผ่นแข็ง (Crust) ขึ้น ผลิตภัณฑ์จึงมีค่าความแข็งและความแกร่งมาก ส่วนค่าความกรอบอาจเป็นผลเนื่องจากจำนวนรูพรุนที่มากและขนาดรูพรุนที่ใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการอบแห้งด้วยอากาศร้อน อย่างไรก็ตามพบว่าอุณหภูมิอบแห้งมีอิทธิพลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสน้อยกว่าชนิดของตัวกลางในการอบแห้ง

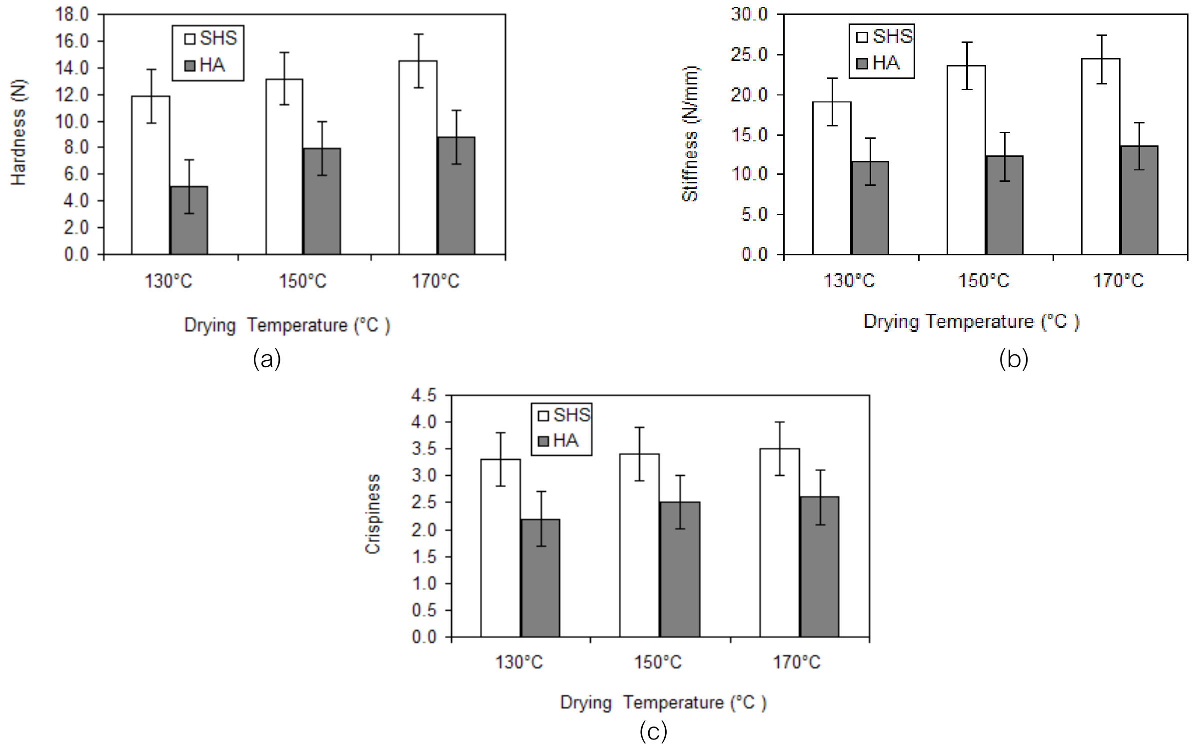


Figure 3 Effects of drying temperatures and media on (a) hardness (b) stiffness and (c) crispiness of the dried taro slices.

สรุปผล

การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งให้เผือกแผ่นอบกรอบที่มีขนาดของรูพรุนใหญ่กว่า จำนวนรูพรุน ความแข็ง ความแกร่ง และความกรอบ มากกว่า กรณีการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยในช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษา (130-170°C) การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งให้อัตราการอบแห้งที่ต่ำกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน นอกจากนี้ยังพบว่า อุณหภูมิอบแห้งมีอิทธิพลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและโครงสร้างระดับจุลภาคน้อยกว่าชนิดของตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้ง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2550, การอบแห้งเผือกแผ่นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6): 127-130.

วีระศักดิ์ บุญสู่ และธนายุทธ ถอนโพธิ์, 2547, การอบแห้งข้าวเหนียวนึ่งสุกด้วยลมร้อนและไอน้ำร้อนยวดยิ่ง, ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Jamradloedluk, J., Nathakaranakule, A., Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., 2007, Influences of Drying Medium and Temperature on Drying Kinetics and Quality Attributes of Durian Chip, Journal of Food Engineering, 78: 198-205.

Iyota, H. and Nishimura, N., 2001, Drying of Sliced Raw Potatoes in Superheated Steam and Hot Air, Drying Technology, 19: 1411-1424.

Tang, Z. and Cenkowski, S., 2000, Dehydration Dynamics of Potato in Superheated Steam and Hot Air, Canadian Agricultural Engineering, 42: 43-49.

AOAC, 1984, Official methods of analysis (14th ed.) Washington DC: Association of Official Agricultural Chemists

การศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากต้นพันงูเขียว

Antioxidant Activity Study of *Stachytarpheta indica* Vahl

ชัชฎาพร องอาจ[1] และ ปวีณา ดารา[1]
Ongard, C.[1] and Dara, P.[1]

Abstract

The objective of research was to study an antioxidant activities and Chemical composition of extracts from inflorescence, leave, stem and root of Stachytarpheta indica Vahl. It was extracts of water, 75% methanol and 50% methanol. The results showed that leave extract from 75% methanol had highest percentage of antioxidant activities in fresh type and dry type. Their values equaled to 6.45% and 54.00% respectively. When compared the degree of antioxidant activities between the vitamin E and all types leave extract at 5 ppm. concentration, we found that the antioxidant activities of the fresh leave extract were 7.21 lower than vitamin E and the antioxidant activities of the dry leave extract were 1.16 higher than vitamin E and the study Chemical composition of crude extracts the results showed that gallic acid and quercetin is composition of crude extracts.
Keywords: free radical, antioxidant, phenolic compound, *Stachytarpheta indica* Vahl.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล และหาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดที่ได้จากส่วนของช่อดอก ใบ ลำต้น และรากของต้นพันงูเขียว ที่สกัด ด้วย ตัวทำละลาย คือ น้ำ เอทานอล 75% เอทานอล 50% ผลการวิจัยพบว่าสารสกัดจากใบที่สกัดด้วยเอทานอล 75 % ให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล สูงสุดทั้งชนิดสด และชนิดแห้ง เท่ากับ 6.45 และ 54.00 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิตามินอีที่ความเข้มข้น 5 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลของสารสกัดจากใบสด มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งน้อยกว่าวิตามินอี 7.21 เท่า แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลของสารสกัดจากใบแห้งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งมากกว่าวิตามินอี 1.16 เท่า และเมื่อนำสารสกัดหยาบมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีกรดแกลลิกและควอซิตินเป็นองค์ประกอบ
คำสำคัญ: อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก ต้นพันงูเขียว

คำนำ

พืชสมุนไพรมีสรรพคุณที่มีประโยชน์อย่างแพร่หลาย โดยสรรพคุณนั้นแตกต่างกันตามส่วนต่าง ๆ ของพืชซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาพืชสมุนไพร คือต้นพันงูเขียว *Stachytarpheta jamaicensis (L.) Vahl (S.indica Vahl)* ขึ้นอยู่ตามทุ่งหญ้าทั่วไปและที่โล่งในประเทศไทย ซึ่งมีสรรพคุณเป็นยารักษาอาการต่างๆ (โครงการอุทยานธรรมชาติ, 2552) นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นนั้นจะทำลายโมเลกุลอื่นๆ ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ส่งผลให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อร่างกาย (โอภา, 2549) และสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ปกติภายในร่างกายของเรามีกลไกป้องกันโดยอาศัยการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกาย แต่ยังไม่เพียงพอและมีขีดจำกัดประกอบกับเมื่ออายุมากขึ้นร่างกายสร้างสารต้านอนุมูลอิสระได้น้อยลง จึงควรได้รับจากภายนอกโดยการรับประทานอาหารที่อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (รัชนี และ อภิชาติ, 2553)

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนของช่อดอก ใบ ลำต้น และราก โดยทำการศึกษาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลและองค์ประกอบทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัดของต้นพันงูเขียว

¥

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya district, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

อุปกรณ์และวิธีการ

ตอนที่ 1 การสกัดสารประกอบฟีนอลิก นำ ใบ ลำต้น ราก และช่อดอก ของต้นพันงูเขียว ไปสับและปั่นให้ละเอียด เตรียมทั้งสดและแห้ง จากนั้นทำการสกัดโดยนำตัวอย่างสดชนิดละ 500 กรัม และตัวอย่างแห้งชนิดละประมาณ 50 กรัม สกัดด้วยเอทานอล 75 % เอทานอล 50 % และน้ำ เขย่า 18 ชั่วโมง นำไประเหยตัวทำละลายออก

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteau (วิภาวรรณ, 2550 อ้างถึงใน Rathee และคณะ, 2006)

ตอนที่ 3 การทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล โดยวิธี DPPH (วิภาวรรณ, 2550, อ้างถึงใน Halliwell andGutteridge, 1981) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของวิตามินอีกับเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการยับยั้งของสารสกัด

การคำนวณ

% การยับยั้ง = $(A_{sam} – A_{con}) / A_{sam} \times 100$

เมื่อ A_{sam} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

A_{con} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

ตอนที่ 4 การศึกษาองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัด นำสารสกัดที่มีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลมากที่สุดมาศึกษาโดยใช้สารละลายเฟสเคลื่อนที่ 3 ระบบ แต่ละระบบเป็นสารละลายผสมระหว่างอะซิโตไนไตร์ต่อน้ำ แอซิโตไนไตร์ต่อเมทานอล และเมทานอลต่อน้ำ ในอัตราส่วน 80:20 70:30 60:40 50:50 40:60 และ 30:70 หยดสารตัวอย่างละ 1 หยด บนแผ่น TLC ดูผลการแยกของสารเทียบกับสารมาตรฐานของกรดแกลลิกและควอซิติน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การสกัดสารประกอบฟีนอลิก

จาก Table 1 พบว่าส่วนของตัวอย่างที่สกัดด้วยเอทานอล 75% ช่อดอกให้น้ำหนักสารสกัดหยาบสูงสุดทั้งชนิดสดและแห้ง เท่ากับ 30.71 และ 36.23 mg crude/ kg sample ตามลำดับ ส่วนของตัวอย่างที่สกัดด้วยเอทานอล 50% รากชนิดสดให้น้ำหนักสารสกัดหยาบสูงสุด เท่ากับ 35.58 mg crude/ kg sample และลำต้นชนิดแห้งให้น้ำหนักสารสกัดหยาบสูงสุด เท่ากับ 55.42 mg crude/ kg sample ส่วนของตัวอย่างที่สกัดด้วยน้ำช่อดอกให้น้ำหนักสารสกัดหยาบสูงสุดเท่ากับ 64.40 mg crude/kg sample และใบชนิดแห้งให้น้ำหนักสารสกัดหยาบสูงสุด 135.18 mg crude/ kg sample

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จาก Table 2 และ 3 พบว่าส่วนสกัดของตัวอย่างช่อดอกสดให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดในส่วนสกัดที่ใช้เอทานอล 75 % รองลงมาในส่วนสกัดของน้ำและเอทานอล 50 % เท่ากับ 3.52 3.51 และ 2.24 mg gallic acid/g sample ตามลำดับ ส่วนสกัดของตัวอย่างใบสดสูงสุดในที่ใช้เอทานอล 50 % รองลงมาในส่วนสกัดของเอทานอล 75 % และน้ำ เท่ากับ 2.07 1.56 และ 0.59 mg gallic acid/ g sample ตามลำดับ ส่วนสกัดของตัวอย่างลำต้นสดสูงสุดในส่วนสกัดที่ใช้เอทานอล 50 % รองลงมาในส่วนสกัดของน้ำและเอทานอล 75 % เท่ากับ 0.62 0.52 และ 0.38 mg gallic acid/g sample ตามลำดับ และส่วนสกัดของตัวอย่างรากสดสูงสุดในส่วนสกัดที่ใช้เอทานอล 50 % รองลงมาในส่วนสกัดของน้ำและเอทานอล 75 % เท่ากับ 3.94 3.89 และ 2.05 mg gallic acid/g sample ตามลำดับ

Table 3 พบว่าส่วนสกัดของตัวอย่างช่อดอกแห้งให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดในส่วนสกัดที่ใช้เอทานอล 75 % รองลงมาในส่วนสกัดของอทานอล 50 % และน้ำ เท่ากับ 9.17 4.42 และ 4.22 mg gallic acid/g sample ตามลำดับ ส่วนสกัดของตัวอย่างใบแห้งสูงสุดในส่วนสกัดที่ใช้น้ำ รองลงมาในส่วนสกัดของเอทานอล 50 % และเอทานอล 75 % เท่ากับ 64.92 46.81 และ 32.58 mg gallic acid/g sample ตามลำดับ ส่วนสกัดของตัวอย่างลำต้นแห้งสูงสุดในส่วนสกัดที่ใช้เอทานอล 75 % รองลงมาในส่วนสกัดของเอทานอล 50 % และน้ำ เท่ากับ 19.3 19.15 และ 15.69 mg gallic acid/ g sample ตามลำดับ และส่วนสกัดของตัวอย่างรากแห้งสูงสุดในส่วนสกัดที่ใช้เอทานอล 50 % รองลงมาในส่วนสกัดของเอทานอล 75% และน้ำซึ่งมีปริมาณ เท่ากับ 3.04 2.72 และ 2.55 mg gallic acid/g sample ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล

จาก Table 4 พบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอล 75 % ในส่วนของใบทั้งชนิดสดและแห้งให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุดที่ความเข้มข้น 100 ppm เท่ากับ 66.6 และ 82.17 ตามลำดับ สารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอล 50 % ในส่วนของใบทั้งชนิดสดและแห้งให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุดที่ความเข้มข้น 100 ppm เท่ากับ 53.22 และ 78.70 ตามลำดับ สารสกัดที่สกัดด้วยน้ำ ในส่วนของใบทั้งชนิดสดและแห้งให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุดที่ความเข้มข้น 100 ppm เท่ากับ 44.23 และ 78.86 ตามลำดับ

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลก็เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลของสารสกัดของต้นพันงูเขียวชนิดสดและแห้งกับวิตามินอีที่ความเข้มข้น 5 ppm พบว่าวิตามินอีมี

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งมากกว่าสารสกัดของต้นพันงูเขียว ซึ่งสารสกัดส่วนของใบที่สกัดด้วยเอทานอล 75 % ให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุดทั้งในสดและแห้ง เท่ากับ 6.45 และ 54.00 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับวิตามินอี พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลของสารสกัดจากส่วนของใบสด มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งน้อยกว่าวิตามินอี 7.21 เท่า แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลของสารสกัดจากส่วนของใบแห้งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งมากกว่าวิตามินอีถึง 1.16 เท่า

ตอนที่ 4 การศึกษาองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัด

พบว่าตัวทำละลายเมทานอลต่อน้ำ ที่อัตราส่วน 60:40 สามารถแยกองค์ประกอบได้ 4 ชนิด ส่วนตัวทำละลายเคลื่อนที่ที่เหมาะต่อการแยกสารสกัดหยาบในช่อดอกแห้งคือ เมทานอลต่อน้ำ ที่อัตราส่วน 80:20 สามารถแยกองค์ประกอบได้ 5 ชนิด เมื่อเทียบกับสารมาตรฐานคือกรดแกลลิกและควอซิติน พบว่าสารที่แยกได้จากการทำ TLC ตรงกับสารมาตรฐานทั้ง 2 ชนิด ที่ให้ค่า R_f เท่ากับ 0.78 และ 0.30 ดังนั้นในสารสกัดทั้ง 2 ชนิดจึงมีกรดแกลลิกและควอซิตินเป็นองค์ประกอบ และที่เหลือยังไม่ทราบว่าเป็นสารใดเนื่องจากผู้วิจัยไม่มีสารมาตรฐานเปรียบเทียบ

Table 1 สารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

Solvent	Sample	Crude(mg crude/ kg sample)	
		Fresh type	Dry type
Ethanol 75 %	Inflorescence	30.71	36.23
	Leave	21.37	29.47
	Stem	10.05	45.71
	Root	13.36	5.85
Ethanol 50 %	Inflorescence	35.11	38.86
	Leave	29.76	53.45
	Stem	20.32	55.42
	Root	35.58	9.24
Water	Inflorescence	64.40	42.02
	Leave	20.63	135.18
	Stem	26.36	53.77
	Root	47.36	9.89

Table 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากส่วนของช่อดอก ใบ ลำต้น และรากของต้นพันงูเขียวสด

Solvent	Sample	Total phenolic (mg/L)	Total phenolic (mg gallic acid/g sample)
Ethanol 75 %	Inflorescence	10.89	3.52
	Leave	36.43	1.56
	Stem	18.75	0.38
	Root	15.36	2.05
Ethanol 50 %	Inflorescence	6.07	2.24
	Leave	34.82	2.07
	Stem	15.36	0.62
	Root	11.07	3.94
Water	Inflorescence	5.18	3.51
	Leave	14.29	0.59
	Stem	9.82	0.52
	Root	8.21	3.89

Table 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากส่วนของช่อดอก ใบ ลำต้น และรากของต้นพันงูเขียวแห้ง

Solvent	Sample	Total phenolic (mg/L)	Total phenolic (mg gallic acid/g sample)
Ethanol 75 %	Inflorescence	13.92	9.17
	Leave	46.43	32.58
	Stem	21.96	19.3
	Root	20.89	2.72
Ethanol 50 %	Inflorescence	6.25	4.42
	Leave	36.78	46.81
	Stem	17.97	19.15
	Root	14.82	3.04
Water	Inflorescence	5.53	4.22
	Leave	20.17	64.92
	Stem	15.17	15.69
	Root	11.6	2.55

Table 4 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลของวิตามินอี

Conc. Vitamin E (ppm)	Absorbance at 532 nm			Mean	% Inhibition
	1	2	3		
0	0.023	0.024	0.023	0.023	-
0.5	0.023	0.023	0.026	0.024	4.16
2.5	0.026	0.027	0.027	0.027	14.81
5.0	0.043	0.043	0.043	0.043	46.51
7.5	0.052	0.054	0.05	0.052	55.76
50.0	0.081	0.08	0.08	0.080	71.25

Table 5 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลของสารสกัดจากสกัดตัวอย่าง

Solvent	Conc. (ppm)	% Inhibition							
		Fresh type				Dry type			
		Inflorescence	Leave	Stem	Root	Inflorescence	Leave	Stem	Root
Ethanol 75 %	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	3	6.4	0	5.0	11.5	54.0	39.4	25.8
	25	11.1	17.1	6.4	13.6	30.3	57.4	50.0	46.5
	50	17.9	30.9	19.4	20.8	50.0	62.9	55.7	54.0
	75	25.5	43.1	35.5	29.6	55.7	71.6	63.4	58.9
	100	30.4	66.6	46.2	36.6	60.4	82.1	75.2	68.0
Ethanol 50 %	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	0	3.3	0	5.0	4.16	46.5	30.3	11.5
	25	5.8	12.1	3.3	9.5	25.8	53.0	42.5	28.1
	50	13.5	27.5	12.1	17.3	41.0	58.1	56.6	50.0
	75	21.9	35.5	19.4	26.9	52.0	64.6	62.2	59.6
	100	27.2	53.2	34.0	32.1	57.4	78.7	73.8	64.0
Water	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	0	3.3	0	0	0	28.1	20.6	4.1
	25	0	6.4	0	5.0	0	37.8	32.3	17.8
	50	3	14.7	6.4	9.5	11.5	46.5	46.5	34.2
	75	8.5	29.2	14.7	17.3	32.3	60.3	59.6	46.5
	100	13.5	44.2	27.5	24.0	51.0	78.8	70.8	58.1

สรุปผล

สารสกัดของใบต้นพันงูเขียวแห้งที่สกัดด้วยน้ำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 64.92 mg gallic acid/g และมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุดที่ความเข้มข้น 100 ppm เท่ากับ 82.17 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งน้อยกว่าวิตามินอี 7.21 เท่า แต่สารสกัดจากส่วนของใบแห้งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งมากกว่าวิตามินอีถึง 1.16 เท่า

เอกสารอ้างอิง

โครงการอุทยานธรรมชาติ, 2552, พันธุ์ไม้พื้นล่าง “ต้นพันงูเขียว”, http://www.kanchanapisek.or.th/kp14/project_dev/project_area/Ratburi/plant_page2 [20/May/2009]

ศรีวัฒนา ทรงจิตสมบูรณ์ ปาจรีย์ อับดุลลากาซิม และสุรัตน์ โคมินทร์, 2548, สารต้านอนุมูลอิสระจำเป็นต่อร่างกายอย่างไร, นิตยสารสารหมอชาวบ้าน., 316: 3-12.

วิภาวรรณ รอดเลี้ยง, 2548, การศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของพืชสมุนไพร, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

รัชนี คงคาฉุยฉาย และอภิชาต วรรณวิจิตร, 2553, สารต้านอนุมูลอิสระ.[สืบค้น] http://dna.kds.ku.ac.th [12 May 2010]

หมอชาวบ้าน, 2552, ต้นพันงูเขียว, [สืบค้น] http://www.doctor.or.th/node/6023[2/September/2009]

สุนทรี วิทยานารถไพศาล, 2525, ต้นพันงูเขียว, นิตยสารหมอชาวบ้าน, 43: 11

โอภา วัชระคุปต์, 2549, สารต้านอนุมูลอิสระ, สำนักพิมพ์ พี.เอส.พริ้น, กรุงเทพฯ .

Rathee, J.S. Hassarajani, S.A. and Chattopadhyay, S., 2006, Antioxidant Activity of Mammae longifolia Bud Extracts, Food Chemistry, 99: 434-443

Vitchayakitti, W., Siripatrawan, U. and Sanguandeekul, R., 2007, Total Phenolic Content and Antimicrobial Property of Propolis from Nan Province, 1-4.

ความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และ พุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

Species Diversity of Aquatic Plants in Banpaw Distric, Smutsakhon Province and Puttamontol Distric, Nakhonpathom Province

สิทธิ กุหลาบทอง[1] และ สาวิกา กัลปพฤกษ์

Kulabtong, S[1].and Kunlapapuk, S.

Abstract

Species diversity of aquatic plants was studies in Banpaw Distric, Smutsakol province and Puttamontol Distric, Nakonpatom province, which are urban area for industrial during December 2009. A total of 28 observed species, Banpaw Distric found algae group, *Lemna perpusilla* and *Lasia spinosa* a dominance in canal ecosystem but the main stream found brackish water aquatic plants such as *Nypa fruticans* and *Sonneratia caseolaris*. In Puttamontol Distric dominance aquatic plants were cultivated, such as *Oryza sativa*, *Neptunia oleracea* and *Pandunus odorus*. But Poaceae and *Eichornia crassipes* were dominance of aquatic plant in nature.

Keywords: aquatic plant, algae group, brackish water aquatic plants

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ซึ่งทั้งสองพื้นที่เป็นอยู่ในเขตชุมชนหนาแน่น และเขตโรงงานอุตสาหกรรม โดยสำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำ และถ่ายภาพ ในเดือนธันวาคม 2552 จากนั้นนำมาจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง พบพรรณไม้น้ำทั้งหมด 28 ชนิด โดยในเขตบ้านแพ้วพรรณไม้น้ำในระบบนิเวศคูคลองจะพบพืชกลุ่มสาหร่าย แหนเล็ก (*Lemna perpusilla*) และจอก (*Lasia spinosa*) เป็นพืชกลุ่มเด่น ส่วนบริเวณแม่น้ำสายหลักได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลจึงพบกลุ่มพืชน้ำกร่อย เช่น จาก (*Nypa fruticans*) และ ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) ส่วนเขตพุทธมณฑล พบว่าส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้น้ำที่เกิดจากการเพาะปลูก เช่น ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) และเตย (*Pandunus odorus*) ส่วนพรรณไม้น้ำธรรมชาติพบ พืชกลุ่มหญ้า (Poaceae) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) เป็นพืชชนิดเด่น

คำสำคัญ: พรรณไม้น้ำ กลุ่มสาหร่าย กลุ่มพืชน้ำกร่อย

คำนำ

แหล่งน้ำในเขตอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม มีลักษณะเป็นระบบนิเวศของชุมชนเมืองมีการอยู่อาศัยอย่างหนาแน่น และมีโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันสภาพแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าวได้เปลี่ยนแปลงไปมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยเฉพาะพรรณไม้น้ำซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในแง่ของแหล่งผลิต ที่หลบภัย และแหล่งวางไข่ของสัตว์น้ำ (เศรษฐมันตร์, 2551) อีกทั้งปัจจุบันเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับพรรณไม้น้ำในพื้นที่ดังกล่าวยังมีอยู่น้อย

จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และ พุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะพรรณไม้น้ำ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการระบบนิเวศอย่างยั่งยืน และ เป็นการกระตุ้นเตือนให้คนท้องถิ่นหันมาให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวมากยิ่งขึ้น

[1]152/116 ถ.ริมคลองท่าไข่ อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000

[1]152/116 Rimkongthakai Road, Muang Distric, Chachoengsao Province 24000

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้น้ำในเขตอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ในเดือนธันวาคม 2552 โดยสำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำ บันทึกข้อมูล และถ่ายภาพจากนั้นนำมาจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมประมง (2538) องค์การสวนพฤกษศาสตร์ (2545) ยุพา (2544) เศรษฐมันตร์ (2551) และ ลัดดา (2550)

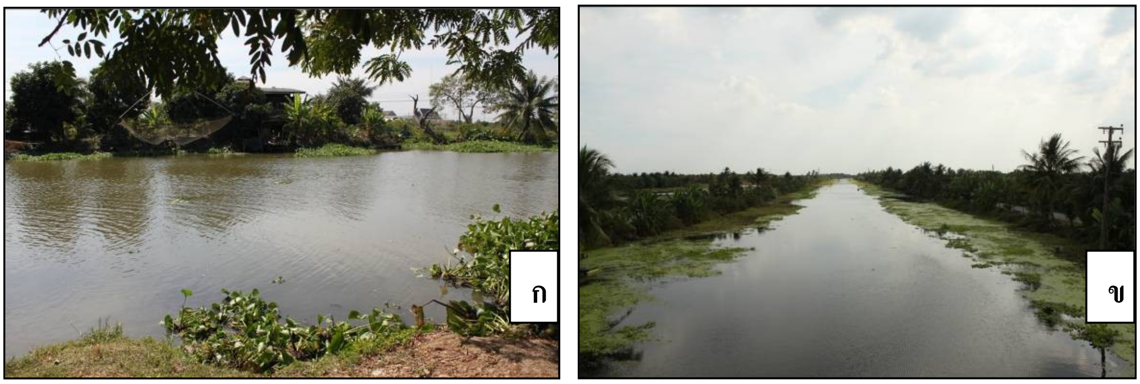


Figure 1 จุดเก็บตัวอย่าง ก) คลองชลประทานในอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ข) คลองชลประทานในอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

ผลการทดลอง

พบพรรณไม้น้ำทั้งหมด 30 ชนิด โดยในเขตบ้านแพ้วจะพบพืชกลุ่มสาหร่าย แหนเล็ก (*Lemna perpusilla*) จอก (*Lasia spinosa*) จาก (*Nypa fruticans*) และ ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) ส่วนเขตพุทธมณฑล พบว่าส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้น้ำที่เกิดจากการเพาะปลูก เช่น ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) และเตย (*Pandunus odorus*) (Table 1)

Table 1 พรรณไม้น้ำที่พบในเขตอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

Family	Species	Thai common name
Araceae	*Colocasia esculenta*	บอน
	Lasia spinosa	จอก
Arecaceae	*Nypa fruticans*	จาก
Asteraceae	*Eclipta prostata*	กะเม็ง
	Emilia sonchifolia	หูปลาช่อน
	Tridax procumbens	ตีนตุ๊กแก
Convolvulaceae	*Ipomoea aquatica*	ผักบุ้ง
Characeae	*Nitellopsis* sp.	สาหร่ายไฟ
Euphorbiaceae	*Phyllanthus* sp.	ก้างปลา
Gramineae	*Brachiaria mutica*	หญ้าขน
	Isachne globosa	หญ้าประกับ
Hydrocharitaceae	*Hydrilla verticillata*	สาหร่ายหางกระรอก
	Ceratophyllum demersum	สาหร่ายพุงชะโด
Lemnaceae	*Lemna perpusilla*	แหนเล็ก
	Spirodella polyrhiza	แหนใหญ่
	Wolffia cf. *arrhiza*	ไข่น้ำ
Mimosaceae	*Neptunia oleracea*	ผักกระเฉด
Nymphaeaceae	*Nymsilea* sp.	บัว
Pandanaceae	*Pandunus odorus*	เตย
Poaceae	*Arundo donax*	อ้อ
	Cynodon sp.	หญ้าแพรก
	Fimbristylis miliacea	หนวดปลาดุก
	Leersia cf. *hexandra*	หญ้าไซ
	Saccharum spontaneum	หญ้าดอกเลา
Pontederiaceae	*Eichornia crassipes*	ผักตบชวา
Sonneratiaceae	*Sonneratia caseolaris*	ลำพู
Typhaceae	*Typha angustifolia*	ธูปฤาษี

วิจารณ์ผล

แหล่งน้ำในเขตบ้านแพ้วได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลโดยเฉพาะบริเวณแม่น้ำท่าจีน ทำให้พบพรรณไม้น้ำในระบบนิเวศน้ำกร่อยในบริเวณนี้ เช่น ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) และ จาก (*Nypa fruticans*) ส่วนในระบบนิเวศคลองชลประทานพบพรรณไม้น้ำค่อนข้างหนาแน่น โดยมี แหน (*Lemna perpusilla*) และ พืชกลุ่มสาหร่าย ได้แก่ สาหร่ายพุงชงโค (*Ceratophyllum demersum*), สาหร่ายไฟ (*Nitellopsis* sp.) และ สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) ส่วนพรรณไม้น้ำในเขตอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม มีความหลากชนิด และความหนาแน่นต่ำกว่าในบริเวณบ้านแพ้ว ชนิดพรรณไม้น้ำเด่นที่พบในธรรมชาติ ได้แก่ พืชกลุ่มหญ้า (Poaceae) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) แต่ส่วนใหญ่พรรณไม้น้ำในเขตนี้จะเกิดจากการเพาะปลูกเชิงเศรษฐกิจ เช่น ข้าว (*Oryza sativa*), ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) และเตย (*Pandunus odorus*) เป็นต้น

สรุปผล

การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาในเบื้องต้นเท่านั้น ซึ่งหากมีการศึกษาให้ครอบคลุมตลออดทั้งปี ก็จะพบความเปลี่ยนแปลงของพรรณไม้น้ำที่แตกต่างกันไปตามฤดูกาล แต่โดยรวมอาจสรุปได้ว่า พรรณไม้น้ำในเขตอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ซึ่งทั้งสองพื้นที่เป็นอยู่ในเขตชุมชนหนาแน่น และเขตโรงงานอุตสาหกรรม พบ พืชกลุ่มสาหร่าย แหน (*Lemna perpusilla*) จอก (*Lasia spinosa*) และ ผักตบชวา (*Eichornia rcrassipes*) เป็นกลุ่มพืชชนิดเด่น

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง, 2538, พรรณไม้น้ำในประเทศไทย, กองประมงน้ำจืด กรมประมง, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพ.

ลัดดา วงศ์รัตน์, 2550, ป่าสักชลสิทธิ์กับการอนุรักษ์ทรัพยากรประมง, เมจิค พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพ.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, 2551, ร้อยพรรณพฤกษา พรรณไม้น้ำ, เศรษฐศิลป์, กรุงเทพ.

ยุพา วรยศ, 2532, พันธุ์ไม้น้ำ, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพ.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2545, พรรณไม้น้ำบึงบอระเพ็ด, สำนักนายกรัฐมนตรี, โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์., กรุงเทพ.

โปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค กรณีศึกษา อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

Cost-Benefit Analysis Program for Biological Durian Farming: Case Study of Amphoe Khao Khitchakut, Chanthaburi Province

เศรษฐชัย ชัยสนิท[1] **และ รัชฎาวรรณ นิ่มนวล**[2]
Chaisanit,S.[1] and Nimnual, R.[2]

Abstract

The objectives of this research were: 1) to developed cost-benefit analysis program for biological durian farming 2) to evaluated Cost-Benefit analysis program for biological durian farming. This system appropriate for a cost-benefit analysis program. It's benefit to interact with user as well as graphic user interface, easy to use, friendly and suitable for user. The system was developed based on NPV and BCR technique. Then this program was tried black box testing before it was evaluated by five experts. The program was corrected and improved before trial with a target group. The target group consisted of 30 farmers in Amphoe Khao Khitchakut, Chanthaburi Province, and they were selected by simple random sampling method. This paper presentation outlines the theory, illustrates the process, and displays sample program of cost-benefit analysis program for biological durian farming. Finally, the results were showed that the efficiency of program which evaluated by five experts was 4.25 and the satisfied of 30 farmer was 4.21, the standard deviation was 0.06 which in good level and the efficiency of system was 4.15. For the result can summarize that cost-benefit analysis program have quality, utilized and follow by the objective of this research.

Keywords: Cost-Benefit analysis program, biological durian farming

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค กรณีศึกษา อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมที่สร้างขึ้น โปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาคที่สร้างขึ้นนี้ ติดต่อกับผู้ใช้โดยหน้าจอแบบกราฟิกทำให้ง่ายต่อการใช้งานและเหมาะสำหรับผู้ใช้ โดยโปรแกรมพัฒนาตามเทคนิคการวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนแบบ NPV และ BCR นอกจากนี้ระบบถูกทดสอบโดยเทคนิค black box และประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเกษตรกรชาวสวนทุเรียน 30 ท่าน จากอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ซึ่งเลือกโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของโปรแกรม ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ย 4.25 ความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม มีค่าเฉลี่ยที่ 4.21 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06, ซึ่งอยู่ในระดับดี และการประเมินประสิทธิภาพของระบบเท่ากับ 4.15 จากผลที่ได้นี้สามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน ที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

คำสำคัญ: โปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทน สวนทุเรียนชีวภาค

[1]คณะสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี 79 ถนนบางนาตราด ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000

[1]Faculty of Informatics, Sripatum University Chonburi Campus, 79 Bangna-Trad Road Klong Tamru Muang Chonburi 20000

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม. 10140

[2]Department of Printing and Packaging Technology, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, King Mongkut's University of Technology Thonburi 126 Pracha-utid Road, Bangmod, Toongkru

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความหลากหลายในการกระจายของผลผลิตไม้เมืองร้อนออกสู่ตลาดอย่างต่อเนื่องตลอดปี พื้นที่ปลูกไม้ผลตามภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548 ประมาณ 9.68 ล้านไร่ แบ่งออกเป็นมะม่วง 22.68% ทุเรียน 10.08% ลำไย 10.07% กล้วยน้ำว้า 8.33% เงาะ 6.79% และผลไม้อื่น ๆ 42.05% ให้ผลผลิต 12.69 ล้านตัน การส่งออกทั้งในรูปผลสดและผลิตภัณฑ์ มีปริมาณ 1.4 ล้านตัน ด้วยมูลค่ามากกว่า 40,000 ล้านบาท หรือประมาณ 6.6% ของมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตร ไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากและมีมูลค่าการส่งออกสูงจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ ทุเรียน, ลำไย,มังคุด, ลิ้นจี่, มะม่วง, ส้มโอ, เงาะ, สับปะรด, มะพร้าวน้ำหอมและมะขาม ทุเรียนเป็นไม้ผลเศรษฐกิจของประเทศชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งสถานภาพการผลิตและการตลาดเน้นเรื่องคุณภาพเป็นสำคัญปัจจุบันไทยส่งออกทุเรียนมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก เกษตรกรผู้ผลิตจะต้องผลิตทุเรียนคุณภาพดี และโดยปกติโดยทั่วไปผลผลิตทุเรียนส่วนใหญ่จะออกสู่ท้องตลาดประมาณกลางเดือนเมษายน-พฤษภาคมของทุกปี

สถานการณ์การผลิต ทุเรียนของ 3 จังหวัดภาคตะวันออกปี 2553 มีเนื้อที่ยืนต้นจำนวน 286,244 ไร่ ลดลงจากปี 2552 จำนวน 6,635 ไร่ ผลผลิตลดลง เนื่องจากเนื้อที่ให้ผลลดลงจากการโค่นทิ้ง เพราะเป็นโรค โคนเน่า ต้นแก่ และด้วงเจาะ เกษตรกรจึงปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นแทน เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

การผลิตทุเรียนตามปกติอาศัยธรรมชาติเป็นปัจจัยหลักหากเป็นการผลิตเพื่อบริโภคเองในครัวเรือน ผู้ปลูกก็สามารถรอคอยจนกระทั่งถึงฤดูกาลออกดอกและติดผลตามปกติ แต่การปลูกเพื่อการค้า ซึ่งราคาของผลิตผลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณผลิตผลในขณะนั้นๆ และคุณภาพของทุเรียน คือถ้าเป็นช่วงจังหวะที่มีทุเรียนออกสู่ตลาดมาก เช่น ในฤดูกาลออกดอกติดผลตามปกติราคาของผลิตผลก็จะต่ำลงแต่ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีทุเรียนออกมาสู่ตลาดน้อยราคาก็ย่อมต้องสูงขึ้น ดังนั้น ผู้ที่ปลูกไม้ผลเป็นการค้าหลายราย จึงมีความต้องการที่จะผลิตทุเรียนนอกฤดูกาลปกติ เพื่อที่จะได้จำหน่ายผลไม้ในปริมาณเท่าเดิมแต่ได้ราคาเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้การผลิตทุเรียนนอกฤดูกาลจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีที่จำเป็นต้องใช้จึงจะได้ผลตามที่ต้องการ เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีผู้ให้ความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะเกษตรกรชาวสวนทุเรียนต่างหันมาใช้ปุ๋ยชีวภาพ และการกำจัดศัตรูพืช โดยใช้สารสกัดสมุนไพรพวกตะไคร้หอม หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตแต่ละฤดูกาล การกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูของทุเรียน และมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้บ้างบางครั้งที่มีหนอนชนิดอื่น ๆ ระบาด เป็นต้น การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในสวนทุเรียนนั้นนอกจากช่วยลดปริมาณสารเคมี ที่ทำลายดินและ เป็นอันตรายแก่เกษตรกรแล้ว ยังช่วยเกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่าย ที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูพืชอีกด้วย ขณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษา และออกแบบโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนการทำสวนทุเรียนแบบชีวภาพขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจให้กับกลุ่มเกษตรกรชาวสวนทุเรียน และเป็นแนวทางในการรณรงค์ให้เกษตรกรหันมาใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการจัดการสวนทุเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อเกษตรกร และส่งเสริมการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเกษตรของประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 5 คน

กลุ่มเกษตรกร อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในกาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค กรณีศึกษา อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนทุเรียนชีวภาค และ การวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือ
2. สัมภาษณ์ เกษตรกรไม้ผล และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างเครื่องมือ
3. สร้างเครื่องมือ โดยยึดข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาเบื้องต้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 เครื่องมือโดย มีลักษณะดังนี้
    3.1 โปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค วิเคราะห์แบบ NPV และ BCR
    3.2 แบบสอบถามประเมินความคิดเห็น
4. นำเครื่องมือเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ความถูกต้อง และเพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องมือ
5. ปรับปรุงเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อจัดทำเป็นเครื่องมือสำหรับนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูล

6. ทดสอบก่อนใช้จริง (Try Out) กับกลุ่มที่เหมือนกับ กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ
7. นำเครื่องมือที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

Figure 1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในงานวิจัย (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2547)

Arithmetic Mean	Standard Deviation	NPV	BCR
$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$	$SD = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{N-1}}$	$\sum_{t=0}^{n} (B_t - C_t) / (1+r)^t$	$\sum_{t=0}^{n} B_t / (1+r)^t \; / \; \sum_{t=0}^{n} C_t / (1+r)^t$

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบด้านประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องพบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมในส่วนของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.27ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี และค่าเฉลี่ยโดยรวมในส่วนของผู้ใช้งานทั่วไปเท่ากับ 4.21 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านความสามารถของระบบ ในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านความสามารถของระบบ ในกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านความถูกต้องของการทำงานในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านความถูกต้องของการทำงานในกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.1 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านการใช้งานระบบในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านการใช้งานระบบในกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านความปลอดภัยระบบในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ในด้านความปลอดภัยระบบในกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ซึ่งสรุปได้ว่าวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาคที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสามารถช่วยแก้ปัญหาและวางแผนด้านการเงิน การลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (รายละเอียดตาม Table 1 และ 2)

Table 1 ผลการทดสอบด้านประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD
Functional Requirement Test	4.44	0.49
Functional Test	4.26	0.55
Usability Test	4.4	0.49
Security Test	4	0.52
รวม	4.27	0.51

Table 2 ผลการทดสอบความพึงพอใจของเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้อง

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD
Functional Requirement Test	4.08	0.57
Functional Test	4.1	0.58
Usability Test	4.23	0.43
Security Test	4.26	0.63
รวม	4.16	0.55

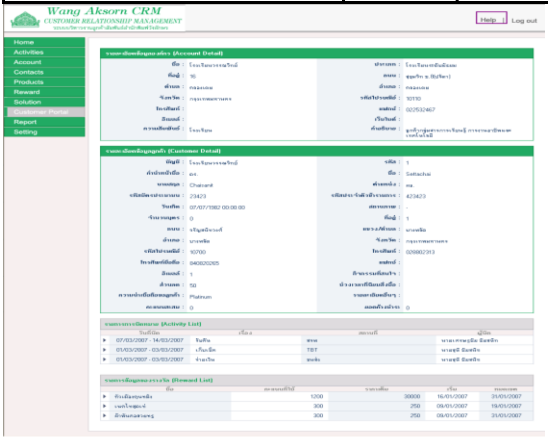


Figure 2 หน้าหลักของโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค

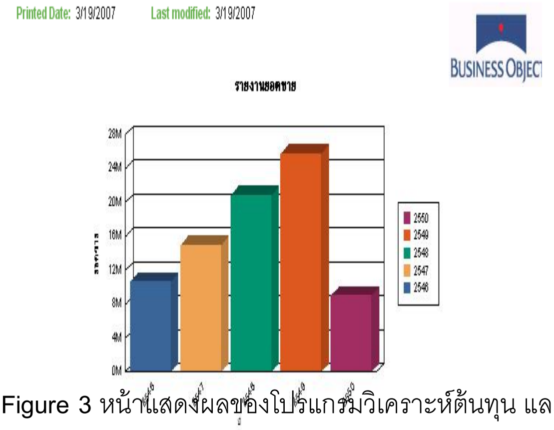


Figure 3 หน้าแสดงผลของโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค

สรุปผล

โปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค ใช้การวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งนับเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและแก้ไขปัญหาที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยผลการวิจัยสามารถนำไปใช้เพื่อการวางแผนด้านการเงิน และการลงทุนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนของการทำสวนทุเรียนชีวภาค โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันผลตอบแทนสุทธิ (Net Present Value : NPV), การวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) และโปรแกรม C#.net โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มเกษตรกร อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 30 คน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ผลที่ได้จากการศึกษานี้พบว่าโปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สามารถช่วยแก้ปัญหา และวางแผนด้านการเงิน การลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ เงินทุนจากมหาวิทยาลัยศรีปทุม ร่วมทั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้ให้คำแนะนำและสนับสนุนงานวิจัยจนทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา, 2547, การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 7, หน้า 393-394.

ผลการใช้ปุ๋ยเคลือบสารยับยั้งไนตริฟิเคชันในการปลูกข้าวโพด

Impacts of Nitrification-Inhibitor-Coated Fertilizer on Corn Production

สมปอง ลิ่มพงศ์พันธุ์[1] วิทยา ชมพูพวง[1] เจษฎาชูบำรุง[1] และ ดุสิต จิตตนูนท์[1]

Limpongpan, S.[1], Chompoopuang, W.[1], Chubumroong, J.[1] and Jittanoonta, D.[1]

Abstract

Impact of nitrification-inhibitor-coated fertilizer, namely Entec fertilizer, on corn production in the northern region of Thailand was studied. Five field trials arranged in Randomized Complete Block Design, each of which composed of 6 treatments and 4 replications, were conducted in Lampang, Chiangmai, Maehongson and Uttaradit. The treatments were 0 kg N/rai (Control), 38.5 kg N/rai of ordinary fertilizers (Conventional), 15 kg N/rai of Entec fertilizer (Entec15), 21.5 kg N/rai of Entec fertilizer (Entec21), 26 kg N/rai of Entec fertilizer (Entec26), and 31.5 kg N/rai of Entec fertilizer (Entec31), respectively. Fertilizer applied for the conventional treatment was split into 3 rounds whereas for the Entec treatments, it was split into 2 rounds only. The highest corn yield of 854 kg/rai was obtained from the Entec31 treatment, whereas the Control and the Conventional yielded 413 and 800 kg/rai or 48.3 and 93.6% of the maximum, respectively. The highest efficiency of N from fertilizer was obtained from the Entec15 of which 21.53 kg of corn yield was produced per 1 kg of N applied. The maximum benefit of 1,910 baht/rai of net return was produced by approximately 20 kg N/rai of which the corn yield was 767 kg/rai. The results of the trials suggested that, from agronomic and economic points of view, the nitrification-inhibitor-coated fertilizer (Entec fertilizer) was better than the ordinary fertilizers for corn production in the northern region of Thailand.

Keywords: Entec, nitrification, inhibitor, fertilizer

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการใช้ปุ๋ยเคลือบสารยับยั้งไนตริฟิเคชันซึ่งมีชื่อว่า ปุ๋ยเอ็นเทค ในการปลูกข้าวโพดในภาคเหนือของประเทศไทย โดยจัดทำแปลงทดลอง ที่มีการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค แต่ละแปลงประกอบด้วย 6 กรรมวิธี มี 4 ซ้ำ จำนวน 5 แปลง ที่ ลำปาง เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และอุตรดิตถ์ กรรมวิธีดังกล่าว ได้แก่ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0 กก/ไร่ (กรรมวิธีควบคุม) ใส่ปุ๋ยธรรมดา 38.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (กรรมวิธีปกติ) ใส่ปุ๋ยเอ็นเทค 15 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (กรรมวิธีเอ็นเทค 15) ใส่ปุ๋ยเอ็นเทค 21.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (กรรมวิธีเอ็นเทค21) ใส่ปุ๋ยเอ็นเทค 26.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (กรรมวิธีเอ็นเทค26) และใส่ปุ๋ยเอ็นเทค 31.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (กรรมวิธีเอ็นเทค31) ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีปกติ แบ่งใส่ 3 ครั้ง การเพาะปลูกส่วนการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีเอ็นเทคแบ่งใส่เพียง 3 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธี เอ็นเทค31 ให้ผลผลิตข้าวโพดสูงสุดที่ 854 กก./ไร่ ในขณะที่ กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีปกติให้ผลผลิต 413 และ 800 กก./ไร่ หรือ คิดเป็น 48.3 และ 93.6 % ของผลผลิตสูงสุด ตามลำดับ กรรมวิธีเอ็นเทค15 ให้ประสิทธิภาพปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด คือที่ 21.53 กก. ข้าวโพด/กก. ไนโตรเจนที่ใส่ลงไป อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กำไรสูงสุด คือ ประมาณ 20 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 767 กก./ไร่ และให้กำไร 1,910 บาท/ไร่ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ทั้งในด้านการตอบสนองของพืชและในด้านกำไรขาดทุน การใช้ปุ๋ยเคลือบสารยับยั้งไนตริฟิเคชัน (ปุ๋ยเอ็นเทค) ในการปลูกข้าวโพดในภาคเหนือของประเทศไทย ให้ผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยธรรมดาทั่วไป

คำสำคัญ: ปุ๋ยเอ็นเทค ไนตริฟิเคชัน สารยับยั้ง ปุ๋ย

Introduction

The Entec fertilizer was the fertilizer coated with nitrification inhibitor (3, 4-dimethylpyrazole phosphate). Its aim was to improve the fertilizer-use efficiency especially of nitrogen. The nitrification inhibitor (Entec) was able to stabilize ammonium form of nitrogen in soils for approximately 4 to 8 weeks before it was transformed to nitrate

[1]บริษัท สหายเกษตรเคมีภัณฑ์ จำกัด 1114, 1116 ถนนบรมราชชนนี เขตบางพลัด กรุงเทพ 10700 โทร. 0-2434-2386

[1]Sahaikaset Agrochemicals Co. Ltd. 1114, 1116 Borommaratchonni Road, Bangplad, Bangkok 10700 Tel. 0-2434-2386

form of nitrogen (BASF, 2004). By being kept in the form of ammonium, nitrogen loss through nitrate leaching and denitrification was reduced. Thus gaining in fertilizer-use efficiency was obtained. Beside the efficiency gain, when the Entec fertilizer was used in substitution of conventional fertilizers, rounds of fertilizer application were possibly reduced, e.g. from 3 to 2 rounds (Trenkel,1997). Beside the efficiency gain, the reduction in greenhouse gas emission, i.e. nitrous oxide gas occurred in nitrification process, was also obtained (Grant, 2005).

In order to evaluate it, Sahaikaset Agrochemicals Co. Ltd. (Sahaikaset), the Entec fertilizer distributor in Thailand, conducted five field trials in the northern region of Thailand to investigate the impacts of the Entec fertilizer on corn production. The impacts of the Entec fertilizer on yield and benefit were the main objectives.

Materials and Methods

Five field trials were conducted in 4 provinces, two in Lampang (Jaehom district and Muangpan district), one in Chiangmai (Maetaeng district), one in Maehongson (Maesreang district), and one in Uttradith (Muang district). The Randomized Complete Block Design with 6 treatments and 4 replications was arranged for each trial. The plot size was 120 m^2. The treatments were set as the followings.

Treatment 1 (control): No fertilizer application. Total nutrient applied was 0-0-0 kg/rai.

Treatment 2 (conventional practice): The ordinary fertilizers were applied 3 rounds at 0, 20 and 40 days after planting (dap) and they were varied slightly from location to location. Total nutrient applied was 38.5-15.9-9.1 kg/rai.

Treatment 3 (Entec15): The Entec 20-10-10 was used at 0 and 40 dap. Total nutrient applied was 15-7.5-7.5 kg/rai.

Treatment 4 (Entec21): 50 kg/rai of Entec 20-10-10 at 0 dap and 25 kg/rai of urea at 40 dap. Total nutrient applied was 21.5-5-5 kg/rai.

Treatment 5 (Entec26): 75 kg/rai of Entec 20-10-10 at 0 dap and 25 kg/rai of urea at 40 dap. Total nutrient applied was 26.5-7.5-7.5 kg/rai.

Treatment 6 (Entec31): 100 kg/rai of Entec 20-10-10 at 0 dap and 25 kg/rai of urea at 40 dap. Total nutrient applied was 31.5-10-10 kg/rai.

Results and Discussion

Corn yields of the 5 trials and the average yields were shown in Table 1. Statistically significant differences among treatment yields were found in trial 1, trial 2, trial 3, and trial 4, but trial 5. The results in Table 1 clearly showed that fertilizer was essential for corn production. Without fertilizer, on the average, only 48.3 % of maximum yield was obtained. In the worst case, it was as low as 14.3 % of the maximum.

Despite of the highest nutrients applied in conventional treatment (38.5 kg N/rai), only 1 out of 5 trials it produced the highest yield (trial 4). On the average, the yield of the conventional (800 kg/rai) was only 93.6 % of the Entec31's (854 kg/rai) which was the maximum.

From the agronomic point of view, the figures in Table 2 indicated that the Entec fertilizer was more efficient than the ordinary fertilizers since the Entec treatments (Treatments 3 – 6) produced more corn yields per kg of N and also per kg of total nutrients. The highest efficiencies (21.53 kg corn/kg N and 10.77 kg corn/kg total nutrients) were obtained from the Entec15 in which the Entec fertilizer was applied both rounds, whereas, the lowest efficiencies (10.05 kg corn/kg N and 6.13 kg corn/ kg total nutrients) were obtained from the conventional.

From the economic point of view, the Entec21 showed the best, lowest fertilizer-cost and lowest cost per 1 kg of increased yield (1,975 baht/rai and 4.10 baht/kg increased yield). However, as the matter of facts, the higher the rate of fertilizer applied the lesser the increased yield per its unit. Moreover, the agronomic and economic evaluations were sensitive to changes in climatic conditions and fertilizer prices. (Lammel, 2005)

Table 1 Corn yields of the 5 trials.

Treatments	Corn yield (kg/rai)						
	Location1	Location2	Location3	Location4	Location5	Average	
	....					kg/rai	%
Control	609 d	267 d	85 c	623 c	480	413 c	48.3
Conventional	1,210 b	300 cd	525 ab	1,174 a	789	800 ab	93.6
Entec15	1,285 a	437 bc	482 ab	747 bc	729	736 b	86.1
Entec21	1,100 c	504 ab	467 b	936 ab	689	737 b	86.3
Entec26	1,098 b	560 ab	567 ab	966 ab	867	812 ab	95.0
Entec31	1,191 b	623 a	597 a	996 ab	864	854 a	100.0
Sig.	*	**	*	*	ns	**	
CV (%)	3.8	20.0	17.3	20.0	22.9	22.4	

Remarks: Yields followed by the same letter were not statistically different. Sig. = statistical difference. * = sig. at 0.05 level. ** = sig. at 0.01 level.

Table 2 Efficiencies and costs of fertilizers used.

Treatments	Costs of fertilizer (baht/rai)	Fertilizer efficiency (kg yield/ kg N)	Fertilizer efficiency (kg yield/ kg total nutrients)	Cost of increased yield (baht/kg yield)
Control	0	0	0	0
Conventional	2,600	387/38.5=10.05	387/63.1=6.13	2,600/387=6.72
Entec15	2,400	323/15.0=21.53	323/30.0=10.77	2,400/323=7.47
Entec21	1,975	324/21.5=15.07	324/31.5=10.29	1,975/324=4.10
Entec26	2,775	399/26.5=15.06	399/41.5=9.61	2,775/399=6.95
Entec31	3,575	441/31.5=13.00	441/51.5=8.56	3,575/441=8.11

Regardless of difference in kinds of N and differences in quantities of phosphate and potash applied in each treatment, the relationship between N rate and corn yield could be explained by the graphs and the regression equations shown in Fig. 1. Corn yield could be estimated by the equation (Steel and Torrie, 1960).

$y = -0.3955x^2 + 25.461x + 415.67$ ($R^2 = 0.9721$); where, y = corn yield, and x = N rate.

By using the equation above, corn yield obtained from any selected N rate could be calculated, then, the maximum benefit rate and the proper investment rate of N fertilization could be estimated as shown in Table 3.

It was clearly seen from Table 3 that the maximum yield would occur at approximately 31 kg N/rai, and under the assumptions arbitrary made, the maximum benefit of 1,910 baht/rai would be obtained at 20 kg N/rai of which the VCR was 2.2.

Sammary

Results of the 5 trials in the northern region of Thailand revealed that the Entec fertilizer performed better than the ordinary fertilizers. It could reduce rounds of fertilizer application from 3 to 2 and produced more corn yield per kg of N or kg of total nutrients applied.

The relation between N rate and corn yield, $y = -0.3955x^2 + 25.461x + 415.67$, with the value of $R^2 = 0.97$ was found. The maximum benefit rate of N applied was estimated at 20 kg N/rai at which the corn yield was 767 kg/rai. The maximum yield was produced at approximately 30 kg N/rai at which the corn yield was 824 kg/rai.

When the costs of different fertilizations were compared, the Entec21, which was received 21.5 kg N/rai and performed the maximum benefit N rate, was the best. It cost 1,975 baht/rai, produced 767 kg of corn/rai, and yielded the benefit of 1,910 baht/rai.

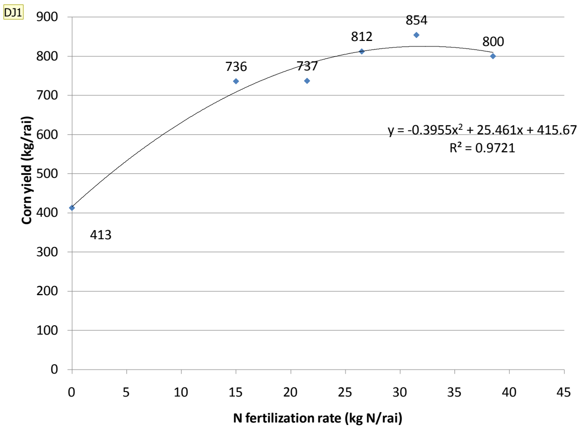


Figure 1 Response of corn to N fertilization.

Table 3 Estimated corn yields at some selected N fertilization rates.

N rates (kg N/rai)	Estimated corn yields (kg/rai)	Estimated * returns (baht/rai)	Return increased (baht/rai)	Fertilizer ** costs (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR ***
0	416	4,160				
10	631	6,310	2,150	800	1,350	2.7
15	709	7,090	2,930	1,200	1,730	2.5
20	767	7,670	3,510	1,600	1,910	2.2
25	805	8,050	3,890	2,000	1,890	1.9
30	824	8,240	4,080	2,400	1,680	1.7
31	825	8,250	4,090	2,480	1,610	1.6
32	825	8,250	4,090	2,560	1,530	1.6
33	825	8,250	4,090	2,640	1,450	1.5
35	822	8,220	4,060	2,800	1,260	1.5

* Corn price = 10.0 baht/kg, ** Fertilizer price = 80.0 baht/kg N, *** VCR = Return increased/Fertilizer cost.

Literature cited

BASF, 2004, Entec the New Ammonium Stabilizer DMPP, Slide presentation.

Grant, C., 2005, Policy Aspects Related to the Use of Enhanced-efficiency Fertilizers: Viewpoint of the Scientific Community, IFA International Workshop on Enhanced-efficiency Fertilizers. Frankfurt, Germany, June, 2005.

Lammel, J., 2005, Cost of the Different Options Available to the Farmers: Current Situation and Prospects, IFA International Workshop on Enhanced-efficiency Fertilizers. Frankfurt, Germany, June, 2005.

Trenkel, M.E., 1997, Controlled-release and Stabilized Fertilizers in Agriculture, Improving Fertilizer Use Efficienc, IFA Publications.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1960, Principles and Procedures of Statistics, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, USA.

ผลของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศออกซิเจนต่ำต่อคุณภาพของผลพุทรา

Effect of Low Oxygen Atmosphere Storage on the Quality of Jujube

พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2] และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1,2]

Boonyaritthongchai, P.[1,2] and Kanlayanarat, S.[1,2]

Abstract

Jujube fruits are non-climacteric with little changes in soluble solids content (SS) or titratable acidity (TA) after harvest. In order to prolong the storage life and maintain the fresh with high overall quality for consumers, the postharvest physiology and different storage conditions have been studied. Application of Jujube fruits were storage under low O2 (concentration 2 5 and 10%) atmosphere compared to the fruit in ambient condition (air) was investigated. Jujube fruits kept under low O2 delayed the respiration rate and ethylene production but their weight loss were higher than fruits kept in ambient condition. Whereas the fruits stored at 2% O_2 had lower respiration rate, color changed and acceptable score than the other treatments.

Keywords: low oxygen atmosphere, Jujube

บทคัดย่อ

พุทราจัดเป็นผลไม้ประเภทนอนไคลแมทเทอริค ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เล็กน้อยหลังการเก็บเกี่ยว ในการยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพโดยรวมของผลพุทราให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงได้มีการศึกษาการเก็บรักษาผลพุทราโดยเก็บรักษาในสภาวะต่างๆ ทั้งนี้จากการศึกษาการเก็บพุทราในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำ (ความเข้มข้นร้อยละ 2 5 และ 10) เปรียบเทียบกับพุทราที่เก็บรักษาในชุดควบคุม พบว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำสามารถชะลออัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนได้ แต่ทำให้พุทรามีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าพุทราที่เก็บรักษาในชุดควบคุม ในขณะที่การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลออัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าสภาพการเก็บรักษาอื่น

คำสำคัญ: สภาพออกซิเจนต่ำ พุทรา

คำนำ

ในปัจจุบันพุทรากำลังเป็นที่นิยมของท้องตลาด ตลอดจนส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะ จีน ไต้หวัน อินโดนีเซีย ฮ่องกง แคนาดาและยุโรป ทั้งนี้เนื่องจากพุทรามีผลขนาดใหญ่ สีเขียวสวยงาม มีทรงผลที่โดดเด่น รสชาติดีคล้ายแอปเปิล เกษตรกรไทยสามารถปลูกพุทราได้ผลดี เนื่องจากสภาพอากาศเหมาะสม นอกจากนี้พุทรายังมีศัตรูธรรมชาติน้อย ราคาดี ให้ผลผลิตทั้งปี สำหรับปัญหาที่พบในพุทราได้แก่ การเสื่อมสภาพไปอย่างรวดเร็ว (ประมาณ 2-5 วัน) เช่น การเหี่ยวนิ่ม สีผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเน่าจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ ผลพุทราเป็นผลไม้ที่เกิดการชอกช้ำและบาดแผลได้ง่าย เนื่องจากเปลือกค่อนข้างบาง และจากการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผลพุทรามีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการเก็บรักษาพุทรา จึงมีความสำคัญต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาซึ่งจะทำให้สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดที่อยู่ห่างไกล ตลาดต่างประเทศ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการขนส่งค่อนข้างนาน

วิธีการชะลอการสูญเสียและเสื่อมสภาพในผลไม้สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีระดับออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตผล (Devon และ Kader, 1988) โดยมีผลจะลดอัตราการหายใจและผลิตเอทิลีน ลดการเกิดสีน้ำตาล และสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นวิธีการดังกล่าวมีการศึกษามาแล้วในผลิตผลหลายชนิด จึงน่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาและยืดอายุของผลพุทราได้

---

[1]สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140.

[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

[2]Postharvest Technology Innovation Center, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140.

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกผลพุทราพันธุ์บอมแอปเปิล จากสวนของเกษตรกรจังหวัดสมุทรสาคร นำมาคัดเลือกผลที่ปราศจากตำหนิ และการเข้าทำลายของโรค และแมลงต่างๆ ขนาดใกล้เคียงกัน ทำการขนส่งโดยรถยนต์มายังห้องปฏิบัติการสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน นำพุทรามาบรรจุในกล่องพลาสติก Polyvinyl chloride (PVC) ซึ่งมีปริมาตร 30 × 21 × 11 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยด้านข้างกล่องมีช่องระบายอากาศเข้าและออกจำนวน 2 ช่อง ปล่อยอากาศเข้าและออกอย่างละช่อง หลังจากบรรจุพุทราแล้ว ปิดฝากล่องแล้วปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนเข้าภายในกล่อง ให้มีความเข้มข้นของออกซิเจนร้อยละ 2 5 10 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพของผลพุทราภายหลังการเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำเป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่าการเก็บรักษาในสภาพที่มีออกซิเจนความเข้มข้นต่ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การเก็บรักษาพุทราในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้น 10% มีแนวโน้มในการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ดีกว่าการเก็บรักษาด้วยวิธีการอื่น (Figure 1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำมีผลต่อการสะสมปริมาณน้ำตาลภายในผลพุทรา และน้ำตาลของพุทราที่เก็บรักษาในสภาพดังกล่าวถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจน้อยกว่าพุทราที่เก็บรักษาในชุดควบคุม ทำให้มีปริมาณน้ำตาลลดลง Kanellis และ Solomos (1985) กล่าวว่าการเก็บรักษากล้วยในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำมีผลต่อการสะสมปริมาณน้ำตาล โดยมีระดับการสะสมน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา นอกจากนั้นพบว่าการเก็บรักษาพุทราภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำช่วยชะลออัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และการเสื่อมสภาพของพุทราได้เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ โดยพบว่าสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจน 5% สามารถชะลออัตราการหายใจ และอัตราการผลิตเอทิลีนได้ดีที่สุด (Figure 2) เนื่องจากก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำอาจไปมีผลต่อกระบวนการหายใจในขั้นตอนสุดท้ายของขบวนการรับส่ง electron โดยเมื่อขาดออกซิเจนจะทำให้การถ่ายทอด electron จาก NADH ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ และไม่สามารถสร้าง ATP ได้ ทำให้กระบวนการหายใจเกิดช้าลง การเก็บรักษา “Clemenules Clementine” mandarins ในสภาพที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ สามารถลดอัตราการหายใจได้ (Luengwilai และคณะ, 2007) ในขณะเดียวกันก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำอาจจะมีผลต่อการสังเคราะห์เอทิลีน Yang (1985) รายงานว่าการลดปริมาณก๊าซออกซิเจนให้มีความเข้มข้นต่ำกว่าร้อยละ 8 ทำให้การเปลี่ยน 1-aminocyclopropene-1-carboxylic acid (ACC) ไปเป็นเอทิลีนถูกยับยั้ง

การสูญเสียน้ำหนักสดของพุทราที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำมีค่าสูงกว่าพุทราในชุดควบคุม (Figure 3) ซึ่งมีค่าการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด รองลงมาคือพุทราที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้น 10% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนลงไปในระบบการควบคุมสภาพบรรยากาศ (CA) เป็นการเพิ่มปริมาณความชื้นภายในระบบ ส่งผลให้ในบรรยากาศมีปริมาณความชื้นสูงกว่าปริมาณความชื้นหรือปริมาณน้ำภายในผลิตผล ทำให้ผลพุทราที่อยู่ในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำมีการถ่ายโอนความชื้นเพื่อปรับสมดุล จึงมีค่าการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าพุทราในชุดควบคุม ในขณะที่ Ahmad และคณะ (2001) กล่าวว่าการเก็บรักษากล้วยในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ เนื่องจากลดอัตราการหายใจ และลดกิจกรรมของเอนไซม์

การเก็บรักษาพุทราในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของพุทรา การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของพุทราเป็นปัจจัยหนึ่งที่บ่งบอกถึงการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคพุทราที่มีสีเขียวปนเหลืองมากกว่าพุทราที่มีสีเขียวเข้ม พุทราที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนเข้มข้น 2% มีแนวโน้มในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสี โดยมีค่า a* และ b* น้อย ซึ่งแสดงว่าพุทรายังคงมีสีเขียวกว่าพุทราในวิธีการทดลองอื่น (Figure 4) สอดคล้องกับรายงานของ Weichmann (1987) รายงานว่าการเก็บรักษาบร็อคโคลี่ในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซออกซิเจนเข้มข้น 2.5-4% สามารถรักษาสีเขียวของบร็อคโคลี่ โดยปริมาณก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำส่งผลให้ปริมาณการสูญเสียคลอโรฟิลล์ลดลง การเก็บรักษากล้วยภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจน 2.5% มีอัตราการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้ากว่าเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ (Kanellis และ Solomos, 1985) จากการทดลองพบว่าพุทราที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจน 2% มีคะแนนการยอมรับสี ความกรอบ การเกิดโรค และการยอมรับโดยรวมมากกว่าคะแนนการยอมรับของพุทราในวิธีการอื่น (Figure 5) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณก๊าซออกซิเจน 2% เป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาพุทรา ทำให้พุทรามีสีสวย มีความกรอบมากกว่าพุทราในวิธีการอื่น และมีการเข้าทำลายของโรคน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mir และ Beaudry (1999) กล่าวว่าปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศต่ำลง ทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดแอโรบิคที่เป็นสาเหตุให้เน่าเสีย

ได้ แต่อย่างไรก็ดีการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิด stress นำมาซึ่งกลิ่นผิดปกติ การเกิดสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อ การสะสม ethanol และ acetaldehyde (Ke และ Kader, 1992)

สรุปผล

พุทราที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลออัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน รวมทั้งชะลอการเปลี่ยนแปลงสี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คำขอบคุณ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ahmad, S., Thompson, A.K., Asi, A.A., Khan, M., Chatha, G.A. and Shahid, M.A., 2001, Effect of Reduced O_2 and Increased CO_2 (Controlled Atmosphere Storage) on the Ripening and Quality of Ripening and Quality of Ethylene Treated Banana Fruit, Journal Agricultural Biological, 3,4.

Beaudry, R.M., 1999, Effect of O_2 and CO_2 Partial Pressure on Selected Phenomena Affecting Fruit and Vegetable Quality, Postharvest Biology and Technology,15: 293–303.

Devon, Z. and Kader, A.A., 1988, Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce, Food Technology, 42: 70–77.

Ke, D. and Kader, A.A., 1992, External and Internal Factors Influence Fruit Tolerance to Low-oxygen Atmospheres, Journal of the American Society for Horticultural Science, 117: 913–918.

Kanellis, A. and Solomos, T., 1985, The Effect of Low Oxygen on the Activities of Pectin Methylesterase and Acid Phosphate during the Course of Ripening Bananas, Controlled atmospheres for Storage and Transport of Perishable Agricultural Commodities, 4th Natl.Controlled Atmosphere Res. Conf., July 20-26, 1985. North Carolina University, USA.

Luengwilai, K., Sukjamsai, K., and Kader, A.A., 2007, Responses of 'Clemenules Clementine' and 'W. Murcott' Mandarins to Low Oxygen Atmospheres, Postharvest Biology and Technology, 44: 48–54.

Yang, S.F., 1985, Biosynthesis and action of ethylene, Horticultural Science, 20: 41-45.

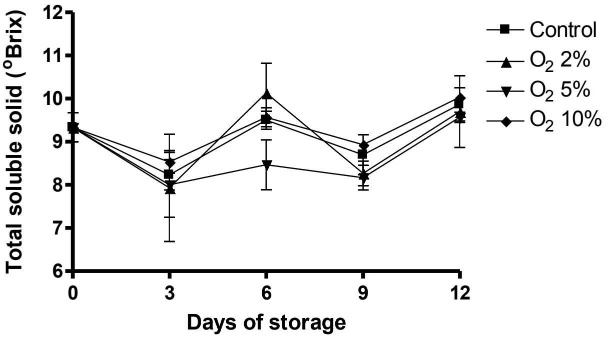


Figure 1 Total soluble solid of Jujube fruits kept in low oxygen condition at 10±1°C and humidity 92-98%.

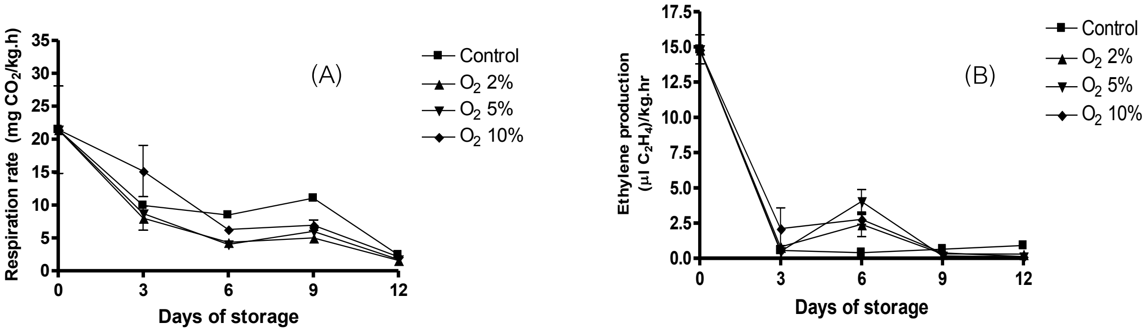


Figure 2 Respiration (A) and ethylene (B) production rate of Jujube fruits kept in low oxygen at 10±1°C and humidity 92-98%.

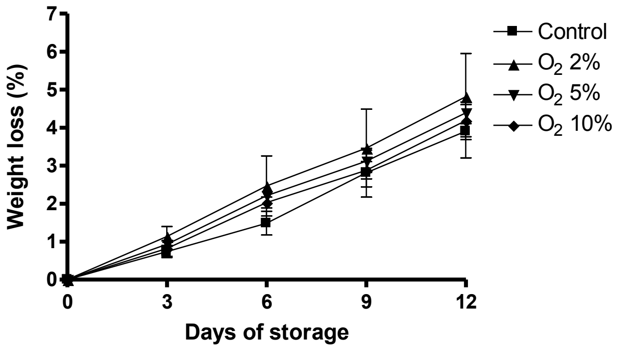


Figure 3 Percentage of loss weight of fresh Jujube fruits kept in low oxygen at $10\pm1^{o}C$ and humidity 92-98%.

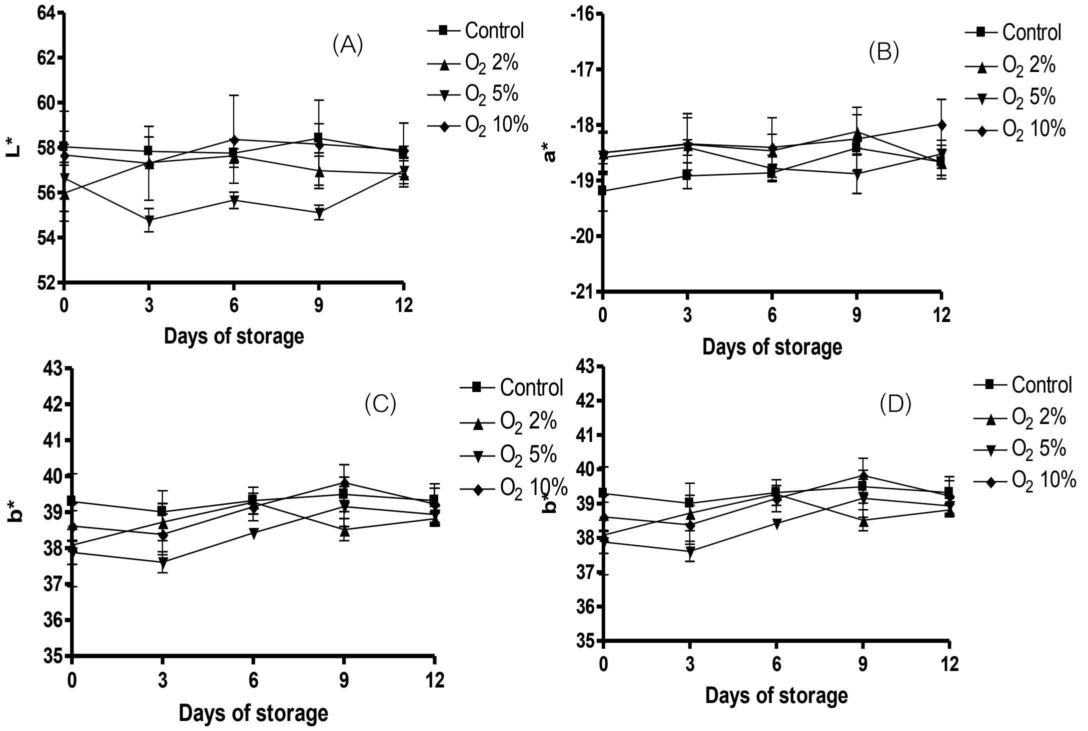


Figure 4 Changing of colour L* (A) a* (B) b* (C) and Hue angel (D) of Jujube fruits kept in low oxygen at $10\pm1^{o}C$ and humidity 92-98%.

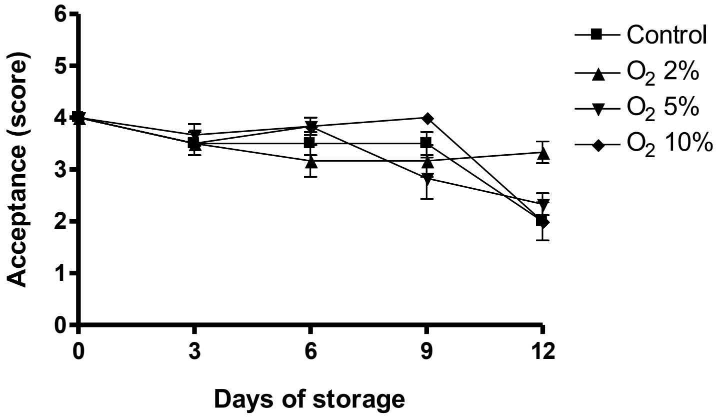


Figure 5 Score of Jujube fruits kept in low oxygen at $10\pm1^{o}C$ and humidity 92-98% that costumers can be accept.

ผลของการเสริมใบมะรุมต่อคุณภาพของขนมปัง

Effect of Moringa Leaves Fortification on Bread Quality

อรรถพร แสงฉาย[1] กัญศิญา กาวีระ[1] และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์[1]

Sangchay, A.[1], Kaveera, K.[1] and Limroongreungrat, K.[1]

Abstract

Moringa leave is a great sources of protein, fiber, vitamins and minerals, especially contains high calcium content. The objective of this research was to determine the optimum amount of Moringa leaves powder as a nutrient fortifier at the levels of 0, 2.5, 5.0 and 7.5% (flour basis) in bread. The chemical composition of Moringa leaves powder was analyzed. The results showed that protein, ash, crude fiber, fat, carbohydrate content of Moringa leaves powder were 30.06, 9.14, 15.49, 2.07 and 43.24% (dry weight basis), respectively, and the leaves powder also contained 1903.03 mg/100 g calcium and 15.06 mg/100 g vitamin C. Dough stickiness, specific volume, bread springiness and air cell of bread decreased as the fortification levels increased, while firmness increased. Sensory scoring test indicated that the flavor and texture scores of bread fortified with 2.5% and without Moringa leaves powder (control) were not significantly different ($p \geq 0.05$). Nutritional values of bread fortified with 2.5% Moringa leaves powder and the control sample were compared and the result indicated that ash, fiber, protein, fat, calcium and vitamin C of the fortified bread were higher than that of control.

Keywords: Moringa leaves, bread quality, calcium

บทคัดย่อ

ใบมะรุมเป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีน เส้นใย วิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีแคลเซียมสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณของใบมะรุมผงที่เหมาะสมที่เติมในผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยแปรปริมาณใบมะรุมผงร้อยละ 0 2.5 5.0 และ 7.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใบมะรุมผงพบว่าใบมะรุมผงมีปริมาณโปรตีน เถ้า เส้นใย ไขมัน คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 30.06 9.14 15.49 2.07 และ 43.24 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ และประกอบด้วยแคลเซียม 1903.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และวิตามินซี 15.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อเติมใบมะรุมผงลงในสูตรขนมปังในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ค่าความเหนียวของโด ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง ความยืดหยุ่นของขนมปัง และจำนวนเซลล์อากาศในเนื้อขนมปังลดลง แต่ความแน่นเนื้อของขนมปังเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนตามคุณลักษณะพบว่า ขนมปังที่เติมใบมะรุมผงร้อยละ 2.5 ได้คะแนนด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกับขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง ($p \geq 0.05$) และมีปริมาณเถ้า เส้นใย โปรตีน ไขมัน แคลเซียม และวิตามินซีสูงกว่าขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง

คำสำคัญ: ใบมะรุม คุณภาพขนมปัง แคลเซียม

คำนำ

มะรุมเป็นไม้ยืนต้นที่สามารถปลูกได้ง่ายและมีประโยชน์มาก โดยใบมะรุมนั้นได้รับความนิยมในการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านโภชนาการและการแพทย์มาก เนื่องจากใบมะรุมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งของแคลเซียม โพแทสเซียม โปรตีน และวิตามินเอ โดยใบมะรุมผง 100 กรัม มีแคลเซียมสูงถึง 2,003 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 1,324 มิลลิกรัม โปรตีน 27.1 กรัม และวิตามินเอ 18.9 มิลลิกรัม (Trees for life, 2005) นอกจากนี้ในใบมะรุมยังประกอบไปด้วยกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นและไม่จำเป็นต่อร่างกายรวม 18 ชนิด (Foidl และคณะ, 2001) รวมทั้งประกอบด้วยสารพฤกษเคมี (Phytochemical) เช่น กลูโคซิโนเลตส์ และ ไอโซไธโอไซยาเนตส์ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านมะเร็ง ลดความดันโลหิต และเป็นสารต้านแบคทีเรีย (Anwar และคณะ, 2007) ดังนั้นใบมะรุมผงจึงเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหาร ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่รับประทานเป็นอาหารหลักในหลายๆประเทศ และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายใน

---

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี 20131

[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Bangsean, Chonburi 20131, Thailand

ประเทศไทย อย่างไรก็ตามขนมปังที่จำหน่ายทั่วไปมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเฉพาะคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก และมีปริมาณแคลเซียมต่ำ ดังนั้นการเติมใบมะรุมผงในผลิตภัณฑ์ขนมปังจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณของใบมะรุมผงที่เหมาะสมที่ใช้เติมในผลิตภัณฑ์ขนมปัง และเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังที่เติมใบมะรุมผงในปริมาณที่เหมาะสมและขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมใบมะรุมผง

เตรียมใบมะรุมผงโดยนำใบมะรุมสด มาล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำจากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 6 ชั่วโมง บดใบมะรุมแห้งให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างแห้ง แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทและเก็บในภาชนะทึบแสง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นำใบมะรุมผงมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใบมะรุม ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า เส้นใย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามินซี และแคลเซียม ตามวิธี AOAC (1990)

ศึกษาปริมาณของใบมะรุมผงที่เหมาะสมที่ใช้เติมในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

นำใบมะรุมผงที่เตรียมได้มาเติมในขนมปัง โดยแปรปริมาณใบมะรุมผงเป็นร้อยละ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ทำขนมปังโดยใช้สูตรและวิธีทำของจิตธนา และอรอนงค์ (2546) วิเคราะห์คุณภาพของโดและขนมปังดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพของโดและขนมปัง

- ค่าความเหนียวของโด (Dough Stickiness) วัดความเหนียวของโดโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA-XT2, UK) โดยใช้อุปกรณ์สำหรับใส่ตัวอย่าง (Stable Micro System/Chen-Hoseney Dough Stickiness Cell) และใช้หัววัด Perspective cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร (P/20P) รายงานค่าความเหนียวของโดจากค่าสูงสุดที่อ่านได้ของกราฟ
- ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง (Specific volume of bread) โดยชั่งน้ำหนักขนมปัง และวัดปริมาตรของขนมปังโดยวิธีแทนที่เมล็ดงา รายงานค่าปริมาตรจำเพาะ เป็นปริมาตรของขนมปังต่อน้ำหนักขนมปัง
- ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง โดยวัดความแน่นเนื้อ (Firmness) และความยืดหยุ่น (Springiness) ของขนมปังด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, Stable Microsystem, UK)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- การกระจายตัวของเซลล์อากาศในเนื้อขนมปัง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่าย (Image Analysis) ด้วยโปรแกรม UTHSCSA Image Tool for Windows Version 3.0 (Free Program)

2. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง โดยวิธี Scoring test ประเมินผลในด้านสีเปลือก สีเนื้อ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พิจารณาเลือกปริมาณใบมะรุมผงที่เหมาะสมจากขนมปังที่ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมใบมะรุมผง) และพิจารณาสมบัติทางกายภาพของโดและขนมปังประกอบด้วย

3.วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของขนมปังที่เติมใบมะรุมผงในปริมาณที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย คาร์โบไฮเดรต วิตามินซี แคลเซียม ตามวิธีของ AOAC (1990) และคำนวณหาค่าพลังงาน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ใบมะรุมผงมีปริมาณโปรตีน เถ้า เส้นใย ไขมัน คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 30.06, 9.14, 15.49, 2.07, 43.24 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ และประกอบด้วยแคลเซียม 1,903.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และวิตามินซี 15.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อปริมาณใบมะรุมผงเพิ่มขึ้น ความเหนียวของโด ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง และความยืดหยุ่นของขนมปังมีค่าลดลง แต่มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ($p<0.05$, Table1) เซลล์อากาศของขนมปังมีขนาดเล็กลง ขนมปังมีเนื้อที่แน่นขึ้น และมีการกระจายตัวของเซลล์อากาศลดลง (Figure 1) การเติมใบมะรุมผงอาจทำให้การเกิดกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ให้โครงร่างขนมปังลดลง (Hui และคณะ, 2006) นอกจากนี้ ขนมปังที่ได้มีสีเขียวเข้มขึ้น (Figure 1) เนื่องจากใบมะรุมผงประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียว ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าขนมปังที่เติมใบมะรุมผงในปริมาณเพิ่มขึ้นมีคะแนนลดลง ($p<0.05$,Table 2) โดยขนมปังที่เติมใบมะรุมผงร้อยละ 2.5 ได้คะแนนด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกับขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง

(p≥0.05) และมีปริมาณเถ้า เส้นใย โปรตีน ไขมัน แคลเซียม และวิตามินซีสูงกว่าขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุม แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและพลังงานต่ำกว่า (Table 3) โดยขนมปังที่ได้มีปริมาณแคลเซียมสูงถึงร้อยละ 78.18 ของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน (800 มิลลิกรัม)

สรุปผล

ใบมะรุมผงเป็นแหล่งของโปรตีน เส้นใย วิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ โดยเฉพาะแคลเซียม ขนมปังที่เติมใบมะรุมผงร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักแป้ง มีค่าความแน่นเนื้อ ปริมาตรจำเพาะ และได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง (p≥0.05) และขนมปังที่ได้มีปริมาณแคลเซียมสูงถึงร้อยละ 78.18 ของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2546, เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น, (พิมพ์ครั้งที่ 7) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Anwar, F., Latif, S., Ashraf, N. and Gilani, N.H., 2007, *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses, Phytotherapy Research, 21: 17-25.

AOAC, 1990, Official Methods of Analysis, (15th ed), Virginia: Association of Official Analytical Chemists Inc.

Foidl, N., Makkar, H.P.S. and Becker, K., 2001, The Potential of Moringa Oleifera for Agricultural and Industrial Uses. Retrieved October 24, 2009, from www.ruralsementes.com.br

Hui, H.Y., Corke, H., Leyn, I.D., Nip, W. and Cross, N., 2006, Bakery Products Science and Technology (Eds), U.S.A. Blackwell Publishing Ltd.

Trees for life, 2005, Retrieved March 15, 2009, from http://www.treesforlife.org/

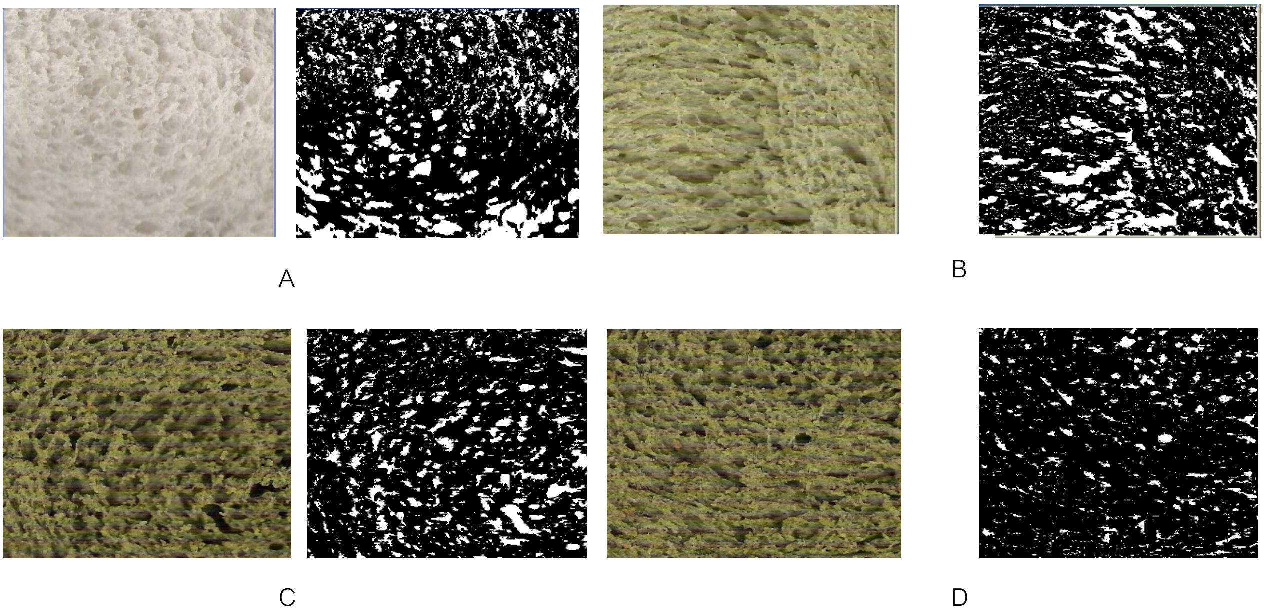


Figure 1 Bread crumb images as affected by different levels of Moringa leave powder: 0% (A),2.5% (B), 5.0% (C), and 7.5% (D).

Table 1 Dough stickiness, specific volume, firmness and springiness of bread as affected by different levels of Moringa leave powder

Moringa leave powder (%)	Dough stickiness (N)	Specific volume (cm^3/g)	Firmness (N)	Springiness (%)

0	0.26±0.02[a]	3.17± 0.18[a]	5.11± 0.97[b]	60.63±0.21[a]
2.5	0.24±0.01[ab]	2.91±0.10[ab]	5.15± 1.34[b]	55.93±0.24[b]
5.0	0.22±0.01[b]	2.91± 0.09[ab]	5.36± 0.06[b]	53.68±0.28[c]
7.5	0.11±0.05[c]	2.68± 0.08[b]	5.64± 0.06[a]	44.10±0.51[d]

[a,b,c] Means within a column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

352

Table 2 Sensory scores of bread as affected by different levels of Moringa leave powder

Moringa leave powder (%)	Crust color	Crumb color	Flavor	Texture
0	4.31±1.261[a]	4.62± 0.51[a]	4.23±1.48[a]	4.23± 0.73[a]
2.5	3.00± 0.65[b]	3.00±0.00[b]	3.46±0.52[ab]	3.69±0.48[a]
5.0	2.31± 0.99[c]	2.08±0.28[c]	2.69±1.11[b]	2.77±0.83[b]
7.5	1.00± 0.28[d]	1.00±0.00[d]	1.38±0.51[c]	2.54±1.05[b]

[a,b,c,...] Means within a column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

Crust color: 5=Golden brown, 1=Dark brown; Crumb color: 5=White, 1=Dark green; Flavor: 5= Normal, 1=Strong Moringa leave flavor; Texture: 5= Good chewiness, 1=Poor chewiness;

Table 3 Nutritional values of bread contained 2.5% Moringa leave powder and control bread (0% Moringa leave powder).

Nutritional values	Control bread	Bread contained 2.5% Moringa leave powder
Moisture (%)	6.59± 0.86	7.45± 0.53
Ash (% dry weight)	2.05± 0.06	2.32± 0.42
Fiber (% dry weight)	*	0.72±0.46
Protein (% dry weight)	12.65± 0.74	14.31± 0.26
Fat (%dry weight)	2.40± 0.78	3.54± 0.57
Carbohydrate (% dry weight)	82.91±0.90	79.24±0.45
Vitamin C (mg/100 g dry weight)	0.8±0.02	3.66±0.48
Calcium (mg/100 g dry weight)	211.71±2.11	625.41±2.67
Energy (calories)	379.87± 7.23	348.45±14.50

*Not found

ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่แปลงเกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ

A Study on Organic Short-Cucumber Production: Case Study at Farmer Orchards at Si Sa Ket Province

จิรภา ออสติน[1] เสาวนี เขตสกุล[1] สุดใจ ล้อเจริญ[1] และ สมพงษ์ สุขเขตต์[1]
Austin, J.[1], Ketsakul, S.[1], Locharoen, S.[1] and Sukkhet, S.[1]

Abstract

A study on organic short-cucumber production at farmer orchards at Si Sa Ket Province was investigated. The objective of this study was to find the appropriate cultural practices for the highest yield and the best quality of short-cucumber in organic production. The experiment was conducted from October 2007 to September 2009, 2 growing seasons per year, in a cool season and rainy season. The experimental design was randomized with complete block with 8 replications and 2 treatments. The first treatment was mulching with spacing of 0.30 x 0.80 m (distance of plants x rows) at 2 plants/hole and the second treatment as the control was mulching with spacing of 0.30 x 0.75 m at 3 plants/hole (control). Seeding was directly planted into the beds, 2 rows without staking. The result showed that in 2 rainy seasons, the organic short-cucumber plants spacing at 0.3 m and were planted in 2 plants/hole gave higher yield than the organic short-cucumber with spacing of 0.30 x 0.75 m and were planted in 3 plants/hole, and gave highest Benefit Cost Ratio (BCR). Soil analysis compared before and after planting was shown that organic production could increase soil fertility, by increasing organic matters and available nutrients of nitrogen, phosphorus and potassium.

Keywords: short-cucumber, cultural practices, organic short-cucumber production

บทคัดย่อ

ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ในไร่เกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะปลูก และการจัดการต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพในการผลิตแตงกวาอินทรีย์ เริ่มดำเนินการเดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2552 ทำการทดลอง 2 ฤดูกาล คือในฤดูหนาวและฤดูฝน วางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 ซ้ำ มี 2 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 คลุมแปลง ระยะปลูก 0.30 x 0.80 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) ปลูก 2 ต้นต่อหลุม และกรรมวิธีที่ 2 คลุมแปลง ระยะปลูก 0.50 x 0.75 เมตร ปลูก 3 ต้นต่อหลุม เป็นวิธีเปรียบเทียบ ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง และไม่ทำค้าง ผลการทดลองสรุปได้ว่า การปลูกในฤดูฝนทั้ง 2 ปี แตงกวาอินทรีย์ที่ปลูกระยะปลูก 0.30 x 0.80 เมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตสูงกว่าแตงกวาอินทรีย์ที่ปลูกระยะปลูก 0.30 x 0.75 เมตร จำนวน 3 ต้นต่อหลุม และให้รายได้และผลตอบแทนสูงที่สุด จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติของดินก่อนปลูกและหลังปลูก พบว่า การผลิตแตงกวาในระบบเกษตรอินทรีย์ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้น มีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: แตงกวา วิธีเขตกรรม การผลิตแตงกวาอินทรีย์

คำนำ

ความต้องการสินค้าเกษตรอินทรีย์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในและต่างประเทศ เป็นโอกาสดีต่อประเทศไทย เพราะว่ายังมีการใช้ปัจจัยการผลิต ทั้งปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ในอัตราต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ ทำให้มีศักยภาพในการผลิตพืชอินทรีย์ (สมคิด, 2548) แต่การขยายตัวของเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทยเป็นไปค่อนข้างช้ามาก ส่วนหนึ่งเกิดจากตัวเกษตรกรเองที่เคยชินกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร ด้วยเกรงว่าหากจะผลิตแล้วผลผลิตอาจจะลดลงส่งผลให้รายได้ลดลง เนื่องจากการปรับเปลี่ยนสู่ระบบอินทรีย์ในระยะแรก ผลผลิตของพืชจะลดลง (ชนวน,มมป.) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเขตกรรมที่เหมาะสมในแต่ละฤดูกาล โดยนำวิธีการปลูกแตงกวาที่ให้ผลผลิตสูงจากการทดลองที่

[1]ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน จ.ศรีสะเกษ
[1]Si Sa Ket Horticultural Research Centre, Si Sa Ket Province

ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ได้แก่ การคลุมแปลงปลูกด้วยฟางข้าว ใช้ระยะปลูก 0.30 x 0.80 เมตร และปลูกจำนวน 2 ต้นต่อหลุม ไปทดสอบในไร่เกษตรกรที่มีการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ โดยใช้วิธีการผลิตแตงกวาอินทรีย์ของเกษตรกรเป็นวิธีการเปรียบเทียบ เมื่อมีเทคโนโลยีการผลิตแตงกวาในระบบเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสมแล้วจะได้นำเทคโนโลยีที่ได้รับไปถ่ายทอดสู่เกษตรกร ซึ่งจะเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตได้เลือกปฏิบัติ เพื่อลดต้นทุนการผลิต และลดการใช้สารเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ในไร่เกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้เมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม ทำการทดลอง 2 ฤดูกาล คือ ในฤดูหนาวและฤดูฝน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2552 ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี วางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 ซ้ำ มี 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 คลุมแปลง ระยะปลูก 0.30 x 0.80 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) ปลูก 2 ต้นต่อหลุม เป็นวิธีแนะนำ และกรรมวิธีที่ 2 คลุมแปลง ระยะปลูก 0.50 x 0.75 เมตร ปลูก 3 ต้นต่อหลุม เป็นวิธีเกษตรกร ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง และไม่ทำค้าง ใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยมูลค้างคาว อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปูนโดโลไมท์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ หินภูเขาไฟ อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เชื้อไตรโคเดอร์มา อัตรา 50 กรัมต่อหลุม และหลังปลูก 1 เดือน ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 1 ตันต่อไร่ ปฏิบัติดูแลตามคำแนะนำการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2549) บันทึกข้อมูลผลผลิตและคุณภาพ ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด น้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐาน (ผลตรงและอายุได้มาตรฐานส่งตลาด) และน้ำหนักผลผลิตที่ตกเกรด (ผลคอด และอายุเกินมาตรฐานส่งตลาด) และวิเคราะห์ผลตอบแทนข้อมูลต้นทุนผันแปรการผลิตแต่ละฤดูกาล เปรียบเทียบวิธีแนะนำ และวิธีเกษตรกร สำหรับการวิเคราะห์ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จะวิเคราะห์หาอัตราส่านรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost ratio : BCR)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่า ขนาดผลและน้ำหนักต่อผลของแตงกวาไม่แตกต่างกัน ปีที่ 1 การปลูกทั้ง 2 ฤดูกาล วิธีแนะนำระยะปลูก 0.30 x 0.80 เมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตที่ได้มาตรฐานส่งตลาดสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกรซึ่งปลูกระยะปลูก 0.30 x 0.75 เมตร จำนวน 3 ต้นต่อหลุม แต่ในปีที่ 2 ผลผลิตทั้ง 2 ฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม วิธีแนะนำมีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีเกษตรกร (Table 1 และ Table 2) จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการ และฤดูกาล ทั้ง 2 ฤดูต่อการให้ผลผลิตของแตงกวา พบว่า การปลูกในปีที่ 1 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับวิธีการ คือในฤดูฝน วิธีแนะนำ จะให้น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด และน้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐานส่งตลาดสูงกว่าวิธีเกษตรกร ซึ่งตรงกันข้ามกับฤดูหนาวที่วิธีเกษตรกร จะให้น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด และน้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐานส่งตลาดสูงกว่าวิธีแนะนำ ส่วนในปีที่ 2 ไม่พบปฏิสัมพันธ์ดังกล่าว และการปลูกในฤดูฝน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกในฤดูหนาว (Table 3 and Table 4) ต้นทุนเฉลี่ยต่อฤดูกาล พบว่า วิธีแนะนำมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีเปรียบเทียบ เท่ากับ 11,683 บาทต่อไร่ และ 11,450 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เป็นค่าเตรียมพื้นที่ปลูก และค่าเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่มขึ้น รายได้และผลตอบแทนการลงทุน (BCR) ต่อปี พบว่า วิธีแนะนำมีรายได้และผลตอบแทนการลงทุนสูงกว่าวิธีเกษตรกร โดยมีรายได้และผลตอบแทนการลงทุน เท่ากับ 96,785 บาทต่อไร่ และ 4.14 และ 92,138 บาทต่อไร่ และ 4.02 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลตอบแทนการลงทุน และกำไรจากการผลิตแตงกวาอินทรีย์ต่อไร่สูง (Table 5) ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดิน ก่อนปลูกและหลังปลูก ทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่า ในปีที่ 2 ของการปลูกแตงกวาอินทรีย์ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ และเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น แต่แปลงเกษตรกรที่ปลูกในฤดูฝน เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงในปีที่ 2 (Table 6 และ Table 7)

สรุปผล

การผลิตแตงกวาอินทรีย์ในไร่เกษตรกร ในฤดูหนาว ถ้าเกษตรกรไม่สามารถดูแลรักษาแปลง โดยเฉพาะการให้น้ำเพื่อรักษาความชื้นในดินได้เพียงพอ การปลูกแตงกวาในระยะชิดอาจไม่เหมาะสม แต่การปลูกวิธีแนะนำ โดยใช้ระยะปลูก 0.30 x 0.80 เมตร และปลูก 2 ต้นต่อหลุม มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูง ให้รายได้และผลตอบแทนสูงที่สุด ในการผลิตแตงกวาอินทรีย์ ดินจะมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น มีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ และเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะทำงานศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ คุณอรชัน พันธ์วิไล และคุณหม่อน ใยคำ เกษตรกรเจ้าของแปลงทดลองที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานจนสามารถให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ คุณพุฒนา รุ่งระวี และทีมงานฝ่ายสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตรสำหรับการให้คำปรึกษา การวิเคราะห์ข้อมูล และอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2549, มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของไทย, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 30 หน้า.

ชนวน รัตนวราหะ, มมป, เกษตรอินทรีย์, กรุงเทพฯ, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ.

สมคิด ดิสถาพร, 2548, แนวทางการผลิตพืชอินทรีย์, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 160 หน้า.

Table 1 Organic short-cucumber yield in cool season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

Results in cool season	2008				2009			
	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)
Fruit width (cm)	3.40 a	3.39 a	ns	0.9	3.25 a	3.25 a	ns	3.1
Fruit length (cm)	10.92 a	11.09 a	ns	1.3	10.03 a	10.09 a	ns	2.1
Fruit weight (g)	91.89 a	91.52 a	ns	3.0	69.43 a	70.73 a	ns	5.2
Weight of total yield (ton/rai)	7.84 a	8.48 a	ns	8.4	6.59 a	6.42 a	ns	9.1
Weight of unmarketable (tons/rai)	2.49 a	2.13 a	ns	13.6	0.33 a	0.25 a	ns	25.6
Weight of marketable (tons/rai)	5.35 b	6.39 a	**	9.1	6.26 a	6.17 a	ns	9.1

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Mean values followed by the same letter in each row are not significantly different at the 5% level by LSD

Table 2 Organic short-cucumber yield in rainy season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

Results in rainy season	2008				2009			
	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)
Fruit width (cm)	3.29 a	3.26 a	ns	1.6	3.53 a	3.53 a	ns	1.2
Fruit length (cm)	9.91 a	9.48 b	*	3.7	9.77 a	9.81 a	ns	2.2
Fruit weight (g)	70.55 a	67.43 a	ns	4.6	75.74 a	72.10 b	*	3.2
Weight of total yield (ton/rai)	8.34 a	6.53 b	**	13.6	11.05 a	10.60 a	ns	11.1
Weight of unmarketable (tons/rai)	0.31 a	0.36 a	ns	40.9	0.92 a	0.97 a	ns	17.8
Weight of marketable (tons/rai)	8.03 a	6.16 b	**	13.3	10.14 a	9.62 a	ns	11.9

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Mean values followed by the same letter in each row are not significantly different at the 5% level by LSD

Table 3 Weight of total yield of organic short-cucumber yield at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008– 2009.

Treatment	2008				2009			
	Rainy season	Cool season	mean	difference	Rainy season	Cool season	mean	difference
Treatment1	8.34	7.84	8.09	1.50 ns	11.05	6.59	8.82	4.46 **
Treatment2	6.53	8.48	7.50	- 1.95 **	10.60	6.42	8.51	4.17 **
mean	7.43	8.16	7.80	-0.72	10.82	6.51	8.67	
difference	1.81	- 0.64 ns	0.59		0.45 ns	0.17 ns	0.31 ns	
CV(%)	11.1				10.9			
F-test	Treatment		3.71 ns	F-test	Treatment		< 1	
	Season		2.09 ns		Season		70.61 **	
	Treatment x Season		16.13 **		Treatment x Season		< 1	

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Note: Treatment 1 Mulching, spacing 0.30 x 0.80 m, 2 plants/hole Treatment 2 Mulching, spacing 0.50 x 0.75 m, 3 plants/hole

Table 4 Weight of marketable yield of organic short-cucumber yield at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

Treatment	2008				2009			
	Rainy season	Cool season	mean	difference	Rainy season	Cool season	mean	difference
Treatment1	8.03	5.35	6.69	2.68 **	10.14	6.26	8.20	-
Treatment2	6.16	6.39	6.27	- 0.23 ns	9.62	6.17	7.90	-
mean	7.09	5.87	6.48	1.22	9.88	6.215	8.05	-
difference	1.86	-1.04	0.42		-	-	-	
CV(%)		11.8				-		

F-test	Treatment	2.40 ns	Note: Combined analysis of variance cannot be
	Season	10.97 **	performed because errors are heterogeneous
	Treatment x Season	28.97 **	

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Table 5 Profit of different treatments from 2 years (baht/rai) on organic short-cucumber production at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

Category	Treatment 1			Treatment 2		
	Cool season	Rainy season	Total	Cool season	Rainy season	Total
1. Average yield (kg./rai))	5,805	9,085	14,890	6,285	7,890	14,175
2. Total cost (baht/rai)	11,683	11,683	23,366	11,450	11,450	22,900
3. Yield x Price (6.5 baht/kg.)	37,733	59,053	96,785	40,853	51,285	92,138
4. Profit (baht/rai)	26,050	47,370	73,419	29,403	39,835	69,238
5. Benefit Cost Ratio (BCR)	3.23	5.05	4.14	3.57	4.48	4.02

Note: Treatment 1 Mulching, spacing 0.30 x 0.80 m, 2 plants/hole Treatment 2 Mulching, spacing 0.50 x 0.75 m, 3 plants/hole

Table 6 Soil analysis compared before and after planting organic short-cucumber in cool season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

In cool season	Soil depth levels (cm)	pH[1/]		Organic matter[2/] (%)		Avail. P[3/] (ppm)		Exch. K[4/] (ppm)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Before planting	0 - 15	6.33	5.12	0.384	0.641	7	1.85	25	50
	15 - 30	6.68	5.62	0.30	0.214	2	0.97	20	30
	30 - 50	6.70	5.56	0.30	0.160	2	0.80	30	30
After planting	0 - 15	6.00	6.83	0.359	0.789	30	41.00	50	120
	15 - 30	5.86	5.48	0.056	0.657	15	36.00	40	85
	30 - 50	5.69	5.19	0.045	0.456	7	19.00	40	85

Analyzed by Analysis Services Section, Si Sa Ket Horticultural Research Centre

Table 7 Soil analysis compared before and after planting organic short-cucumber in rainy season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

In rainy season	Soil depth levels (cm)	pH[1/]		Organic matter[2/] (%)		Avail. P[3/] (ppm)		Exch. K[4/] (ppm)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Before planting	0 - 15	6.55	7.44	0.201	1.071	88.00	39.33	55	90
	15 - 30	6.75	7.66	0.140	0.808	67.00	25.56	50	60
	30 - 50	6.65	7.89	0.052	0.989	59.00	22.18	40	40
After planting	0 - 15	5.54	7.5	0.670	0.684	597.30	28.58	240	165
	15 - 30	5.99	7.51	0.310	0.467	270.97	23.70	130	100
	30 - 50	6.18	7.67	0.260	0.422	91.68	26.60	145	75

Analyzed by Analysis Services Section, Si Sa Ket Horticultural Research Centre

Note : [1/] = soil : water (1:1) [3/] = Bray II
[2/] = Walkley-Black method [4/] = 1N Am.Acetate pH 7 extraction

ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

A Study on Organic Short-Cucumber Production : Case Study at Si Sa Ket Horticultural Research Centre

จิรภา ออสติน[1] เสาวนี เขตสกุล[1] สุดใจ ล้อเจริญ[1] และ สมพงษ์ สุขเขตต์[1]
Austin, J.[1], Ketsakul, S.[1], Locharoen, S.[1] and Sukkhet, S.[1]

Abstract

A study on organic short-cucumber production at Si Sa Ket Horticultural Research Centre was investigated. The objective of this study was to find the appropriate cultural practices for the highest yield and the best quality of short-cucumber in organic production. The experiment was conducted in 2 growing seasons per year; in a cool season and rainy season, from October 2005 to September 2007. The experiment was set as 2x2x2 Factorial in randomized complete block design (RCBD) with 4 replications. The three factors were: 1) two mulching stages (mulching and non-mulching; 2) two spacing (0.3 x 0.8 m (distance of plants x rows) and spacing 0.5 x 0.8 m) and 3) two numbers of plant/hole (1 and 2 plants/hole). Seeding was directly planted into the beds, 2 rows and non-staking. The results showed that yield of organic short-cucumber with straw mulching in cool season produced higher yield than without mulching and there was no significant difference in rainy season, but mulched short-cucumber tended to increase average yield. The same spacing, organic short-cucumbers were planted in 2 plants/hole gave higher yield of organic short-cucumber than planted in 1 plant/hole in both seasons with and without mulching. The organic short-cucumber plants spacing at 0.3 m in all treatments gave higher yield than that at 0.5 m.

Keywords: short-cucumber, cultural practices, organic short-cucumber production

บทคัดย่อ

ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะปลูกและการจัดการต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพในการผลิตแตงกวาอินทรีย์ เริ่มดำเนินการเดือนตุลาคม 2548 - กันยายน 2550 ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี ทดลองปลูก 2 ฤดูกาล คือ ในฤดูหนาวและฤดูฝน วางแผนการทดลองแบบ 2x2x2 Factorial in randomized complete block design (RCBD) 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ การคลุมแปลงด้วยฟางข้าว 2 ระดับ ได้แก่ การคลุมแปลงและไม่คลุมแปลง ระยะปลูก 2 ระดับ ได้แก่ ระยะปลูก 0.3 x 0.8 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) และ 0.5 x 0.8 เมตร และจำนวนต้นต่อหลุม 2 ระดับ ได้แก่ 1 และ 2 ต้นต่อหลุม ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง และไม่ทำค้าง ผลการทดลองสรุปได้ว่า การคลุมแปลงด้วยฟางข้าวในช่วงฤดูหนาวให้ผลผลิตแตงกวาสูงกว่าการไม่คลุมแปลง ในฤดูฝนการคลุมแปลงและไม่คลุมแปลงให้ผลผลิตแตงกวาไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่การคลุมแปลงมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าไม่คลุมแปลงตามค่าเฉลี่ย ในระยะปลูกที่เท่ากัน การปลูก 2 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูก 1 ต้นต่อหลุมในทุกฤดูกาลทั้งแบบคลุมแปลงและไม่คลุมแปลง การปลูกระยะต้น 0.3 เมตร ในทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตสูงกว่าระยะต้น 0.5 เมตร

คำสำคัญ: แตงกวา วิธีเขตกรรม การผลิตแตงกวาอินทรีย์

คำนำ

การผลิตพืชอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตพืชที่ในพื้นที่การผลิตนั้นไม่มีสารพิษตกค้าง ไม่มีการใช้ปัจจัยการผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์ พันธุ์พืชตัดแต่งพันธุกรรม เน้นการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีการใช้วัสดุที่ได้จากธรรมชาติหมุนเวียนในไร่นา รวมถึงการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ความต้องการสินค้าเกษตรอินทรีย์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งเป็นโอกาสดีต่อประเทศไทย เพราะว่ายังมีการใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นสารเคมี ทั้งปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ในอัตราต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ ทำให้มีศักยภาพในการผลิตพืชอินทรีย์ (สมคิด, 2548) จึงได้

[1]**ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน จ.ศรีสะเกษ**
[1]Si Sa Ket Horticultural Research Centre, Si Sa Ket Province

ทำการศึกษาการผลิตแตงกวาในระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อลดการใช้สารเคมีในการผลิตแตงกวา เนื่องจากแตงกวาหรือแตงผลสั้น (short cucumber) เป็นพืชที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ อายุตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวสั้น ใช้เวลาเพียง 30-45 วัน นิยมบริโภคเป็นผักสดแต่เป็นพืชผักที่มีโรคและแมลงศัตรูเข้าทำลายมาก แมลงที่พบบ่อยและทำความเสียหายกับแตงกวามาก ได้แก่ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน ไรแดง เต่าแตงแดงและเต่าแตง โรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคราน้ำค้าง โรคใบด่างและโรคราแป้ง (เฉลิมเกียรติ, 2547) เกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีในปริมาณสูงและการปรับเปลี่ยนสู่ระบบอินทรีย์ในระยะแรกผลผลิตของพืชจะลดลง(ชนวน, มมป.) ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเขตกรรมแตงกวาในระบบเกษตรอินทรีย์ในแต่ละฤดูกาล ได้แก่ ระยะปลูก และจำนวนต้นต่อหลุม โดยการเพิ่มความหนาแน่นของต้นต่อพื้นที่อย่างเหมาะสมและการคลุมแปลง อันเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของพืชที่ทดลองปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์ได้ และจะนำผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดไปทดสอบในไร่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการผลิตแตงกวาอินทรีย์ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ โดยใช้เมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม ทดลองปลูก 2 ฤดูกาล คือ ในฤดูหนาวและฤดูฝน วางแผนการทดลองแบบ 2x2x2 Factorial in randomized complete block design (RCBD) 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ การคลุมแปลง 2 ระดับ ได้แก่ การคลุมแปลงและไม่คลุมแปลง ระยะปลูก 2 ระยะ ได้แก่ ระยะปลูก 0.3 x 0.8 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) และ 0.5 x 0.8 เมตร และจำนวนต้นต่อหลุม 2 ระดับ ได้แก่ 1 และ 2 ต้นต่อหลุม ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง และไม่ทำค้าง ใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยมูลค้างคาว อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปูนโดโลไมท์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ หินภูเขาไฟ อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เชื้อไตรโคเดอร์มา อัตรา 50 กรัมต่อหลุม และหลังปลูก 1 เดือน ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 1 ตันต่อไร่ ปฏิบัติดูแลตามคำแนะนำการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2549) บันทึกข้อมูลผลผลิตและคุณภาพ ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด น้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐาน (ผลตรง และอายุได้มาตรฐานส่งตลาด) และน้ำหนักผลผลิตที่ตกเกรด (ผลคอด และอายุเกินมาตรฐานส่งตลาด)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง พบว่า การปลูกแตงกวาอินทรีย์ในระยะปลูกและจำนวนต้นที่เท่ากัน การคลุมแปลงปลูกด้วยฟางข้าวในฤดูหนาว จะให้ผลผลิตรวม และผลผลิตที่ได้มาตรฐานสูงกว่าการไม่คลุมแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการคลุมแปลงด้วยฟางข้าวในช่วงฤดูหนาว จะช่วยรักษาความชื้นในดินได้เป็นอย่างดี ส่วนในฤดูฝนการคลุมแปลงและไม่คลุมแปลงให้ผลผลิตแตงกวาไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การคลุมแปลงให้ผลผลิตสูงกว่าไม่คลุมแปลงตามค่าเฉลี่ย ดังนั้นการปลูกแตงกวาอินทรีย์ในช่วงฤดูฝน ไม่มีความจำเป็นต้องคลุมแปลงปลูก เพื่อลดต้นทุนการผลิต ทั้งค่าฟางข้าวและแรงงาน การศึกษาจำนวนต้นต่อหลุม พบว่า การปลูกแตงกวาอินทรีย์ในฤดูหนาว จำนวน 2 ต้นต่อหลุม และในระยะปลูกที่เท่ากัน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูก 1 ต้นต่อหลุม สำหรับในช่วงฤดูฝน การปลูกแตงกวาอินทรีย์ จำนวน 1 – 2 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิตของแตงกวาไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การปลูกแตงกวาอินทรีย์ในช่วงฤดูฝน สามารถลดจำนวนต้นต่อหลุม เพื่อลดต้นทุนการผลิตของค่าเมล็ดพันธุ์ การศึกษาระยะปลูก พบว่า การปลูกแตงกวาอินทรีย์ในจำนวนต้นต่อหลุมที่เท่ากัน ทั้งคลุมแปลง และไม่คลุมแปลง และในทุกช่วงฤดูกาลผลิต การปลูกระยะระหว่างต้น 0.3 เมตร ให้ผลผลิตสูงกว่า ระยะระหว่างต้น 0.5 เมตร จากการทดลอง ยังพบว่าในทุกฤดูกาลของการทดลองในปีที่ 2 ผลผลิตรวมทั้งหมดของแตงกวา ผลผลิตแตงกวาที่ได้มาตรฐานเพิ่มขึ้น ผลผลิตแตงกวาที่ตกเกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น (Table1 และ Table 2)

สรุปผล

การผลิตแตงกวาอินทรีย์ ในช่วงแรกของการผลิต ต้องมีการเพิ่มจำนวนต้นเป็น 2 ต้นต่อหลุม และปลูกระยะชิดขึ้น โดยใช้ระยะระหว่างต้น 0.3 เมตร ระหว่างแถว 0.8 เมตร เพื่อเพิ่มผลผลิต ในช่วงฤดูฝน สามารถใช้ระยะระหว่างต้น 0.5 เมตร ระหว่างแถว 0.8 เมตร และลดจำนวนต้นลง ในช่วงฤดูหนาวควรมีการคลุมแปลง เพื่อรักษาความชื้นในดิน เกษตรกรสามารถเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในแต่ละช่วงฤดูกาลปลูก ที่หาง่าย และราคาถูกมาใช้ให้เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนในการผลิตแตงกวาอินทรีย์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะทำงานศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานจนสามารถให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ คุณพุฒนา รุ่งระวี ฝ่ายสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลและอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2549, มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของไทย, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 30 หน้า.

เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา และภัสรา ชวประดิษฐ์, 2547, การปลูกแตงกวา [สืบค้น], http://www.doae.go.th/library/html/detail/cucumber [15/December/04]

ชนวน รัตนวราหะ, มมป, เกษตรอินทรีย์, กรุงเทพฯ, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ.

สมคิด ดิสถาพร, 2548, แนวทางการผลิตพืชอินทรีย์, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 160 หน้า.

Table 1 Weight of total yield, weight of marketable yield, weight of unmarketable yield and 2 year average yield of organic short-cucumber in cool season at Si Sa Ket Horticultural Research Centre in 2006–2007.

Treatment	2006			2007			2 year average		
Plant spacing	0.30 m	0.50 m	mean	0.30 m	0.50 m	mean	0.30 m	0.50 m	mean
Weight of total yield (ton/rai)									
Mulching+1 plant/hole	7.37 a	5.03 b	6.20	12.10	9.54	10.82	9.73 a	7.29 b	8.51
Mulching+2 plants/hole	7.91 a	6.85 a	7.38	15.73	14.77	15.25	11.82 a	10.81 a	11.32
Non-mulching+1 plant/hole	3.48 a	5.14 a	4.31	8.66	9.68	9.17	6.07 a	7.41 a	6.74
Non-mulching+2 plants/hole	6.21 a	4.65 a	5.43	8.31	6.42	7.37	7.26 a	5.53 a	6.40
mean	6.24	5.42	5.83	11.2	10.1	10.65	8.72	7.76	8.24
CV(%)	21.0			22.6			16.6		
Weight of marketable yield (ton/rai)									
Mulching+1 plant/hole	5.38 a	3.30 b	4.34	8.50	6.33	7.42	6.94 a	4.81 b	5.87
Mulching+2 plants/hole	5.03 a	4.30 a	4.67	10.09	9.55	9.82	7.56 a	6.93 a	7.24
Non-mulching+1 plant/hole	1.44 a	2.94 a	2.19	5.45	6.87	6.16	3.44 a	4.91 a	4.18
Non-mulching+2 plants/hole	4.03 a	2.80 a	3.42	5.35	4.42	4.89	4.68 a	3.61 a	4.15
mean	3.97	3.34	3.65	7.35	6.79	7.07	5.66	5.06	5.36
CV(%)	30.6			22.6			19.0		
Weight of unmarketable yield (ton/rai)									
Mulching+1 plant/hole	1.99	1.74	1.86	3.60	3.21	3.41	2.80	2.47	2.64
Mulching+2 plants/hole	2.88	2.54	2.71	5.63	5.22	5.43	4.26	3.88	4.07
Non-mulching+1 plant/hole	2.04	2.20	2.12	3.22	2.80	3.01	2.63	2.50	2.57
Non-mulching+2 plants/hole	2.18	1.85	2.02	2.96	2.01	2.48	2.50	1.92	2.25
mean	2.27	2.08	2.18	3.85	3.31	3.58	3.06	2.69	2.88
CV(%)	30.1			24.9			17.4		

Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different at the 5% level by LSD

Table 2 Weight of total yield, weight of marketable yield, weight of unmarketable yield and 2 year average yield of organic short-cucumber in rainy season at Si Sa Ket Horticultural Research Centre in 2006–2007.

Treatment	2006			2007			2 year average		
Plant spacing	0.30 m	0.50 m	mean	0.30 m	0.50 m	mean	0.30 m	0.50 m	mean
Weight of total yield (ton/rai)									
Mulching+1 plant/hole	8.02	8.46	8.24	12.03	12.20	12.11	10.03	10.33	10.18
Mulching+2 plants/hole	9.17	7.04	8.11	12.67	11.34	11.95	10.92	9.14	10.03
Non-mulching+1 plant/hole	7.16	7.28	7.22	9.60	10.41	10.00	8.38	8.84	8.61
Non-mulching+2 plants/hole	7.21	7.06	7.14	10.63	11.05	10.84	8.92	9.06	8.99
mean	7.89	7.46	7.68	11.23	11.22	11.22	9.56	9.34	9.45
CV(%)	14.9			8.1			8.4		
Weight of marketable yield (ton/rai)									
Mulching+1 plant/hole	5.81	6.90	5.91	9.54	9.94	9.74	7.67	7.98	7.83
Mulching+2 plants/hole	4.95	5.33	6.17	10.2	8.89	9.55	8.55	7.17	7.86
Non-mulching+1 plant/hole	6.02	5.44	5.27	7.63	7.24	7.43	6.29	6.42	6.35
Non-mulching+2 plants/hole	5.60	5.16	5.25	8.12	8.72	8.42	6.72	6.94	6.83
mean	5.75	5.56	5.65	8.87	8.7	8.78	7.31	7.13	7.22
CV(%)	16.9			11.9			9.1		
Weight of unmarketable yield (ton/rai)									
Mulching+1 plant/hole	2.22	2.44	2.33	2.49	2.27	2.38	2.35	2.36	2.36
Mulching+2 plants/hole	2.28	1.60	1.94	2.47	2.34	2.41	2.38	1.97	2.17
Non-mulching+1 plant/hole	2.21	1.68	1.94	1.97	3.16	2.57	2.09	2.42	2.26
Non-mulching+2 plants/hole	1.87	1.90	1.88	2.52	2.33	2.43	2.20	2.11	2.15
mean	2.14	1.91	2.02	2.36	2.52	2.45	2.25	2.21	2.23
CV(%)	19.7			21.9			16.0		

Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different at the 5% level by LSD

ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่แปลงเกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ
A Study on Organic Long-Cucumber Production: Case Study at Farmer Orchards at Si Sa Ket Province

จิรภา ออสติน[1] เสาวนี เขตสกุล[1] สุดใจ ล้อเจริญ[1] และ สมพงษ์ สุขเขตต์[1]
Austin, J.[1], Ketsakul, S.[1], Locharoen, S.[1] and Sukkhet, S.[1]

Abstract

A study on organic long-cucumber production at farmer orchards at Si Sa Ket Province was investigated. The experiment was conducted in 2 growing seasons per year, in a cool season and rainy season, from October 2007 to September 2009. The objective of this study was to find the appropriate cultural practices for the highest yield and the best quality on organic long-cucumber production. The experimental design was randomized among a complete block with 8 replications and 2 treatments. The first treatment was straw mulching with spacing of 0.50 x 0.8 m (distance of plants x rows) at 3 plants/hole and the second treatment as the control was straw mulching with spacing of 0.50 x 0.75 m at 2 plants/hole. Seeding was directly planted into the beds, 2 rows and staked in both treatments. The result showed that organic short-cucumber plants spacing at 0.50 x 0.80 m and were planted in 3 plants/hole tended to gave higher yield than the organic short-cucumber with spacing of 0.50 x 0.75 m and were planted in 2 plants/hole, and gave highest Benefit Cost Ratio (BCR). A comparison of available nutrients in soil was tested before and after planting showed that organic long-cucumber production increased soil fertility, organic matters, the percentage of nitrogen, phosphorus and potassium.

Keywords: long-cucumber, cultural practices, organic long-cucumber production

บทคัดย่อ

ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ในไร่เกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนต้นและการจัดการต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพการผลิตแตงร้านอินทรีย์ เริ่มดำเนินการเดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2552 ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี ทำการทดลอง 2 ฤดูกาล คือในฤดูหนาวและฤดูฝน วางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 คลุมแปลงด้วยฟางข้าว ระยะปลูก 0.50 x 0.80 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) ปลูก 3 ต้นต่อหลุม กรรมวิธีที่ 2 คลุมแปลงด้วยฟางข้าว ระยะปลูก 0.50 x 0.75 เมตร ปลูก 2 ต้นต่อหลุม เป็นวิธีเกษตรกร ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง ทำค้างทั้ง 2 กรรมวิธี ผลการทดลองสรุปได้ว่าการผลิตแตงร้านอินทรีย์ โดยใช้ระยะปลูก 0.50 x 0.80 เมตร และปลูก 3 ต้นต่อหลุม มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ระยะปลูก 0.50 x 0.75 เมตรและปลูก 2 ต้นต่อหลุม และให้รายได้และผลตอบแทนสูงที่สุด จากการวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบคุณสมบัติก่อนปลูกและหลังปลูก พบว่าการผลิตแตงร้านในระบบอินทรีย์ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้น มีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน โพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: แตงร้าน วิธีเขตกรรม การผลิตแตงร้านอินทรีย์

คำนำ

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตพืชอินทรีย์ เนื่องจากยังมีการใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นสารเคมี ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ในอัตราที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น (สมคิด, 2548) แต่การขยายตัวของเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทยเป็นไปค่อนข้างช้ามาก ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากความไม่แน่ใจของเกษตรกรที่เคยชินอยู่กับการเกษตรแบบใช้สารเคมีต่อเนื่องมานาน และการที่จะปรับเปลี่ยนมาเป็นเกษตรอินทรีย์ยังทำให้ปริมาณการผลิตของเกษตรอินทรีย์ไม่สามารถจะเพิ่มขึ้นตามความต้องการของตลาดได้ (ชนวน, มมป.) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเขตกรรมที่เหมาะสมในแต่ละฤดูกาล โดยนำวิธีการปลูกแตงร้านที่ให้ผลผลิตสูงจากการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ได้แก่ การ

[1]ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน จ.ศรีสะเกษ
[1]Si Sa Ket Horticultural Research Centre, Si Sa Ket Province

คลุมแปลงปลูกด้วยฟางข้าว ใช้ระยะปลูก 0.50 x 0.80 เมตร และปลูกจำนวน 3 ต้นต่อหลุม ไปทดสอบในไร่เกษตรกรที่มีการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ โดยใช้วิธีการผลิตแตงร้านอินทรีย์ของเกษตรกรเป็นวิธีการเปรียบเทียบ และจะได้นำเทคโนโลยีที่ได้รับไปถ่ายทอดสู่เกษตรกรผู้สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ในไร่เกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้เมล็ดพันธุ์แตงร้านลูกผสม ทำการทดลอง 2 ฤดูกาล คือในฤดูหนาวและฤดูฝน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2552 ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี วางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 คลุมแปลงด้วยฟางข้าว ระยะปลูก 0.50 x 0.80 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) ปลูก 3 ต้นต่อหลุม เป็นวิธีแนะนำ กรรมวิธีที่ 2 คลุมแปลงด้วยฟางข้าว ระยะปลูก 0.50 x 0.75 เมตร ปลูก 2 ต้นต่อหลุม เป็นวิธีเกษตรกร ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง ทำค้างทั้ง 2 กรรมวิธี ใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยมูลค้างคาว อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปูนโดโลไมท์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ หินภูเขาไฟ อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เชื้อไตรโคเดอร์มา อัตรา 50 กรัมต่อหลุม และหลังปลูก 1 เดือน ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 1 ตันต่อไร่ ปฏิบัติดูแลตามคำแนะนำการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร บันทึกข้อมูลผลผลิตและคุณภาพ ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด น้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐาน (ผลตรงและอายุได้มาตรฐานส่งตลาด) และน้ำหนักผลผลิตที่ตกเกรด (ผลคอด และอายุเกินมาตรฐานส่งตลาด) และวิเคราะห์ผลตอบแทนข้อมูลต้นทุนผันแปรการผลิตแต่ละฤดูกาล เปรียบเทียบวิธีแนะนำ และวิธีเกษตรกร สำหรับการวิเคราะห์ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จะวิเคราะห์หาอัตราส่านรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost ratio : BCR)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่า ขนาดผล และน้ำหนักต่อผลของแตงร้าน ทั้ง 2 ปี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในปีที่ 1 ที่วิธีแนะนำที่คลุมแปลงด้วยฟางข้าว ระยะปลูก 0.50 x 0.80 เมตร และปลูก 3 ต้นต่อหลุม แตงร้านมีความยาวผลมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร ซึ่งคลุมแปลงด้วยฟางข้าว ระยะปลูก 0.50 x 0.75 เมตร และปลูก 2 ต้นต่อหลุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าในปีที่ 1 การปลูกในฤดูฝนวิธีแนะนำให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการปลูกในปีที่ 2 การปลูกทั้ง 2 ฤดูกาล ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่วิธีแนะนำมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกร (Table 1 และ Table 2) จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการ และฤดูกาล ทั้ง 2 ฤดูต่อการให้ผลผลิตของแตงร้านพบว่า การปลูกแตงร้านไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับวิธีการ แต่การปลูกในฤดูฝน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกในฤดูหนาว (Table 3 และ Table 4) ต้นทุนเฉลี่ยต่อฤดูกาล พบว่า วิธีแนะนำ มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีเกษตรกร เท่ากับ 11,250 บาทต่อไร่ และ 10,383 บาทต่อไร่ ตามลำดับ โดยเป็นค่าเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่มขึ้น รายได้และผลตอบแทนการลงทุน (BCR) ต่อปี พบว่า วิธีแนะนำมีรายได้และผลตอบแทนการลงทุนสูงกว่าวิธีเกษตรกร โดยมีรายได้และผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ 107,185 บาทต่อไร่ และ 4.76 และ 96,493 บาทต่อไร่ และ 4.41 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น และการผลิตแตงร้านอินทรีย์ ให้ผลตอบแทนการลงทุนและกำไรต่อไร่สูง (Table 5) ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดิน ก่อนปลูกและหลังปลูก ทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่า ในปีที่ 2 ของการปลูกแตงร้านอินทรีย์ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ และเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น แต่แปลงเกษตรกรที่ปลูกในฤดูฝน ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงในปีที่ 2 (Table 6 และ Table 7)

สรุปผล

การผลิตแตงร้านอินทรีย์ในไร่เกษตรกร โดยใช้ระยะปลูก 0.50 x 0.80 เมตร และปลูก 3 ต้นต่อหลุม มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูก 2 ต้นต่อหลุม ให้รายได้และผลตอบแทนสูงที่สุด การผลิตแตงร้านอินทรีย์ ดินจะมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น มีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ และเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะทำงานศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ คุณอรชัน พันธ์วิไล และคุณหม่อน ใยคำ เกษตรกรเจ้าของแปลงทดลองที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานจนสามารถให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ คุณพุฒนา รุ่งระวี และทีมงานฝ่ายสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตรสำหรับการให้คำปรึกษา การวิเคราะห์ข้อมูล และอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2549, มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของไทย, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 30 หน้า.

ชนวน รัตนวราหะ, มมป, เกษตรอินทรีย์, กรุงเทพฯ, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ.

สมคิด ดิสถาพร, 2548, แนวทางการผลิตพืชอินทรีย์, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 160 หน้า.

Table 1 Organic long-cucumber yield in cool season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

Results in cool season	2008				2009			
	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)
Fruit width (cm)	3.98 a	3.83 a	ns	5.8	4.06 a	4.05 a	ns	1.6
Fruit length (cm)	17.87 a	17.49 b	*	1.7	15.83 a	15.63 a	ns	3.1
Fruit weight (g)	193.72 a	188.21 a	ns	5.9	169.52 a	160.86 a	ns	9.5
Weight of total yield (ton/rai)	8.86 a	7.91 a	ns	16.7	7.97 a	7.91 a	ns	11.9
Weight of unmarketable (tons/rai)	3.14 a	2.69 a	ns	24.8	0.78 a	0.87 a	ns	19.3
Weight of marketable (tons/rai)	5.71 a	5.21 a	ns	15.7	7.19 a	7.05 a	ns	13.6

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Mean values followed by the same letter in each row are not significantly different at the 5% level by LSD

Table 2 Organic long-cucumber yield in rainy season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

Results in rainy season	2008				2009			
	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)	Treatment 1	Treatment 2	F-test	CV (%)
Fruit width (cm)	4.05 a	3.98 a	ns	1.9	3.96 a	3.93 a	ns	1.1
Fruit length (cm)	17.10 a	17.25 a	ns	6.8	17.08 a	17.09 a	ns	3.3
Fruit weight (g)	197.63 a	197.43 a	ns	6.8	186.33 a	181.27 a	ns	4.0
Weight of total yield (ton/rai)	12.33 a	9.56 b	*	17.9	9.40 a	9.26 a	ns	9.7
Weight of unmarketable (tons/rai)	0.76 a	0.53 b	**	15.7	0.88 a	0.85 a	ns	15.1
Weight of marketable (tons/rai)	11.57 a	9.03 b	*	18.6	8.51 a	8.40 a	ns	11.2

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Mean values followed by the same letter in each row are not significantly different at the 5% level by LSD

Table 3 Weight of total yield of organic long-cucumber yield at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008– 2009.

Treatment	2008				2009			
	Rainy season	Cool season	mean	difference	Rainy season	Cool season	mean	difference
Treatment1	12.33	8.86	10.59	3.47 **	9.40	7.97	8.68	1.43 *
Treatment2	5.56	7.91	8.73	1.65 ns	9.26	7.91	8.58	1.35 *
mean	10.94	8.38	9.66		9.33	7.93	8.63	
difference	2.77 **	0.95 ns	1.86 **		0.14 ns	0.06 ns	0.10	
CV(%)		17.6				10.7		
	F-test	Treatment		9.58 **	F-test	Treatment		< 1
		Season		13.39 **		Season		8.61 *
		Treatment x Season		2.29 ns		Treatment x Season		< 1

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Note: Treatment 1 Mulching, spacing 0.50 x 0.80 m, 3 plants/hole Treatment 2 Mulching, spacing 0.50 x 0.75 m, 2 plants/hole

Table 4 Weight of marketable yield of organic long-cucumber yield at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008–2009.

Treatment	2008				2009			
	Rainy season	Cool season	mean	difference	Rainy season	Cool season	mean	difference
Treatment1	11.57	5.71	8.64	-	8.51	7.19	7.85	1.322 *
Treatment2	9.03	5.21	7.12	-	8.4	7.04	7.72	1.36 *
mean	10.30	5.46	7.88	-	8.45	7.11	7.78	1.34
difference	-	-	-		0.11 ns	0.14 ns	0.12 ns	
CV(%)		-				12.3		
	Note: Combined analysis of variance cannot be performed because errors are heterogeneous				F-test	Treatment		< 1
						Season		8.29 *
						Treatment x Season		< 1

*: Significant at 0.5 level; **: Significant at 0.1 level; ns = Non Significant

Note: Treatment 1 Mulching, spacing 0.50 x 0.80 m, 3 plants/hole Treatment 2 Mulching, spacing 0.50 x 0.75 m, 2 plants/hole

Table 5 Profit of different treatments from 2 years (baht/rai) on organic long-cucumber production at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

Category	Treatment 1			Treatment 2		
	Cool season	Rainy season	Total	Cool season	Rainy season	Total
1. Average yield (kg./rai))	6,450	10,040	16,490	6,130	8,715	14,845
2. Total cost (baht/rai)	11,250	11,250	22,500	10,951	10,951	21,902
3. Yield x Price (6.5 baht/kg.)	41,925	65,260	107,185	39,845	56,648	96,493
4. Profit (baht/rai)	30,675	54,010	84,685	28,894	45,697	74,591
5. Benefit Cost Ratio (BCR)	3.73	5.80	4.76	3.64	5.17	4.41

Note: Treatment 1 Mulching, spacing 0.50 x 0.80 m, 3 plants/hole Treatment 2 Mulching, spacing 0.50 x 0.75 m, 2 plants/hole

Table 6 Soil analysis compared before and after planting organic long-cucumber in cool season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

In cool season	Soil depth levels (cm)	pH 1/		Organic matter 2/ (%)		Avail. P 3/ (ppm)		Exch. K 4/ (ppm)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Before planting	0 - 15	6.68	5.58	0.36	0.556	5	0.98	50	40
	15 - 30	6.67	5.81	0.348	0.224	5	0.8	25	30
	30 - 50	6.43	5.79	0.368	0.15	2	0.66	20	20
After planting	0 - 15	6.16	6.87	0.393	0.622	44	38.12	75	75
	15 - 30	6.11	5.8	0.123	0.57	24	20	45	75
	30 - 50	6.1	5.58	0.112	0.543	6	13.12	25	65

Analyzed by Analysis Services Section, Si Sa Ket Horticultural Research Centre

Table 7 Soil analysis compared before and after planting organic long-cucumber in rainy season at farmer orchards at Si Sa Ket Province in 2008 – 2009.

In rainy season	Soil depth levels (cm)	pH 1/		Organic matter 2/ (%)		Avail. P 3/ (ppm)		Exch. K 4/ (ppm)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Before planting	0 - 15	6.19	7.36	0.315	0.971	98	17.79	70	65
	15 - 30	6.26	7.31	0.21	1.161	72	16.79	50	40
	30 - 50	6.43	6.75	0.157	0.844	57	5.23	55	30
After planting	0 - 15	6.46	7.17	0.87	0.649	550	29.36	260	110
	15 - 30	6.67	7.48	0.33	0.308	193	26.69	125	75
	30 - 50	6.65	7.71	0.31	0.274	146	26.45	90	70

Analyzed by Analysis Services Section, Si Sa Ket Horticultural Research Centre

Note : 1/ = soil : water (1:1) 3/ = Bray II

2/ = Walkley-Black method 4/ = 1N Am.Acetate pH 7 extraction

ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ : กรณีศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

A Study on Organic Long-Cucumber Production : Case Study at Si Sa Ket Horticultural Research Centre

จิรภา ออสติน[1] เสาวนี เขตสกุล[1] สุดใจ ล้อเจริญ[1] และ สมพงษ์ สุขเขตต์[1]
Austin, J.[1], Ketsakul, S.[1], Locharoen, S.[1] and Sukkhet, S.[1]

Abstract

A study on organic long-cucumber production at Si Sa Ket Horticultural Research Centre was investigated. The experiment was conducted in 2 growing seasons per year; in a cool season and rainy season, from October 2005 to September 2007. The objective of this study was to find the appropriate cultural practices for the highest yield and the best quality of long-cucumber in organic production. The experiment was set as 2x3x2 Factorial in randomized complete block design (RCBD) with 4 replications. The three factors were: 1) two mulching stages (mulching and non-mulching; 2) three numbers of plant/hole (1, 2 and 3 plants/hole) and 3) two staking stages (staking and non-staking). Seeding was directly planted into the beds with spacing of 0.5 x 0.8 m (distance of plants x rows). The result showed that yield of organic long-cucumber with straw mulching during cool season produced higher yield than without mulching, but it did not effect on organic long-cucumber yield in rainy season. In cool season, organic long-cucumbers were planted in 3 plants/hole gave higher yield than planted in 1-2 plants/hole, but it did not effect on organic long-cucumber yield in rainy season. The staking organic long-cucumber plants methods tended to increase higher quality yield of organic long-cucumber than non-staking, but yield of organic long-cucumber with straw mulching and non-staking in cool season was not significant difference with the staking.

Keywords: long-cucumber, cultural practices, organic long-cucumber production

บทคัดย่อ

ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนต้นและการจัดการต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพในการผลิตแตงร้านอินทรีย์ เริ่มดำเนินการเดือนตุลาคม 2548 – กันยายน 2550 ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี ทดลองปลูก 2 ฤดูกาล คือในฤดูหนาวและฤดูฝน วางแผนการทดลองแบบ 2x3x2 Factorial in randomized complete block design (RCBD) 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ การคลุมแปลง 2 ระดับ ได้แก่ การคลุมแปลงด้วยฟางข้าวและไม่คลุมแปลง จำนวนต้นต่อหลุม 2 ระดับ ได้แก่ จำนวนต้น 1 2 และ 3 ต้นต่อหลุม และการทำค้าง 2 ระดับ ได้แก่ การทำค้าง และไม่ทำค้าง ใช้ระยะปลูก 0.5 x 0.8 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง ผลการทดสอบสรุปได้ว่า ในฤดูหนาว การคลุมแปลงปลูกจะให้ผลผลิตแตงร้านสูงกว่าการไม่คลุมแปลง ส่วนการคลุมแปลงในฤดูฝน ไม่มีผลต่อผลผลิตแตงร้านอินทรีย์ ในฤดูหนาว การปลูก 3 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูก 1-2 ต้นต่อหลุม แต่ฤดูฝนจำนวนต้นต่อหลุมไม่มีผลต่อผลผลิตของแตงร้านอินทรีย์ ส่วนการทำค้างมีแนวโน้มให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่าการไม่ทำค้าง แต่ในช่วงฤดูหนาวการไม่ทำค้าง และมีการคลุมแปลง จะให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกับการทำค้าง

คำสำคัญ: แตงร้าน วิธีเขตกรรม การผลิตแตงร้านอินทรีย์

คำนำ

เกษตรอินทรีย์ เป็นแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการเกษตรที่สร้างสรรค์ให้ระบบนิเวศน์การเกษตร เกิดการผลิตที่ยั่งยืน ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่มีหลากหลายทางชีวภาพในระบบการเกษตร เกิดการผสมผสานเกื้อกูลซึ่งกันและกัน หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เป็นการหมุนเวียนการใช้ทรัพยากรในไร่นาให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตพืชอินทรีย์ เนื่องจากยังมีการใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นสารเคมี ไม่ว่าจะเป็น

[1]ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน จ.ศรีสะเกษ
[1]Si Sa Ket Horticultural Research Centre, Si Sa Ket Province

ปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ในอัตราที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น (สมคิด, 2548) แต่ก็พบว่าประเทศไทยมีปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี ในปี 2537 ปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของไทย มีปริมาณ 20,790 ตัน และในปี 2546 ปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีปริมาณ 50,331 ตัน คิดเป็นอัตราที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 142.1 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2550) เนื่องจากแตงร้านหรือแตงกวารับประทานสดผลยาว (long cucumber) เป็นพืชผักที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ นิยมบริโภคเป็นผักสด นำไปปรุงอาหารได้หลายชนิด เป็นพืชผักที่มีโรคและแมลงศัตรูเข้าทำลายมาก (เฉลิมเกียรติ, 2547) เกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีในปริมาณสูง นอกจากนี้พบว่า ในระยะของการปรับเปลี่ยนสู่ระบบการผลิตอินทรีย์ ผลผลิตของพืชจะลดลง (ชนวน, มมป.) ดังนั้นการศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาวิธีเขตกรรม โดยการเพิ่มความหนาแน่นของต้นต่อพื้นที่ และการจัดการต้นที่เหมาะสมในแต่ละฤดูกาล ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชในระบบการผลิตอินทรีย์ได้ หลังจากนั้นจะได้นำผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพไปทดสอบในไร่เกษตรกร โดยใช้วิธีการของเกษตรกรเป็นวิธีการเปรียบเทียบ เพื่อทดสอบหาวิธีที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตได้เลือกปฏิบัติ เพื่อลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้สารเคมี และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาดแก่เกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการผลิตแตงร้านอินทรีย์ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ โดยใช้เมล็ดพันธุ์แตงร้านลูกผสม ทำการทดลอง 2 ฤดูกาล คือ ในฤดูหนาวและฤดูฝน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2550 วางแผนการทดลองแบบ 2x3x2 Factorial in randomized complete block design (RCBD) 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ การคลุมแปลง 2 ระดับ ได้แก่ การคลุมแปลงด้วยฟางข้าวและไม่คลุมแปลง จำนวนต้นต่อหลุม 2 ระดับ ได้แก่ จำนวนต้น 1 2 และ 3 ต้นต่อหลุม และการทำค้าง 2 ระดับ ได้แก่ การทำค้าง และไม่ทำค้าง ใช้ระยะปลูก 0.5 x 0.8 เมตร (ระยะต้น x ระยะแถว) ปลูกแถวคู่ แบบหยอดเมล็ดในแปลง ใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยมูลค้างคาว อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปูนโดโลไมท์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ หินภูเขาไฟ อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เชื้อไตรโคเดอร์มา อัตรา 50 กรัมต่อหลุม และหลังปลูก 1 เดือน ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่อัตรา 1 ตันต่อไร่ ปฏิบัติดูแลตามคำแนะนำการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2549) บันทึกข้อมูลผลผลิตและคุณภาพ ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด น้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐาน (ผลตรง และอายุได้มาตรฐานส่งตลาด) และน้ำหนักผลผลิตที่ตกเกรด (ผลคอด และอายุเกินมาตรฐานส่งตลาด)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าในฤดูหนาว การปลูกแตงร้านอินทรีย์โดยการคลุมแปลงปลูกด้วยฟางข้าว ไม่มีการทำค้าง และปลูกจำนวน 2 ต้นต่อหลุม ให้น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด น้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐาน และน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยรวม 2 ปีสูงสุด ส่วนในฤดูฝน การคลุมแปลงปลูกด้วยฟางข้าว ปลูกจำนวน 3 ต้นต่อหลุม และมีการทำค้าง ให้น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด น้ำหนักผลผลิตที่ได้มาตรฐาน และน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยรวม 2 ปีสูงสุด จากผลการทดลองยังพบว่า การคลุมแปลงปลูกด้วยฟางข้าว ในช่วงฤดูหนาว ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่คลุมแปลง ส่วนการคลุมแปลงในฤดูฝน ไม่มีผลต่อผลผลิต ดังนั้นในช่วงฤดูฝนการปลูกแตงร้านอินทรีย์ไม่มีความจำเป็นต้องคลุมแปลงปลูก การปลูกแตงร้านอินทรีย์จำนวน 3 ต้นต่อหลุม ในกรรมวิธีที่มีการจัดการแปลง และจัดการค้างเหมือนกัน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกจำนวน 1-2 ต้นต่อหลุม แต่ในฤดูฝน การปลูกจำนวน 1-3 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการปลูกแตงร้านอินทรีย์ในช่วงฤดูฝน สามารถลดจำนวนต้นต่อหลุมในการปลูกลงได้ เพื่อลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ ส่วนการทำค้าง พบว่าเมื่อมีการคลุมแปลงปลูก และมีปลูกจำนวนต้นเท่ากัน มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ทำค้าง แต่ในช่วงฤดูหนาวการปลูกจำนวนต้นเท่ากัน ไม่ทำค้าง และมีการคลุมแปลงปลูก จะให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกับการทำค้าง และไม่คลุมแปลง (Table1 และ Table2)

สรุปผล

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การปลูกแตงร้านอินทรีย์ การคลุมแปลงด้วยฟางข้าว ทุกช่วงฤดูกาลผลิตจะทำให้ผลผลิตแตงร้านสูงกว่าการไม่คลุมแปลง ส่วนการคลุมแปลงในฤดูฝน ไม่มีผลต่อผลผลิต ดังนั้นในช่วงฤดูฝนการปลูกแตงร้านอินทรีย์ไม่มีความจำเป็นต้องคลุมแปลงปลูก นอกจากนี้เกษตรกรสามารถพิจารณาเลือกใช้ วัสดุคลุมแปลงที่เหมาะสมอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและราคาถูกมาใช้ให้เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการผลิต การปลูก 3 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูก 1 - 2 ต้นต่อหลุม แต่ในช่วงฤดูฝน จำนวนต้นต่อหลุมไม่มีผลต่อผลผลิต ดังนั้นในช่วงฤดูฝนการปลูกแตงร้านอินทรีย์

สามารถลดจำนวนต้นต่อหลุมลง เพื่อลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ การทำค้าง มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ทำค้าง และในฤดูหนาว เมื่อมีการคลุมแปลงแล้ว สามารถปลูกแตงร้านอินทรีย์โดยไม่มีการทำค้างได้ เพื่อลดต้นทุนการผลิต

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2549, มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของไทย, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 30 หน้า.

ชนวน รัตนวราหะ, มมป, เกษตรอินทรีย์, กรุงเทพฯ, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ.

เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา และภัสรา ชวประดิษฐ์ , 2547, การปลูกแตงกวา [สืบค้น], http://www.doae.go.th/library/html/detail/cucumber [15/December/04]

สมคิด ดิสถาพร, 2548, แนวทางการผลิตพืชอินทรีย์, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 160 หน้า.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2550, มลพิษจากสารอันตราย [สืบค้น], www.thaienvimonitor.net/Download/pollu-chem.XLS. [7 /09/07]

Table 1 Weight of total yield, weight of marketable yield, weight of unmarketable yield and 2 year average yield of organic long-cucumber in cool season at Si Sa Ket Horticultural Research Centre in 2006 – 2007.

Treatment		2006			2007			2 year average		
	plant/hole	Non-staking	Staking	mean	Non-staking	Staking	mean	Non-staking	Staking	mean
Weight of total yield (ton/rai)										
Mulching	1	2.71 b	5.05 a	3.88	11.30	10.66	10.98	7.00 b	7.86 a	7.43
	2	6.28 a	4.00 a	5.14	13.55	13.50	13.52	9.91 a	8.75 a	9.33
	3	3.36 b	4.73 a	4.04	12.69	13.32	13.01	8.02 ab	9.02 a	8.52
Non-mulching	1	1.71 a	0.72 a	1.22	8.89	10.11	9.50	5.30 a	5.41 a	5.36
	2	2.41 a	1.92 a	2.17	11.41	10.54	10.98	6.91 a	6.23 a	6.57
	3	1.88 a	1.69 a	1.79	12.31	11.09	11.70	7.10 a	6.39 a	6.75
mean		3.06	3.02	3.04	11.69	11.54	11.61	7.38	7.28	7.33
CV(%)			28.1			19.4			18.2	
Weight of marketable yield (ton/rai)										
Mulching	1	1.99 b	3.67 a	2.83	7.31	7.46	7.39	4.65 b	5.57 a	5.11
	2	4.46 a	2.94 a	3.70	8.42	9.15	8.78	6.44 a	6.01 a	6.23
	3	2.25 b	3.64 a	2.94	8.41	9.22	8.81	5.33 ab	6.43 a	5.88
Non-mulching	1	1.35 a	0.31 a	0.83	6.23	7.09	6.66	3.79 a	3.70 a	3.74
	2	1.91 a	1.29 a	1.60	7.69	7.20	7.45	4.80 a	4.25 a	4.52
	3	1.27 a	1.15 a	1.21	7.82	7.32	7.57	4.55 a	4.24 a	4.39
mean		2.21	2.17	2.19	7.64	7.91	7.78	4.92	5.03	4.98
CV(%)			31.1			19.3			18.8	
Weight of unmarketable yield (ton/rai)										
Mulching	1	0.72 b	1.38 a	1.05	3.99 a	3.19 a	3.59	2.35 b	2.29 a	2.32
	2	1.82 a	1.06 a	1.44	5.13 a	4.35 a	4.74	3.47 a	2.71 a	3.09
	3	1.11 b	1.09 a	1.10	4.28 a	4.10 a	4.19	2.70 ab	2.60 a	2.65
Non-mulching	1	0.36 a	0.41 a	0.39	2.66 b	3.02 a	2.84	1.51 b	1.72 a	1.62
	2	0.50 a	0.63 a	0.57	3.72 ab	3.33 a	3.53	2.11 ab	1.98 a	2.05
	3	0.61 a	0.54 a	0.57	4.50 a	3.77 a	4.13	2.55 a	2.15 a	2.35
mean		0.85	0.85	0.85	4.05	3.63 a	3.84	2.45	2.24	2.35
CV(%)			34.4			24.3			22.2	

Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different at the 5% level by LSD

Table 2 Weight of total yield, weight of marketable yield, weight of unmarketable yield and 2 year average yield of organic long-cucumber in rainy season at Si Sa Ket Horticultural Research Centre in 2006 – 2007.

Treatment		2006			2007			2 year average		
	plant/hole	Non-staking	Staking	mean	Non-staking	Staking	mean	Non-staking	Staking	mean
Weight of total yield (ton/rai)										
Mulching	1	9.99	11.90	10.95	8.18	9.40	8.79	9.08	10.65	9.87
	2	7.77	13.63	10.70	8.96	9.15	9.06	8.37	11.39	9.88
	3	8.40	12.64	10.52	9.73	11.22	10.48	9.07	11.93	10.50
Non-mulching	1	8.55	13.31	10.93	8.65	9.83	9.24	8.60	11.56	10.08
	2	9.56	13.27	11.42	9.24	9.68	9.47	9.40	11.48	10.44
	3	7.97	12.67	10.32	7.63	9.93	8.78	7.80	11.30	9.55
mean		8.71	12.90	10.81	8.73	9.87	9.30	8.72	11.39	10.05
CV(%)			21.6			19.3			18.6	
Weight of marketable yield (ton/rai)										
Mulching	1	7.38	9.75	8.57	7.08	8.01	7.55	7.23	8.88	8.06
	2	5.72	10.61	8.17	7.58	7.92	7.75	6.65	9.27	7.96
	3	6.16	10.64	8.40	8.35	9.09	8.72	7.25	9.87	8.56
Non-mulching	1	5.99	10.27	8.13	7.31	8.44	7.88	6.65	9.36	8.01
	2	7.87	10.76	9.21	7.69	8.08	7.88	7.68	9.42	8.55
	3	5.62	9.95	7.78	5.98	8.16	7.08	5.80	9.06	7.43
mean		6.42	10.33	8.38	7.33	8.29	7.81	6.88	9.31	8.09
CV(%)			25.4			19.3			18.3	
Weight of unmarketable yield (ton/rai)										
Mulching	1	2.61	2.14	2.38	1.10	1.38	1.24	1.85	1.77	1.81
	2	2.06	3.02	2.54	1.38	1.23	1.31	1.72	2.12	1.92
	3	2.25	2.00	2.13	1.38	2.13	1.76	1.82	2.07	1.94
Non-mulching	1	2.56	3.04	2.80	1.34	1.38	1.36	1.95	2.21	2.08
	2	1.89	2.51	2.20	1.56	1.60	1.58	1.72	2.06	1.89
	3	2.35	2.72	2.54	1.66	1.77	1.71	2.00	2.24	2.12
mean		2.29	2.57	2.43	1.40	1.58	1.49	1.84	2.08	1.96
CV(%)			26.0			31.6			20.1	

Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different at the 5% level by LSD

Effect of Potassium Sorbate on Microbial Decontamination and Shelf Life of Fresh Cut Cabbage

Rosidah, G.[1], Jitareerat, P.[1], Uthairatanakij, A.[1], Sri-laong, V.[1] and Samphanvejsopha, S.[2]

Abstract

Among of many fresh vegetables, cabbage (*Brassica oleraceae* L. var *capitata*) is world wide consume as the salad or fresh-cut cabbage. However, the good and safe sanitizing treatments during preparing fresh-cut cabbage are required for controlling microbial contamination and mantaining qualities. The objective of this study was to investigate the effect of potassium sorbate (PS) on postharvest microbial decontamination and qualities of fresh-cut cabbage. Fresh-cut cabbage were dipped into PS solutions at 5 and 10 g/L for 1 and 2 min, and the un-treated fresh-cut cabbage was served as the control. All treatments were packed in PET box and stored for 5 days at 4°C. The results revealed that the dipping of PS at 5 g/L for 2 min was the best treatment to reduce coliforms and total bacteria by 0.40 and 0.19 log CFU/g FW respectively. Moreover, this treatment also maintained the firmness of fresh cut cabbage although weight loss was not significant different with control, meanwhile the chlorophyll content and browning index were not significantly differences with other treatments. The dipping of 10 g/L PS for 2 min showed the reduction in total bacteria by 0.82 log CFU/g FW, but unexpected result showed that 10 g/L PS for 2 min had a less effect to reduce coliforms than 5 g/L PS for 2 min.

Keywords: fresh cut, cabbage contamination, food preservative

Introduction

Cabbage is world wide consume which often supply as pre-cut to manufactures of ready meals and pre-prepared salads. Cabbage is low in saturated fat, cholesterol, high in dietary fiber, vitamin C, vitamin K, folate, potassium, manganese, vitamin A, thiamin, vitamin B_6, calcium, iron and magnesium (Ensminger, 1995). Since the busy lifestyle lead people to prefer fresh-cut produces such as cabbage salad. However, the preparring process of fresh-cut cabbage may contaminate with microbial and also affect to its quality resulting to short shelf life. From 1996 to 2008, 82 foodborne illness outbreaks were associated with the consumption of fresh produce, 34% were linked to the consumption of leafy greens associated with outbreaks for 949 illnesses and 5 deaths (FDA 2009). In 1996-2006, there is one outbreak of the consumption of cabbages in U.S. (Guzewich, 2007). Although the number of outbreak on cabbage consumption is less, but now a day the consumption of cabbages has increased. Therefore, food safety management system should be used for minimizing the microbial load in fresh cut cabbage.

Potassium sorbate (PS) is an antimicrobial and low toxicity, it has been used as food preservative. PS is used to prevent mold and microbes, increase shelf life, and is considered to be safe because of its long term safety record. The antimicrobial efficacy of PS is greater againts yeast and molds, in addition PS can retard the germination of spores and the growth of vegetative cell of bacteria such as *Salmonella typhimurium* and *E. coli* (Tuncan and Martin, 1985). Therefore, the aim of this research was to study effect of PS on microbial decontamination and quality of fresh cut cabbage.

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bang-Khun-Thian, Bangkok 10150
[2]Innovation Learning Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bang-Khun-Thian, Bangkok 10140

Materials and Methods

Cabbage head were purchased from local markets in Bangkok Thailand, then the outer part or damaged leaves were removed and cleaned with tap water. Cabbage heads were sliced using slicing machine. Sliced cabbage were soaked in potassium sorbate (PS) solution at the concentrations of 0 (control), 5 g/L and 10 g/L for 1 and/or 2 min. The exceed solution was drained by using hand spindle, and 70 grams of sliced cabbage were then packed in PET box, and kept at 4^0C for 5 days. Every preparation processes were done under aseptic techniques to avoid the re-contamination. Completely Randomized Design (CRD) factorial with 3 replications was conducted in this experiment. The microbial load and quality of sliced cabbage were recorded daily interval (day 1, 3 and 5). Total bacteria, coliforms, yeasts and molds were detected using Plate count agar (PCA), Eosin methylene blue (EMB) and Potato dextrose agar (PDA), respectively. Chlorophyll content and browning index were preformed according to the methods of Moran (1982) and Yano *et al*. (1986) respectively. Firmness was measured using texture analyzer (Kramer shear, CHARPA). Weight loss was calculated from the initial fresh weight minus with the fresh weight of detected date and then conversed to be the percentage of weight loss. Analysis of variance (ANOVA) and Duncan's new multiple range test (DMRT) were used for comparison of means and least significant differences ($P < 0.05$) by SAS Program.

Results and Discussion

Potassium sorbate (PS) is widely used in various foods, one of them is fresh salad. This experiment we selected PS at 5 g/L and 10 g/L for treating sliced cabbage based on the using of PS in fresh cut lettuce (Ihl *et al*, 2003). Our results showed that the dipping of sliced cabbage in 5 g/L PS for 2 min (Figure 1) was the best concentration for reducing coliforms loads (Figure 1) and maintaining the texture (crispy) (Figure 3). York and Vaughn (1964) suggested that the role of PS as antimicrobial is due to sorbic acid diffuses into the membrane of microbial cells, then sorbic acid seems to inhibit several enzymes (fumarase, espartase and succinic dehydrogenase) which are involved in microorganism growth. Actually PS at higher concentration has more active or protonated sorbate to attacks bacterial cell membrane (Tuncan and Martin,1985). But unfortunately in this experiment, fresh cut cabbage treated with high concentration (10 g/L) of PS had higher coliform counts than 5 g/L PS (Figure 2). It might be due to the decrease of synergynestic effect on the inhibitory efficacy of sorbate with increasing sorbate concentration (Tuncan and Martin, 1985).

However, there were no significant diffrences between all treatments in weight loss, chlorophyll content, browning index, yeasts and molds, and the apperance of fresh cut cabbage (data not shown). In case of using fresh cut cabbage as the salad, its texture is an important factor for consumer perception (Taniwaki *et al.,* 2006). Therefore, our results showed that dipping of 5 g/L PS for 2 min was able to preserve firmness (crispy) of fresh cut cabbage than other treatments (Figure 3).

Summary

The dipping of PS at 5 g/L for 2 min was the best treatment to reduce coliforms and total bacteria and by 0.40 and 0.19 log CFU/g FW respectively. Moreover, this treatment also maintained the firmness (crispy) of fresh cut cabbage although weight loss, chlorophyll content, browning index and the external appearance were not significant different with non-treated cabbage.

Literature cited

Ensminger, A.H., 1995, Concise Ensyclopedia of Food and Nutrition., CRC Press. Washington. p 135.

Guzewich, J., 2007, Produce Safety Update, GAPs Collaborators Meeting FDA, Produce *Outbreak* Reservoirs [Online], Available: http://www.gaps.cornell.edu/Collaborators/Collabmtg/Presentations/Guzewich GAPs_collaborators_meeting_07_Orlando.pdf.

FDA, 2009, Guidance for Industry: Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards of Leafy Hreens; Draft Guidance.

Ihl, M., Aravena, L., Scheuermann, E., Uquiche, E. and Bifani, V., 2003, Effect of Immersion Solutions on Shelf-life of Minimally Processed Lettuce, LWT – Food Science Technology, 36: 591–599.

Moran, R., 1982, Formulae for Determination of Chlorophyllous Pigments Extracted with N,N, Dimethylformamide, Plant Physiol., 69: 1376-1381.

Taniwaki, M., Hanada, T. and Sakurai, N., 2006, Development of Method for Quantifying Food Texture Using Blanched Bunching Onions, Japanese Society for Horticultural Science, 75, 410–414.

Tuncan, E.U. and Martin, S.E., 1985, Effect of pH, Temperature, and Potassium Sorbate on Amino Acid Uptake in *Salmonella typhimurium* 7136, Applied and Environmental Microbiology, 49(3): 505-508.

Yano, M., Saiji, R. And Ota, Y., 1986, Inhibition of Browning and Ethylene Production in Shredded Cabbage by Isothiocynates, Japanese Society for Horticultural Science, 55: 194-198.

York, G.K. and Vaughn, R.H., 1964, Mechanisms in the Inhibition of Microorganisms by Sorbic Acid, Journal of Bacteriology, 88(2): 411–417.

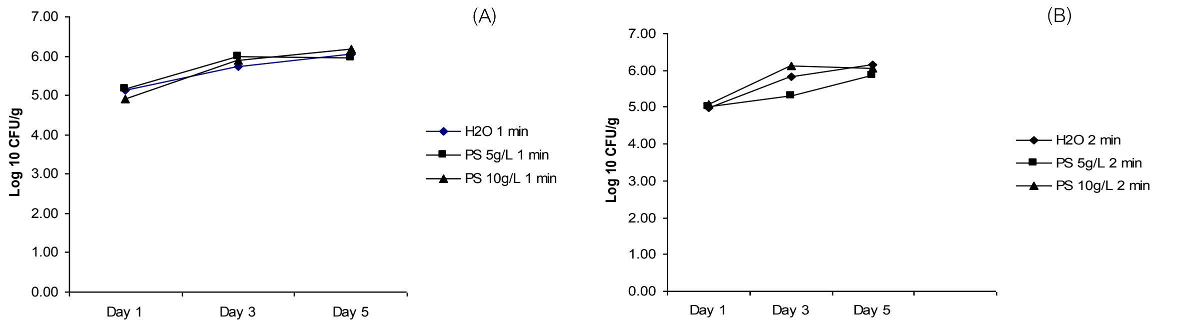


Figure 1 Coliforms on fresh cut cabbage which were dipped in PS solutions at 0 (H_2O), 5 and 10 g/L for 1 (A) and 2 (B) min and then stored at 4 °C for 5 days.

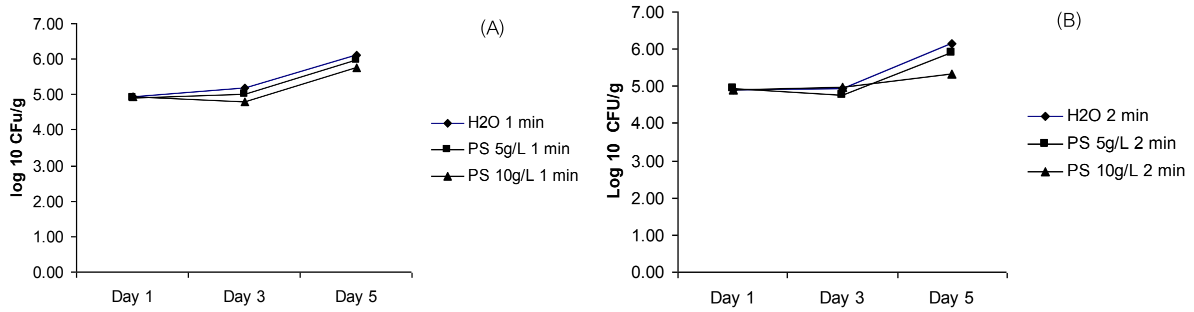


Figure 2 Total bacteria on fresh cut cabbage which were dipped in PS solutions at 0 (H_2O), 5 and 10 g/L for 1 (A) and 2 (B) min and then stored at 4 °C for 5 days.

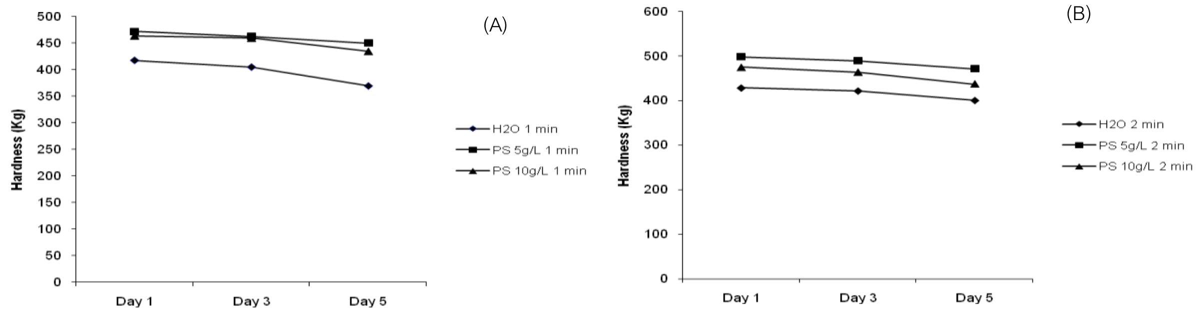


Figure 3 The texture on fresh cut cabbage which were dipped in PS solutions at 0 (H_2O), 5 and 10 g/L for 1 (A) and 2 (B) min and then stored at 4 °C for 5 days.

การใช้โซเดียมคาร์บอเนตและไคโตแซนเพื่อควบคุมโรคแอนแทรกโนสของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน

Application of Sodium Carbonate and Chitosan for Controlling Anthracnose Disease in Bell Pepper Seeds

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1] และ ทรงศิลป์ พจนชนะชัย[1]
Jitareerat, P.[1] and Photochanachai, S.[1]

Abstract

The efficacy of sodium carbonate (SC), chitosan, and a combination of SC and chitosan for controlling of anthracnose disease and their affecting on seed qualities was determined. The bell pepper seeds were inoculated with the spore suspension of *Colletotrichum capsici* before treating with 3% SC, 0.8 and 1.5% of chitosan, and the combination of 3% SC with 0.8 or 1.5% chitosan for 60 min. The bell pepper seeds treated with distilled water at 25°C for 60 min and non-treated seeds were used as controls. The results showed that the SC and chitosan were able to reduce the fungal infection on bell pepper seeds and maintained the high seed quality, particularly the seeds treated with 3% SC for 60 min was the most effective. It maintained high percentage of seed germination, seed survival, germination index and giving the shorter days to emergence compared with the other treatments. These results indicate that immersion of seeds in 3% SC for 60 min has a high potential to control *C. capsici* contamination on bell pepper seeds without the negative effects on seed qualities.
Keywords: *Collectotrichum capsici*, food preservative, seed treatment

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย sodium carbonate (SC), chitosan และ SC ร่วมกับ chitosan ในการควบคุมโรคแอนแทรกโนสของเมล็ดพันธุ์พริกหวานและผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยนำเมล็ดพันธุ์พริกหวานมาปลูกด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* จากนั้นนำเมล็ดมาแช่ใน SC ความเข้มข้น 3%, chitosan ความเข้มข้น 0.8 และ 1.5%, และ SC ความเข้มข้น 3% ร่วมกับ chitosan ความเข้มข้น 0.8 และ 1.5% นาน 60 นาที เปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์พริกที่แช่และไม่แช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องนาน 60 นาที พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์พริกหวานใน SC หรือ chitosan สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ได้และเมล็ดยังคงความแข็งแรงอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะการแช่เมล็ดพันธุ์พริกหวานใน SC เพียงอย่างเดียว มีประสิทธิภาพดีที่สุด เนื่องจากสามารถควบคุมการเข้าทำลายของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์พริกหวานได้สูง เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน การอยู่รอดของต้นกล้า และดัชนีการงอกสูงที่สุด และความเร็วในการแทงรากของเมล็ดพันธุ์มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์พริกหวานใน ทรีตเมนท์อื่นๆ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การแช่เมล็ดพันธุ์พริกหวานใน SC ความเข้มข้น 3% นาน 60 นาที มีศักยภาพสูงสุดในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* ที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดโดยไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง
คำสำคัญ: *Collectotrichum capsici*, food preservative, seed treatment

บทนำ

การผลิตเมล็ดพันธุ์พริกหวานให้มีคุณภาพดีและเก็บรักษาไว้ได้นานยังต้องการเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้น ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตเมล็ดพันธุ์พริกคือการปนเปื้อนของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรกโนส โดยเฉพาะเชื้อรา *C. capsici* (สมศิริ, 2521) หากผลพริกมีการเข้าทำลายของเชื้อราชนิดนี้ เมล็ดพันธุ์พริกที่เก็บเกี่ยวได้ก็จะอาจมีเชื้อปนเปื้อนไปด้วย และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์เหล่านี้ไปเพาะปลูกก็จะกลายเป็นแหล่งเพาะเชื้อที่ดีในแปลงปลูกต่อไป ปัจจุบันผู้คนให้ความใส่ใจผลกระทบของการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีต่อผู้บริโภค ผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นักวิจัยหลายกลุ่มจึงพยายามศึกษาหาใช้วิธีการอื่นที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาทดแทนการใช้สารเคมี ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในควบคุมการเน่าเสียของอาหาร (food

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

preservative) ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตแซนเพื่อควบคุมเชื้อรา *C. capsici* ที่ปนเปื้อนอยู่บนเมล็ดพันธุ์พริกหวานและผลกระทบที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริก

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดพันธุ์พริกหวานพันธุ์แคลิฟอร์เนียวันเดอร์มาปลูกด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *C. capsici* ความเข้มข้น $9.54x10^5$ spore/mL ปริมาตร 1.73 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพริก 7.62 กรัม และผึ่งเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาแช่ใน sodium carbonate (SC) ความเข้มข้น 3%, สารเคลือบผิว Chitosan (Chi) ความเข้มข้น 0.8 และ 1.5 %, และ SC ความเข้มข้น 3% ร่วมกับ Chi ความเข้มข้น 0.8 หรือ 1.5% นาน 60 นาที เปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์พริกที่แช่ (ชุดควบคุม 2) และไม่แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม 1) นาน 60 นาที จากนั้นอบเมล็ดในตู้อบลมร้อนที่ 40 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือจนเมล็ดมีความชื้นเท่ากับ 7% จึงบรรจุเมล็ดในถุงซิปชนิดโพลีเอทิลีนจำนวน 7.62 กรัมต่อถุง แต่ละชุดมี 4 ถุง (ซ้ำ) และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 3 เดือน บันทึกผลการทดลองดังนี้ เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่เป็นโรค, ความงอกมาตรฐานของเมล็ด, ค่าความเร็วในการแทงราก (DTE), การอยู่รอดของต้นกล้า, ดัชนีความงอกของเมล็ด และความผิดปกติของต้นกล้า ตามวิธีการ ISTA (2003)

ผลและวิจารณ์ผลการทลอง

การแช่เมล็ดพันธุ์พริกหวานใน SC (3%) ร่วมกับ Chi (0.8 และ 1.5%) และการแช่ใน SC หรือ Chi เพียงอย่างเดียว สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *C. capsici* ลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่หรือที่แช่ในน้ำกลั่น ทั้งนี้เนื่องจาก SC ทำให้แรงดันภายในเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ลดลง เซลล์จึงได้รับความเสียหายและตายในที่สุด (Ilhan และคณะ, 2006) ในขณะที่การใช้สารเคลือบผิว Chi มีผลยับยั้งเชื้อราโดยตรงคือทำให้เส้นใยมีรูปร่างผิดปกติ (El Ghaouth และคณะ, 1997) และยังสามารถกระตุ้นภูมิต้านทานโรคของพืชได้ด้วย เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของในการควบคุมโรค พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ใน 3% SC, 1.5% Chi และ SC ร่วมกับ Chi ทั้งสองความเข้มข้น สามารถลดเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่เป็นโรคได้ดีใกล้เคียงกันและมีประสิทธิภาพดีกว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ 0.8% Chi (Table 1, Figure 1)

ด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวานแสดงใน Table 1 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่แช่ใน SC, Chi และ SC ร่วมกับ Chi มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้า และดัชนีการงอกที่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ในชุดควบคุม (ที่แช่และไม่แช่ในน้ำกลั่น) ประมาณ 1.5-2.5 เท่า, 1.3-2.98 เท่า และ 1.61-2.84 เท่า ตามลำดับ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่แช่ใน SC และ Chi มีการเข้าทำลายของเชื้อน้อยกว่าจึงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานและการอยู่รอดของต้นกล้าที่สูง โดยเมล็ดพันธุ์ที่แช่ใน 3% SC ร่วมกับ 1.5% Chi มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน (>80 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าเมล็ดที่แช่ใน SC, Chi หรือ SC ร่วมกับ 0.8% Chi (>75%) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์ดังกล่าว เมล็ดพันธุ์พริกที่แช่ใน SC, Chi หรือ SC ร่วมกับ Chi มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้าใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ในชุดควบคุมอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่เมล็ดที่แช่ใน 3% SC มีแนวโน้มว่าการอยู่รอดของต้นกล้าสูงกว่าทรีตเมนท์อื่นๆ Photchanachai และคณะ (2006) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์จินดาที่แช่ใน 0.8% Chi มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงกว่าเมล็ดในชุดควบคุม (แช่ในน้ำกลั่น) ประมาณ 50% และการอยู่รอดของเมล็ดพันธุ์ที่แช่ 0.8% Chi มีสูงกว่าชุดควบคุมถึง 9.47 เท่า ในผลการทดลองนี้ พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่แช่ใน 3% SC มีค่าดัชนีความงอกสูงสุด รองลงมาคือ เมล็ดที่แช่ใน SC ร่วมกับ 0.8% Chi ในขณะที่ความเร็วในการแทงรากของเมล็ดพันธุ์ในทุกชุดทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต และพบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ใน 3% SC และใน 3% SC ร่วมกับ 1.5% Chi มีผลทำให้ต้นกล้ามีความผิดปกติน้อยที่สุด จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าทั้ง 3% SC และ 1.5% Chi สามารถยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อรา *C. capsici* ในระหว่างการงอกได้ โดยไม่มีผลเสียต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แต่อย่างใด แต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนและความสะดวกในการปฏิบัติงานแล้ว จะเห็นว่าการแช่เมล็ดใน 3% SC น่าจะนำมาใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าเนื่องจากมีต้นทุนต่ำและสะดวกต่อการปฏิบัติงาน

สรุปผล

การแช่เมล็ดพันธุ์พริกหวานใน 3%SC, 0.8%Chi, 1.5%Chi หรือ SC ร่วมกับ Chi นาน 60 นาที สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *C. capsici* บนเมล็ดพันธุ์พริกหวานได้และเมล็ดยังคงความแข็งแรงอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะการแช่เมล็ดพันธุ์ใน 3%SC มีประสิทธิภาพดีที่สุด เพราะนอกจากจะควบคุมการเข้าทำลายของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ได้แล้ว เมล็ดพันธุ์ที่ได้ยังมี

เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน การอยู่รอดของต้นกล้า และดัชนีการงอกสูงที่สุด ในขณะที่ความเร็วในการแทงรากของเมล็ดพันธุ์ทุกทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และบริษัท อดัมส์ เอ็นเตอร์ไพรเซส จำกัด ที่ได้ช่วยติดต่อประสานงานด้านเมล็ดพันธุ์พริก

เอกสารอ้างอิง

สมศิริ จิ๋วสกุล, 2521, เซรุ่มวิทยา การถ่ายทอดทางเมล็ดของโรคแอนแทรกโนสของพริกและประสิทธิภาพของสารเคมีในการควบคุมโรคบนใบ, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

International Seed Testing Association (ISTA), 1993, International Rules for Seed Testing Rules, Seed Science and Technology, 21(Supplement), 1-288.

El Ghaouth, A., Arul, J., Wilson, C. and Benhamou, N., 1997, Biochemical and Cytochemical Aspects of the Interactions of Chitosan and *Botrytis cinerea* in Bell Pepper Fruit, Postharvest Biology and Technology, 12(12): 183-194.

Ilhan, K., Arslan, U. and Karabulut, O.A., 2006, The Effect of Sodium Bicarbonate Alone or in Combination with a Reduced Dose of Tebuconazole on the Control of Apple Scab, Crop Protection, 25(9): 963-967.

Photchanachai, S., Singkaew, J. and Thamthong, J., 2006, Effects of Chitosan Seed Treatment on *Colletotrichum* sp. and Seedling Growth of Chilli cv. Jinda, Acta Horticulturae, 712: 585-590.

Table 1 Effects of sodium carbonate (SC), chitosan (Chi) and the combination of SC and Chi on the disease incidence, seed germination, germination index, days to emergence, seedling survival and abnormal seedling of the chili seeds after storage at 10°C for 3 months. Non dipping seeds were served as control.

Treatments	เมล็ดที่เป็นโรค (%)[1/]	ความงอกมาตรฐาน (%)[1/]	ดัชนีความงอก[1/]	ความเร็วการแทงราก[1/]	การอยู่รอดต้นกล้า (%)[1/]	ต้นกล้าผิดปกติ (%)[1/]
No dipping	32.75[a]	55.00[c]	4.91[c]	6.14	65.50[d]	41.75[a]
Distilled water	23.25[b]	72.50[b]	6.27[b]	6.79	68.75[d]	25.00[b]
0.8% Chi	4.50[c]	86.75[a]	7.49[a]	6.63	86.00[c]	10.25[c]
1.5%Chi	1.75[c]	86.00[a]	7.51[a]	6.47	89.25[bc]	12.00[c]
3%SC	0.75[c]	88.75[a]	7.94[a]	6.07	95.50[a]	9.75[c]
3%SC+0.8%Chi	1.25[c]	85.75[a]	7.45[a]	6.45	91.75[ab]	10.75[c]
3%SC+1.5%Chi	3.75[c]	85.00[a]	7.27[a]	7.25	89.50[bc]	12.50[c]
C.V. (%)	**	**	**	NS	**	**
F-Test	25.56	6.29	8.01	11.29	4.31	27.77

[1/] Means followed by same letters are not significantly different at P< 0.05 for each column.

** highly significant differences, NS = Non significant difference

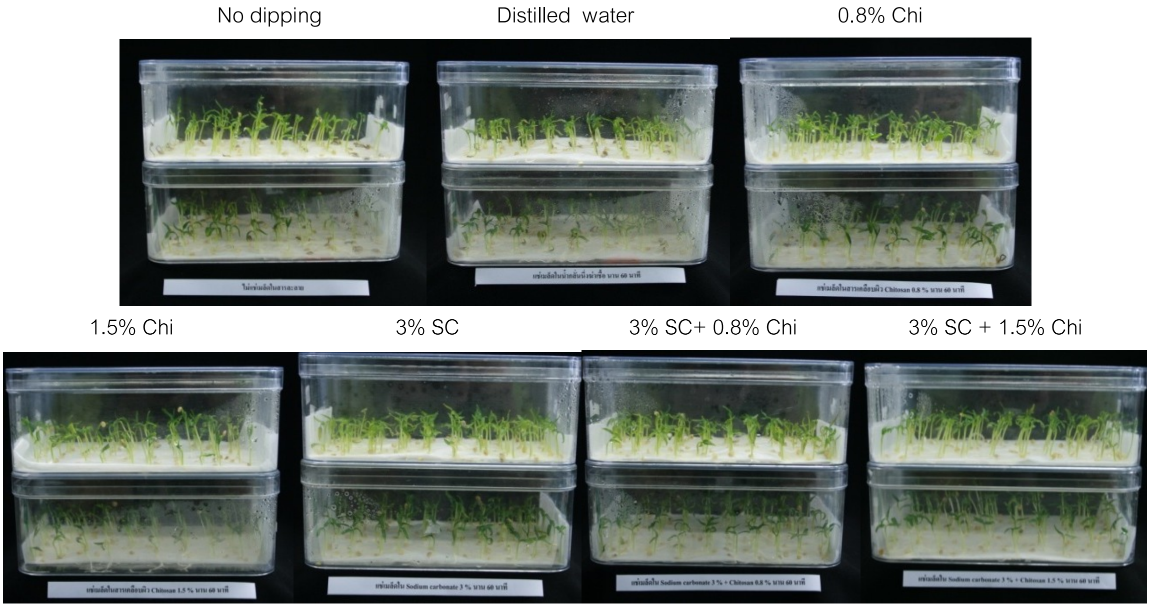


Figure 1 Appearance of chili seedlings obtained from the seeds dipped in distilled water, chitosan (Chi), sodium carbornate (SC) or SC combined with Chi for 60 min and then stored at 10°C for 3 months. No dipping seeds were used as control.

ผลของการรมกรดอะซิติกต่อการควบคุมโรคและคุณภาพของลำไย
Effect of Acetic Acid Fumigation on Postharvest Disease Control and Quality of Longan Fruit

นิธิภัทร บุญปก[1,2] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1,2] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1,2] วาริช ศรีละออง[1,2] และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1,2]
Boonpok, N.[1,2], Jitareerat, P.[1,2], Uthairatanakij, A.[1,2], Srilaong, V.[1,2] and Phochanachai, S.[1,2]

Abstract
Longan is a popular fruit and it makes high incomes to Thailand in each year. At present, postharvest disease management of longan fruit in the commercial scale has been done by sulfur dioxide fumigation. However, its residue still remains on the fruit and may allergic to the consumer as the, atopic dermatitis and itchy after touching. Thus, the alternative safety method for controlling fruit rot of longan is necessary. The aim of this research was to study the effect of acetic acid (AA) fumigation in *in vitro* and *in vivo* test on the controlling of *Aspergillus niger,* one of a casual agents of "Dow" longan fruit rot. The results revealed that glacial AA fumigation for 1 hr completely inhibited mycelial growth and spore germination. For *in vivo* test, the longan fruit were inoculated with spore suspension of *A. niger* and followed by fumigating with AA for 1 hr prior to stored at 2°C for 21 days. The data showed that the disease incidences of AA fumigated and non-fumigated longan fruit (control) were 7 and 39%, respectively, and the AA fumigation tended to delay weight loss and respiration rate of fruit. On the other hand, AA fumigation had a negative effect on the hue angle value of fruit peel as indicated by browning. However, the firmness of fruit peel and electrolyte leakage in both treatments did not show significantly differences.
Keywords: browning, fruit rot, fumigation

บทคัดย่อ
ลำไยเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมและทำรายได้เข้าสู่ประเทศไทยในแต่ละปีจำนวนไม่น้อย ปัจจุบันการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยเพื่อควบคุมโรคผลเน่าของลำไย ผู้ประกอบการนิยมรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แต่สารซัลเฟอร์ที่ตกค้างบนผลผลิตอาจมีผลทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการแพ้ ผื่นแดงหรือมีอาการคันเมื่อสัมผัสผลลำไย ดังนั้นการศึกษาวิธีการควมคุมโรคผลเน่าของลำไยที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคจึงเป็นสิ่งจำเป็น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการรมไอกรดอะซิติกต่อการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus niger* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าของลำไยพันธุ์ดอในสภาพ *vitro* และ *vivo* ผลการทดลองพบว่า การรมไอกรดอะซิติก (glacial acetic acid) นาน 1 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญทางเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อราได้สมบูรณ์ สำหรับการรมลำไยที่ปลูกด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อ *A. niger* ด้วยไอกรดอะซิติกนาน 1 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่ 2°C นาน 21 วัน พบว่าลำไยที่รมด้วยไอกรดอะซิติกและไม่รม (ชุดควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคผลเน่า 7 และ 39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าการรมไอกรดอะซิติกมีแนวโน้มที่สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดและอัตราการหายใจได้ แต่มีผลทำให้ค่า hue angle ของเปลือกลดลง (เปลือกมีสีน้ำตาล) ในขณะที่ความแน่นเนื้อของเปลือกและการรั่วไหลของไอออนของเนื้อลำไยทั้งสองชุดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
คำสำคัญ: การรม การเกิดสีน้ำตาล โรคผลเน่า

คำนำ
ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) จัดเป็นไม้ผลกึ่งเมืองร้อน มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนตอนใต้และอินเดีย เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง และเป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งเพราะคุณภาพดีและมีคู่แข่งน้อย (กรมวิชาการเกษตร, 2546) อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุของการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย ได้แก่ โรคพืช แมลงศัตรูพืช การเปลี่ยนแปลงทาง

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150
[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 10150
[2]Postharvest Technology Innovation Center, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

สรีรวิทยาของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากโรคพืช โดยโรคที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ โรคผลเน่า ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp., *Rhizopus sp. และ Aspergillus spp.* (ดนัย, 2549; Jitareerat และ Uthairatanakij, 2004) ปัจจุบันผู้ประกอบการส่งออกผลไม้สดป้องกันการเน่าเสียของลำไย โดยรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนการส่งออกในความเข้มข้นที่สูง เพื่อให้มั่นใจว่าลำไยจะไม่เน่าเสียตลอดการขนส่ง และผลพลอยได้ที่ตามมาคือ เปลือกของลำไยมีสีเหลืองทองและน่ารับประทาน แต่การรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีบนผิวลำไยเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นอันตรายและอาจเป็นสาเหตุทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดอะซิติกในการควบคุมโรคผลเน่าของลำไยเพื่อทดแทนการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของผลลำไยในระหว่างการขนส่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลของกรดอะซิติกต่อการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อรา *Aspergillus niger* สาเหตุโรคผลเน่าของลำไย

นำ Mycelium disc หรือสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *Aspergillus niger* ความเข้มข้น 10^3 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มาเกลี่ยบนหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) และรมด้วยไอของกรดอะซิติกโดยนำกระดาษกรองที่หยดด้วย glacial acetic acid ปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อ 63.6 ตารางเซนติเมตร วางบนฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วปิดผนึกด้วย parafilm บ่มไว้เป็นเวลา 0 (ชุดควบคุม), 1, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง แล้วนำกระดาษกรองออก และตรวจสอบการเจริญของเส้นใยเชื้อราโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีทุกวัน และตรวจสอบการงอกของสปอร์เชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทุกๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ผลของการรมด้วยกรดอะซิติกต่อการควบคุมโรคผลเน่าและคุณภาพของลำไย

นำลำไยพันธุ์ดอในระยะเก็บเกี่ยวทางการค้ามาตัดให้เป็นผลเดี่ยวๆ โดยให้เหลือขั้วผล 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำมาปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *A. niger* ความเข้มข้น 10^3 สปอร์ต่อมิลลิลิตร นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำการรมด้วย Glacial acetic acid โดยใช้ระยะเวลาที่ดีที่สุดจากการทดลองข้างต้น ทำการบรรจุลำไยลงในกล่องกระดาษลูกฟูกที่มีตาข่ายบริเวณรูระบายอากาศ จำนวน 8 กิโลกรัมต่อกล่อง และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 $^{\circ}$C เป็นเวลา 21 วัน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของกรดอะซิติกต่อการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของลำไย

การรมด้วยไอของกรดอะซิติก นาน 1, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญทางเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อรา *A. niger* ได้สมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่การเจริญทางเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อราที่ไม่ได้รมไออะซิติกมีค่าเท่ากับ 9.6 เซนติเมตร (ในวันที่ 7) และ 97 เปอร์เซ็นต์ (ในชั่วโมงที่ 24) ตามลำดับ (ไม่ได้แสดงผล) การที่กรดอะซิติกสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์นั้น เนื่องจากกรดอะซิติกมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน และอยู่ในรูปของกรดที่ไม่แตกตัวซึ่งสามารถสลายไขมัน (Lipophilic layer) ในชั้นผนังเซลล์ และเมื่อเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปภายในเซลล์ของจุลินทรีย์แล้วจะเกิดการแตกตัว ทำให้ pH ภายในเซลล์ลดลง ส่งผลทำให้การทำงานของเอ็นไซม์ โปรตีน รวมทั้งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอผิดปกติ จึงทำให้เซลล์ถูกทำลาย (Garbutt, 1997)

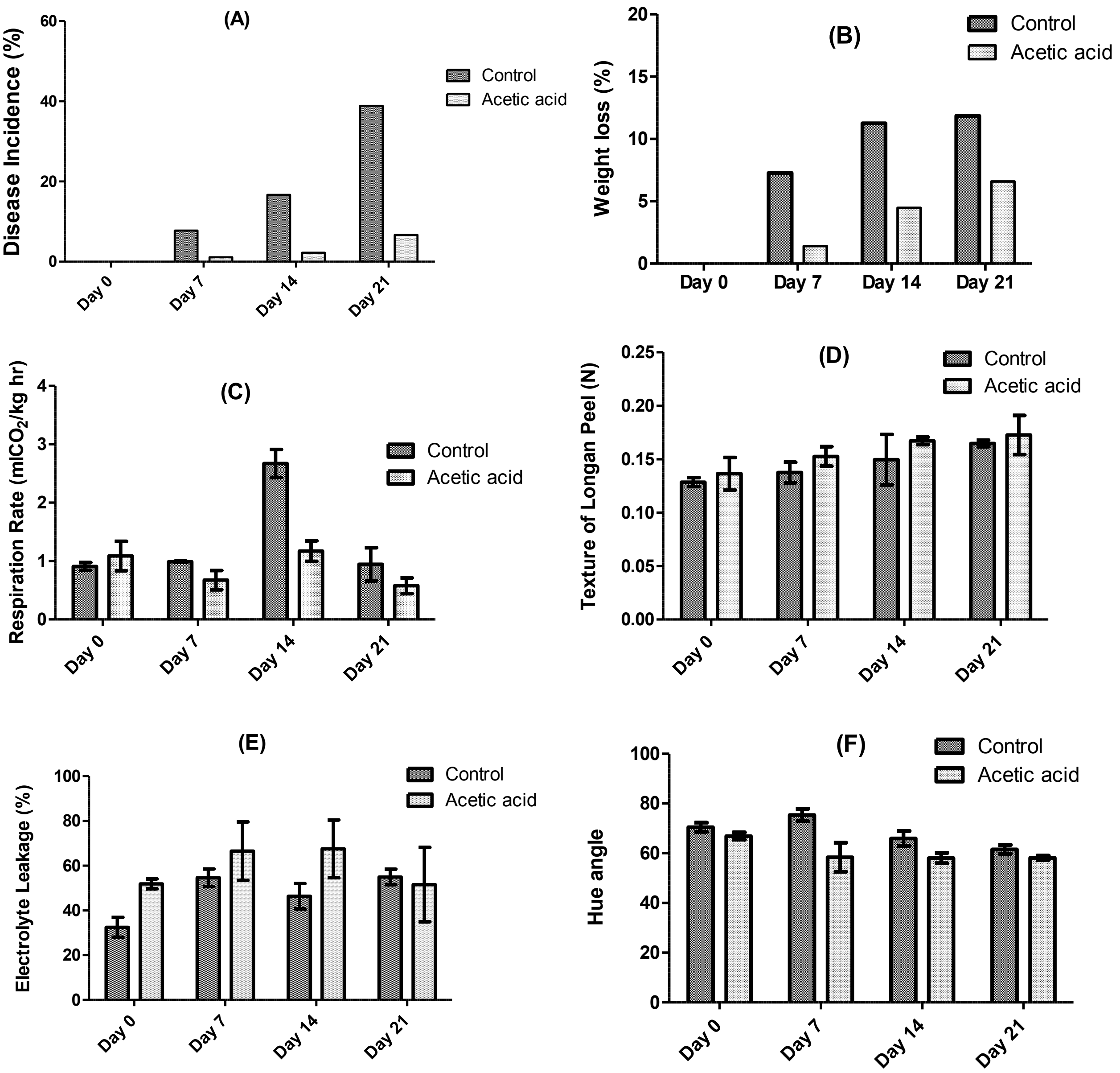


Figure 1 Disease Incidence (A), weight loss (B), respiration rate (C), peel texture (D), electrolyte leakage (E) and hue angle of peel (F). Longan fruit were inoculated by spore suspension of *A. niger* followed by fumigation with glacial acetic acid. The untreated fruit were served as control. All fruit were then stored at 2ºC for 0, 7, 14 and 21 days.

ผลของการรมด้วยกรดอะซิติกต่อการควบคุมโรคผลเน่าและคุณภาพของลำไย

การรมลำไยที่ปลูกด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อ *A. niger* ด้วยไอกรดอะซิติกนาน 1 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่ 2ºC นาน 21 วัน พบว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยไอของกรดอะซิติกและไม่รม (ชุดควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 7 และ 39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 1A) ทั้งนี้อาจเนื่องจากกรดอะซิติกมี pH ต่ำกว่า 4.5 ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ จึงสามารถช่วยควบคุมการเจริญและป้องกันการสร้างสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (ศิวาพร, 2535) การสูญเสียน้ำหนักของลำไยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากลำไยเป็นผลไม้ที่มีชั้นของ cuticle ปกคลุมอยู่น้อยจึงทำให้มีการสูญเสียน้ำออกจากผลได้ง่าย (Jiang และคณะ, 2002) ผลการทดลองพบว่าลำไยที่รมด้วยกรดอะซิติกมีการสูญเสียน้ำหนักสด (6.59 เปอร์เซ็นต์) น้อยกว่าลำไยที่ไม่รม (11.85 เปอร์เซ็นต์) (Figure 1B) และมีความสอดคล้องกับอัตราการหายใจคือ ลำไยที่รมและไม่รมกรดอะซิติกมีอัตราการหายใจเท่ากับ 0.58 และ 0.94 mlCO_2/kg.hr ตามลำดับ (Figure 1C) ทั้งนี้เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยวลำไยยังมีชีวิตอยู่ ดังนั้นกระบวนการต่างๆ ทางชีวเคมียังคงดำเนินอยู่ ลำไยจึงมีการหายใจและคายน้ำออกมา จึงเป็นผลทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น (สายชล, 2531) ผลลำไยที่รมด้วยกรดอะซิติกมีอัตราการหายใจที่ต่ำกว่าจึงส่งผลให้มีการ

สูญเสียน้ำหนักลดลงด้วย ส่วนความแน่นเนื้อของเปลือกและการรั่วไหลของไอออนของเนื้อลำไยที่ผ่านการรมด้วยไอกรดอะซิติกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 1D, 1E) แต่การรั่วไหลของไอออนของเปลือกลำไยที่รมด้วยไอของกรดอะซิติกมีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่รมตั้งแต่วันที่ 0 ของการเก็บรักษา และมีค่ามากที่สุดในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา การรั่วไหลของไอออนเมื่อการเก็บรักษานานขึ้นนั้นอาจเกิดเนื่องจากผลลำไยที่รมด้วยกรดอะซิติกส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของผนังเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มต่างๆ ภายในเซลล์ไม่สามารถควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ได้ (McCollum และ McDonald, 1991) สำหรับค่า hue angle ของเปลือกมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทำให้เปลือกของลำไยที่รมด้วยกรดอะซิติกมีสีน้ำตาลมากกว่าลำไยที่ไม่รมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure1F) อาจเนื่องจากเนื้อเยื่อบริเวณเปลือกของลำไยได้รับความเสียหายจากไอของกรดอะซิติก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Moyls และคณะ (1996) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดสีคล้ำบนผิวผลไม้ขึ้นใน 2-3 นาที

สรุปผล

การรมลำไยด้วยไอของกรดอะซิติก นาน 1 ชั่วโมง สามารถลดการเน่าเสียของลำไยทีเกิดจากเชื้อรา *A. niger* ได้ และมีแนวโน้มชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดและอัตราการหายใจได้ อย่างไรก็ตาม การรมด้วยกรดอะซิติกมีผลทำให้สีของเปลือกลำไยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเร็ว แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายในของผลลำไย

คำขอบคุณ

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2552, ลำไย, [Online], Available: http://it.doa.go.th/vichakan/ [2009, August 5].

ดนัย บุณยเกียรติ, 2549, โรคหลังเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.

ศิวาพร ศิวาเวช, 2535, วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, 328 หน้า.

Garbutt, J., 1997, Essentials of Food Microbiology, Arnold, London, England.

Jiang, Y., Zhang, Z., Joice, D.C. and Ketsa, S., 2002, Postharvest Biology and Handling of Longan Fruit, Postharvest Biological and Technology, Article in press.

Jitareerat, P. and Uthairatanakij, A., 2007, A Study on the Combined Effect of Slow Release SO_2 and Various Plastic Bags for Controlling Fruit Rot Diseases of 'Daw' longan during Storage, 5^{th} National Postharvest Technology Conference, Miracle Grand Hotel, Bangkok, 28-29 June 2007.

McCollum, T.G. and McDonald, R.E., 1991, Electrolyte Leakage, Respiration, and Ethylene Production as Indices of Chilling Injury in Grapefruit, HortScience, 26(9): 1191-1192.

Moyls, A.L., Sholberh, P.L. and Gaunce, A.P., 1996, Modified-Atmosphere Packaging of Grapes and Strawberries Fumigated with Acetic Acid, HortScience, 31(3): 414-416.

การศึกษาคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ที่รับประทานได้

Study of Nutritional and Free Radical Scavenging Activity in Edible Flowers

อรสุรินทร์ ฮวบบางยาง[1] มัณฑนา บัวหนอง[1] เฉลิมชัย วงษ์อารี[1] ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร[1] และ วาริช ศรีละออง[1]

Huabbangyang, O.[1], Buanong, M.[1], Wongs-Aree, C.[1], Techavutthiporn, C.[1] and Srilaong, V.[1]

Abstract

At present, consumers are awareness about health benefit from food consumption, thus the consumers tend to eat a lot of fresh fruit and vegetables. Edible flower is another choice apart from fruit and vegetables that could be promote a good health condition. However, a research on nutritional in edible flower is still limited and needs more study to clarify the bioactive components. In this research, 2 groups of edible flower consisted of red color group; Hibiscus (*Hibicus rosa-sinensis* Linn.), Damask rose (*Rosa damascena* Miller) and Rauvolfia serpentine (*Ixora Lobbii* Loud.) and white color group, Vegetable Humming Bird (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.), Cowslip Creeper (*Telosma minor* Craib) and Ceylon Spinach (*Basella alba* Linn.) were used. The bioactive components such as fiber, phenolic content and vitamin C were analyzed, and the antioxidant activity was also measured. The results found that the highest fiber and phenolic content were observed in Hibiscus (68.94% of flesh weight and 3.84 mg/gFW). The highest vitamin C level was found in Rauvolfia serpentine (174.90 mg/g flesh weight). In addition, antioxidant activity analyzed by DPPH method showed highest in Rauvolfia serpentine (0.28 mMTE/gFW). The results revealed the edible flowers with red color tend to have bioactive compounds higher than edible flower with white color.

Keywords: antioxidant activity, bioactive compound, edible flower

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากการรับประทานผักและผลไม้สดที่เพิ่มขึ้น นอกจากผักผลไม้แล้วการบริโภคดอกไม้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการมีสุขภาพที่ดี อย่างไรก็ตามงานวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของดอกไม้กินได้นั้นยังมีอยู่จำกัด การทดลองในครั้งนี้จึงได้ทำการคัดเลือกดอกไม้ที่สามารถรับประทานได้มา 2 กลุ่มสี โดยมีทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ดังนี้ กลุ่มสีแดงได้แก่ ดอกชบา (*Hibicus rosa-sinensis* Linn.) ดอกกุหลาบ (*Rosa damascena* Miller) ดอกเข็ม (*Ixora Lobbii* Loud.) และกลุ่มสีขาวได้แก่ ดอกแค (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) ดอกขจร (*Telosma minor* Craib) ดอกผักปลัง (*Basella alba* Linn.) โดยวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย สารประกอบฟีนอล วิตามินซี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าดอกไม้ที่มีปริมาณเส้นใยสูงที่สุดคือดอกชบา โดยมีปริมาณเส้นใย 68.94% ของน้ำหนักสด และดอกชบานั้นยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดโดยมีปริมาณ 3.84 mg/gFW ส่วนวิตามินซีพบมากในดอกเข็มโดยมีปริมาณ 174.90 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด นอกจากนี้แล้วยังได้ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH พบว่าดอกเข็มมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเท่ากับ 0.28 mM TE/gFW จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าดอกไม้ที่มีสีแดงมีสารสำคัญเป็นองค์ประกอบมากกว่าดอกไม้ที่มีสีขาว

คำสำคัญ: กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ สารสำคัญ ดอกไม้รับประทานได้

คำนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น โดยเห็นได้จากการรับประทานผักและผลไม้สดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความเชื่อว่าการรับประทานผักผลไม้สดทำให้ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในพืชซึ่งส่งผลให้ชะลอหรือป้องกันการเกิดโรคต่างๆ นอกจากการบริโภคผักและผลไม้สดแล้วพบว่าการบริโภคดอกไม้ที่รับประทานได้ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพราะในดอกไม้ประกอบด้วยรงควัตถุชนิดต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สำหรับในประเทศไทยมีดอกไม้ที่หลากหลายชนิด นอกจากจะให้สีสันที่สวยงามและมีกลิ่นหอมแล้วดอกไม้บางชนิดยังสามารถรับประทานได้ จากงานวิจัยของ Shi และคณะ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

(2008) พบว่าในดอกไม้ที่รับประทานได้มีสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอล ซึ่งสารดังกล่าวมีส่วนช่วยชะลอความชรา เป็นสารต้านมะเร็ง โรคอัลไซเมอร์ รวมทั้งโรคที่เกิดเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ ในปี ค.ศ. 1980 นักวิจัยชาวญี่ปุ่นได้ศึกษาและเผยผลการค้นคว้าทดลองว่า ผู้ที่บริโภคดอกไม้ที่รับประธานได้ มักเป็นคนที่ฉลาดกว่าผู้ที่ไม่เคยบริโภคดอกไม้ที่รับประทานได้ จะฉลาดกว่าคนที่ไม่ได้กินดอกไม้เลย เพราะในดอกไม้มีรงควัตถุที่ทำให้ดอกไม้มีสีต่างๆ ซึ่งสารที่มีสีนี้จะส่งผลต่อเซลล์สมองของมนุษย์ นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถควบคุมจิตใจ และช่วยในด้านความจำ โดยดอกไม้แต่ละชนิดจะมีคุณค่าทางอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันไป (สุพัตรา, 2548) สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของดอกไม้กินได้ในประเทศไทยนั้นยังมีอยู่ไม่มาก ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ที่รับประทานได้ที่มีในแถบภาคกลางประเทศไทยเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

นำดอกไม้ที่รับประทานได้ 2 กลุ่มสีที่มีการรับประทานกันอย่างแพร่หลาย โดยมีทั้งหมด 6 ชนิด คือ กลุ่มสีแดงได้แก่ ดอกชบา Hibiscus (*Hibicus rosa-sinensis* Linn.) ดอกกุหลาบ (Damask rose, *Rosa damascena* Miller) ดอกเข็ม (Rauvolfia serpentine *Ixora* Lobbii Loud.) และกลุ่มสีขาวได้แก่ ดอกแค (Vegetable Humming Bird, *Sesbania grandiflora* (L.)Pers.) ดอกขจร (Cowslip Creeper, *Telosma minor* Craib) และดอกผักปลัง (Ceylon Spinach, *Basella alba* Linn.) มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (Gould, 1984) โดยปริมาณเส้นใยที่ได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เส้นใยต่อน้ำหนักสด ปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยวิธี Folin-Ciocalteau (Singleton และ Rossi, 1965) ปริมาณวิตามินซี (Roe และคณะ ,1948) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical-scavenging activity (Brand-Williams และคณะ ,1995) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Trolox โดยค่าที่ได้คำนวณเป็น mM Trolox equivalent / g of fresh weight

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระพบว่าในดอกไม้แต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกันไปดังนี้ ปริมาณเส้นใยพบในดอกชบา เข็ม ปลัง แค ขจร กุหลาบ มีเส้นใยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 68.94, 27.67, 10.46, 9.02, 8.29 และ 4.88 ของน้ำหนักสด ตามลำดับ สารประกอบฟีนอลิกพบมากในดอกชบา เข็ม กุหลาบ ปลัง ขจร และ แค โดยมีปริมาณ 3.84, 1.32, 0.14, 0.06, 0.04 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ปริมาณวิตามินซีพบมากในดอกเข็ม ชบา ขจร กุหลาบ ปลัง แค โดยมีปริมาณเท่ากับ 174.90, 56.94, 50.82, 38.16, 32.72 และ 16.12 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พบว่าดอกไม้ที่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงได้แก่ ดอกเข็ม กุหลาบ ชบา ขจร แค และ ปลัง โดยมีค่า 0.28 0.22 0.21 0.11 0.10 และ 0.09 mM TE/gFW ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลพบว่าในดอกชบามีปริมาณเส้นใยและสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดรองลงคือเป็นดอกเข็ม สำหรับปริมาณวิตามินซีพบมากที่สุดในดอกเข็ม ซึ่งดอกไม้อีก 5 ชนิด ที่เหลือนั้นมีวิตามินซีที่ไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นแล้วดอกเข็มยังมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือดอกกุหลาบและดอกชบาซึ่งมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างทางสถิติ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าดอกไม้ในกลุ่มสีแดงมีคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าดอกไม้ในกลุ่มสีขาว ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Youwei และคณะ (2007) ที่ได้ทำการศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ของประเทศจีน พบว่าดอกไม้ในกลุ่มสีแดง-ส้ม มีสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลสูงกว่ากลุ่มสีอื่นๆ จากงานวิจัยของ Nanjo และคณะ (1996) พบว่าฟลาโวนอยด์เป็นสารที่ให้ฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชั่นสูงที่สุดโดยจะไปยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ ดังนั้นเนื่องจากดอกไม้ในกลุ่มสีแดงมีรงควัตถุในกลุ่มฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน และเบต้าแคโรทีนเป็นองค์ประกอบ จึงทำให้ดอกไม้ในกลุ่มสีแดงมีคุณค่าทางอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากลุ่มสีขาว

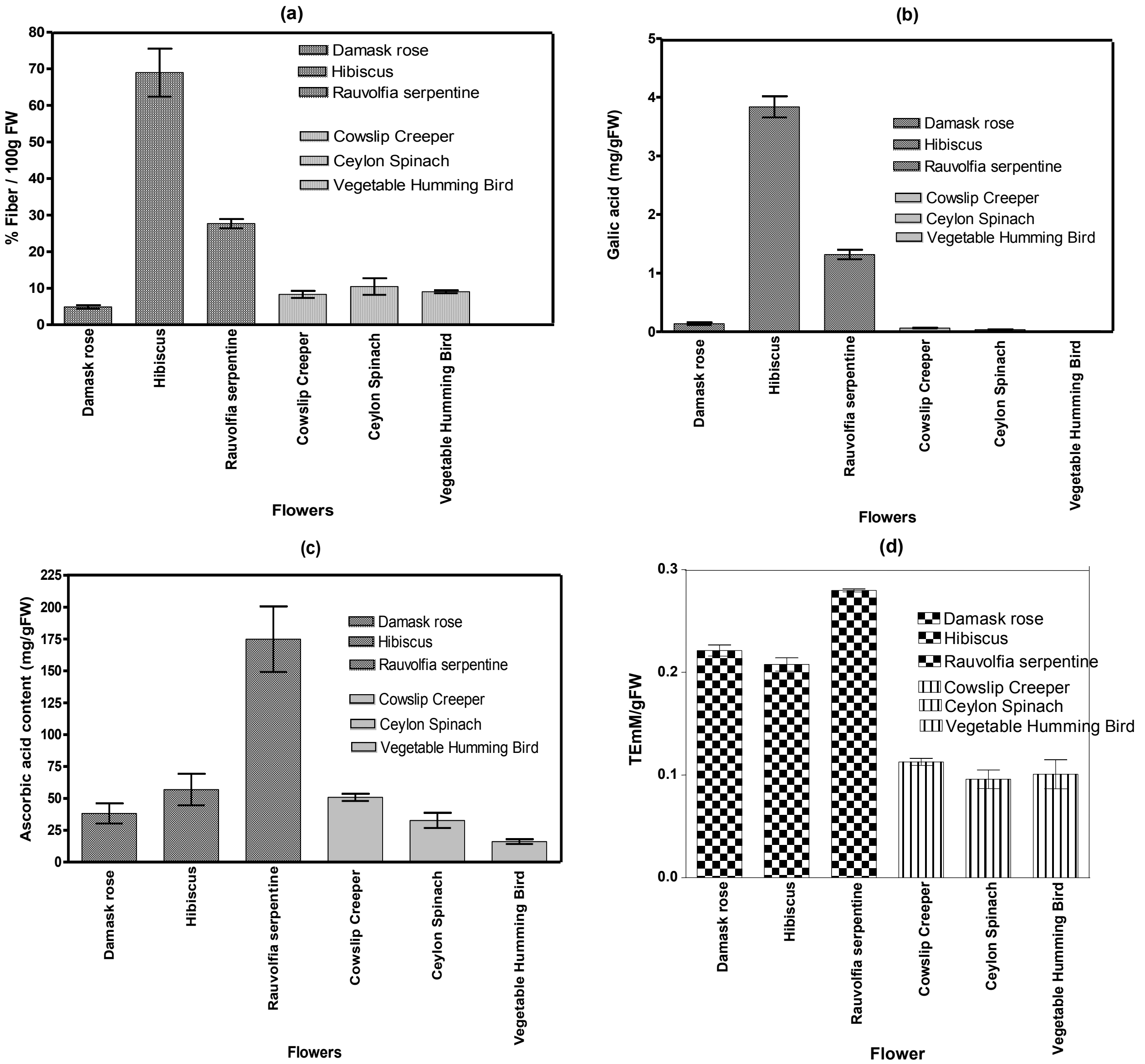


Figure 1 Nutritional and free radical scavenging activity in edible flowers (a) % fiber (b) phenolic content (c) vitamin c and (d) antioxidant activity.

สรุปผล

จากผลการทดลองพบว่าดอกไม้ในกลุ่มสีแดงมีคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่ากลุ่มสีขาว อาจเป็นเพราะว่าดอกไม้ในกลุ่มสีแดงนั้นมีรงควัตถุเช่น เบต้าแคโรทีน ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานิน มากกว่าดอกไม้กลุ่มสีขาว ซึ่งสารเหล่านี้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จึงทำให้ดอกไม้ในกลุ่มสีแดงมีคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมาก

เอกสารอ้างอิง

สุพัตรา แซ่ลิ่ม, 2548, อาหารจานดอกไม้, สำนักพิมพ์คุณพ่อ, กรุงเทพมหานคร,176 หน้า.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C., 1995, Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie, 28: 25–30.

GOULD, J.M., 1984, Alkaline Peroxide Delignification of Agricultural Residues to Enhance Enzymatic Saccharification, Biotechnology and Bioengineering, 25:157-172.

Nanjo, F., Goto, K., Seto, R., Suzuki, M., Sakai, M. and Hara, Y., 1996, Scavenging Effects of Tea Catechins and Their Derivatives on 1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl Radical. Free Radical Biology and Medicine, 21(6): 895-902.

Roe, J.H., Mills, M.B., Oesterling, M.J. and Damron, C.M., 1948, The Determination of Diketo-L-gulonic Acid, Dehydro-Lascorbic Acid, and L-ascorbic Acid in the Same Tissue Extract by the 2,4-Dinitrophyenylhydrazine Method, The Journal of Biological Chemistry,174: 201-208.

Singleton, V.L., Joseph, A. and Rossi, Jr., 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-phosphotungstic Acid Reagents, American Journal of Enology and Viticulture, 16:144-158.

Shi, J., Gong, J., Liu, J., Wu, X. and Zhang, Y., 2008, Antioxidant Capacity of Extract from Edible Flowers of Prunus mume in China and its Active Components, Food Science and Technology, 42(2): 477–482.

Wettasinghe, M. and Shahidi, F., 2000, Scavenging of Reactive-oxygen Species and DPPH Free Radicals by Extracts of Borage and Evening Primrose Meals, Food Chemistry, 70:17-26.

Youwei, Z., Jinlian, Z. and Yonghong, P., 2007, A comparative Study on the Free Radical Scavenging Activities of Some Fresh Flowers in Southern China, Food Science and Technology, 41: 1586-1591.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 385-388 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 385-388 (2553)

ความแปรปรวนของปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในประเทศไทย

Variation of Bioactive Components and Antioxidant Activities in 'Pattawia' Pineapple in Thailand

อำภา คงสุวรรณ[1] วาริช ศรีละออง[2] และ สุทธิวัลย์ สีทา[1]

Kongsuwan, A.[1], Srilaong, V.[2] and Setha, S.[1]

Abstract

The objective of this study is to determine the variation of bioactive components and antioxidant activities in 'Pattawia' pineapple from different locations in Thailand. 'Pattawia' pineapple was collected at 20-40 % yellow peel color. Total soluble solid (TSS), titratable acidity (TA), total phenolics, beta-carotene, vitamin C and antioxidant activities by ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) assays were investigated in the fruit pulp. The result showed that TA, TSS and TSS/TA in fruit juice varied among different production areas. The total phenolics content varied from 8.20 to 34.11 mgGAE/100 gFW and pineapple collected from Ratchaburi Province had the highest content. Vitamin C content varied from 3.46 to 9.78 mg/100 gFW, pineapple collected from Trat Province was the highest content. The beta-carotene content varied from 1.54 to 5.66 μg/100 gFW and pineapple from Nong Khai Province showed the highest content. The antioxidant activity by DPPH-assay varied from 97.15 to 150.60 mol TE/100 gFW which showed the highest value in pineapple collected from Nong Khai. While the antioxidant activity by FRAP-assay was not significantly different among different locations, however, the activity varied from 154.92 to 170.65 mol AAE/100 gFW. The finding information from this studied will be useful as a guidance for consumer.

Keywords: antioxidant, bioactive compound, pineapple

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแปรปรวนของปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญทางชีวภาพ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจากที่ต่างๆในประเทศไทย โดยเก็บเกี่ยวผลสับปะรดที่ระยะเปลือกมีสีเหลืองประมาณ 20-40% ของผล แล้วนำมาวิเคราะห์ ดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และปริมาณ TSS/TA ปริมาณฟีนอลทั้งหมด วิตามินซี แคโรทีนอยด์ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีวิเคราะห์ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ Ferric reducing antioxidant power (FRAP) ผลการทดลองพบว่าปริมาณ TSS TA และ TSS/TA มีความแปรปรวนแตกต่างกันไปประหว่างพื้นที่ผลิต ปริมาณฟีนอลทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 8.20-34.11 mgGAE/100 gFW และพบว่าสับปะรดจากจังหวัดราชบุรีมีปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงสุด ปริมาณวิตามินซีมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 3.46-9.78 mg/100 gFW และพบว่าสับปะรดจากจังหวัดตราดมีปริมาณสูงสุด ปริมาณเบต้าแคโรทีนมีค่าอยู่ระหว่าง 1.54-5.66 μg/100 gFW และสับปะรดจากจังหวัดหนองคายมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในสับปะรดซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH มีค่าอยู่ระหว่าง 97.15-150.60 mol TE/100 gFW โดยสับปะรดจากหนองคายมีค่าที่สูงสุด แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP แต่อย่างไรก็ตามกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์โดยวิธี FRAP มีค่าอยู่แปรปรวนอยู่ระหว่าง 154.92-170.65 mol AAE/100 gFW ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้น่าจะเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภค

คำสำคัญ: สารต้านอนุมูลอิสระ สารออกฤทธิ์สำคัญ สับปะรด

[1]สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง333 หมู่ 1 ตำบล ท่าสุด อำเภอ เมือง จังหวัด เชียงราย 57100

[1]School of Agro-Industry Mae Fah Luang University 333 Moo1, Thasud, Muang, Chiang Rai 57100

[2]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ, 10150

[2]Faculty of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

คำนำ

สับปะรดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีปริมาณการผลิตและการส่งออกสูงเป็นอันดับหนึ่งของโลกคิดเป็นมูลค่าการส่งออกนับหมื่นล้านบาทต่อปี อีกทั้งเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบไปด้วย วิตามินซี และ แคโรทีนอยด์ ซึ่งสารทั้งสองตัวดังกล่าวนับว่าเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันจึงสามารถยับยั้งการพัฒนาของโรคหัวใจและโรคมะเร็งบางชนิด (Diplock, 1994) แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลพื้นฐานทางด้านคุณค่าทางโภชนาการและความสามารถในการต้านออกซิเดชันยังไม่มีการศึกษามากนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแปรปรวนของปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญทางชีวภาพ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการผลิตและบริโภคผลสดมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ จากแหล่งผลิตเพื่อการค้าที่สำคัญของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

สุ่มเก็บเกี่ยวผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจากพื้นที่ผลิตต่างๆ ดังแสดงใน Table 1 โดยเก็บเกี่ยวผลสับปะรดที่ระยะเปลือกมีสีเหลืองประมาณ 20 -40% ของผล โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ผล แล้วนำมาวิเคราะห์ ดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และปริมาณ TSS/TA ปริมาณฟีนอลทั้งหมด วิตามินซี เบต้าแคโรทีน และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีวิเคราะห์ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ Ferric reducing antioxidant power (FRAP) (Kongsuwan และคณะ, 2009)

Table 1 พื้นที่ผลิตสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ผลิต

พื้นที่ผลิต	อุณหภูมิ(°C)[1]	ปริมาณน้ำฝน (mm)[1]	ลักษณะของดิน[2]
ลำปาง	26.1	82.9	ดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
อุตรดิตถ์	27.2	108.8	ดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
หนองคาย	25.9	194.3	ดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน
อุทัยธานี	27.8	78.7	ดินร่วนปนทราย
กาญจนบุรี	27.8	110.4	ดินเหนียวปนทราย
ราชบุรี	27.0	84.0	ดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งตลอด
เพชรบุรี	28.4	105.9	ดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย
ชลบุรี	27.8	100.1	ดินเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน
ระยอง	376	27.2	ดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
ตราด	28.0	73.5	ดินร่วนปนทราย ดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแป้ง
ประจวบคีรีขันธ์	27.3	77.7	ดินทรายบางแห่งมีเปลือกหอยปะปนอยู่ในเนื้อดิน

แหล่งที่มา: [1]กรมอุตุนิยมวิทยา; [2] กรมพัฒนาที่ดิน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของสับปะรดนอกจากจะขึ้นอยู่กับปัจจัยของพันธุ์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (Gortner และคณะ, 1967) จากการทดลองพบว่าสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่เก็บเกี่ยวมาจากพื้นที่ต่างๆ มีความแตกต่างทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้น (Table 2) ปริมาณ TSS มีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 7.97 ถึง 15.62 ปริมาณ TA มีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.42 ถึง 0.95 และค่า TSS/TA มีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 13.97 ถึง 35.52 จากการทดลองพบว่าพื้นที่ผลิตที่แตกต่างกันมีผลต่อลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสภาพภูมิอากาศและลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับที่มีรายงานว่า สภาพภูมิอากาศรวมไปถึง แสงและค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของพืชสวน (Klein และคณะ, 1982)

ปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญทางชีวภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย มีความแปรปรวนแตกต่างกันไปตามพื้นที่ผลิต ดังแสดงใน Table 3 ปริมาณฟีนอลทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 8.20–34.11 mgGAE/100 gFW และพบว่าสับปะรดจากจังหวัดราชบุรีมีปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงสุด ปริมาณวิตามินซีมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 3.46–9.78 mg/100 gFW และพบว่าสับปะรดจากจังหวัดตราดมีปริมาณสูงสุด ปริมาณเบต้าแคโรทีนมีค่าอยู่ระหว่าง 1.54–5.66 μg/100 gFW และสับปะรดจากจังหวัด

หนองคายมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ Charoensiri และคณะ (2009) พบว่าปริมาณของสารออกฤทธิ์สำคัญในผลไม้มีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ ระยะการพัฒนาของผล สภาพภูมิอากาศ ดิน ปุ๋ยและลักษณะทางภูมิศาสตร์

Table 2 Physical and physicochemical characteristic of ‘Pattawia’ pineapple

Area	Hue	L	TSS	TA	TSS/TA
Lampang	76.73±1.4d	67.76±2.1b	7.97±0.4f	0.58±0.1c	14.14±1.0e
Uttaradit	87.17±2.7abc	58.80±2.4cd	15.62±1.0a	0.60±0.0c	27.60±3.2b
Nong Khai	76.80±1.8d	62.39±1.0bc	12.23±0.8e	0.71±0.1b	17.67±2.4de
Uthai Thani	75.75±2.2d	63.29±2.1bc	15.68±0.3a	0.77±0.0b	20.89±0.8cd
Kanchana Buri	77.96±3.2d	44.51±1.6e	14.54±0.2abc	0.59±0.0c	27.31±1.6b
Ratchaburi	82.39±1.5bcd	60.61±1.1c	15.17±0.3ab	0.45±0.0d	34.28±2.2a
Chon Buri	75.62±2.1d	54.31±2.1d	12.83±0.4de	0.66±0.1bc	20.15±2.7cd
Rayong	90.09±2.8a	45.60±3.4e	14.15±0.2abcd	0.44±0.0d	35.37±2.2a
Trat	80.65±2.6cd	73.58±0.9a	13.19±0.3cde	0.95±0.0a	13.97±0.4e
Petchaburi	89.90±0.6a	35.65±1.9f	14.13±0.3abcd	0.42±0.0d	35.52±2.9a
Prachuap Khiri Khan	87.96±3.7ab	62.29±1.6bc	13.92±0.3bcd	0.58±0.0c	24.73±1.5bc

Values are the mean ±SE of *n* = 20 fruits. Within a row, different letters show significant differences ($P<0.05$)

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในสับปะรดซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH มีค่าอยู่ระหว่าง 97.15 – 150.60 mol TE/100 gFW โดยสับปะรดจากหนองคายมีค่าที่สูงสุด แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP ซึ่งกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์โดยวิธี FRAP มีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 154.92 – 170.65 mol AAE/100 gFW (Table 3) จากรายงาน Alothman และคณะ (2009) และ Mhatre และคณะ (2009) พบว่า นอกเหนือจากปัจจัยของพันธุ์และพื้นที่ผลิตแล้ว วิธีการสกัดและการวิเคราะห์ ก็ยังมีผลต่อความแตกต่างของปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญ และกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของผลสับปะรดอีกด้วย

Table 3 Bioactive components and antioxidant activities of ‘Pattawia’ pineapple.

Area	Total phenolic (mg GAE/100g FW)	Vitamin C (mg/100 g FW)	Bata-carotene (μg/100 g FW)	DPPH (mol TE/100g FW)	FRAP (mol AAE /100g FW)
Lampang	8.20±1.1e	8.45±1.3ab	2.03±0.4d	97.15±18.8d	170.65±6.3a
Uttaradit	26.34±1.4b	3.46±0.4e	1.96±0.2d	108.04±5.1abc	167.44±2.6ab
Nong Khai	11.88±1.4de	9.19±0.1ab	5.66±1.7a	150.60±9.3a	154.92±1.9b
Uthai Thani	26.52±2.0b	7.33±0.4abcd	1.88±0.3d	103.79±3.1cd	168.69±3.2a
Kanchana Buri	15.79±2.7d	7.84±1.3abc	3.21±0.5bcd	114.69±3.9bcd	165.49±2.5ab
Ratchaburi	34.11±0.8a	4.58±0.9de	4.72±0.4abc	129.85±2.5abc	161.03±3.9ab
Chon Buri	20.83±1.2c	6.22±0.1bcde	3.19±0.6bcd	131.89±3.4abc	160.42±3.0ab
Rayong	14.65±0.8d	6.40±0.6bcde	5.19±0.2ab	121.25±6.1bcd	163.56±4.2ab
Trat	14.84±2.3d	9.78±1.2a	1.80±0.2d	134.05±9.8ab	159.79±5.8ab
Petchaburi	21.87±2.6bc	5.16±1.1cde	3.04±0.7cd	134.30±9.9ab	159.71±4.6ab
Prachuap Khiri Khan	22.39±1.7bc	7.34±1.4abcd	1.54±0.1d	120.32±8.3bcd	163.83±3.1ab

Values are the mean ± SE of n = 4 determinations. Within a row, different letters show significant differences ($P<0.05$)

สรุปผล

จากผลการทดลองพบว่า ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้น ปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย มีความแปรปรวนแตกต่างกันไปตามพื้นที่ผลิต ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพภูมิศาสตร์และความแตกต่างกันของสภาพอากาศ โดยสับปะรดจากจังหวัดราชบุรีมีปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด สับปะรดจากจังหวัดตราดมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด สับปะรดจากจังหวัดหนองคายมีปริมาณเบต้าแคโรทีน และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH สูงที่สุด และสับปะรดจากลำปางมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP สูงที่สุด ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภคแล้ว ยังอาจนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการผลิตสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียต่อไป

คำขอบคุณ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงในการสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Alothman, M., Bhat, R. and Karim, A.A., 2009, Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Selected Tropical Fruits from Malaysia, Extracted with Different Solvents, Food Chemistry, 115(3): 785-788.

Charoensiri, R., Kongkachuichai, R., Suknicom S. and Sungpuag, P., 2009, Beta-carotene, Lycopene, and Alpha-tocopherol Contents of Selected Thai fruits, Food Chemistry, 113(1): 202-207.

Diplock, A.T., 1994, Antioxidants and Disease Prevention, Molecular Aspects of Medicine, 15(4): 293-376.

Gortner, W., 1967, Relation of Chemical Structure to Plant Growth-regulator Activity in the Pineapple Plant: Retarding Senescence of Pineapple Fruit with Applications of 2, 4, 5-Trichlorophenoxyacetic Acid and 1-Naphthaleneacetic Acid, Journal of Food Science, 34(6): 577- 580.

Klein,B.P. and Perry, A.K., 1982, Ascorbic Acid and Vitamin A Activity in Selected Vegetables from Different Geographical Areas of the United States, Journal of Food Science, 47(3): 941-945.

Kongsuwan, A., Suthiluk, P., Theppakorn, T., Srilaong, V. and Setha, S., 2009, Bioactive Compounds and Antioxidant Capacities of *Phulae* and *Nanglae* Pineapple, Asian Journal of Food and Agro-Industry, Special Issue, S44-S50.

Mhatre, M., Tilak-Jain, J., De, S. and Devasagayam, T.P.A., 2009, Evaluation of the Antioxidant Activity of Non-transformed and Transformed Pineapple: A comparative Study. Food and Chemistry Toxicology, 47(11): 2696-2702.

Thongtham, J., 1983, Pineapple and Pineapple Industry in Thailand, Kasetsart University Press, Bangkok.

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารและอาการส้มผิวมะกรูดในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

The Relationship between Mineral Nutrition Levels and Creasing Incidence in Tangerine cv 'Sai Nam Pung'

เสาวรส สวาสนุช[1] และ สุทธิวัลย์ สีทา[1]
Sawatnut, S.[1] and Setha, S.[1]

Abstract

The relationship between mineral nutrition levels and creasing incidence in tangerine cv 'Sai nam pung' were investigated. The creasing fruits were harvested from the same orchard and divided into three groups based on the degree of creasing incidence per fruit area; slight (<25%), moderate (25-50%) and severe (>50%). The calcium (Ca), potassium (K) and magnesium (Mg) contents in fruit peel and pulp were separately analyzed. Moreover, fruit firmness, water soluble pectin and fruit juice quality were determined. The result shows that Ca, K and Mg contents in the peel were higher than the pulp in every creasing level. The Ca and Mg contents in the severe creasing fruit were significantly lower than the moderate and slight creasing fruit in respectively but there were no significant differences in K content. Water soluble pectin in severe creasing fruit were higher than the others and showed negatively correlated with the Ca content (R^2 = 0.998). It suggests that Ca and Mg levels may involve with creasing incidence in tangerine fruit. The lowest of fruit firmness were also observed in severe creasing fruit. However, there were no significant differences in titratable acidity and vitamin C content among different degree of creasing incidence.

Keywords: creasing, mineral nutrition, physiological disorder, tangerine

บทคัดย่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหาร และการเกิดอาการส้มผิวมะกรูดในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยเก็บเกี่ยวส้มสายน้ำผึ้งที่ปรากฏอาการส้มผิวมะกรูดจากสวนเดียวกัน แล้วแบ่งออกเป็นสามกลุ่มตามระดับความรุนแรงของอาการผิวมะกรูดที่ปรากฏต่อพื้นที่ผล ดังนี้ ปรากฏอาการผิวมะกรูดเล็กน้อย (<25%) ปานกลาง (25-50%) และ รุนแรงมาก (>50%) วิเคราะห์ปริมาณ แคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) ในเปลือกและเนื้อผล ความแน่นเนื้อผล ปริมาณแพคตินที่ละลายน้ำในส่วนเปลือกผล และคุณภาพโดยทั่วไปในน้ำคั้น จากผลการทดลองพบว่าปริมาณ Ca K และ Mg ในเปลือกมีปริมาณมากกว่าในเนื้อผลที่ทุกๆ ระดับความรุนแรงของอาการผิวมะกรูด ในผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะพบปริมาณ Ca และ Mg ต่ำกว่าผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดในระดับปานกลางหรือเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญ ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ K ในแต่ละระดับความรุนแรง ในผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะมีปริมาณเพคตินที่ละลายในน้ำสูงที่สุด และพบว่าปริมาณแพคตินที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณ Ca (R^2 = 0.998) จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าระดับของ Ca และ Mg ในผลส้มอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดอาการส้มผิวมะกรูด นอกจากนั้นยังพบว่าผลส้มที่มีอาการผิดปกติรุนแรงจะมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และวิตามินซี ในผลส้มที่เกิดอาการผิวมะกรูดทั้งสามระดับความรุนแรง

คำสำคัญ: อาการผิวมะกรูด ธาตุอาหาร ความผิดปกติทางสรีรวิทยา ส้มสายน้ำผึ้ง

[1]มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง333 หมู่ 1 ตำบล ท่าสุด อำเภอ เมือง จังหวัด เชียงราย 57100
[1]Mae Fah Luang University 333 Moo1, Thasud, Muang, Chiang Rai 57100

คำนำ

อาการส้มผิวมะกรูด (creasing) เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่ผิวเปลือกของผลส้ม สาเหตุของอาการดังกล่าวนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการฉีกขาดของเปลือกผลชั้นกลาง (albedo breakdown) ในระยะที่มีการขยายขนาดของผลทำให้ส่วนเปลือกผลชั้นนอก (flavedo) เกิดการยุบตัวลงและปรากฏอาการผิดปกติขึ้นที่บริเวณผิวเปลือกปรากฏลักษณะคล้ายกับผิวมะกรูด (Monselise และคณะ, 1976) จากลักษณะความผิดปกตินี้ทำให้ส้มที่มีอาการดังกล่าวมีมูลค่าลดลง นอกจากนั้นรูปทรงที่ผิดปกติยังอาจทำให้เกิดปัญหาในการจัดการภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การเคลือบผิว การบรรจุ ขนส่ง ซึ่งส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการส้มผิวมะกรูด นั้นยังไม่ได้รับการยืนยันที่แน่ชัดเพียงแต่มีข้อสันนิษฐานว่า อาจเป็นผลมาจากปัจจัยภายนอก เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ระบบการจัดการน้ำและธาตุอาหาร ส่วนปัจจัยภายในได้แก่ ความหนาของเปลือก ชนิดของต้นตอ ขนาด และ ตำแหน่งของผล เป็นต้น (Treeby และคณะ, 1995) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทยถึงแม้ว่าจะพบอาการส้มผิวมะกรูดทั่วไปในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยเฉพาะส้มรุ่นที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อน (ระหว่างเดือน มี.ค.-พ.ค.) แต่ก็ยังไม่ได้มีการศึกษาถึงสาเหตุที่แน่ชัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของระดับธาตุอาหารที่สำคัญในผลส้มต่อความรุนแรงของอาการส้มผิวมะกรูด ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาสาเหตุของการเกิดอาการส้มผิวมะกรูด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้น ปริมาณแพคตินที่ละลายน้ำได้และปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญต่อความรุนแรงของอาการส้มผิวมะกรูดในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ปรากฏอาการส้มผิวมะกรูดจากสวนเดียวกัน ในเขตอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือน มี.ค. โดยเก็บเกี่ยวจากต้นส้มอายุระหว่าง 8 ปี ที่มีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน สุ่มเก็บผลในระยะเก็บเกี่ยว ขนาดผลใกล้เคียงกัน จากตำแหน่งกลางต้น แบ่งส้มออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับความรุนแรงที่สามารถสังเกตเห็นได้ (visual observe) คือ กลุ่มที่ 1 ปรากฏอาการผิดปกติเล็กน้อย (<25% ของผล) กลุ่มที่ 2 ปรากฏอาการผิดปกติปานกลาง (26-50% ของผล) และกลุ่มที่ 3 ปรากฏอาการผิดปกติรุนแรง (>50 % ของผล) ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ผล ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความแน่นเนื้อแสดงโดยค่าความต้านทานต่อแรงกด ด้วยเครื่อง Texture analyzer TA-XT 2 ความหนาของเปลือกโดยใช้ venire calipers ศึกษาลักษณะทางเคมีของน้ำคั้น ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้(TA) อัตราส่วนระหว่างTSS/TA ปริมาณวิตามินซี (AOAC., 1990) ร้อยละปริมาณของน้ำคั้น ปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญในเปลือกและเนื้อผล ได้แก่ Ca, K และ Mg โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer และ ปริมาณเพคตินในเปลือกส้มโดยวิธี m-Hydroxydiphenyl (Majumder และคณะ, 2002).

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Table 1 Physical and chemical content in different creasing incidence level of tangerine cv 'Sai Nam Pung'.

Physical and chemical content	Creasing incidence level		
	Slight	moderate	severe
Compression (Kg)	13.69 ± 0.69a*	11.12 ± 0.12b	10.00 ± 0.49b
Peel thickness (mm)	2.60 ± 0.05c	3.00 ± 0.06b	3.50 ± 0.12a*
TSS (%)	10.74 ± 0.12c	12.52 ± 0.26b	13.32 ± 0.19a*
TA (%)	0.82 ± 0.03b	0.87 ± 0.06ab	0.97 ± 0.04a
TSS:TA	13.05 ± 0.26b	15.01 ± 0.86a	13.89 ± 0.34ab
Juice content (%)	18.16 ± 1.07a	16.98 ± 0.45a	18.20 ± 0.78a
Vitamin C (mg/100 ml)	47.06 ± 1.64a	50.10 ± 1.51a	46.41 ± 1.03a

Within a row, different letters show significant difference ($p < 0.05$) according to Duncan's new multiple range test (DMRT).

จากผลการทดลอง พบว่าผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงมีค่าความต้านทานต่อแรงกดน้อยกว่าผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดปานกลางและผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดเล็กน้อย ตามลำดับ แม้ว่าผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะวัดความหนาของเปลือกได้มากที่สุดก็ตาม ทั้งนี้อาจเกิดจากการเรียงตัวกันแบบหลวมๆและไม่เป็นระเบียบของเนื้อชั้น albedo จึงทำให้ผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงมีแนวโน้มที่จะอ่อนแอและมักแตกง่ายกว่าผลปกติ และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้น พบว่าผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าผลที่ปรากฏอาการผิว

มะกรูดปานกลางและผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดเล็กน้อยตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ และปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละระดับความรุนแรงของอาการส้มผิวมะกรูด (Table 1)

Table 2 Nutritional content in different creasing incidence level of tangerine cv 'Sai Nam Pung'.

Nutritional content (mg/KgDW)	Creasing incidence level					
	Peel			Pulp		
	Slight	Moderate	Severe	Slight	Moderate	Severe
Ca	3241.68a*	2269.85b	1969.72b	3120.15a*	1294.46b	421.67c
K	3787.20a*	3328.68b	3341.06b	1619.47a	1408.90b	1458.48ab
Mg	559.32a*	420.59b	358.98c	285.10a*	169.52b	112.58c
K/Ca	1.18b	1.53a	1.73a	0.53c	1.49b	3.58a*
Mg/Ca	0.17a	0.19a	0.28a	0.09b	0.16b	0 .28a

Within a row, different letters show significant difference ($p < 0.05$) according to Duncan's new multiple range test (DMRT).

จากการศึกษาเปรียบเทียบระดับของธาตุอาหารในผลส้มพันธุ์ Navel และ Valencia พบว่า ปริมาณ Ca มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการส้มผิวมะกรูด โดยผลส้มที่มีอาการผิดปกติดังกล่าวมีปริมาณ Ca ต่ำกว่าผลที่ไม่ปรากฏอาการ เมื่อแยกวิเคราะห์ผลเป็นส่วนๆ พบว่า ในชั้น flavedo มีปริมาณ Ca สูงกว่าชั้น albedo และ rind นอกจากนั้นยังพบว่าความสามารถในการดูดซึม Ca จากดินของพืชขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย ซึ่งรวมถึงระดับธาตุอาหารอื่นๆ ที่มีอยู่ในดินด้วย (Storey และคณะ, 2002) ส่วนผลที่ได้จากการศึกษาในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งพบว่า ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ Ca, K และ Mg ในผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดทั้ง 3 ระดับ มีปริมาณ Ca, K และ Mg ในเปลือกสูงกว่าในเนื้อ สอดคล้องกับที่มีรายงานโดยทั่วไปว่ามักจะพบธาตุอาหารต่างๆดังกล่าวในส่วนเปลือกมากกว่าในเนื้อผลทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากข้อจำกัดในการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารผ่านระบบท่อลำเลียงจากส่วนเปลือกไปสู่เนื้อผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างที่มีการขยายขนาดของผล (Marschner, 1995) และในผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะมีปริมาณ Ca และ Mg ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดปานกลางและเล็กน้อย ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกันทั้งในเปลือกและเนื้อผล (Table 2) จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการดูดซึม Ca ของต้นส้มพันธุ์ Navel ต่อปริมาณ K และ Mg ในดิน (Storey และ Treeby,1999) พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้น K ทำให้ปริมาณ Ca ในผลและใบลดลงกว่า 50 เปอร์เซนต์ ในขณะที่การลดปริมาณ K จะทำให้ ระดับของ Ca ในใบและผลเพิ่มขึ้นถึง 1.3 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ คืออัตราส่วนของ K/Ca และ Mg/Ca มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความรุนแรงของอาการผิวมะกรูดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเนื้อผล (Table 2)

Table 3 Water soluble pectin (WSP) and Ca content in peel of creasing fruit and their linear correlation

Content	Creasing incidence level			R^2
	slight	moderate	severe	
WSP (mg/100gFW)	1094.87 ± 27.15c	2090.96 ± 32.85b	2458.11 ± 31.30a*	0.998
Ca (mg/KgDW)	3241.68 ± 152.44a*	2269.85 ± 140.27b	1969.72 ± 87.23b	

Within a row, different letters show significant difference ($p < 0.05$) according to Duncan's new multiple range test (DMRT).

ปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำได้จากการวิเคราะห์ในส่วนเปลือกของผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะมีค่ามากกว่าผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดปานกลาง และผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Monselise และคณะ (1976) พบว่าผลที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดจะมีปริมาณแพคตินที่ละลายน้ำได้มากขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณแพคตินที่ละลายน้ำได้มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณแคลเซียม (R^2 = 0.998) ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าแคลเซียมมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อความแข็งแรงของผนังเซลล์ โดยไอออนของแคลเซียมจะเข้าไปเชื่อมต่อโมเลกุลของ pectin ที่กลุ่ม carboxyl ทำให้เกิดการยึดเกาะกัน จึงช่วยให้โครงสร้างของผนังเซลล์พืชคงความแข็งแรงอยู่ได้ ดังนั้นการที่มี

ปริมาณ Ca ต่ำ ส่งผลให้การเชื่อมต่อกันลดลงและเพิ่มอัตราการสลายตัวของเพคตินมากขึ้น (จริงแท้, 2549) จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ส้มที่มีอาการผิวมะกรูดรุนแรงมีปริมาณของเพคตินที่ละลายในน้ำมากกว่าผลส้มปกติ นอกจากนั้นในสภาวะที่มีแคลเซียมต่ำจะทำให้ความแข็งแรงของผนังเซลล์ลดลง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อเยื่อโดยเฉพาะในส่วนของชั้น albedo ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างบางเกิดการฉีกขาดได้ง่าย และส่งผลให้เกิดอาการผิดปกติที่ชั้นของ flavedo (Storey และ Treeby, 1994)

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับธาตุอาหารต่ออาการผิวมะกรูดสามารถบ่งบอกถึงสาเหตุของอาการผิดปกติได้ในระดับหนึ่ง แต่จะเห็นว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการส้มผิวมะกรูดมีหลากหลายปัจจัยด้วยกัน ดังนั้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่จะต้องมีการศึกษาต่อไปถึงสาเหตุของอาการส้มผิวมะกรูดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและเพิ่มมูลค่าของผลผลิตให้กับเกษตรกรผู้ผลิตส้ม ต่อไปในอนาคต

สรุปผล

ผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะมีค่าความแน่นเนื้อต่ำและมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากกว่าผลที่ปรากฏอาการรุนแรงเล็กน้อย แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และวิตามินซี ปริมาณ Ca และ Mg ในเปลือกและเนื้อผลมีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของอาการผิวมะกรูด แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปริมาณ K ที่ทั้งสามระดับความรุนแรง อัตราส่วนระหว่าง K/Ca และ Mg/Ca ในเนื้อผลจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความรุนแรงของอาการผิวมะกรูดเพิ่มขึ้น และผลส้มที่ปรากฏอาการผิวมะกรูดรุนแรงจะพบปริมาณแพคตินที่ละลายในน้ำสูงด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณแพคตินที่ละลายน้ำได้มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณแคลเซียม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ที่ให้ทุนสนับสุนนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช, 2549, ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, 453 หน้า.

Marschner, H., 1995, Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, London.

Majumder, K. and Mazumdar, B.C., 2002, Changes of Pectin Substances in Developing Fruits of Cape-gooseberry (*Physalis peruviana L.*) in Relation to the Enzyme Activity and Evolution of Ethylene, Scientia Horticulturae, 96(1-4): 91-101.

Monselise, S.P., Weiser, M., Shakir, N., Goren, R. and Goldschmidt, E., 1976, Creasing of Orange Peel-physiology and Control, Journal of Horticulture science, 51:341-351.

Storey, R. and Treeby, M.T., 1999, Seasonal Changes in Nutrient Concentrations of Navel Orange Fruit, Scientia Horticulturae, 84: 67-82.

Storey, R., Treeby, M.T. and Milne Donna, J., 2002, Crease: Another Ca Deficiency-related Fruit Disorder, Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77: 565-571.

Treeby, M.T., Storey, R. and Bevington, K.B., 1995, Rootstock, Seasonal, and Fruit Size Influences on the Incidence and Severity of Albedo Breakdown in Bellamy Navel Oranges, Australian Journal of Experimental Agriculture, 35(1): 103-108.

ผลของเจลาทิไนเซชันที่มีต่อสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้อง

Effects of Gelatinization on Textural Properties of Brown Waxy Rice

เพชรรัตน์ ใจบุญ[1] สมเกียรติ ปรัชญาวรากร[2] สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา[3] และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์[1]

Jaiboon, P.[1], Prachayawarakorn, S.[2], Devahastin, S.[2] and Soponronnarit, S.[1]

Abstract

Brown waxy rice contains bran, which consist of dietary fiber, minerals and vitamins. It can be reduced risk of beriberi, obesity, cancer and cardiovascular disease. Consumption of brown waxy rice could be helpful to health benefits. However, hard texture of cooked brown waxy rice might not be favorable to consumer Gelatinization could affect the texture of waxy rice. Particularly, the hardness of gelatinized waxy rice can decrease due to the loss of ordering of amylopectin chains during gelatinization Therefore, this study was to investigate the effect of gelatinization on the textural property of brown waxy rice treated by fluidized-bed technique. Initial moisture content of re-moistened rough waxy rice was approximately 28% (d.b.) and dried in a batch fluidized-bed at temperatures of 90-150 °C to the predetermined moisture content, after that it was tempered and ventilated at ambient temperature until the moisture content reached around 16% (d.b.). From the experimental results, it was found that gelatinization occurred during high-temperature drying and the degrees of starch gelatinization increased with increasing drying temperature. The higher degrees of gelatinization resulted in more disruption of the crystalline region in the starch granules and decrease swelling of the starch granules as indicated by the lower peak viscosity. In addition, it resulted in larger amount of water absorption and caused further decrease in hardness of cooked waxy rice.

Keywords: brown waxy rice, gelatinization, textural property, X-ray diffraction

บทคัดย่อ

ข้าวเหนียวกล้องประกอบด้วยรำซึ่งอุดมไปด้วยเส้นใยอาหาร แร่ธาตุ และวิตามินต่างๆ สามารถลดความเสี่ยงต่อโรคเหน็บชา โรคอ้วน มะเร็ง และโรคหัวใจและหลอดเลือด การบริโภคข้าวเหนียวกล้องช่วยให้สุขภาพดี แต่เนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องสุกค่อนข้างแข็งซึ่งอาจไม่เป็นที่นิยมสำหรับผู้บริโภค เจลาทิไนเซชันสามารถช่วยให้เนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องนุ่มลงได้ เนื่องจากการสูญเสียลำดับของสายโซ่อะมิโลเพคตินระหว่างกระบวนการเกิดเจลาทิไนเซชัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเจลาทิไนเซชันที่มีต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องเมื่อผ่านการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน ข้าวเปลือกเหนียวมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 28% (d.b.) อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 90-150°C จากนั้นนำไปเก็บในที่อับอากาศและเป่าลมเย็นจนกระทั่งความชื้นสุดท้ายประมาณ 16% (d.b.) จากผลการทดลองพบว่า เจลาทิไนเซชันเกิดขึ้นระหว่างการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง และระดับการเกิดเจลาทิไนเซชันมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศอบแห้งสูงขึ้น ซึ่งระดับการเกิดเจลาทิไนเซชันที่สูงขึ้นนี้ทำให้เกิดการแตกตัวของผลึกในสตาร์ช และลดการพองตัวของเม็ดสตาร์ชโดยวัดจากค่าความหนืดสูงสุดที่มีค่าลดลงนอกจากนี้ ยังส่งผลให้ข้าวเหนียวกล้องดูดน้ำมากขึ้นและส่งผลให้ข้าวเหนียวกล้องสุกมีความแข็งลดลง

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวกล้อง เจลาทิไนเซชัน สมบัติด้านเนื้อสัมผัส การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์

คำนำ

ข้าวเหนียวกล้องมีส่วนประกอบของรำซึ่งอุดมไปด้วยเส้นใยอาหาร แร่ธาตุ และวิตามินต่างๆ มากกว่าข้าวเหนียวขาว สามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเหน็บชา โรคอ้วน มะเร็ง และโรคหัวใจและหลอดเลือด การรับประทานข้าวเหนียวกล้องเป็นประจำจะส่งผลให้มีสุขภาพดี แต่เนื่องจากเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องหุงสุกมีค่าค่อนข้างแข็งซึ่งอาจไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคที่ชอบ

[1]สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนประชาอุทิศ ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[1]Energy Technology Division, School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Pracha u-tid Rd., Tungkru, Bangkok 10140

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนประชาอุทิศ ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[2]Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Pracha u-tid Rd., Tungkru, Bangkok 10140

[3]ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนประชาอุทิศ ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[3]Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Pracha u-tid Rd., Tungkru, Bangkok 10140

รับประทานข้าวเหนียวหุงสุกที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม เจลาทิไนเซชันช่วยให้เนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องสุกนุ่มลงได้ (Jaiboon และคณะ, 2009; Wu และคณะ, 2002) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเม็ดสตาร์ชถูกทำให้ร้อนในน้ำที่มีปริมาณมากเพียงพอ เจลาทิไนเซชันส่งผลให้เกิดการสูญเสียลำดับของโมเลกุลภายในเม็ดสตาร์ช เกิดการพองตัวยุบกลับไม่ได้ (irreversible) การสูญเสียค่าแสงหักเหสองแนว (loss of birefringence) การสูญเสียสภาพเป็นผลึก (loss of crystallinity) และการหลุดออกจากเม็ดสตาร์ชของโมเลกุลอมิโลสและ/หรือ อะมิโลเพคติน (Eliasson, 2006) สำหรับข้าวเหนียวซึ่งมีอมิโลเพคตินเป็นส่วนประกอบจำนวนมาก (>95%) หลังจากเกิดเจลาทิไนเซชัน โมเลกุลอมิโลเพคตินซึ่งมีกิ่งก้านสาขามากเกิดการจัดเรียงตัวกันขึ้นมาใหม่ได้ยาก ทำให้เจลที่เกิดขึ้นไม่แข็งแรง ถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ

วิธีการที่มีผลต่อกระบวนการเกิดเจลาทิไนเซชัน เช่น การแผ่รังสีแกมมา และกระบวนการอบแห้ง (Sung และคณะ, 2008; Jaiboon และคณะ, 2009; Soponronnarit และ Prachayawarakorn, 1994) ซึ่งเป็นกระบวนการให้ความร้อนกับวัสดุที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิเจลาทิไนเซชัน สำหรับในงานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด (fluidized bed dryer) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่เหมาะสำหรับอบแห้งข้าวเหนียวโดยใช้อุณหภูมิอบแห้งสูงเนื่องจากมีการผสมผสานกันดีระหว่างของไหลกับวัสดุ เกิดอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนและมวลมาก ใช้เวลาในการอบแห้งสั้น จากงานวิจัยของ Jaiboon และคณะ (2009) รายงานว่าการอบแห้งข้าวเหนียวขาวที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดเจลาทิไนเซชันเพิ่มขึ้นซึ่งเจลาทิไนเซชันที่เพิ่มขึ้นนี้ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวขาวหุงสุกนุ่มลง จากความรู้ในงานวิจัยดังกล่าว ทำให้มีการตั้งสมมติฐานว่าการอบแห้งข้าวเหนียวที่อุณหภูมิสูงสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องหุงสุกเหมือนกับข้าวเหนียวขาวหุงสุก แต่ยังไม่มีข้อมูลเชิงปริมาณที่แสดงความแตกต่างของสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องเมื่อผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงเปรียบเทียบกับข้าวเหนียวกล้องอ้างอิง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเกิดเจลาทิไนเซชันที่มีต่อสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องหุงสุก การวิเคราะห์ผลทางอุณหศาสตร์ การวิเคราะห์ด้านความหนืด การวิเคราะห์ด้านสภาพเป็นผลึก และสมบัติด้านการหุงต้มได้แก่ water uptake และ solid loss เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 จากศูนย์วิจัยพันธ์ข้าวสกลนครมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 11-13% (d.b.) นำมาเพิ่มความชื้น และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-6°C เป็นเวลา 7 วัน จนมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 27-29% (d.b.) ก่อนทำการทดลองปล่อยให้ข้าวเหนียวมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อม จากนั้นนำข้าวเหนียวจำนวน 1.9 kg มาอบแห้งด้วยเครื่องฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิ 90-150°C ความเร็วของอากาศร้อน 2.5 m/s จากนั้นนำไปเก็บในที่อับอากาศนาน 30 นาที โดยใส่ในขวดแก้วปิดสนิทที่อุณหภูมิเดียวกับอุณหภูมิของเมล็ดหลังการอบแห้ง ในขั้นตอนสุดท้ายนำข้าวเหนียวไปเป่าด้วยเครื่องอบแห้งชั้นบางที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อมความเร็วลม 0.15 m/s จนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือประมาณ 16% (d.b.) ตัวอย่างจะถูกนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-6°C สำหรับทดสอบคุณภาพต่างๆ การวิเคราะห์คุณภาพได้แก่ สมบัติทางอุณหศาสตร์ ทดสอบโดยเครื่อง differential scanning calorimeter สมบัติด้านสภาพเป็นผลึกวัดโดยเครื่อง X-ray diffractometer สมบัติด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวกล้องหุงสุกทดสอบโดยเครื่อง Texture analyzer สมบัติด้านความหนืดวัดโดยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) สำหรับการหา water uptake และ solid loss หาได้จาก นำเมล็ดข้าวเหนียวกล้องจำนวน 25 กรัม แช่ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นาน 16 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง water uptake หาได้จากน้ำหนักข้าวเหนียวกล้องที่เพิ่มขึ้นต่อน้ำหนักข้าวเหนียวกล้องก่อนการแช่น้ำ สำหรับวิธีการทดสอบ solid loss ทำได้โดยนำน้ำที่แช่ข้าวเหนียวกล้อง มาระเหยใน Erlenmeyer flask อุณหภูมิสำหรับการระเหย 105°C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาใส่ในตู้ดูดความชื้น 45 นาที และชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ปริมาณของแข็งที่สูญเสียหาได้จากสมการ

$$\text{Solid loss} = \frac{\text{Increased mass of Erlenmeryer flask}}{\text{Mass of waxy rice sample}} \times 100 \qquad (1)$$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อการเกิดเจลาทิไนเซชันของข้าวเหนียว

Table 1 แสดงอุณหภูมิทรานซิชัน (T_o, T_p และ T_c) เอนธัลปี (ΔH) และระดับการเกิดเจลาทิไนเซชัน (DG) ของข้าวเหนียวกล้องที่เงื่อนไขต่างๆ ข้าวเหนียวกล้องอ้างอิงมีอุณหภูมิทรานซิชันสูงกว่าข้าวเหนียวขาวอ้างอิง แต่เอนธัลปีมีค่าต่ำกว่า ซึ่งเกิดจากผลขององค์ประกอบอื่นในข้าวเหนียว เช่น โปรตีน และไขมัน สำหรับงานวิจัยนี้พบว่าในข้าวเหนียวกล้องมีปริมาณโปรตีนและไขมัน 7.08 และ 2.61% ตามลำดับ ส่วนข้าวเหนียวขาวมีปริมาณโปรตีนและไขมัน 6.49 และ 0.52% ตามลำดับ เมื่อข้าวเหนียวกล้องผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ทำให้อุณหภูมิทรานซิชันเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะ T_o และ T_p มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น

ในขณะที่เอนธัลปีมีค่าลดลง ซึ่งสังเกตเห็นได้ชัดเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิสูงกว่า 130°C (ปริมาณโปรตีนและไขมันของข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวขาวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ไม่เปลี่ยนแปลงและไม่แตกต่างจากข้าวเหนียวอ้างอิง (ไม่ได้แสดงข้อมูล)) ค่าเอนธัลปีที่ลดลงบ่งบอกถึงการสูญเสียสภาพเป็นผลึก ซึ่งแสดงผลเป็นระดับการเกิดเจลาทิไนเซชัน จาก Table 1 พบว่าระดับการเกิดเจลาทิไนเซชันเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น และอยู่ในช่วง 6.2-43.8% ที่อุณหภูมิอบแห้ง 90-150°C

Table 1 Thermal property of brown waxy rice flour at different drying temperatures

Processing condition	Transition temperature (°C)			ΔH (J/g)	DG (%)
	T_o	T_p	T_c		
Reference white waxy rice	61.1	68.5	76.8	6.8	0
Reference brown waxy rice	65.2	71.1	76.8	4.8	0
T = 90 °C	67.0	72.3	76.5	4.5	6.2
T = 130 °C	67.3	73.1	76.8	2.9	39.6
T = 150 °C	67.4	73.9	76.9	2.7	43.8

T_o = onset temperature, T_p = peak temperature
T_c conclusion temperature, T = fluidized-bed drying temperature (°C)
ΔH = enthalpy (J/g), DG = degree of gelatinization (%) Different superscripts in the same column mean that the values are significantly different (p<0.05)

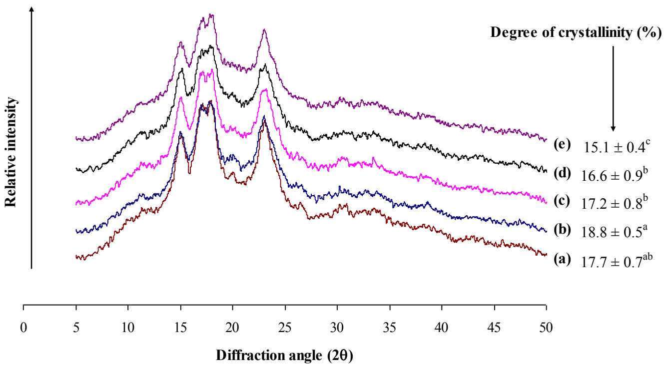


Figure 1 X-ray diffraction patterns of waxy rice flour (a) reference white waxy rice (b) reference brown waxy rice, (c) T = 90 °C, (d) T = 130 °C (e) T = 150 °C (T = fluidized-bed drying temperature).

ผลของเจลาทิไนเซชันที่มีต่อระดับสภาพเป็นผลึกของข้าวเหนียว

Figure 1 แสดงกราฟการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction) และระดับสภาพเป็นผลึก (degree of crystallinity) ของข้าวเหนียวขาวอ้างอิง ข้าวเหนียวกล้องอ้างอิงและข้าวเหนียวกล้องที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ จากผลการทดลองพบว่า เส้นกราฟของข้าวเหนียวทุกกรณีเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุม 15, 17, 18 และ 23 ซึ่งบ่งบอกว่าสภาพเป็นผลึกของข้าวเหนียวเป็นชนิด A (A-type crystal) อุณหภูมิอบแห้งไม่มีผลทำให้ชนิดสภาพเป็นผลึกของข้าวเหนียวกล้องเปลี่ยนแปลง แต่ส่งผลต่อระดับสภาพเป็นผลึก โดยระดับสภาพเป็นผลึกของข้าวเหนียวกล้องมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น จากกราฟพบว่าระดับสภาพเป็นผลึกลดลงจาก 17.2 เป็น 15.1% เมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มจาก 90 ถึง 150°C การลดลงของระดับสภาพเป็นผลึกเกิดจากค่าเอนธัลปีที่ลดลงเนื่องจากระดับเจลาทิไนเซชันที่เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น

ผลของเจลาทิไนเซชันที่มีต่อสมบัติด้านการหุงต้มและสมบัติด้านเนื้อสัมผัส

Table 2 แสดง water uptake และ solid loss ของข้าวเหนียวขาวอ้างอิง ข้าวเหนียวกล้องอ้างอิงและข้าวเหนียวกล้องที่ผ่านการเกิดเจลาทิไนเซชันที่อุณหภูมิอบแห้งต่างๆ ข้าวเหนียวกล้องอ้างอิงมี water uptake และ solid loss 32.9 และ 0.9% ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวเหนียวขาวอ้างอิงมี water uptake 33.7% และ solid loss 2.4% ผล water uptake ในข้าวเหนียวกล้องกับข้าวเหนียวขาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในกรณีของ solid loss พบว่าข้าวเหนียวกล้องมีค่าน้อยกว่าข้าวเหนียวขาวและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากชั้นรำขัดขวางการสูญเสียปริมาณของแข็งออกจากเมล็ดข้าว เมื่อเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งทำให้ water uptake และ solid loss มากขึ้น ซึ่งเกิดจากการแตกตัวของสภาพเป็นผลึกของอมิโลเพคตินระหว่างเกิดเจลาทิไนเซชัน เมื่อเย็นตัวลง อมิโลเพคตินไม่สามารถจัดเรียงตัวกันใหม่ได้ง่ายนัก จึงทำให้เจลมีลักษณะคล้ายของเหลว ดังนั้นข้าวเหนียวกล้องที่ผ่านการเกิดเจลาทิไนเซชันแล้ว เจลของอมิโลเพคตินจึงสามารถดูดน้ำและละลายน้ำได้มากและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับเจลาทิไนเซชันสูงขึ้น สำหรับความแข็งและความเหนียวของข้าวเหนียวกล้องที่ผ่านการเกิดเจลาทิไนเซชัน (Table 2) เป็นค่าที่ได้จากค่า water uptake เท่ากัน (ประมาณ 33%) โดยการแช่ข้าวเหนียวกล้องที่เวลาต่างกัน ซึ่งข้าวเหนียวกล้องที่อุณหภูมิอบแห้ง 90°C ใช้เวลาแช่ 5 ชั่วโมง ส่วน 130 และ 150°C ใช้เวลาแช่ 3 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปทดสอบสมบัติด้านเนื้อสัมผัส จาก Table 2 พบว่าความแข็งของข้าวเหนียวกล้องที่เกิดเจลาทิไนเซชันมีค่าลดลง แต่ความเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับข้าวเหนียวกล้องอ้างอิง ข้าวเหนียวกล้องที่เกิดเจลาทิไนเซชัน 44% มีความแข็งน้อยที่สุดและมีความเหนียวมากที่สุด (hardness = 112 N, stickiness = 2.3 N)

Table 2 Water uptake and solid loss of brown waxy rice and hardness and stickiness of cooked brown waxy rice at different drying temperatures.

Processing condition	Water uptake (%)	Solid loss (%)	Hardness (N)	Stickiness (N)
Reference white waxy rice	33.7 ± 0.6[a]	2.4 ± 0.0[b]	52.1 ± 4.2[a]	0.9 ± 0.6[a]
Reference brown waxy rice	32.9 ± 1.0[a]	0.9 ± 0.4[a]	131.4 ± 1.7[d]	1.2 ± 0.5[a]
T = 90 °C, DG = 6.2%	35.2 ± 1.8[a]	1.2 ± 0.7[a]	125.8 ± 4.2[cd]	2.1 ± 0.3[b]
T = 130 °C, DG = 39.6%	39.4 ± 1.5[b]	2.2 ± 0.4[b]	121.7 ± 4.2[c]	2.1 ± 0.4[b]
T = 150 °C, DG = 43.8%	41.7 ± 1.8[b]	2.5 ± 0.4[b]	111.8 ± 6.7[b]	2.3 ± 0.2[b]

T = Fluidized-bed drying temperature (°C)

Different superscripts in the same column mean that the values are significantly different (p<0.05)

สมบัติด้านความหนืดของข้าวเหนียว

Table 3 แสดงสมบัติด้านความหนืดของข้าวเหนียวได้แก่ ความหนืดสูงสุด ความหนืดสุดท้าย setback และอุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืด ข้าวเหนียวกล้องอ้างอิงมีค่าความหนืดสูงสุดต่ำกว่าข้าวเหนียวขาวอ้างอิงเนื่องจากชั้นรำจำกัดการพองตัวของเม็ดสตาร์ช ค่า setback ของข้าวเหนียวกล้องอ้างอิงมีค่าน้อยกว่าข้าวเหนียวขาวอ้างอิงแสดงถึงข้าวเหนียวกล้องมีความแน่นแข็ง (firmness) มากกว่าในข้าวเหนียวขาว หลังจากเกิดเจลาทิไนเซชัน ความหนืดสูงสุด และ setback ของข้าวเหนียวกล้องมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับข้าวเหนียวกล้องอ้างอิง สำหรับข้าวเหนียวกล้องที่เกิดเจลาทิไนเซชัน 44% พบว่า ความหนืดสูงสุดและ setback มีน้อยกว่าข้าวเหนียวกล้องที่เกิดเจลาทิไนเซชัน 6% อย่างมีนัยสำคัญ

Table 3 Pasting properties of waxy rice flour at different drying temperatures

Processing condition	Peak viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Pasting temperature (°C)
Reference white waxy rice	248.0 ± 0.3[d]	131.4 ± 0.5[d]	-116.6 ± 0.6[d]	65.2 ± 0.5[a]
Reference brown waxy rice	196.0 ± 2.5[c]	127.6 ± 1.3[c]	-68.4 ± 1.7[c]	71.7 ± 0.4[c]
T = 90 °C, DG = 6.2%	183.0 ± 4.3[b]	122.3 ± 2.2[b]	-60.6 ± 2.4[b]	70.4 ± 0.1[b]
T = 130 °C, DG = 39.6%	173.8 ± 1.8[a]	116.2 ± 1.0[a]	-57.6 ±0.9[b]	71.2 ± 0.1[c]
T = 150 °C, DG = 43.8%	171.0 ± 2.2[a]	118.6 ± 1.3[a]	-52.4 ± 1.8[a]	70.1 ± 0.5[b]

T = Fluidized-bed drying temperature (°C)

Different superscripts in the same column mean that the values are significantly different (p<0.05)

สรุปผล

การอบแห้งด้วยเครื่องฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิสูงเป็นเหตุให้เกิดเจลาทิไนเซชันโดยเกิดการแตกตัวของสภาพเป็นผลึกในข้าวเหนียวกล้องซึ่งแสดงผลด้วยวิธี DSC และ XRD และส่งผลต่อสมบัติด้านการหุงต้ม สมบัติด้านเนื้อสัมผัสและสมบัติด้านความหนืด ข้าวเหนียวกล้องที่เกิดเจลาทิไนเซชันทำให้ water uptake, solid loss และ ความเหนียวมีค่าสูงกว่าข้าวเหนียวกล้องอ้างอิง แต่ความแข็ง ความหนืดสูงสุด และ setback มีค่าต่ำกว่า ระดับเจลาทิไนเซชันที่เพิ่มขึ้นช่วยให้สามารถลดเวลาในการแช่ข้าวให้น้อยลง และทำให้ข้าวเหนียวกล้องมีความแข็งน้อยลงแต่ยังมีค่ามากกว่าข้าวเหนียวขาวอ้างอิง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยและขอขอบคุณสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกตรศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบสมบัติทางเคมีกายภาพ

เอกสารอ้างอิง

Eliasson, A.C., 2006, Carbohydrates in Food. Marcel Dekker Inc., New York, 546 p.

Jaiboon, P., Prachayawarakorn, S., Devahastin, S. and Soponronnarit, S., 2009, Effects of Fluidized Bed Drying Temperature and Tempering Time on Quality of Waxy Rice, Journal of Food Engineering, 95(3):517-524.

Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., 1994, Optimum Strategy for Fluidized Bed Paddy Drying, Drying Technology, 12:1667-1686.

Wu, D., Shu, Q., Wang, Z. and Xia, Y., 2002, Effect of Gamma Irradiation on Starch Viscosity and Physicochemical Properties of Different Rice, Radiation Physics and Chemistry, 65: 79-86.

ผลกระทบของตัวกลางการอบแห้งและอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก
The Effects of Drying Media and Temperatures on the Quality Attributes of Germinated Brown Rice

นฤบดี ศรีสังข์[1] สมเกียรติ ปรัชญาวรากร[2] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์[1] และ วารุณี วารัญญานนท์[3]
Srisang, N.[1], Prachayawarakorn, S.[2], Soponronnarit, S.[1] and Varanyanond, W.[3]

Abstract

Germinated brown rice (GBR) drying by hot air (HA) fluidized bed technique causes the large amount of fissured kernels which subsequently affect the texture of cooked rice. The superheated steam (SHS) drying technique can reduce the amount of fissured grains by gelatinizing the rice starch. However, this technique may affect the other important qualities of GBR. The effects of drying media and temperatures on the drying kinetics and qualities of GBR e.g. grain fissure, the glycemic index, textural properties, GABA content and microorganisms were therefore investigated in this research. The experiment results showed that SHS drying induced the agglomeration of kernel and the gelatinization of starch occurred in this drying medium was more complete than in the HA drying. Both factors provided the drying rate was lower in SHS than in HA. The number of fissured kernels was significantly lower in SHS than in HA drying. The drying media and drying temperature did not significantly affect GABA content and the hardness of cooked rice, excepting at 130°C for HA drying, but affected the glycemic index and the stickiness. After drying with SHS or HA, the numbers of microorganisms were in the range of acceptable level for food safety.

Keywords: germinated brown rice, fluidized bed, fissuring, glycemic index

บทคัดย่อ

การอบแห้งข้าวกล้องงอกด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดแบบอากาศร้อน (HA) ก่อให้เกิดการแตกร้าวของเมล็ดข้าวในปริมาณมาก ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก เทคนิคการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (SHS) สามารถลดปริมาณการแตกร้าวของเมล็ดด้วยการเกิดเจลลาทิไนเซชั่นของแป้งในเมล็ดข้าว อย่างไรก็ตามเทคนิคดังกล่าวอาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพด้านอื่นๆ ของข้าวกล้องงอก ดังนั้นผลกระทบของตัวกลางการอบแห้งและอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อจลนศาสตร์การอบแห้ง และคุณภาพของข้าวกล้องงอกในเรื่องของ การร้าวของเมล็ด ดัชนีไกลเซมิก คุณสมบัติของเนื้อสัมผัส ปริมาณสารกาบ้า และปริมาณของจุลินทรีย์ จึงถูกศึกษาในงานวิจัยนี้ ผลการทดลอง พบว่า การอบแห้ง SHS ก่อให้เกิดการเกาะรวมตัวกันของเมล็ดและเกิดเจลลาทิไนเซชั่นของแป้งที่สมบูรณ์กว่าการอบแห้ง HA ตัวกลางการอบแห้งและอุณหภูมิอบแห้งส่งผลให้อัตราการอบแห้งใน SHS ต่ำกว่าใน HA จำนวนการแตกร้าวของเมล็ดในการอบแห้ง SHS ต่ำกว่าในการอบแห้ง HA อย่างมีนัยสำคัญ ตัวกลางการอบแห้งและอุณหภูมิอบแห้งไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณสารกาบ้าและความแข็งของข้าวหุงสุก ยกเว้นที่การอบแห้ง HA ด้วยอุณหภูมิอบแห้ง 130°C นอกจากนี้ตัวกลางการอบแห้งและอุณหภูมิอบแห้งยังมีผลกระทบต่อดัชนีไกลเซมิกและความเหนียว หลังการอบแห้งด้วย SHS หรือ HA ปริมาณของจุลินทรีย์อยู่ในระดับที่ยอมรับได้สำหรับความปลอดภัยในอาหาร

คำสำคัญ: ข้าวกล้องงอก ฟลูอิไดซ์เบด การแตกร้าว ดัชนีไกลเซมิก

คำนำ

ข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice, GBR) เป็นข้าวที่อุดมไปด้วยสารอาหารมากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิด (γ-aminobutyric acid, GABA) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดความดันโลหิตในสมอง และช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ โดยกระบวนการงอกจะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ภายในเมล็ดข้าว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140
[1]Energy Technology Division, School of Energy Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tungkru, Bangkok 10140
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140
[2]Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Pracha u-tid road, Tungkru, Bangkok 10140
[3]สถาบันวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900
[3]Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University. Bangkok 10900

ซึ่งส่งผลต่อปริมาณสารอาหาร และเนื้อสัมผัสของข้าว นอกจากนี้ยังอาจส่งผลต่อการย่อยสลายของแป้งข้าว เนื่องจากชั้นของโปรตีนที่ล้อมรอบเม็ดแป้งถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในระหว่างการงอก ส่งผลให้เอนไซม์ amylase สามารถเข้าไปย่อยสลายเม็ดแป้งได้ง่ายขึ้น ทำให้อัตราการย่อยสลายแป้งเพิ่มขึ้น (Frias และคณะ, 1998) ซึ่งความสามารถในการย่อยสลายแป้งกลายเป็นน้ำตาลกลูโคสถูกแสดงด้วยดัชนีไกลเซมิก ค่าดัชนีไกลเซมิกที่สูงแสดงถึงแป้งถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นกลูโคสในกระแสเลือดได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อผู้บริโภคที่เป็นโรคเบาหวานประเภท 2 หลังจากกระบวนการงอก GBR ถูกนำมานึ่งด้วยไอน้ำเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ จากนั้นจึงนำมาอบแห้งเพื่อลดความชื้น การอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิสูงสามารถลดความชื้น และปริมาณจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณสาร GABA (Srisang และคณะ, 2008) แต่ผลจากอัตราการอบแห้งที่สูงทำให้เกิด stress ขึ้นภายในเมล็ด ส่งผลให้เกิดการแตกร้าวของเมล็ดค่อนข้างมาก ซึ่งมีผลต่อ Hardness และรูปทรงของเมล็ดข้าวภายหลังการหุงต้ม (Srisang และคณะ, 2008) การแตกร้าวของเมล็ดข้าวสามารถลดลงได้ด้วยการเก็บในที่อับอากาศ (Tempering) เพื่อลด stress และการเพิ่มระดับของ starch gelatinization ด้วยการอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ซึ่งทำให้เกิดการเชื่อมประสานช่องว่างระหว่างเม็ดแป้งโดย amylose ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเมล็ด ส่งผลให้เมล็ดข้าวสามารถต้านทานต่อ stress ได้ดีขึ้น ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิ และตัวกลางการอบแห้ง อันได้แก่ อากาศร้อน (HA) และไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (SHS) ที่มีต่อคุณภาพของ GBR ภายหลังการอบแห้ง ซึ่งจะพิจารณาคุณภาพในเรื่องของ ดัชนีไกลเซมิก การแตกร้าวของเมล็ด คุณสมบัติของเนื้อสัมผัส (Textural properties) ปริมาณสาร GABA และปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและเตรียมตัวอย่างข้าวกล้องงอก

ข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 ได้รับมาจากกรมการข้าว จังหวัดสกลนคร โดยเป็นข้าวที่ถูกเก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน 2550 ข้าวเปลือกถูกนำมากระเทาะเป็นข้าวกล้อง จากนั้นนำข้าวกล้องไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และมีการเปลี่ยนน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง ข้าวกล้องภายหลังการแช่น้ำจะเกิดการงอกบริเวณจมูกข้าวเป็นตุ่มขนาดเล็กประมาณ 0.5-2 mm.

ขั้นตอนการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด

ระบบอบแห้งประกอบไปด้วย boiler สำหรับผลิตไอน้ำ ฮีตเตอร์ขนาด 13.5 kW ควบคุมอุณหภูมิโดย PID controller ความแม่นยำ ±1°C พัดลมแบบใบพัดโค้งหลังทำงานด้วยมอเตอร์ขนาด 2.2 kW ห้องอบแห้งสแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm ไอน้ำที่ผลิตจาก boiler จะถูกส่งผ่าน heater เพื่อเพิ่มอุณหภูมิจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ จากนั้นไอน้ำจะถูกส่งเข้าห้องอบและถูกหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ในกรณีอบแห้งด้วยอากาศร้อนจะเปลี่ยนตัวกลางในการอบแห้งจากไอน้ำเป็นอากาศร้อน ตัวอย่างของข้าวกล้องงอกประมาณ 1.5 kg. อบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิ 130 และ 150°C ด้วยความเร็วอากาศ 3.5 m/s ที่ความสูงเบด 10 cm ตัวอย่างข้าวภายหลังการอบแห้งถูกนำมาเก็บในที่อับอากาศเป็นเวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นตัวอย่างข้าวถูกนำมาเป่าลมด้วยอากาศแวดล้อม เป็นเวลา 30 นาที จนกระทั่งมีความชื้นลดลงมาเหลือ 13-15% (d.b.) จากนั้นนำตัวอย่างข้าวไปเก็บที่อุณหภูมิ 4-6°C เพื่อรอการทดสอบคุณภาพ

การทดสอบคุณภาพของข้าวกล้องงอก

คุณภาพของ GBR พิจารณาในเรื่องของ ดัชนีไกลเซมิก โดยนำข้าวกล้องงอกมาทดสอบการย่อยสลายของแป้งด้วยเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส ซึ่งเสมือนเป็นการจำลองการย่อยสลายแป้งด้วยเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสในลำไส้เล็ก และนำผลการย่อยสลายมาคำนวณออกมาเป็นดัชนีไกลเซมิก การแตกร้าวของเมล็ด โดยหาเปอร์เซ็นต์ของการแตกร้าวจากการสุ่ม GBR มาจำนวน 100 เมล็ด และหาการแตกร้าวโดยใช้แสงไฟส่อง คุณสมบัติของเนื้อสัมผัส โดยนำเมล็ดข้าวกล้องงอกมาหุงสุกและทดสอบด้วยเครื่อง Texture Analyzer ปริมาณสาร GABA โดยการนำแป้งข้าวกล้องงอกไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร GABA ด้วยเครื่อง HPLC ปริมาณของจุลินทรีย์ โดยวิเคราะห์หาปริมาณของแบคทีเรีย ยีสต์และรา สำหรับปริมาณการเกิด starch gelatinization ของเมล็ดข้าวถูกวัดด้วย Differential Scanning Calorimeter (DSC) และแสดงผลด้วยค่าของ degree of gelatinization (SG)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Figure 1a แสดงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเมล็ดข้าวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่า 100°C ในการอบแห้งด้วย SHS อันเนื่องจากการควบแน่นของไอน้ำที่ผิวของเมล็ดข้าวในช่วงแรกของการอบแห้ง ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนแฝงสู่เมล็ดข้าว ในขณะที่การอบแห้งด้วย HA มีอุณหภูมิของเมล็ดต่ำกว่า 100°C Figure 1b แสดงถึงการอบแห้งด้วย SHS ให้อัตราการอบแห้งที่ต่ำกว่าการอบแห้งด้วย HA เนื่องจากเมล็ดข้าวจำนวนตั้งแต่ 5 เมล็ดขึ้นไปเกิดการจับรวมตัวกันเป็นก้อน (agglomeration) ในระหว่างการ

อบ โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกาะตัวประมาณ 40% ซึ่งเป็นผลมาจากการแพร่กระจายของ amylose ออกมาที่ผิวในระหว่างการเกิด gelatinization ทำให้ผิวเมล็ดข้าวมีความเหนียวเพิ่มขึ้น และจับรวมตัวกับเมล็ดข้าวที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งการจับรวมตัวกันจะลดพื้นที่การถ่ายเทความร้อนระหว่างตัวกลางอบแห้งกับเมล็ดข้าว ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนและมวลที่ต่ำ นอกจากนี้ amylose ที่กระจายออกมาจะแทรกตัวเข้าไปในช่องว่างระหว่างเม็ดแป้ง ซึ่งจะลดช่องว่างในการถ่ายเทน้ำออกจากเมล็ด การเกาะกันของเมล็ดสามารถลดลงเหลือต่ำกว่า 5% โดยการเพิ่มความเร็วของ SHS จาก 3.5 m/s เป็น 5.7 m/s ซึ่งส่งผลให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น

Table 1 แสดงการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การแตกร้าวใน Reference rice (GBR ที่ถูกลดความชื้นด้วยการเป่าลมที่อุณหภูมิแวดล้อม) หลังจากกระบวนการงอก เนื่องจากการดูดกลืนน้ำ หลังการอบแห้งด้วย HA เปอร์เซ็นต์การแตกร้าวเพิ่มขึ้น ในขณะที่การอบแห้งด้วย SHS มีเปอร์เซ็นต์การแตกร้าวไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเพิ่มความเร็วของ SHS เป็น 5.7 m/s เปอร์เซ็นต์การแตกร้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกาะตัวของเมล็ดที่ลดลง ทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการแตกร้าวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์การแตกร้าวของเมล็ดในการอบแห้งด้วย SHS ยังคงต่ำกว่าการอบแห้งด้วย HA เนื่องจากเกิด complete gelatinization (SG=100%) ส่งผลให้เมล็ดข้าวมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และสามารถต้านทาน stress ที่เกิดจากการอบแห้งได้ดีขึ้น ในขณะที่การอบแห้งด้วย HA เกิด partial gelatinization (SG=38%)

Table 2 แสดงความแข็งของเนื้อสัมผัสของข้าวกล้อง และ GBR หลังอบแห้งด้วย HA หรือ SHS ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ Reference rice ยกเว้น GBR หลังอบแห้งด้วย HA ที่ 130°C มีความแข็งต่ำกว่า Reference rice เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การแตกร้าวที่สูง ทำให้มีการแพร่กระจายของ amylose ออกมามาก ความแข็งของข้าวจึงลดลง ความเหนียวของ GBR หลังอบแห้งด้วย HA หรือ SHS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ Reference rice ยกเว้นหลังอบแห้งด้วย SHS ที่ 150°C มีความเหนียวต่ำกว่า Reference rice นอกจากนี้ Table 2 แสดงดัชนีไกลเซมิกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญหลังการงอก เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ dietary fiber ไปขัดขวางการเข้าไปย่อยสลายแป้งจากเอนไซม์ ดัชนีไกลเซมิกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญหลังการอบแห้งด้วย HA แต่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคญหลังการอบแห้งด้วย SHS เนื่องจากการเกิด complete gelatinization ทำลายโครงสร้างผลึกของแป้งทั้งหมด ส่งผลให้แป้งสามารถถูกย่อยสลายได้ง่ายจากเอนไซม์ ในขณะที่การอบแห้งด้วย HA เกิด partial gelatinization ทำให้โครงสร้างผลึกของแป้งถูกทำลายไปเพียงบางส่วน

Table 3 แสดงปริมาณสาร GABA ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิ และตัวกลางในการอบแห้ง Table 4 แสดงการลดลงของปริมาณของแบคทีเรีย และเชื้อราหลังการอบแห้ง ซึ่งลดลงต่ำกว่า 10^4 CFU/g ซึ่งเป็นระดับที่ยอมรับได้ในอาหาร และเป็นการลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญกับอุณหภูมิ และตัวกลางในการอบแห้ง

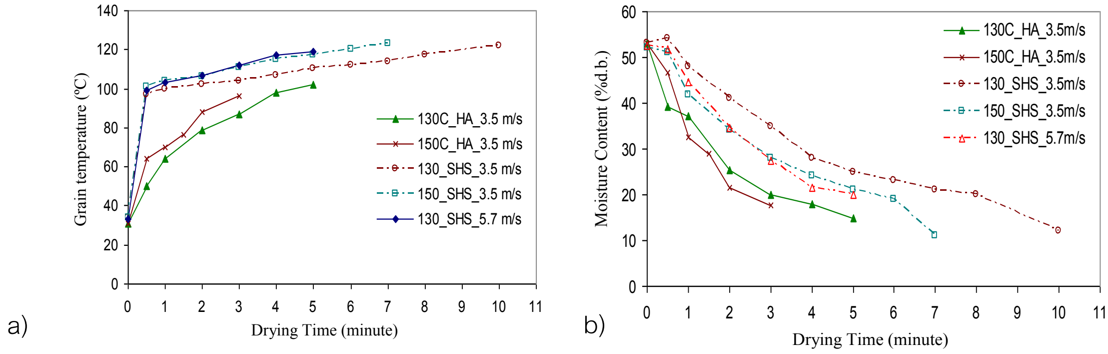


Figure 1 a) Progression of grain temperatures and b) Drying curves of GBR in HA and SHS

Table 1 The percentage of fissured kernel and degree of gelatinization (SG) in SHS and HA.

Drying condition	The percentage of fissured kernel (HA, 3.5 m/s)	The percentage of fissured kernel (SHS, 3.5 m/s)	The percentage of fissured kernel (SHS, 5.7 m/s)
Brown rice	3% ± 1 [a] (SG=0%)	5% ± 2 [a] (SG=0%)	5% ± 3 [a]
GBR (Reference rice)	25% ± 2 [b] (SG=0%)	26% ± 3 [b] (SG=0%)	25% ± 3 [b]
130°C	65% ± 4 [d] (SG=24%)	29% ± 2 [b] (SG=100%)	33% ± 2 [c]
150°C	41% ± 3 [c] (SG=38%)	25% ± 2 [b] (SG=100%)	32% ± 2 [c]

[a, b, c] Mean with different superscripts in the same column are significantly different($p \le 0.05$).

Table 2 Textural properties of cooked brown rice and cooked GBR and glycemic index (GI) and dietary fiber of brown rice and dried GBR.

Drying condition	Hardness (N)	Stickiness (N)	GI	Dietary fiber
Brown rice	104.287 ± 3.409 [c]	-4.508 ± 0.295 [abc]	74.2 ± 0.82 [a]	2.54 ± 0.30 [a]
GBR (Reference rice)	94.461 ±5.127 [bc]	-4.904 ± 1.152 [ab]	73.8 ± 0.52 [a]	3.64 ± 0.28 [b]
Dried GBR (130°C, HA)	79.256 ± 8.248 [a]	-6.711 ±2.515 [a]	75.4 ± 1.35 [ab]	3.63 ± 0.46 [b]
Dried GBR (150°C ,HA)	86.534 ± 5.586 [ab]	-4.626 ± 0.186 [abc]	No test	No test
Dried GBR (130°C, SHS)	86.495 ± 6.125 [ab]	-2.586 ± 1.165 [bc]	77.0 ± 0.84 [b]	No test
Dried GBR (150°C ,SHS)	93.679 ± 5.317 [bc]	-2.313 ± 0.445 [c]	77.1 ± 0.77 [b]	No test

[a, b, c] Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 3 GABA content of brown rice and dried germinated brown rice.

Drying temperature (°C)	GABA content (mg/100 g brown rice)	
	Hot air	Superheated steam
Brown rice	2.743 ± 0.231 [a]	1.952 ± 0.579 [a]
GBR (Reference rice)	16.99 ± 0.68 [b]	15.77 ± 0.80 [b]
130°C	16.25 ± 0.15 [b]	15.80 ± 0.40 [b]
150°C	16.82 ± 0.72 [b]	16.33 ± 0.41 [b]

[a, b, c] Mean with different superscripts in the same column are significantly different($p \leq 0.05$).

Table 4 Amount of bacteria, yeast and mould on the dried germinated brown rice at different Temperatures.

Drying condition	Hot air			Superheated steam		
	Total Plate Count (CFU/g)	Yeast (CFU/g)	Mold (CFU/g)	Total Plate Count (CFU/g)	Yeast (CFU/g)	Mold (CFU/g)
GBR (Reference rice)	1363333 ± 30550 [b]	< 10 (None)	100 ± 20 [b]	1240000 ± 52915 [b]	<10(None)	120 ± 10 [a]
130°C	5373 ± 51.32 [a]	< 10 (None)	<10 (None)	4950 ± 50.00 [a]	<10(None)	<10 (None)
150°C	3493 ± 40.41 [a]	< 10 (None)	<10 (None)	1247 ± 72.34 [a]	<10(None)	<10 (None)

[a, b, c] Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$).

สรุปผล

การอบแห้งด้วย SHS พบการเกาะตัวของเมล็ด ทำให้อัตราการอบแห้งต่ำกว่าการอบแห้งด้วย HA ซึ่งการเกาะตัวสามารถลดลงโดยการเพิ่มความเร็วของ SHS ส่งผลให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเกิด complete gelatinization ในการอบด้วย SHS ทำให้เมล็ดข้าวมีความแข็งแรงมากขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์การแตกร้าวต่ำกว่าการอบด้วย HA ความแข็งของ GBR หลังการอบด้วย HA หรือ SHS ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญกับ Reference rice ยกเว้น GBR ที่อบแห้งด้วย HA ที่ 130°C มีความแข็งต่ำกว่า Reference rice และมีความเหนียวที่ต่ำกว่า Reference rice สำหรับการอบแห้งด้วย SHS ที่ 150°C ดัชนีไกลเซมิกไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการงอก และหลังจากการอบด้วย HA แต่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคญหลังการอบแห้งด้วย SHS เนื่องจากการสูญสลายของโครงสร้างผลึกจากการเกิด complete gelatinization ปริมาณสาร GABA ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิและตัวกลางการอบแห้ง ทั้งสองตัวกลางการอบแห้งสามารถลดปริมาณของจุลินทรีย์ได้ต่ำกว่า 10^4 CFU/g ซึ่งเป็นมาตรฐานความปลอดภัยในอาหาร

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Srisang, N., Prachayawarakorn, S., Soponronnarit, S. and Varanyanond, W., 2008, Fluidized Bed Drying of Germinated Brown Rice, International Conference on Innovations in Food Processing Engineering and Technology, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1-8.

Frias, J., Fornal, J., Ring, G.S. and Valverde, V.C., 1998, Effect of Germination on Physio-Chemical Properties of Lentil Starch and Its Components, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 31: 228-236.

การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ อี.โคไลและซาลโมเนลลาในใบกะเพรา

Ultraviolet-C Treatments for Holy Basil Decontamination of *Escherichia coli* and *Salmonella* sp.

จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล[1] **และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์**[2]

Poubol, J.[1] and Jitareerat, P.[2]

Abstract

This work was to evaluate the effect of ultraviolet-C (UV-C) radiation on holy basil leaves decontaminated with *Escherichia coli* and *Salmonella* sp.. Growth of *Escherichia coli* and *Salmonella* sp. were evaluated *in vitro* after exposition to different UV-C radiation doses (0, 0.6, 1.2, 1.8, and 3.6 kJ/m^2). In the *in vivo* assays, holy basil leaves were inoculated with the cocktail cell suspension of *Escherichia coli* and *Salmonella* sp. Then submitted to UV-C radiation at 3.6 kJ/m^2. The treated leaves were stored at 13^{o}C for 4 days and evaluated for microbial growths. The results showed that all UV-C doses was able to inhibit *Escherichia coli* and *Salmonella* sp. growth *in vitro*, particularly the dose of 3.6 kJ/m^2 showed the best inhibition. However, the UV-C radiation 3.6 kJ/m^2 did not inhibit the growth of both pathogens on the holy basil leaves.

Keywords: ultraviolet-C, holy basil, *Salmonella* sp., *Escherichia coli*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการฉายแสงยูวีซีต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli* และ *Salmonella* sp. ในใบกะเพรา โดยวัดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli* และ *Salmonella* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (*in vitro*) ที่ฉายแสงยูวิซีที่ปริมาณแสง 0 (ไม่ฉาย) , 0.6, 1.2, 1.8 และ 3.6 kJ/m^2 สำหรับการวัดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในใบกะเพรา (*in vivo*) ทำโดยปลูกเซลล์แขวนลอยผสมของเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli* และ *Salmonella* sp. ลงบนใบกะเพราแล้วนำไปฉายแสงยูวีซีที่ปริมาณแสง 3.6 kJ/m^2 จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จากการทดลองพบว่าการฉายแสงยูวีทุกระดับปริมาณแสงสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli* และ *Salmonella* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฉายแสงยูวีซีที่ปริมาณแสง 3.6 kJ/m^2 ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามการฉายแสงยูวีซีที่ปริมาณแสง 3.6 kJ/m^2 ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรย์ทั้งสองชนิดบนใบกะเพรา

คำสำคัญ: ยูวีซี กะเพรา อี.โคไล ซาลโมเนลลา

คำนำ

ประเทศไทยมีการส่งออกพืชผักสด เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ต้นหอม ผักชี คื่นไช่ ตะไคร้ พริกขี้หนู ใบโหระพา ใบสะระแหน่และใบกะเพราไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ในช่วงปี พ.ศ. 2548 มีการส่งออกพืชผักสดไปจำหน่ายยังประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปประมาณ 1.2 หมื่นตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 323 ล้านบาท แต่ในช่วงปีดังกล่าวประเทศไทยประสบปัญหาการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในพืชผักเมื่อส่งไปถึงประเทศปลายทาง ทำให้ส่งผลกระทบต่อการส่งออกพืชผักสดรวมถึงสินค้าเกษตรอื่นๆ จากปัญหาดังกล่าวประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปได้แจ้งเวียนข้อมูลการตรวจพบสินค้าอาหารที่ไม่ได้มาตรฐานให้ประเทศสมาชิกทราบเพื่อเป็นมาตรฐานในการห้ามนำเข้า กักกัน ยึดไว้ ส่งคืนหรือทำลายเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค การตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวในผักและเครื่องปรุงรสประเภทสมุนไพรทำให้ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป โดยเฉพาะประเทศนอรเวย์สั่งห้ามนำเข้าสินค้าพืชผักสดและสมุนไพรจากประเทศไทยเป็นการชั่วคราว (กรมวิชาการเกษตร, 2549) จากปัญหาที่เกิดขึ้นกรมการค้าต่างประเทศ (2550) ได้ออกประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 55 ง. เรื่องกำหนดชนิดหรือประเภทของผักและผลไม้ที่ต้องมีหนังสือรับรองการส่งออก โดยประกาศให้ผักสดจำนวน 23 ชนิด

[1]**สาขาวิชาจุลชีววิทยา สายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม** 73140

[1]Division of Microbiology, Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

[2]**สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ** 10140

[2]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10140

รวมถึงใบกะเพราที่ส่งออกไปยังสาธารณรัฐไอซ์แลนด์ ราชอาณาจักรนอร์เวย์และสหภาพยุโรป เป็นสินค้าที่ต้องมีหนังสือรับรองการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* spp.

ยูวีซี (UV-C) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 200-280 นาโนเมตร (Gomez-Lopez และคณะ, 2007) มีคุณสมบัติเป็น germicidal จึงสามารถใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียทั้งแกรมลบและแกรมบวกรวมถึงสปอร์ของเชื้อรา (Rowan และคณะ, 1999; Anderson และคณะ, 2000) อีกทั้งยังสามารถยับยั้งกิจกรรมของเชื้อสาเหตุโรคระบบทางเดินอาหาร เช่น *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *E. coli*, *Salmonella* Enteritidis และ *Pseudomonas aureginosa* เป็นต้น (Rowan และคณะ, 1999) มีรายงานว่าการฉายแสง UV-C สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตผลสด (Erkan และคณะ, 2001; Allende และ Artes, 2003; Allende และคณะ, 2006; Fonseca และ Rushing, 2006; Cia และคณะ, 2007) แต่อย่างไรก็ตามการฉายแสง UV-C ก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติ เช่น การเกิดสีน้ำตาลบนผลิตผล (Erkan และคณะ, 2001; Hoornstra และคณะ, 2002; Allende และคณะ, 2006) การฉายแสง UV-C เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ลงทุนไม่สูงและเป็นวิธีที่ไม่ใช้สารเคมี แต่การฉายแสง UV-C จะสามารถใช้ได้ผลดีโดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของใบกะเพรานั้นจะต้องมีการศึกษาถึงระดับปริมาณแสง UV-C ที่เหมาะสมในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ งานวิจัยนี้ศึกษาถึงผลของการฉายแสง UV-C ต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (*in vitro*) และบนใบกะเพรา (*in vivo*) ที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* spp.

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ใช้เชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella choleraesuis* โดยเจือจางเซลล์เชื้อจุลินทรีย์ที่ subculture ในอาหาร Nutrient Broth บ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส นาน 24±3 ชั่วโมง ด้วย 0.1% peptone water จนได้ cell suspension ที่มีค่า optical density (OD_{600}) เท่ากับ 0.4 สำหรับการทดลองบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (*in vitro*) ทำโดยดูด cell suspension ของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหาร EMB agar สำหรับเลี้ยง *E. coli* และอาหาร XLD agar สำหรับเลี้ยง *S. choleraesuis* จากนั้นนำไปฉายแสง UV-C ที่ปริมาณแสง 0 kJ/m^2 (ไม่ฉายแสง UV-C), 0.6, 1.2, 1.8 และ 3.6 kJ/m^2 แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส นาน 24±3 ชั่วโมง และตรวจนับจำนวนโคโลนีที่พบในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับการทดลองในใบกะเพราะ (*in vivo*) ทำโดยเตรียม cocktail suspension ของเชื้อผสม *E. coli* และ *S. choleraesuis* (อัตราส่วน 1:1) แล้วดูดมา 0.1 มิลลิลิตร ปลูกลงบนใบกะเพรา ซึ่งบรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกขนาด 11×15×6.5 เซนติเมตร กล่องละ 25 กรัม ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งในตู้ Biohazard laminar flow แล้วนำไปฉายแสง UV-C โดยเลือกใช้ปริมาณแสงที่สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุดจากการทดลองบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นปิดฝากล่องแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส บันทึกผลการทดลองทุก ๆ 2 วัน จนสิ้นสุดอายุการวางจำหน่าย โดยตรวจนับจำนวน *E. coli Salmonella* spp. แบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา และตรวจคุณภาพของใบกะเพรา ได้แก่ สี กลิ่น ความสด และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ทำโดยตีผสมตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ในสารละลาย 0.1% peptone water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ด้วยเครื่อง stomacher (Masticator Nr2557/400, IUL instruments; Barcelona, Spain) จากนั้นทำ dilution plate count สำหรับเพาะเลี้ยง *E. coli Salmonella* spp. แบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ EMB agar, XLD agar, Plate Count Agar (Himedia Laboratories Pvt. Ltd., India) และ Potato Dextrose Agar (Himedia Laboratories Pvt. Ltd., India) ตามลำดับ นับจำนวนโคโลนีแล้วรายงานผลเป็นค่า log_{10}CFU/ml สำหรับการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น ความสด และคุณภาพโดยรวมของผู้บริโภค ทำโดยใช้ผู้บริโภคที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ให้คะแนนโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 = excellent หรือ fresh appearance, 4 = very good, 3 = good, 2 = fair และ 1 = poor จากนั้นวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติแบบ Duncan's multiple range test

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฉายแสง UV-C มีปริมาณ *E. coli* และ *Salmonella* ต่ำกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ได้ฉายแสง UV-C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยการฉายแสง UV-C ที่ปริมาณ 3.6 kJ/m^2 สามารถลดการเจริญของ *E. coli* และ *Salmonella* ได้ดีที่สุด คือ สามารถลดได้มากกว่า 6 log_{10}CFU/ml ทั้งนี้เนื่องจากการฉายแสง UV-C สามารถชักนำให้เกิด pyrimidine dimers ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง DNA helix ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ (Lado และ Yousef, 2002) ดังนั้นจึงเลือก UV-C ที่ปริมาณแสง 3.6 kJ/m^2 ไปใช้ในการทดลองกับใบกะเพรา จากการทดลองพบว่าใบกะเพราที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายแสง UV-C มีปริมาณจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีปริมาณ *E. coli*,

Salmonella spp., แบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา อยู่ในช่วง 5.9-6.0, 5.8-6.0, 6.3-6.6 และ 4.5-4.8 log_{10}CFU/ml ตามลำดับ (ไม่แสดงข้อมูล) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนใบกะเพราแทรกตัวอยู่ตามบริเวณรอยหยัก ขนใบ หรือร่องกลางใบจึงทำให้แสง UV-C กระจายได้ไม่ทั่วพื้นที่ผิวใบ หรืออาจเนื่องมาจากแสง UV-C ที่ปริมาณ 3.6 kJ/m^2 เป็นปริมาณแสงที่ไม่สูงพอในการลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในใบกะเพรา ดังที่มีรายงานการฉายแสง UV-C ที่ปริมาณสูงกว่า คือ 4.07 และ 8.14 kJ/m^2 สามารถลดการเจริญของ Psychrotrophic Coliform bacteria และยีสต์ในผักสลัด (Allende และ Artes, 2003) และการฉายแสง UV-C ที่ปริมาณ 4.93 และ 9.86 kJ/m^2 สามารถลดการเจริญของ Total mesophilic aerobic microorganism ยีสต์และราในชิ้น zucchini squash (Erkan และคณะ, 2001)

Table 1 Counts of *E. coli* and *Salmonella choleraesuis* on agar plates after exposition to UV-C radiation at the different doses (0, 0.6, 1.2, 1.8, and 3.6 kJ/m^2).

Population (log_{10}CFU/ml)	UV-C dose (kJ/m^2)[1]				
	0	0.6	1.2	1.8	3.6
E. coli	7.38 a	2.00 b	1.24 b	2.30 b	1.24 b
Salmonella	7.02 a	3.57 b	2.15 bc	2.00 bc	1.00 c

[1] Means presented in the same row are different at the 0.05 level of significance

Table 2 Sensory properties of holy basil exposition to UV-C at the dose of 3.6 kJ/m^2 prior stored at 13°C for 4 days.

Sensory properties	Days of storage	Scores[/1]	
		Control	UV-C
Color	0	5.0	4.9
	2	3.3	3.0
	4	1.5	1.2
Odor	0	5.0	5.0
	2	3.9 a	3.0 b
	4	1.6 a	1.3 b
Freshness	0	5.0	5.0
	2	3.3 a	2.7 b
	4	1.0	1.0
Overall acceptance	0	5.0	4.8
	2	2.6	2.3
	4	1.4	1.1

[/1] means presented in the same row at each day are different at the 0.05 level of significance

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในด้าน สี กลิ่น ความสด และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับใบกะเพราที่มีคะแนนต่ำกว่า 2 โดยใบกะเพราที่ไม่ผ่านการฉายแสง UV-C มีคะแนนการยอมรับในด้าน สี กลิ่น ความสด และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคสูงกว่าใบกะเพราที่ผ่านการฉายแสง UV-C ที่ปริมาณแสง 3.6 kJ/m^2 (2) ทั้งนี้เนื่องจากการฉายแสง UV-C ก่อให้เกิดจุดสีน้ำตาลขึ้นบนใบกะเพราโดยลักษณะอาการจะปรากฏให้เห็นชัดขึ้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีรายงานการพบการเกิดสีน้ำตาลในผักสลัดที่ฉายแสง UV-C ที่ปริมาณ 7.11 kJ/m^2 (Allende และคณะ, 2006) และในชิ้น zucchini squash ที่ฉายแสง UV-C ที่ปริมาณ 4.93 และ 9.86 kJ/m^2 (Erkan และคณะ, 2001) ภายหลังจากที่เก็บรักษา

ใบกะเพราที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าใบกะเพราที่ไม่ผ่านการฉายแสง UV-C มีการอ่อนนุ่มของใบและมีจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ เป็นผลให้ใบกะเพรามีคะแนนการยอมรับในด้าน สี กลิ่น ความสด และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคต่ำกว่า 2 และสิ้นสุดอายุการวางจำหน่ายประมาณ 3 วัน เช่นเดียวกับใบกะเพราที่ผ่านการฉายแสง UV-C

สรุปผล

การฉายแสง UV-C บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ฉายแสง UV-C แต่อย่างไรก็ตามการฉายแสง UV-C ที่ปริมาณแสงที่ดีที่สุดที่สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ (3.6 kJ/m^2) ไม่มีผลในการลดการเจริญของ *E. coli* *Salmonella* spp. ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และราบนใบกะเพราที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์ อีกทั้งยังก่อให้เกิดจุดสีน้ำตาลขึ้นบนใบกะเพราและทำให้มีอายุการวางจำหน่ายเพียง 3 วัน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี (ศสวท) คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ประจำปี 2551

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ, 2550, ประกาศกรมการค้าต่างประเทศ เรื่อง กำหนดชนิดหรือประเภทของผักและผลไม้ที่ต้องมีหนังสือรับรองในการส่งออก พ.ศ. 2550, ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 55 ง, หน้า 22-24.

กรมวิชาการเกษตร, 2549, งานวิจัยดีเด่น: แก้ปัญหาพืชผักที่ถูกกักกัน, ผลิใบ ปีที่ 9 ฉบับที่ 4, http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=2299

Allende, A. and Artes, F., 2003, Combined Ultraviolet-C and Modified Atmosphere Packaging Treatments for Reducing Microbial Growth of Fresh Processed Lettuce, Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 36: 779-786.

Allende, A., McEvoy, J.L., Luo, Y., Artes, F. and Wang, C.Y., 2006, Effectiveness of Ttwo-sided UV-C Treatments in Inhibiting Natural Microflora and Extending the Shelf-life of Minimally Processed 'Red Oak Leaf' Llettuce, Food Microbiology, 23: 241-249.

Anderson, J.G., Rowan, N.J., MacGregor, S.J., Fouracre, R.A. and Farish, O., 2000, Inactivation of Food-Borne Enteropathogenic Bacteria and Spoilage Ffungi Using Pulsed-light, IEEE Transactions on Plasma Science, 28: 83-88.

Cia, P., Pascholati, S.F., Benato, E.A., Camili, E.C. and Santos, C.A., 2007, Effects of Gamma and UV-C Irradiation on the Postharvest Control of Papaya Anthracnose, Postharvest Biology and Technology, 43: 366-373.

Erkan, M., Wang, C.Y. and Krizek, D.T., 2001, UV-C Irradiation Reduces Microbial Populations and Deterioration in *Cucurbita pepo* Fruit tissue, Environmental and Experimental Botany, 45: 1-9.

Fonseca, J.M. and Rushing, J.W., 2006, Effect of Ultraviolet-C Light on Quality and Microbial Population of Fresh-cut Watermelon, Postharvest Biology and Technology, 40: 256-261.

Gomez-Lopez, V.M., Ragaert, P., Debevere, J. and Devlieghere, F., 2007, Pulsed Light for Food Decontamination: a Review, Trends in Food Science and Technology, 18: 464-473.

Hoornstra, E., deJong, G. and Notermans, S., 2002, Preservation of Vegetables by Light. In Society for Applied Microbiology (Ed.), Frontiers in Microbial Fermentation and Preservation, Wageningen, Netherlands, pp.75-77.

Lado, B. and Yosef, A., 2002, Alternative Food-Preservation Technologies: Efficacy and Mechanisms, Microbes Infection, 4: 433-440.

Rowan, N.J., MacGregor, S.J., Anderson, J.G., fouracre, R.A., McIlvaney, L. and Farish, O., 1999, Pulsed-light Inactivation of Food-Related Microorganisms, Applied and Environmental Microbiology, 65: 1312-1315.

ผลของการทำ priming ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวา

Effect of Priming on Cucumber Seeds Quality

ชณิตรา โพธิคเวษฐ์[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] และ ภาณุมาศ ฤทธิไชย[2]

Pothikhawet, C.[1], Photchanachai, S.[1], Uthairatanakij, A.[1] and Ritthichai, P.[2]

Abstract

Priming has been widely used to improve seed germination in various crop species. However, there is no application result reported on Thai cucumber seeds. This research was aimed to improve low germination cucumber seeds from long-term storage i.e. 'Bingo-yao', 'Bongkoch', 'Bingo' and '103 B' with initial germination of 73.5, 79.0, 73.5 and 61.5 percentage, respectively. Cucumber seeds were primed by the same concentrate of potassium nitrate, sodium chloride and mannitol at 0.5 M, chitosan at 0.5 % and distilled water. Germination and germination index of the primed seeds were increased. However, the response of cucumber seeds to priming solution which enhanced germination and germination index was varied among cultivars, i.e. priming 'Bingo-yao' with distilled water, 'Bongkoch' with mannitol, 'Bingo' with potassium nitrate and '103 B' with chitosan, showed the highest seed germination and germination index.

Keywords: cucumber seed, priming, mannitol, potassium nitrate, sodium chloride, chitosan

บทคัดย่อ

การทำ priming สามารถยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชได้หลายชนิด แต่ยังไม่มีการศึกษาในเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่นิยมปลูกในประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่มีความงอกต่ำอันเนื่องมาจากการเก็บรักษา ได้แก่ พันธุ์บิงโกยาว บงกช บิงโก และ 103 B ที่มีความงอกเริ่มต้น 73.5, 79.0, 73.5 และ 61.5 เปอร์เซ็นต์ โดยนำเมล็ดพันธุ์แตงกวามา priming ด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท โซเดียมคลอไรด์ และ mannitol ที่ความเข้มข้นเท่ากัน คือ 0.5 M และไคโตซานความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการทำ priming ช่วยกระตุ้นให้เปอร์เซ็นต์การงอกและค่าดัชนีการงอกของเมล็ดทั้ง 4 พันธุ์เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมล็ดแตงกวาแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อการทำ priming ต่างกัน โดยพันธุ์บิงโกยาวแช่ในน้ำกลั่น พันธุ์บงกชแช่ในสารละลาย mannitol พันธุ์บิงโกแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท และพันธุ์ 103 B ที่แช่ในสารละลายไคโตซาน ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและค่าดัชนีการงอกสูงสุด

คำสำคัญ: เมล็ดแตงกวา การทำ priming, mannitol, potassium nitrate, sodium chloride, chitosan

คำนำ

พืชหลายชนิดที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดมักประสบปัญหาด้านการงอกและการพักตัวของเมล็ด โดยเฉพาะพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวาที่พบว่ามีความงอกต่ำและงอกไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากอายุการเก็บรักษาสั้นโดยเฉพาะในสภาพที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมสภาพแล้วคือ การทำ priming ซึ่งเป็นกระบวนการกระตุ้นการงอกของเมล็ดและงอกสม่ำเสมอโดยนำเมล็ดมาทำ priming ที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนจะนำไปปลูกจะช่วยให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้น (Bewley และคณะ, 1983) มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการทำ priming กับเมล็ดหลายชนิด เช่น เมล็ดเมล่อน (Passam และคณะ, 1998) ข้าวสาลี (Giri และคณะ, 2003) พริกหวาน (พจนา และคณะ, 2552) มะเขือเทศ (Cavallaro และคณะ, 1994) เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับคุณภาพ เมล็ดพันธุ์แตงกวาที่มีความงอกต่ำอันเนื่องมาจากการเก็บรักษา โดยนำเมล็ดแตงกวามาทำ priming ด้วยสารลายชนิดต่างๆ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 49 ซอยเทียนทะเล 25 ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 49, Soi.Tientalay 25, Thakam, Bangkhuntein, Bangkok, 10150

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

[2]Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathumthani 12121

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมพันธุ์บิงโกยาว บงกช บิงโก และ 103 B ได้รับบริจาคจากบริษัท ที เอส เอ จำกัด ซึ่งเก็บรักษานานมากกว่า 2 ปี และมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับร้อยละ 73.5, 79.0, 73.5 และ 61.5 ตามลำดับ แช่เมล็ดพันธุ์แตงกวาในน้ำกลั่น KNO_3 NaCl mannitol ความเข้มข้นเท่ากัน 0.5 M และ สารลายไคโตซาน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 9 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น ก่อนนำเมล็ดไปลดความชื้นให้ใกล้เคียงกับความชื้นเริ่มต้น โดยนำเมล็ดอบที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนำเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นแล้วมาตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอก (Germination percentage) ตามวิธีการของ ISTA (2007) ดัชนีการงอก (Germination index: GI) ตามวิธีของ ISTA (2007) และค่า Days to emergence (DTE) ตามวิธีของ ISTA (2007) วางแผนการทดลองแบบการทดลองแบบ CRD และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทำ priming สามารถกระตุ้นให้เมล็ดแตงกวาทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกและค่า GI สูงขึ้น โดยพันธุ์บงกชมีเปอร์เซ็นต์การงอก (ร้อยละ 92.0) และค่า GI (14.2) เพิ่มขึ้นสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นๆ และสารละลาย mannitol ความเข้มข้น 0.5 M กระตุ้นให้เมล็ดทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้นมากที่สุด (ร้อยละ 83.3) และค่า GI (10.0) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 1)

Table 1 Germination percentage, germination index and day to emergence of primed cucumber seed with potassium nitrate sodium chloride and mannitol solution at 0.5 M and chitosan 0.5% and distilled water.

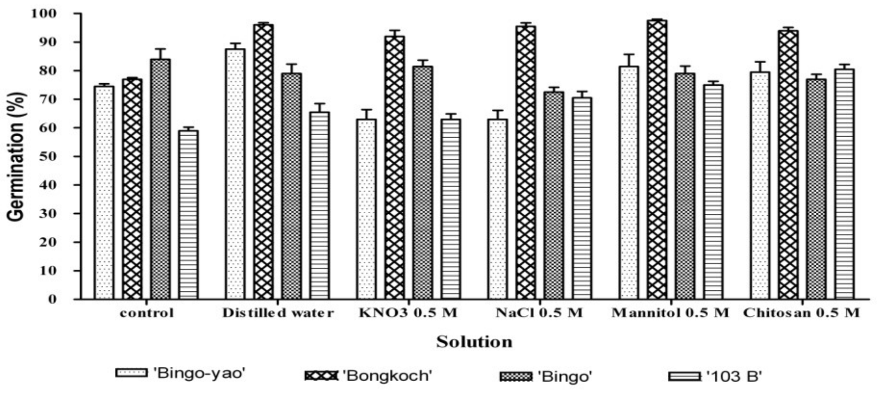
Cultivars	Solution	Germination (%)		Germination Index		DTE
		BP*	AP*	BP*	AP*	BP*
Bingo-yao		73.5	74.8c	5.6	8.8b	3.04b
Bongkoch		79.0	92.0a	9.9	14.2a	3.01b
Bingo		73.5	78.8b	6.0	7.8c	3.03b
103 B		61.5	68.9d	4.8	4.9d	3.42a
F-test		-	**	-	**	**
	control	-	73.6b	-	6.4d	3.12abc
	Distilled water	-	82.0a	-	9.5b	3.13abc
	KNO_3 0.5 M	-	74.9b	-	8.7c	3.20a
	NaCl 0.5 M	-	75.4b	-	9.2b	3.04c
	Mannitol 0.5 M	-	83.3a	-	10.0a	3.09bc
	Chitosan 0.5 %	-	82.8a	-	9.7ab	3.17ab
F-test		-	**	-	**	*
F-test cultivars*solution		-	**	-	**	*
C.V. (%)		-	6.0	-	7.8	4.1

*BP = Before priming, AP = After priming

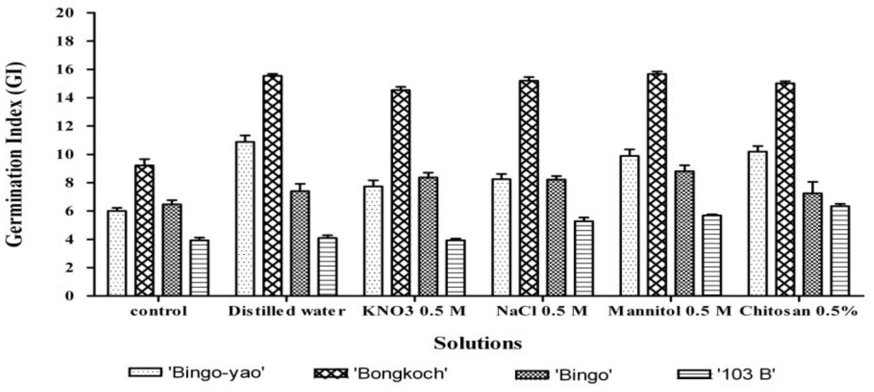
Mean in the same column followed by same letter are not significantly different by Duncan's New Multiple Range Test at *P*= 0.05

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และสารละลาย พบว่าเมล็ดแตงกวาแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อการทำ priming แตกต่างกัน โดยพันธุ์บิงโกยาวที่แช่ในน้ำกลั่นกระตุ้นให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอก (ร้อยละ 87.5) และค่า GI (10.9) เพิ่มขึ้นมากที่สุด และสารละลาย mannitol กระตุ้นให้เปอร์เซ็นต์การงอก (ร้อยละ 97.5) และค่า GI (15.7) ของพันธุ์บงกชเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Passam และคณะ (1988) รายงานว่า การแช่เมล็ดเมลอนในสารละลาย mannitol ความเข้มข้น 0.5 M เป็นเวลา 3 วัน ช่วยให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันกับเมล็ดแฟงที่แช่ในสารละลาย mannitol ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.25-1 M ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกและค่า GI เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (เดือนเต็ม และคณะ, 2552) เนื่องจากสารละลาย mannitol มีคุณสมบัติในการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดให้ช้าลง โดยเพิ่มความหนืดของน้ำและช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำตาล

ของเมล็ดได้ (Tonko, 2003) จึงอาจทำให้เมล็ดสามารถนำน้ำตาลมาใช้ในกระบวนการงอกได้ ส่วนพันธุ์บิงโกที่แช่ในสารละลาย KNO_3 กระตุ้นให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอก (81.5 เปอร์เซ็นต์) และค่า GI (8.4) เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสารละลาย KNO_3 จะแตกตัวเป็น K^+ และ NO_3^- โดย NO_3^- ที่เมล็ดดูดไปช่วยให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น มีผลให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นด้วย (สรสิทธิ์, 2518) จากงานวิจัยของพจนา และบุญมี, 2550 รายงานว่าการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพริกหวานที่ผ่านการเร่งอายุโดยการทำ priming ด้วย vitamin C KNO_3 และ KNO_3 ร่วมกับ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่าพันธุ์ 103 B แช่ในสารละลายไคโตซานมีเปอร์เซ็นต์การงอก (80.5 เปอร์เซ็นต์) และค่า GI (6.4) เพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ว่าสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้เมล็ดแตงกวามีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมล็ดพันธุ์แฟง (เดือนเต็ม และคณะ, 2552) และเมล็ดพันธุ์พริก (Photchanachai และคณะ, 2006) แช่ในสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ สามารถกระตุ้นให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและความแข็งแรงของเมล็ดดีที่สุด จากผลการทดลองเห็นได้ว่าเมล็ดแตงกวาทั้ง 4 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การงอก (Figure 1A) และค่า GI (Figure 1B) เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากเมล็ดมีลักษณะพันธุกรรม แหล่งที่มา กระบวนการผลิต ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน (จวงจันทร์, 2529; วันชัย, 2539)



(A)



(B)

Figure 1 The response of cucumber seeds cv. 'Bingo-yao', 'Bongkoch', 'Bingo' and '103 B' primed with different solution, Germinatio percentage (A) and germination index (B).

สรุปผล

การนำเมล็ดแตงกวาทั้ง 4 พันธุ์มาทำ priming ด้วยสารละลาย KNO_3 NaCl และ mannitol ที่ความเข้มข้น 0.5 M เท่ากัน และไคโตซาน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น พบว่า เมล็ดพันธุ์บงกช ตอบสนองต่อการทำ priming มากกว่าพันธุ์อื่นๆ นอกจากนี้สารละลายต่างชนิดกันมีความเหมาะสมกับเมล็ดแตงกวาแตกต่างกัน โดยสารละลาย mannitol 0.5 M กระตุ้นให้เมล็ดแตงกวามีเปอร์เซ็นต์การงอกและค่า GI เพิ่มขึ้น ซึ่งการ priming สามารถยกระดับคุณภาพเมล็ดแตงกวาที่เก็บรักษามาเป็นเวลานานให้มีคุณภาพดีขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัท ที เอส เอ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อเมล็ดพันธุ์แตงกวา และหลักสูตรวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529, เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: 21.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2539, สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: 213.

เดือนเต็ม ลอยมา ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ภาณุมาศ ฤทธิไชย และศิริชัย กัลยาณรัตน์, 2552, ผลของ sorbitol และ chitosan ต่อการคลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์แฟง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(1)(พิเศษ): 297-300.

พจนา สีขาว และบุญมี ศิริ, 2550, ผลของการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่มีคุณภาพต่างกันโดยวิธีการทำ priming, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(5)(พิเศษ): 168-172.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2518, ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

Bewley, J.D. and Black, M., 1983, Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination, Vol. 2, Seed Viability, Domancy and Environmental Control, Springer-Verlay, New York: 375.

Internationnal Seed Testing Association (ISTA), 2007, International Rules for Seed Testing Rules, Seed Science and Technology, 21 Supplement.

Passam, H.C., Karavites, P.I., Papanndreou, T.L, Thanos, C.A. and Georghiou, K., 1988, Osmoconditioning of Seed in Relation to Growth and Fruit Yield of Ubergine, Paper, Cucumber and Melon in Unheated Greenhouse Cultivation, Scientia Horticulturae, 38: 207-216.

Photchanachai, S., Singkaew, J. and Thamthong, J., 2006, Effect of Chitosan Seed Treatment on *Colletotrichum* sp. and Seedling Growth of Chilli cv. 'Jinda', Acta Horticulturae, 712(2): 585-590.

Tonko Bruggink, G., 2003, Update on Seed Priming: From Priming to Pregermination and Back, Seed Science and Technology, 26: 86-91.

ความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกร

Stability of Betacyanin form Pitaya Peel

อรุษา เชาวนลิขิต[1] ประเสริฐ เตชชีวพงศ์[1] และ ปริญญา ตั้งเจริญกิจ[1]

Chaovanalikit, A.[1], Techacheewapong, P.[1], Tungcharernkit, P.[1]

Abstract

Efficiency of betacyanin extracted solvent and the stability of betacyanin from pitaya peel were studied in this research. Three solvents; distilled water, acetone, and ethanol, were used to extract pitaya peel. Results showed that ethanol extraction had the highest efficiency to extract betacyanin (2.72 $\pm$ 0.17 mg/100g). When pH of the extract were adjusted from1 to12, the pitaya peel extracts showed purple color at pH lower than 3, red color at pH 3 to 7, and yellow color at pH 10 to 12. After that, the extracts adjusted to pH 2, 4, 6, and 8 were heated at 70 °C and 90 °C for 2 hours. Heating temperature affected on the betacyanin stability depending on pH. The half-life of betacyanin extracts were decreased at higher temperature. After heated in both temperatures, the pH 4 extracts showed to best betacyanin stability. The half-life of the pH 4 extracts heated at 70°C and 90 °C were determined as 58.24 and 12.5 minutes, respectively.

Keywords: Betacyanin, Heating temperature, pH, Pitaya

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเบต้าไซยานิน และความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกรโดยนำเปลือกแก้วมังกรมาทำการสกัดโดยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น อะซีโตน และเอทานอล พบว่าการสกัดด้วยเอทานอลมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยสามารถสกัดเบต้าไซยานินได้ปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 2.72 $\pm$ 0.17 mg/100g เมื่อนำสารสกัดไปปรับให้มี pH 1 – 12 พบว่าสารสกัดเปลือกแก้วมังกรให้สีม่วงที่ pH ต่ำกว่า 3 สีแดงที่ pH 3 – 7 และสีเหลืองที่ pH 10 – 12 หลังจากนั้นนำสารสกัดเปลือกแก้วมังกรที่ pH 2 4 6 และ 8 มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิในการให้ความร้อนมีผลต่อความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกรซึ่งขึ้นอยู่กับ pH โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าครึ่งชีวิตของเบต้าไซยานินในสารสกัดมีค่าลดลง และที่ pH 4 เบต้าไซยานินจะมีความคงตัวดีที่สุด โดยมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 58.24 และ 12.5 นาที ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสตามลำดับ

คำสำคัญ: แก้วมังกร เบต้าไซยานิน พีเอช อุณหภูมิการให้ความร้อน

คำนำ

สีเป็นปัจจัยแรกที่มีผลต่อประสาทสัมผัสของผู้บริโภค และเป็นคุณลักษณะที่แสดงคุณภาพของสินค้าต่างๆ ซึ่งอาจสูญเสียหรือเปลี่ยนไปมากในระหว่าง กระบวนการผลิตหรือการเก็บรักษา ทำให้สีผสมอาหารต่างๆ ถูกนำมาใช้เพื่อแต่งสีผลิตภัณฑ์อาหารนั้นให้มีสีที่สม่ำเสมอและเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค โดยทั่วไปสีที่ใช้ผสมอาหารแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ สีธรรมชาติและสีสังเคราะห์ แต่การรับประทานสีสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารอาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ McCann และคณะ (2007) รายงานว่า สีผสมอาหารประเภทสีสังเคราะห์และสารโซเดียมเบนโซเอต (วัตถุกันเสีย) อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคสมาธิสั้น มีพฤติกรรมไม่หยุดนิ่ง (ไฮเปอร์) ในเด็กอายุระหว่าง 3-9 ขวบ จึงทำให้ความต้องการใช้สีจากธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น

แก้วมังกร (Pitaya หรือ Dragon fruit หรือ *Hylocereus undatus*) เป็นผลไม้ที่มีเปลือกสีแดง และ มีเนื้อสีขาวหรือสีแดง ซึ่งเป็นแหล่งของเบต้าไซยานิน รงควัตถุที่ให้สีแดงซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารกลุ่ม Betalains ซึ่งจัดเป็นอนุพันธ์ของกรด Betalamic (กรรณิการ์ และ ปราณี, 2552; Herbach และ คณะ, 2006) เบต้าไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ดี และให้สีแดงที่ pH 3-7

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

[1]Division of Food Science and Nutrition, Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumwit 23, Wattana, Bangkok, 10110

แต่ผลของ pH ที่มีต่อความคงตัวของเบต้าไซยานินจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ออกซิเจน และ อุณหภูมิ เป็นต้น (Huang และ von Elbe, 1987; Harivaindaran และคณะ, 2008) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของตัวทำละลายต่อการสกัดเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกร ผลกระทบของ pH ต่อ สีและ λmax ของสารสกัดเปลือกแก้วมังกร และผลกระทบของอุณหภูมิต่อความคงตัวของสีในสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ pH ต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากสีจากเปลือกแก้วมังกรในเชิงพาณิชย์ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลของตัวทำละลายต่อการสกัดเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกร

นำผลแก้วมังกรมาทำการปอกเปลือกออกและกลีบเลี้ยงออก จากนั้นนำเปลือกไปปั่นพร้อมกับไนโตรเจนเหลวด้วยเครื่องปั่นยี่ห้อ Waring commercial (SS610, USA) จะได้ผงของเปลือกแก้วมังกร นำผงเปลือกแก้วมังกรไปสกัดกับตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ น้ำ เอทานอล และ อะซีโตน โดยชั่งผงเปลือกแก้วมังกร 10 กรัม ใส่หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 3 หลอด หลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่อง Sonicator (Elma, D-78224 Singen/Htw, Germany) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปเข้าเครื่องเซนตริฟิวส์ (Sanyo, Flacon 6/300, UK) ที่ 3000 g เป็นเวลา 15 นาที แยกสารละลายส่วนใสใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วทำการสกัดซ้ำอีกครั้งด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำสารสกัดทั้งหมดมารวมกันแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น หลอดที่ 2 เติมเอทานอล 20 มิลลิลิตร สกัด 2 ครั้ง แล้วนำสารสกัดทั้งหมดไประเหยเอทานอลด้วยเครื่อง Rotary Evaporator (Buchi, R-124, Switzerland) ภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น หลอดที่ 3 เติมอะซีโตน 20 มิลลิลิตร สกัด 2 ครั้ง แล้วนำสารสกัดทั้งหมดไประเหยอะซีโตนด้วยเครื่อง Rotary Evaporator (Buchi, R-124, Switzerland) และนำสารสกัดมาแยกชั้นต่อโดยเติม Hexane ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิทแล้วเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 1 คืนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วไขสารละลายส่วนใสเก็บไว้ในขวดเก็บตัวอย่างปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น นำสารสกัดทั้งหมดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมวิเคราะห์ปริมาณเบต้าไซยานิน (Herbach และคณะ, 2007) ต่อไป

ผลกระทบของ pH ต่อ สีและ λmax ของสารสกัดเปลือกแก้วมังกร

นำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมาปรับ pH ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH เท่ากับ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตามลำดับ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างสารสกัดและสารละลายบัฟเฟอร์ในแต่ละ pH เป็น 1.2 :100(v/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เกิดสภาวะสมดุลเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไป Scan ด้วยเครื่อง UV – Spectroscopy (UV – 160A, UV – Visible recording, Spectrophotometer, SHIMADZA, Japan) เพื่อหาค่า λ_{max} เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสีที่ปรากฏด้วยเครื่อง UV-spectroscopy (UV-160A, UV-Visible recording, spectrophotometer, SHIMADZA, Japan)

ผลกระทบของอุณหภูมิต่อความคงตัวของสีในสารสกัดเปลือกแก้วมังกรที่ pH ต่าง ๆ

นำสารสกัดเปลือกแก้วมังกรมาปรับ pH เป็น 2 4 6 และ 8 โดยใช้อัตราส่วนระหว่างสารสกัดและสารละลายบัฟเฟอร์ในแต่ละ pH เป็น 1.2 :100(v/v) โดย pH ที่คัดเลือกศึกษาเป็น pH ที่สารสกัดมีสีชมพู จากนั้นนำสารสกัดทั้งหมดไปให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หรือ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 120 นาที โดยมีวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเบต้าไซยานิน (Herbach et al., 2007) และ ค่าครึ่งชีวิต ทุก ๆ 10 นาที ค่าครึ่งชีวิต ($t_{½}$) คำนวนได้จาก $t_{½}$= - ln0.5 / k โดย k คือ slope ที่จากกราฟระหว่าง ln (C_t) กับ เวลา C_tค่าการดูดกลืนแสงที่ λmax ที่เวลา t นาที วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) แบบ factorial โดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.5 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของตัวทำละลายต่อการสกัดเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกร

เมื่อนำเปลือกของผลแก้วมังกรมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด (Table1) พบว่า เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดเบต้าไซยานินได้ดีที่สุด ตามด้วย อะซิโตน และ น้ำ และปริมาณเบต้าไซยานินที่ได้จากการสกัดอยู่ในช่วง 0.6 -2.78 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Harivandaran , (2008) ซึ่งรายงานว่าเปลือกแก้วมังกรมีปริมาณเบต้าไซยานิน 1.60 มิลลิกรัม/100 กรัม

Table 1 Betacyanin content of Pitaya peel extract extracted by three different extracting solvent.

Extracting solvent	Betacyanin Content (mg/100g)
Distilled water	0.65 ± 0.02c
Ethanol	2.78 ± 0.20a
Acetone	1.29 ± 0.03b

*หมายเหตุ ค่าที่แสดงคือ Mean ± SD และ ตัวเลขที่มีตัวอักษร (a,b,c) กำกับในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลกระทบของ pH ต่อ สี และ λmax ของสารสกัดเปลือกแก้วมังกร

เมื่อนำสารสกัดมาปรับ pH ตั้งแต่ 1-12 และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสง (Figure1a และ 1b)พบว่า สารสกัดเปลือกแก้วมังกรมีสีชมพูใน pH 1 -10 และสีเหลืองใน pH 11-12 ความยาวคลื่นสูงสุดของสารสกัด pH 1- 8 อยู่ที่ 536 นาโนเมตร โดย pH 4 -6 มีความการดูดกลืนแสงสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ von Elbe และ คณะ (1974) Huang และ von Elbe (1987) และ กรรณิการ์ และ ปราณี (2552)

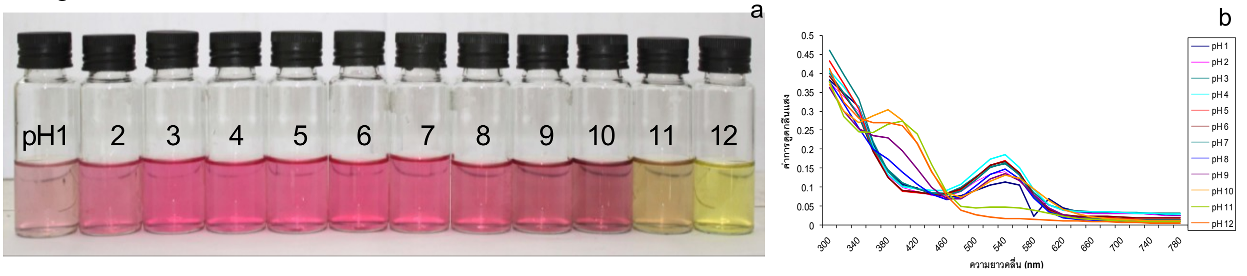


Figure 1 Changes of color (a) and UV-spectra (b) of pitaya peel extract at pH 1-12.

ผลกระทบของอุณหภูมิต่อความคงตัวของสีในสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ pH ต่าง ๆ

เมื่อนำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมาปรับ pH ต่าง ๆ และนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อความคงตัวของเบต้าไซยานินในสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร โดยเมื่อให้ความร้อนสีของสารสกัดจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง และการให้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะทำให้สีเปลี่ยนเร็วขึ้น สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ pH 4 จะมีความคงตัวสูงสุดเมื่อให้ความร้อนที่ 2 อุณหภูมิ (Table 1)จากกราฟระหว่าง ln (C_t) กับ เวลา (Figure 2) พบว่าการสลายตัวของเบต้าไซยานินเป็นไปตามปฏิกิริยาลำดับที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huang และ von Elbe (1987) และ Reynoso และคณะ (1997) เมื่อให้ความร้อนกับเบต้าไซยานินจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างด้วยปฏิกิริยา Iomerization Deglycosylation Decarboxylation และ Hydrolysis ทำให้เกิดสารต่าง ๆ เช่น Isobetanin กรด betalamic กรด Isobetalamic cycol-DOPA-glucoside เป็นต้น และสีเกิดการเปลี่ยนแปลง (Herbach และ คณะ 2006a, 2006b) โดยเริ่มจากการที่เบตาไซยานินเกิดการสลายตัวเป็น กรด Betalamic ที่ให้สีเหลือง กับ cycol-DOPA-glucoside ที่ไม่มีสี ซึ่ง กรด Betalamic และ cyclo-DOPA-glucoside สามารถจะกลับมารวมตัวกันเป็นเบต้าไซยานินได้ ในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจน (Huang และ von Elbe, 1987) อย่างไรก็ดี กรด Betalamic และ cyclo-DOPA-glucoside เป็นสารที่ไม่เสถียรสามารถเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเช่น oxidation และ maillard และทำให้เกิดสารสีน้ำตาลได้ (Reynoso และคณะ,1997)

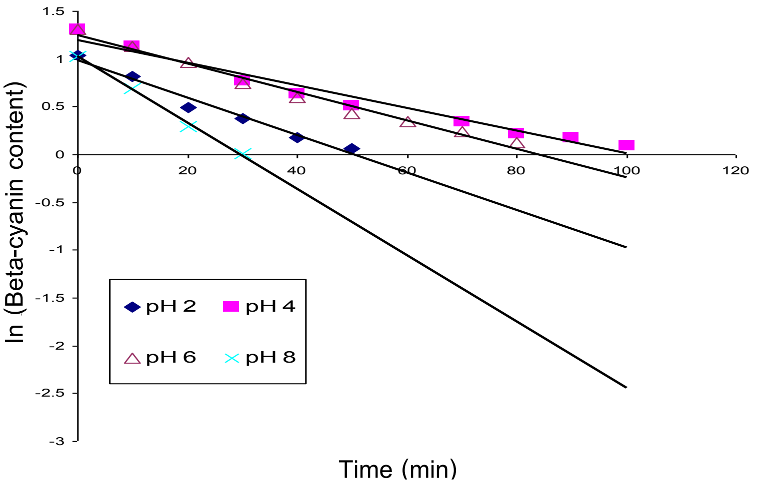


Figure 2 Changes of betacyanin at selected pH after heating at 70 (°C) for 120 min.

สรุปผล

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีผลต่อความคงตัวของเบต้าไซยานินจากสารสกัดของเปลือกแก้วมังกร การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้ความความคงตัวของเบต้าไซยานินลดลง โดยเบต้าไซยานินจะมีความคงตัวสูงสุดที่ pH 4 โดยมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 58.24 และ 12.5 นาที เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการเผยแพร่จากงบประมาณเงินแผ่นดิน ภายใต้โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2553

Table 2 Half-life and degradation rate of pitaya peel extract at different pH heated at 70 and 90 (°C) for 120 min.

pH	Temperature (°C)	$t_{1/2}$ (min)	k
2	70	35.36	0.0105
	90	8.57	0.0809
4	70	58.24	0.0105
	90	12.5	0.0554
6	70	46.21	0.014
	90	12	0.0574
8	70	18.73	0.0132
	90	10.5	0.0660

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สอนโยธา และปราณี อ่านเปรื่อง, 2552, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือก และเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(1): 15 – 18.

Harivaindaran, K.V., Rebeeca, O.P.S., Chandran, S., 2008, Study of Optimal Temperature, pH and Stability of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel for Use as Potential Natural Colorant Pakistan, Journal of biological science, 11: 2259-2263.

Herbach, K.M., Rohe, M., Stintzing, F.C. and Carle, R., 2006a, Structural and Chromatic Stability of Purple Pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton and Rose) Betacyanins as Affected by the Juice Matrix and Selected Additives, Food Reseach International, 39: 667-677.

Herbach, K.M., Stintzing, F.C. and Carle, R., 2006b, Betalain Stability and Degradation-Structural and Chromatic Aspects, Journal of Food Science, 71: R41-R50.

Herbach, K.M., Maier, C., Stintzing, F.C. and Carle, R., 2007, Effects of Processing and Storage on Juice Colour and Betacyanin Stability of Purple Pitaya (*Hylocereus polyrhizus)* Juice, European Food Research Technology, 224: 649 - 658

Huang, S.A. and von Elbe, J.H., 1987, Effect of pH on the Degradation and Regeneration of Betanine, Journal of Food Science, 52: 1689-1693.

Pedreno, M.A. and Escribano, J., 2001, Correlation Between Antiradical Activity and Stability of Betanine from *Beta vulgaris* L Roots Under Different pH Temperature and Light Condition, Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 627-631.

Reynoso, R., Garcia, F.A., Morales, D. and Gonzalez de Mejia, E., 1997, Stability of Betalain Pigments from a Cactacea Fruit, Journal of Agricultural Food Chemistry, 45: 2884-2889.

von Elbe J.H., Maing, I.Y. and Amundson, C.H., 1974, Colour Stability of Betanin, Journal of Food Science, 39: 334-337.

การเก็บรักษาลูกเดือยภายใต้การเป่าอากาศ

Job's Tears Storage under Aeration

ธีรานันท์ ขันงาม[1] ละมุล วิเศษ[1] และ บพิธ บุฬโชติ[1]
Khan-ngarm, T.[1], Wiset, L.[1] and Bubphachot, B.[1]

Abstract

Job's tears is a kind of cereal which has high nutrients. It is preferred by consumer health concern Storage condition affects on the changes in quality of Job's tears. This study aimed was to determine the changes of physical properties of Job's tears under different storage conditions. These condition were stored in three bins, each bin contained 150 kg. The bin 1 and bin 2 were cold aerated and stored at 15°C until the average temperature of sample raised to 18 and 20°C in bin 1 and bin 2, respectively. The bin 3 was ambient air storage and it was daily aerated from 05.00 – 07.00 am. These conditions were compared with gunny bag storage. Samples were taken before storage and after storage for 2 and 4 months. Moisture content, color values and hardness of sample were determined. The initial moisture content was 9.17% wet basis and it tended to increase during storage. The color values in term of L* a* and b* values of dehusked samples were measured, it found that the trends of a*(redness) and b*(yellowness) values increased in all storage conditions. It found that bin 1 (storage temperature between 15 - 18°C) had the highest L* (brightness) value. Besides, the hardness of sample increased during strange in all conditions. However, the storage conditions did not affect the hardness of samples.

Keywords: Job's tears, physical properties, storage condition

บทคัดย่อ

ลูกเดือยเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคที่ห่วงใยในสุขภาพ สภาวะในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลูกเดือย งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของลูกเดือยภายใต้การเก็บรักษาที่แตกต่างกัน โดยมีสภาวะในการเก็บรักษา คือ เก็บลูกเดือยในถัง 3 ถัง ถังละ 150 กิโลกรัม ถังที่ 1 และ 2 มีการเป่าลมเย็นและเริ่มเก็บที่อุณหภูมิ 15°C และเครื่องจะทำการเป่าลมเย็นเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในกองลูกเดือยเท่ากับ 18°C และ 20°C ในถังที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนถังที่ 3 เก็บที่อุณหภูมิแวดล้อมและเครื่องจะทำการเป่าอากาศแวดล้อมในช่วงเวลา 05:00 – 07:00 น.ทุกวัน เปรียบเทียบกับลูกเดือยที่บรรจุในกระสอบ สุ่มตัวอย่างลูกเดือยก่อนการเก็บรักษา เดือนที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษา นำมาวิเคราะห์ความชื้น ค่าสี และค่าความแข็งของลูกเดือย ผลการทดลองพบว่าค่าความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 9.17 มาตรฐานเปียก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ค่าสี L* a* และ b* ของลูกเดือยแกะเปลือกพบว่าค่า a* (ความเป็นสีแดง) และ b* (ความเป็นสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกสภาวะการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษาถังที่ 1 (อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 15 - 18°C) มีค่า L* (ความสว่าง) สูงสุด ส่วนความแข็งของลูกเดือยมีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยสภาวะในการเก็บไม่มีผลต่อความแข็งของลูกเดือย

คำสำคัญ: การเก็บรักษา ลูกเดือย สมบัติทางกายภาพ

คำนำ

ลูกเดือยเป็นธัญพืชประเภทคาร์โบไฮเดรต อยู่ตระกูลเดียวกับข้าว มีคุณค่าทางอาหารสูง มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.1 – 14.2 ไขมันร้อยละ 6.2 – 7.2 ใยอาหารร้อยละ 1.8 – 2.4 นิยมบริโภคเป็นอาหารสุขภาพ และมีสรรพคุณทางยา (Wu และคณะ, 2007) ประเทศไทยมีการปลูกเดือยมากที่สุดในจังหวัดเลย รองลงมาได้แก่จังหวัดพะเยา และมีปลูกบ้างเล็กน้อยที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลผลิตลูกเดือยประมาณ ร้อยละ 90-95 ส่งไปขายต่างประเทศ โดยมีการส่งออกประมาณปีละ 20,000 ตัน ที่เหลือ

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

ร้อยละ 5-10 บริโภคภายในประเทศ ประเทศที่รับซื้อเดือยที่สำคัญของไทยได้แก่ ญี่ปุ่น และไต้หวัน ซึ่งการส่งออกลูกเดือยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การเก็บรักษาลูกเดือยในโกดังหลังจากเข้าโรงสีมักเกิดปัญหาพบการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเนื่องจากมีการกองทับซ้อนกันสูงและต้องเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน ขาดการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ลูกเดือยที่มีคุณภาพ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553) มีรายงานการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาข้าวในถังแบบมีการเป่าอากาศ สามารถระบายความร้อนสะสมในกองข้าว ชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ชะลอการเกิดสีเหลืองในข้าวได้ (Phillips และคณะ, 1988; Ranalli และคณะ, 2003) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบายความร้อนออกจากกองลูกเดือย โดยการใช้เป่าอากาศเย็นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เปรียบเทียบกับการเป่าด้วยอากาศแวดล้อมและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การเก็บรักษาในกระสอบ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น ค่าสีและค่าความแข็งของลูกเดือย

อุปกรณ์และวิธีการ

ลูกเดือยจากจังหวัดเลยนำมาคัดแยกสิ่งเจือปนออก และหาความชื้นเริ่มต้น นำลูกเดือยใส่ลงในถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 78 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร ใส่ลูกเดือยลงในถัง 3 ถัง ถังละ 150 กิโลกรัม ต่อสายเทอร์โมคัปเปิ้ล เพื่อวัดอุณหภูมิ 3 จุดภายในถัง ได้แก่ ส่วนบนสูงจากฐาน 90 เซนติเมตร ส่วนกลางสูงจากฐาน 60 เซนติเมตร ส่วนล่างสูงจากฐาน 30 เซนติเมตร เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในถังโดยชุดควบคุมอุณหภูมิ ดังแสดงใน Figure 1

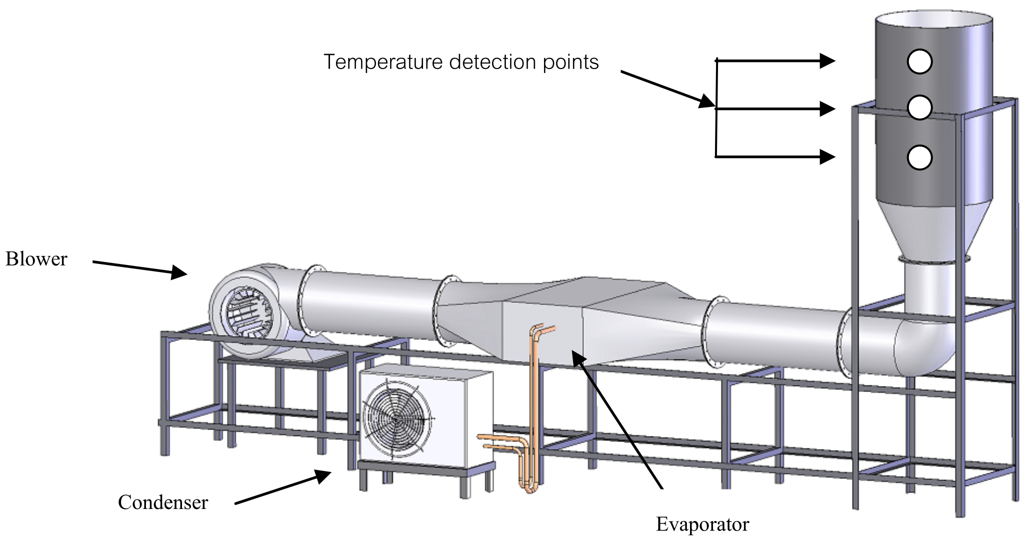


Figure 1 Diagram of storage bin with cold aeration system

จากนั้นเป่าลมเย็นเข้าสู่ถังที่ 1 และ 2 โดยถังที่ 1 เป่าจนกระทั่งอุณหภูมิเฉลี่ยในถังเก็บลูกเดือยเท่ากับ 15°C แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C โดยเครื่องจะทำการเป่าลมเย็นเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในถังเก็บลูกเดือยเท่ากับ 18°C ถังที่ 2 เป่าจนกระทั่งอุณหภูมิเฉลี่ยในถังเก็บเท่ากับ 15°C แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C โดยเครื่องจะทำการเป่าลมเย็นอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในถังเก็บลูกเดือยเท่ากับ 20 °C ส่วนถังที่ 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อม การเป่าลมแวดล้อมในช่วงเวลา 05.00-07.00 น. ทุกวัน สุ่มตัวอย่างลูกเดือยก่อนการเก็บรักษา เดือนที่ 2 และ เดือนที่ 4 ที่ตำแหน่งเดียวกับจุดวัดอุณหภูมิ นำมาวิเคราะห์ความชื้น ค่าสี และค่าความแข็งของลูกเดือย การวิเคราะห์ ความชื้นใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 72 ชม. ส่วนค่าสี นำลูกเดือยมาแกะเปลือกออกแล้ววัดค่าสี (วัดค่า L*, a* และ b* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Labรุ่น MiniScan XE Plus) ค่าความแข็งวัดโดยใช้เครื่อง Texture Analyzer โดยสุ่มตัวอย่างลูกเดือยครั้งละ 1 เมล็ด ทั้งหมด 20 เมล็ด (ขนาดเมล็ดเท่ากัน) สำหรับลูกเดือยควบคุมเก็บในกระสอบ และสุ่มตัวอย่าง เช่นเดียวกับที่เป่าลม ทำการทดลองในระหว่างเดือน มกราคม 2553-เมษายน 2553 ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาอยู่ในช่วงร้อยละ 35-90

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการเก็บรักษาลูกเดือยภายใต้สภาวะแตกต่างกัน สุ่มตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ความชื้น ค่าที่ได้ดังแสดงใน Figure 2

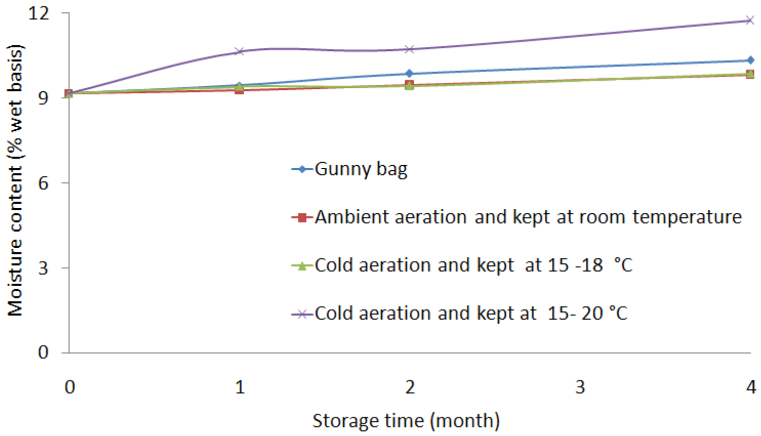


Figure 2 Changes in moisture Content of job's tears during storage under various conditions.

Figure 2 แสดงให้เห็นว่าลูกเดือยในทุกสภาวะของการเก็บรักษามีแนวโน้มของความชื้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากลูกเดือยก่อนการเก็บรักษามีความชื้นร้อยละ 9.17 มาตรฐานเปียก ซึ่งมีค่าความชื้นเริ่มต้นค่อนข้างต่ำจึงทำให้มีการดูดความชื้นจากบรรยากาศกลับคืนเข้าสู่เมล็ดเพื่อปรับสมดุล เนื่องจากเมล็ดพืชมีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศแวดล้อม

สุ่มตัวอย่างลูกเดือยจากสภาวะต่างๆ ก่อนการเก็บรักษา หลังการเก็บรักษาเดือนที่ 2 และ เดือนที่ 4 นำมาแกะเปลือกแล้ววิเคราะห์ค่าความแข็งและค่าสี โดยค่าที่ได้แสดงใน Table 1

Table 1 Hardness and color values of job's tears from various storage conditions.

Storage Conditions	Storage time (month)	Hardness (N)	Color values[1]		
			L*	a*	b*
Before storage	-	154.0±8.8 [c]	37.82±0.71 [b]	6.68±0.50[e]	13.41±0.88[d]
Cold aeration and kept at 15 -18 °C	2	172.2±11.6 [b]	35.14±1.04[e]	7.12±0.32[d]	15.06±0.50[b]
	4	196.7±9.0[a]	39.24±0.20[a]	8.03±0.07[b]	16.62±0.04[a]
Cold aeration and kept at 15- 20 °C	2	175.1±10.0[b]	36.16±1.67[cd]	7.67±0.16[c]	15.38±0.87[b]
	4	195.0±11.0[a]	36.75±0.26[c]	7.01±0.06[d]	15.04±0.06[b]
Ambient aeration and kept at room temperature	2	172.3±8.8 [b]	35.50±0.65[de]	7.83±0.38[bc]	15.26±0.45[b]
	4	192.1±10.3[a]	36.01±0.12[cde]	8.65±0.45[a]	15.32±0.44[b]
Gunny Bag	2	167.2±11.5[b]	36.08±1.59[cde]	7.77±0.26[bd]	15.26±0.61[b]
	4	191.9±16.1[a]	33.82±0.63[f]	7.28±0.53[d]	14.03±0.24[c]

[1]Means within a column with the same letter are not significantly different ($p \geq 0.05$) by DMRT

จาก Table 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นลูกเดือยมีความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันไม่มีผลต่อค่าความแข็ง ซึ่งค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพของโปรตีนและสตาร์ช โดยส่วนของโปรตีนอาจสร้างพันธะไดซัลไฟล์ซึ่งเป็นพันธะที่มีความแข็งแรง ช่วยเพิ่มการยึดเกาะระหว่างโปรตีน และไปแทรกระหว่างช่องว่างของเม็ดแป้งทำให้เพิ่มแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดแป้งและโปรตีน อีกทั้งใน

ส่วนของสตาร์ช จะเกิดการเกาะกันเองระหว่างเม็ดแป้งมากขึ้น (Chrastil, 1990; Zhou และคณะ, 2002) เมื่อพิจารณาด้านค่าสีจะเห็นได้ว่าค่า L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลง ส่วน ค่า a*(ความเป็นสีแดง) และ ค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งในการวิเคราะห์ค่าสีนี้ใช้ตัวอย่างลูกเดือยที่ไม่ผ่านการขัดรำ ลักษณะของลูกเดือยจะคล้ำขึ้น ลูกเดือยมีความสว่างลดลง มีความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น ในระหว่างการเก็บรักษาเพียง 4 เดือน เกิดเนื่องมาจากการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่าข้าวที่ผ่านการเก็บรักษาจะมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Phillips และคณะ, 1988)

สรุปผล

การเก็บรักษาลูกเดือยที่สภาวะแตกต่างกัน คือ การเก็บภายใต้การเป่าอากาศเย็นและเก็บในช่วงอุณหภูมิ 15-18 องศาเซลเซียส (ถังที่ 1) เก็บในช่วงอุณหภูมิ 15- 20 องศาเซลเซียส (ถังที่ 2) เก็บแบบเป่าอากาศแวดล้อม (ถังที่ 3) และ เก็บในกระสอบ เมื่อสุ่มตัวอย่างระหว่างการเก็บรักษามาวิเคราะห์ความชื้นพบว่า ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 9.17 มาตรฐานเปียก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาในทุกเงื่อนไข สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีและความแข็งของลูกเดือยแกะเปลือก พบว่าค่า a*(ความเป็นสีแดง) และ b*(ความเป็นสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกสภาวะการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษาถังที่ 1 (อุณหภูมิ 15 - 18°C) แบบมีการเป่าลมเย็น มีค่า L*(ความสว่าง) สูงสุด ลูกเดือยมีความแข็งเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาโดยสภาวะการเก็บไม่มีผลต่อค่าความแข็ง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้การสนับสนุนเงินทุน อุปกรณ์และสถานที่ในการวิจัย ขอขอบคุณนายอภิสิทธิ์ บุญมาก และ นายทองดี ที่รัก ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลและการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553, https://www.acfs.go.th/news_detail.php?ntype=09&id=3914.

Chrastil, J., 1990, Protein-starch Interaction in Rice Grains. Influence of Storage on Oryzanin and Starch, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38: 1804-1809.

Phillips, S., Widjaja, S., Wallibridge, A. and Cooke, R., 1988, Rice Yellowing During Post-harvest Drying by Aeration and during Storage, Journal of Stored Producted Research, 24(3): 173-181.

Ranalli, R.P., Howell, T.A. and Siebenmorgen, T.J., 2003, Effects of Controlled Ambient Aeration on Rice Quality during On-Farm Storage, Cereal Chemistry, 80(1): 9-12.

Wu, T., Charles, A.L. and Huang, T., 2007, Determination of the Contents of the Main Biochemical Compounds of Adlay (*Coxi lachrymal-jobi*), Food Chemistry, 104: 1509-1515.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C., 2002, Ageing of Stored Rice: Changes in Chemical and Physical Attributes, Journal of Cereal Science, 35: 65-78.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 417-420 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 417-420 (2553)

ผลของอายุการเก็บรักษาและชนิดของตัวทำละลายที่มีต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกมังคุด

Effect of Storage Time and Solvents on Total Phenolic Content in Mangosteen (*Gacinia mangostana* L.) Peel

นิภาดา ประสมทอง[1] มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย[1] มงคล วงศ์สวัสดิ์[1] ประภัสสร บุษหมั่น[2] และ วรภัทร ลัคนทินวงศ์[3]

Prasothong, N.[1], Plainsiricha, M.[1], Wongsawas, M.[1], Bussaman, P.[2] and Luckantinvong V.[3]

Abstract

Mangosteen (*Gacinia mangostana* L.) peel contains high phenolic contents. However, after long storage, phenolic might decrease with time. Furthermore, the extraction with different solvents might effect in gaining the amounts of phenolic contents. This research studied phenolic content in dry peel of mangosteen that stored for 1 year at ambient temperature. Four solvents, acetone, ethanol, methanol, and water, were used to extract phenolic. The result demonstrated that dry peel of mangosteen stored for 1 year still contained high phenolic content. The peel extracted with methanol, ethanol and actone contained higher total phenolic contents than that water extraction. In conclusion, dry peel of mangosteen stored for one year without temperature and relative humidity control still contains high phenolic contents. There were no significant difference amount of phenolic content which were extracted by methanol, ethanol and actone.

Keywords: mangosteen peel, total phenolic content, solvent

บทคัดย่อ

เปลือกมังคุด (*Gacinia mangostana* L.) มีฟีนอกลิกในปริมาณสูง อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาเปลือกมังคุดไว้นานอาจทำให้ปริมาณฟีนอลิกลดลง และการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกันได้อาจทำให้ได้ปริมาณฟีนอลิกที่ความเข้มข้นต่างกัน งานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณฟีนอลิกในเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาไว้นาน 1 ปี ที่อุณหภูมิห้องและไม่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ใช้สารสกัด 4 ชนิด คือ อะซีโตน เอทธานอล เมทธานอล และน้ำ พบว่า เปลือกมังคุดแห้งที่เก็บไว้นาน 1 ปี ยังคงมีปริมาณฟีนอลิกสูง ขณะที่การสกัดด้วยเมทธานอล เอทธานอล และอะซีโตน ทำให้ได้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าการใช้น้ำ ดังนั้นสรุปได้ว่าเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บไว้นาน 1 ปี โดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ยังคงมีปริมาณฟีนอลลิกสูง และปริมาณฟีนอลิกที่สกัดโดยการสกัดด้วยเมทธานอล เอทธานอล และอะซีโตน ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันในการสกัด

คำสำคัญ: ตัวทำละลาย ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เปลือกมังคุด

คำนำ

มังคุด (*Gacinia mangostana* L.) เป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากเนื้อจะมีวิตามินและแร่ธาตุสูงแล้ว เปลือกยังมีปริมาณฟีนอลิกสูงด้วย โดยฟีนอลิกจัดเป็นสารทุติยภูมิที่ช่วยเพิ่มความต้านทานของพืช (พงศธร และคณะ, 2551) โดยนอกจากจะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแล้วยังพบว่ามีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลลินทรีย์ (Pothitirut และคณะ , 2009) ดังนั้นเปลือกมังคุดจึงถูกนำมาใช้เป็นสมุนไพรและมีรายงานว่าเปลือกมังคุดสามารถยับยั้งเชื้อจุลลินทรีย์ สาเหตุโรคพืชได้ เช่น เชื้อรา *Aspergillus* spp. สาเหตุโรคเน่าในเมล็ดถั่วเขียว เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในมะม่วง และ เชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวในมะเขือเทศ เป็นต้น (กิตติพันธ์ และคณะ, 2551; Yenjit และคณะ, 2008; ศศิธร และสุพจน์, 2547) อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาเปลือกมังคุดไว้นานอาจทำให้ปริมาณ

---

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1]Faculty of Agricultural Technology, Department of Agricultural Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2]Faculty of Biotechnology, Department of Biotechnology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

[3]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120

[3]Faculty of Agricultural Technology, Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Pathumthani 12120

ฟีนอลิกลดลง และการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกันอาจทำให้ได้ปริมาณฟีนอลิกต่างกัน งานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษานาน 1 ปี ในสภาพอุณหภูมิห้องที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใช้สารสกัด 4 ชนิด คือ อะซีโตน เอทธานอล เมทธานอล และน้ำ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของอายุการเก็บรักษาและชนิดของตัวทำละลายที่มีต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกมังคุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้มังคุดที่ได้จากตลาดในท้องถิ่น ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ก่อนแช่ใน $NaClO_2$ 1% นาน 30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำ ปอกเปลือกมังคุดออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น นำมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ก่อนบดให้ละเอียด แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°C นาน เก็บเปลือกมังคุดแห้งที่สภาพอุณหภูมิห้องที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นาน 1 ปี นำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ อะซีโตน เอทธานอล เมทธานอล และน้ำอุณหภูมิปกติ ใช้อัตราส่วนเปลือกมังคุดต่อตัวทำละลาย1:7 สกัดนาน 1 ชั่วโมง กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำสารละลายมาเหวี่ยงแยกที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C จากนั้นกรองสารแขวนลอยของสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำไปวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method โดยดัดแปลงจากวิธีของ Singleton และคณะ (1999) วัดด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 765 nm นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาอ่านกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก ที่เตรียมที่ความเข้มข้น 50, 100, 300, 500, 700 และ 1,500 ppm รายงานผลเป็น mgGEA/100 g ของน้ำหนักพืช วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยใช้ค่า LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษานาน 1 ปี ในสภาพอุณหภูมิห้องที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ อะซีโตน เอทธานอล เมทธานอลและน้ำ พบว่าเปลือกมังคุดแห้งที่อายุการเก็บรักษานาน 1 ปี ที่สกัดด้วยเมทธานอลมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่ 27,138 mgGEA/100 g dry wt และการสกัดด้วยเอทธานอลมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 19,392 mgGEA/100 g dry wt ส่วนการสกัดด้วยอะซีโตนมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 19,016 mgGEA/100 g dry wt ขณะที่การใช้น้ำเป็นตัวทำละลายทำให้มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดต่ำที่สุดคือ 7,504 mgGEA/100 g dry wt (Figure 1) มีการศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของ อรุษา และอรัญญา (2550) ได้วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกมังคุดแห้งด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method สกัดด้วยอะซีโตนพบว่ามีปริมาณฟีนอลิก 2,930.43 mgGAE/100g Zadernowski และคณะ (2009) ศึกษาปริมาณฟีนอลิก วิเคราะห์ด้วย Gas chromatography-mass spectrometry (GC- MS) พบว่าเปลือกมังคุดมีปริมาณฟีนอลิก 5,027.7±188.0 mg/kg of dry matter of sample ขณะที่ พงศธร และคณะ (2551) วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Total phenol assay ในรูปการทำแห้งแบบแช่แข็งพบว่ามีปริมาณฟีนอลิก 215.1±25.1 mg GAE/100g dry weight และในรูปการทำแห้งแบบเส้นใยมีปริมาณฟีนอลิก 178.9±14.3 mg GAE/100g dry weight สาเหตุที่ปริมาณฟีนอลิกในแต่ละการทดลองมีความแตกต่างกันมากอาจเนื่องจากใช้มังคุดจากคนละแหล่ง และปริมาณฟีนอลิกมีความแตกต่างกันตามอายุการเก็บเกี่ยว สภาวะแวดล้อมในแปลง และการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว (Pothitirut และคณะ, 2009)

ในการทดลองนี้พบว่าตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด คือ เมทธานอล เอทธานอล และอะซีโตน ให้ผลไม่แตกต่างกันในการสกัดฟีนอลิก ขณะที่การศึกษาของ Mohsen และ Animar (2009) ศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในพู่ข้าวโพด (corn tassel) โดยใช้ตัวทำละลาย อะซีโตน เมทธานอล เอทธานอล น้ำ เฮกเซน คลอโรฟอร์ม บิวทานอล พีโธลีม เอสเธอร์ และ เมทิลีนคลอไรด์ ใช้อัตราส่วนตัวทำละลายกับพู่ข้าวโพด 10:1 พบว่าตัวทำละลาย เอทธานอลและเมทธานอลสามารถสกัดฟีนอลิกทั้งหมดดีที่สุด มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 0.1575 และ 0.1125 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามแม้การทดลองนี้พบว่าตัวทำละลายทั้ง 3 ให้ผลไม่แตกต่างกันในการสกัดฟีนอลิกแต่การนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบกับเชื้อราอาจต้องศึกษาว่าสารสกัดจากตัวทำละลายใดมีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อรา เช่น การศึกษาของสุปราณี (2551) พบว่า การใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุดที่สกัดด้วยเอทธานอลและอะซีโตนสามารถยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* Penz. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ดีกว่าการใช้เมทธานอลและน้ำร้อนเป็นตัวสกัด

สรุปผล

เปลือกมังคุดแห้งที่เก็บไว้นาน 1 ปี โดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ยังคงมีปริมาณฟีนอลลิกสูง และการใช้เมทธานอล เอทธานอล และ อะซีโตน มีประสิทธิภาพในการสกัดฟีนอลิกจากเปลือกมังคุดไม่แตกต่างกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์เครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

กิตติพัธน์ สมนึก จักรพงษ์ หรั่งเจริญ และมานพ นชะพงษ์, 2551, ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดในการควบคุมเชื้อ *Aspergillus* spp. การประชุมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 34 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ. หน้า 1-26.

พงศธร ล้อสุวรรณ จิตศิริ ราชตนะพันธุ์ และศศิธร จันทนวรางกูร, 2551, สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46, กรุงเทพฯ.

สุปราณี แก้ววิหาร, 2551, ผลของสารสกัดจากเปลือกมังคุดในการยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. สาเหตุโรค Anthracnose ในผลมะม่วง, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศศิธร วุฒิวณิชย์, 2547, ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของ *Erwinia carotovora subsp. carotovora* เชื้อสาเหตุโรคเน่าและของผัก. วิทยาสารกำแพงแสน, 2: 78-81.

อรุษา เชาวนลิขิต และอรัญญา มิ่งเมือง, 2550, ปริมาณแอนโธไซยานินและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของมังคุด และเปลือกมังคุด, วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 23: 68-78.

Pothitirat, W., Chomnawang, M.T., Supabphol, R. and Gritsanapan, W., 2009, Comparison of Bioactive Compounds Content, Free Radical Scavenging and Anti-acne Inducing Bacteria Activities of Extracts from the Mangosteen Fruit Rind at Two Stages of Maturity, Fitoterapia, 80: 442–447.

Mohsen, S.M. and Ammar, A.S.M., 2009, Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Corn Tassel Extracts, Food Chemistry, 112: 595–598.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R.M., 1999, Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-ciocalteu Reagent, Methods in Enzymology, 299: 152-178.

Yenjit, P., Issarakraisila, M., Intana, W., Sattasalalchai, S., Suwanno, T. and Chantrapromm, K., 2008, Efficacy of Extract Substances from the Pericarp of *Garcinia mangostana* to Control Major Diseases of Tropical Fruits in Laboratory, Acta Horticulture, 1: 339-343.

Zadernowski, R., Czaplicki, S. and Naczk. M., 2009, Phenolic Acid Profiles of Mangosteen Ffruits (*Garcinia mangostana*), Food chemistry, 112: 685-689.

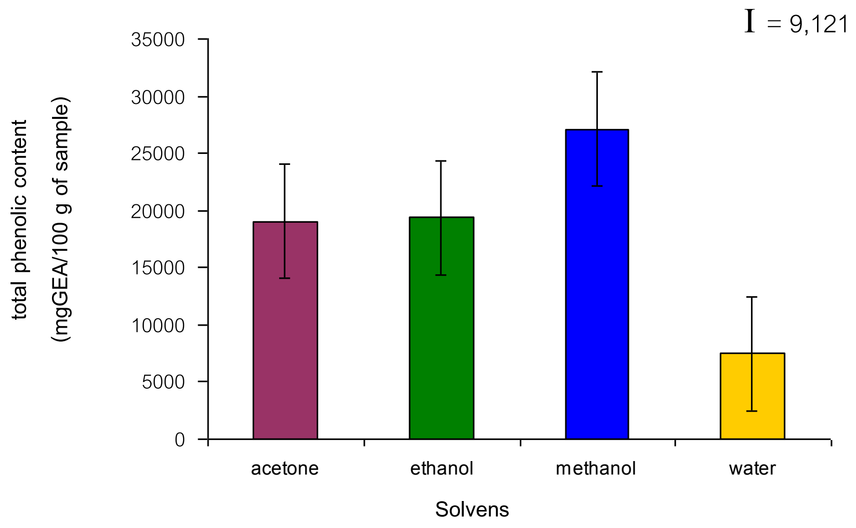


Figure 1 Effect of solvents on total phenolic content in mangosteen peel. (LSD = 9,121).

การตอบสนองของผลองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless ต่อการฉีดพ่น GA_3

Fruiting Response of 'Marroo Seddless' Grape to GA_3 Application

รัฐพล ฉัตรบรรยงค์[1] **สุรศักดิ์ นิลนนท์**[1] **และ วาสินี ศิริโภค**[1]

Chatbanyong, R.[1] Nilnond, S.[1] and Siripok V.

Abstract

Study on the effect of gibberellic acid (GA_3) at concentrations of 25 and 50 ppm at 1, 2 and 3 weeks after full bloom to berries size, cluster size and quality of 'Marroo Seedless' grape were conducted at Kanchanaburi Research Station, Kanchanaburi province from October 2009 to February 2010. The result showed that GA_3 application at concentrations of 25 and 50 ppm at 1, 2 and 3 weeks after full bloom significantly increased berries size than the untreated. Spraying of GA_3 at a concentration of 50 ppm at 1, 2 and 3 weeks after full bloom tended to increase berries size than 25 ppm GA_3. The application of GA_3 at concentrations of 25 and 50 ppm at 1 week after full bloom produced less seed development than the other treatments. GA_3 application at concentrations of 25 and 50 ppm at 1 to 3 weeks after full bloom gave lower total soluble solids and higher total acidity than the untreated.

Keywords: gibberellic acid, grape, marroo seedless

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารจิบเบอเรลลิก แอซิด (GA_3) ที่ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ฉีดพ่นในระยะหลังดอกบาน 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ต่อ ขนาดของผล ขนาดของช่อผล และคุณภาพขององุ่นพันธุ์ Marroo Seedless โดยทำการศึกษาที่สถานีวิจัยกาญจนบุรี ต.วังด้ง อ.เมือง จ.กาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 ถึง กุมภาพันธุ์ 2553 ผลการศึกษาพบว่า การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ในระยะหลังดอกบาน 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ทำให้ขนาดของผลองุ่นเพิ่มขึ้นมากกว่าการที่ไม่ได้รับสาร GA_3 อย่างมีนัยสำคัญ โดยการพ่น GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm ในระยะหลังดอกบาน 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ทำให้ผลองุ่นมีขนาดใหญ่กว่าการพ่นด้วย GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ในระยะหลังดอกบาน 1 สัปดาห์ มีการพัฒนาของเมล็ดน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ในระยะหลังดอกบาน 1 ถึง 3 สัปดาห์ ให้ร้อยละน้ำตาล (TSS) ต่ำ และร้อยละกรด (TA) สูงกว่า การไม่ได้รับ GA_3

คำสำคัญ: จิบเบอเรลลิก แอซิด องุ่น พันธุ์มารูซีดเลส

คำนำ

ปัจจุบันองุ่นจัดว่าเป็นไม้ผลที่มีพื้นที่ปลูกมากเป็นอับดับหนึ่งของโลก (46,300,794 ไร่) และมีปริมาณผลผลิตมากเป็นอันดับที่สาม (67,708,587 ตัน) รองจากกล้วย (90,705,922 ตัน) และแอปเปิ้ล (69,603,640 ตัน) โดยองุ่นมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ใน 87 ประเทศทั่วโลก ประเทศผู้ผลิตองุ่นที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศสเปน ฝรั่งเศส อิตาลี ตุรกี จีน และสหรัฐอเมริกา (FAO, 2009) สำหรับในประเทศไทยการปลูกองุ่นมีแนวโน้มขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น โดยในปี 2552 ที่ผ่านมามีพื้นที่ปลูกราว 28,200 ไร่ และได้ผลผลิตประมาณ 75,403 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) สำหรับพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด คือพันธุ์ไวท์มาละกา ซึ่งมีแหล่งปลูกใหญ่อยู่ในจังหวัดราชบุรี นอกจากพันธุ์ดังกล่าวยังมีองุ่นบางสายพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งองุ่นชนิดไม่มีเล็ด เช่น พันธุ์ลูสเพอร์เล็ต (Loose Perlette) เพอร์เล็ต (Perlette) บิวตี้ซีดเลส (Beauty Seedless) และมารูซีดเลส (Marroo Seedless) เป็นต้น

สำหรับองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless นับว่าเป็นสายพันธุ์หนึ่งที่มีศักยภาพสูงที่จะปลูกในเชิงการค้า เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ออกดอกติดผลง่าย ให้ผลผลิตสูงสม่ำเสมอ และมีความต้านทานต่อโรคสูง (โดยเฉพาะโรคราน้ำค้าง และโรคแอนแทรคโนส) (รัฐพล, 2549) แต่องุ่นพันธุ์นี้ก็ยังมีข้อด้อยบางประการ เช่น หากไม่มีการพ่นสารจิบเบอเรลลิก แอซิด (GA_3) หรือพ่นไม่ถูกช่วงเวลา หรือ

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

ใช้ความเข้มข้นไม่เหมาะสม ก็จะทำให้ผลผลิตที่ได้มีขนาดเล็ก และปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ พื้นที่ปลูกบางแห่งพบว่าเมล็ดขององุ่นพันธุ์นี้มีการพัฒนาขยายขนาดใหญ่ขึ้นมาก (ปกติแล้วองุ่นพันธุ์นี้เมล็ดจะเล็กและลีบ) ดังนั้นเมื่อผู้บริโภครับประทานและเคี้ยวโดนเมล็ดจะได้รับรสฝาดและขมจากเมล็ด จึงส่งผลโดยตรงต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภค

ในการแก้ปัญหาเรื่องขนาดของผลที่เล็กและผลมีเมล็ดนั้น แนวทางหนึ่งที่น่าจะสามารถแก้ไขปัญหาได้ คือ การใช้สาร จิบเบอเรลลิกแอซิด (GA_3) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านพบว่าการพ่นสาร GA_3 ให้กับช่อผลสามารถขยายขนาดและเพิ่มน้ำหนักของ ผลองุ่นได้ (นัยนา, 2542; Amad, 2005) และนอกจากนี้สาร GA_3 ยังสามารถที่จะยับยั้งการพัฒนาของเมล็ดองุ่นบางพันธุ์ได้ แต่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาในการให้สารจะแตกต่างกันออกไป (Considine, 1983; Clark และคณะ, 1994) จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นว่าการใช้สาร GA_3 สามารถช่วยขยายขนาดของผล อีกทั้งยังสามารถที่จะยับยั้งการพัฒนาของเมล็ดในองุ่นบางพันธุ์ได้อีกด้วย ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สาร GA_3 ระดับความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ที่ระยะ 1, 2 และ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน ที่มีต่อขนาดและน้ำหนักผล การพัฒนาของเมล็ดในผล และคุณภาพของผลองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตองุ่นเชิงการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองกับองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless ซึ่งมีอายุ 6 ปี ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 ถึง กุมภาพันธ์ 2553 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแบ่งเป็น 7 ทรีทเมนต์ (T) ทรีทเมนต์ละ 15 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ช่อดอก ดังนี้

T 1 ไม่พ่นสาร GA_3

T 2 พ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm หลังดอกบาน 1 สัปดาห์

T 3 พ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm หลังดอกบาน 2 สัปดาห์

T 4 พ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm หลังดอกบาน 3 สัปดาห์

T 5 พ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm หลังดอกบาน 1 สัปดาห์

T 6 พ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm หลังดอกบาน 2 สัปดาห์

T 7 พ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm หลังดอกบาน 3 สัปดาห์

ทำการตัดแต่งกิ่งองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless ในวันที่ 26 ตุลาคม 2552 หลังจากนั้นประมาณ 35 วัน ดอกองุ่นจะบานเต็มที่ร้อยละ 100 ในระยะนี้ทำการคัดเลือกช่อดอกมีขนาดใกล้เคียงกัน จำนวน 105 ช่อ แล้วทำการสุ่มให้ทรีทเมนต์แก่ช่อดอกองุ่นโดยในแต่ละทรีทเมนต์มี 15 ช่อดอก หลังจากนั้น 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ให้ทำการพ่นสาร GA_3 ให้แก่ช่อผลอ่อนตามแต่ละทรีทเมนต์ที่ได้กำหนดไว้ ดูแลรักษาองุ่นตามปกติจนกระทั่งถึงระยะผลสุกแก่ จึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2553 (รวมอายุตั้งแต่ตัดแต่งกิ่งถึงเก็บผลผลิต 110 วัน) นำผลผลิตที่ได้มาบันทึกข้อมูลด้านขนาดและน้ำหนักของผลและช่อผล ร้อยละการเกิดเมล็ดในผล และคุณภาพของผลผลิต (ร้อยละน้ำตาล ร้อยละกรด และสัดส่วนของน้ำตาลต่อกรด)

ผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของความเข้มข้นของสาร GA_3 (25 และ 50 ppm) และช่วงเวลาในการพ่นสาร (1, 2 และ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน) ต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless พบว่าในกลุ่มของทรีทเมนต์ที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm (T5, T6 และ T7) มีแนวโน้มให้ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักเฉลี่ยของผลสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มของทรีทเมนต์ที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm (T2, T3 และ T4) ในขณะที่ทรีทเมนต์ที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (T1) ให้ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักเฉลี่ยของผลต่ำที่สุด (Table 1) สำหรับการพ่นด้วย GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm ในระยะ 2 สัปดาห์หลังจากดอกบาน ทำผลองุ่นมีความกว้าง (1.96 ซม.) ความยาว (2.21 ซม.) และน้ำหนัก (5.29 กรัม) เฉลี่ยสูงที่สุด

ในส่วนของร้อยละการเกิดเมล็ดพบว่า การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ให้ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 ความเข้มข้น โดยในทรีทเมนต์ที่ให้สาร GA_3 ในระยะ 1 สัปดาห์หลังดอกบาน ให้ร้อยละการเกิดเมล็ดต่ำที่สุด (58 และ 50 ร้อยละ) รองลงมาคือการพ่นสาร GA_3 ในระยะ 2 สัปดาห์หลังดอกบาน มีร้อยละการเกิดเมล็ดอยู่ในช่วง 70 และ 74 ร้อยละ ส่วนทรีทเมนต์ที่ได้รับ GA_3 ในระยะ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน ให้ร้อยละการเกิดเมล็ดสูงที่สุด คือร้อยละ94 และ 90 ตามลำดับ สำหรับทรีทเมนต์ที่ไม่ได้รับสาร GA_3 ให้ร้อยละการเกิดเมล็ดเท่ากับร้อยละ 78 (Table 1)

ในด้านคุณภาพของผลองุ่น พบว่าทรีทเมนต์ที่ไม่พ่นสารให้ร้อยละน้ำตาล (TSS) สูงที่สุด คือร้อยละ 17.50 แตกต่างจากทรีทเมนต์อื่นๆ ซึ่งมีร้อยละน้ำตาลอยู่ในช่วงร้อยละ 14.33-16.83 ในขณะที่ร้อยละกรด (TA) ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันทาง

สถิติแต่ค่าที่ได้ก็มีความใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.43-0.52 สำหรับสัดส่วนของน้ำตาลต่อ ร้อยละกรดพบว่า ให้ผลสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับร้อยละน้ำตาล กล่าวคือ ทรีทเมนต์ที่ไม่ได้ให้สารให้สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดสูงที่สุด (40.24) รองลงมาคือกลุ่มของทรีทเมนต์ที่ได้รับสาร GA_3 25 ppm (33.90-35.69) ส่วนทรีทเมนต์ที่ได้รับสาร GA_3 50 ppm มีแนวโน้มให้สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่ำที่สุด (27.65-32.75) ในส่วนของระยะเวลาที่ใช้พ่นสารพบว่าส่งผลไม่ชัดเจนต่อคุณภาพของผลองุ่น แต่มีแนวโน้มว่าการพ่นสาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้นสูง (50 ppm) ที่ระยะ 3 สัปดาห์หลังจากดอกบานจะทำให้ผลองุ่นมีร้อยละน้ำตาลต่ำ ร้อยละกรดสูง และสัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่ำ (Table 1)

Table 1 The effects of GA_3 application at 1, 2 and 3 weeks after full bloom (WAF) to berry size and weight, percentage of developed seed in berry, and quality of 'Marroo Seedless' table grape.

Treatment	Berry				Fruit Quality		
	Width (cm)	Length (cm)	Weight (g)	Developed Seed (%)	TSS (% Brix)	TA (%)	TSS/TA
T1 (Untreated; Control)	1.66 d	1.79 c	3.49 b	78 ab	17.50 a	0.43 c	40.24 a
T2 (GA_3 25 ppm at 1 WAF)	1.81 c	2.01 b	4.74 a	58 bc	15.83 b	0.46 bc	33.90 b
T3 (GA_3 25 ppm at 2 WAF)	1.84 bc	2.02 b	4.87 a	70 abc	15.50 bc	0.43 c	35.49 b
T4 (GA_3 25 ppm at 3 WAF)	1.92 abc	2.08 ab	5.02 a	94 a	16.33 ab	0.45 c	35.69 b
T5 (GA_3 50 ppm at 1 WAF)	1.88 abc	2.08 ab	5.06 a	50 c	16.83 ab	0.51 ab	32.75 b
T6 (GA_3 50 ppm at 2 WAF)	1.96 a	2.21 a	5.29 a	74 abc	14.33 c	0.44 c	32.41 b
T7 (GA_3 50 ppm at 3 WAF)	1.95 ab	2.15 ab	5.12 a	90 a	14.50 c	0.52 a	27.65 c
F-Test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	4.26	4.64	9.17	18.55	4.51	6.11	5.90

Note: Means with the same letter in the same column are not significantly different at p = 0.01 by DMRT.

วิจารณ์ผล

จากการทดลองพ่น GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ในช่วงระยะเวลาต่างๆ กันนั้น ปรากฏว่าความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของผลองุ่นที่ได้นั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกทรีทเมนต์ที่พ่นด้วย GA_3 ทำให้ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของผลองุ่น มากกว่าทรีทเมนต์ที่ไม่ได้รับการพ่นด้วย GA_3 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ นัยนา (2542) พบว่าการพ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ในระยะดอกบานร้อยละ 50 และ 100 และหลังดอกบาน 3 วัน ให้ขนาดและน้ำหนักของผลมากกว่าทรีทเมนต์ที่ไม่ได้พ่นด้วยสาร GA_3 จากการทดลองพบว่า ทรีทเมนต์ที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm มีแนวโน้มให้ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของผลมากกว่าทรีทเมนต์ที่ได้รับ GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm (เมื่อเปรียบเทียบในระยะเดียวกัน) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สุรศักดิ์ และคณะ (2553) ที่พบว่าในองุ่นพันธุ์ Marroo Seedlelss นั้น การพ่นด้วยสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm จะให้ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของผล มากกว่าการใช้ที่ความเข้มข้น 25 ppm

ในส่วนร้อยละการเกิด พบว่าทรีทเมนต์ที่พ่น GA_3 ให้ในระยะ 1 สัปดาห์หลังดอกบาน มีร้อยละการเกิดเมล็ดต่ำ ที่สุด รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่พ่นสาร GA_3 ในระยะ 2 สัปดาห์หลังดอกบาน และการไม่พ่นสาร GA_3 ส่วนทรีทเมนต์ที่พ่น GA_3 ในระยะ 3 สัปดาห์หลังดอกบานให้ร้อยละการเกิดเมล็ดสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สุรศักดิ์ และคณะ (2553) ที่พบว่าในองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless ที่ได้พ่นด้วยสาร GA_3 ทำให้ผลมีร้อยละการเกิดเมล็ดต่ำกว่าการไม่ฉีดพ่น GA_3 และการพ่นสารในระยะ 14 วันหลังดอกบาน สามารถที่จะยับยั้งการพัฒนาของเมล็ดได้ดีกว่าการพ่นที่ระยะ 21 วันหลังดอกบาน จากการทดลองจะเห็นว่าการใช้สาร GA_3 ในช่วงเวลาที่ช้าเกินไป (3 สัปดาห์หลังจากดอกบาน) จะไปกระตุ้นให้เมล็ดองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาร GA_3 ที่ให้เพิ่มเติมจากภายนอกจะไปกระตุ้นให้เมล็ดที่กำลังจะหยุดการเจริญเติบโตมีการเจริญเติบโตต่อเนื่องอีกระยะหนึ่ง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้จำนวนเมล็ดที่มีการพัฒนามีจำนวนเพิ่มขึ้น

ด้านคุณภาพของผลองุ่น พบว่าทรีทเมนต์ที่พ่นด้วย GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ที่ระยะต่างๆ ทำให้ร้อยละน้ำตาล (TSS) และสัดส่วนของน้ำตาลต่อกรด (TSS/TA) ต่ำกว่าในผลองุ่นที่ไม่ได้รับการพ่น GA_3 สอดคล้องกับการศึกษาของ อิศรา (2552) ซึ่งพบว่า การพ่นช่อผลองุ่นพันธุ์ Beauty Seedless ด้วย GA_3 มีผลทำให้ร้อยละน้ำตาล (TSS) และสัดส่วนร้อยละน้ำตาลต่อกรด (TSS/TA) ต่ำกว่าช่อผลที่ไม่ได้พ่น GA จากการทดลองยังพบอีกว่า ผลองุ่นที่ได้รับ GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm

มีแนวโน้มของปริมาณน้ำตาลที่สูงกว่าผลองุ่นที่ได้รับ GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการการศึกษาของ สุรศักดิ์ (2549) ที่รายงานว่า ในองุ่นพันธุ์ Perlette การพ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm ทำให้ผลองุ่นมีร้อยละน้ำตาลสูง กว่าการพ่นสาร GA_3 ที่ความเข้มข้น 50 ppm ทั้งนี้เนื่องจาก GA_3 ทำให้ขนาดของผลใหญ่ขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการสะสมน้ำตาลยาวนานกว่าผลที่มีขนาดเล็ก (สุรศักดิ์ และคณะ, 2553)

สรุปผล

จากการศึกษาผลของจิบเบอเรลลิค แอซิด (GA_3) ระดับความเข้มข้น 25 และ 50 ppm โดยฉีดพ่นในระยะ 1, 2 และ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน ในองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless สรุปได้ดังนี้

1. การพ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ในระยะหลังดอกบาน 1 2 และ 3 สัปดาห์ ให้ความกว้างผล (1.81-1.96 ซม.) ความยาวผล (2.01-2.21 ซม.) และน้ำหนักผล (4.47-5.29 กรัม) สูงกว่าการไม่ได้พ่นสาร
2. การให้สาร GA_3 (ความเข้มข้น 25 หรือ 50 ppm) ที่ระยะ 1, 2 และ 3 หลังดอกบาน ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ
3. การพ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm มีแนวโน้มให้ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผล มากกว่าการใช้สาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm
4. การพ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm หลังดอกบาน 1 สัปดาห์ ให้ร้อยละการเกิดเมล็ดต่ำที่สุด (ร้อยละ50-58) ส่วนการพ่นสารในระยะ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน ให้ร้อยละการเกิดเมล็ดสูงที่สุด (ร้อยละ90 - 94)
5. การพ่น GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ในระยะหลังดอกบาน 1 ถึง 3 สัปดาห์ ให้ร้อยละน้ำตาล (TSS) ต่ำกว่า ให้ร้อยละกรด (TA) สูงกว่า และให้สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรด (TSS/TA) ต่ำกว่า การที่ไม่ได้พ่นสาร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และสถานีวิจัยกาญจนบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานทดลอง

เอกสารอ้างอิง

นัยนา เอี้ยวสุวรรณ, 2542, ผลของสารจิบเบอแรลลิคแอซิดกับระยะการให้สารต่อคุณภาพของช่อผลองุ่นพันธุ์ไวท์มาละกา, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 21 หน้า.

รัฐพล ฉัตรบรรยงค์, 2549, การตรวจสอบพันธุ์องุ่นโดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ด้วยเทคนิคเอเอฟแอลพี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 117 หน้า.

สุรศักดิ์ นิลนนท์, 2549, ผลของจิบเบอเรลลิคแอซิคและการควั่นลำต้นที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่นพันธุ์ Perlette, *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาพืช, กรุงเทพฯ, หน้า 416-421.

สุรศักดิ์ นิลนนท์ รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ และเลิศกิจ เรืองสกุลพัฒน์, 2553, ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการปลิดผลและการฉีดพ่น GA_3 ในองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless, *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48, วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553, เล่มที่ 1 สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 530-537.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552, พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ย ปี 2550-2552, ส่วนวิจัยเศรษฐกิจพืชสวน สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อิศรา สาธิตธวัช, 2552, ผลของช่วงเวลาการปลิดผลและการฉีดพ่น GA_3 ต่อขนาดผลและคุณภาพของผลองุ่นพันธุ์ Beauty Seedless, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 26 หน้า.

Clark, J.R., Irvin, K.M. and Fernandez, G.E., 1994, Effects of Gibberellic Acid on Seed Traces of 'Venus' and 'Saturn' Grapes, Journal of Small Fruit and Viticulture, 2(1): 11-19.

Considine, A.J., 1983, Concept and Practice of Use Plant Growth Regulating Chemicals in Viticulture, *In* Nickell, L. G. (ed.), Plant Growth Regulating Chemical, Vol. I, CRC. Press, Inc., Boca Raton, Florida, pp. 89-182.

FAO, 2009, FAOSTAT, [Online], Available: http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567 [16/ December/ 2009]

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 425-428 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 425-428 (2553)

การพัฒนาสีย้อมผมจากพืชสมุนไพรไทย

Development of Hair Dyes from Herbal Extracts

สุมนต์ทิพย์ คงตัน จันทร์ฟัก[1]

Kongtun Janphuk, S.[1]

Abstract

The developments of hair dyes from herbal extracts were studied. This research was separated in 3 parts. Preliminary for hair processing steps, formula development and hydrogen peroxide formula development were experimented. Seven herbs, such as jackfruit core, sappan wood, lacquer, henna, mangosteen peel, malacca tree and turmeric were chosen for color extraction and used as pigment for hair dyes. Color appearances after dyed were tested. The hair dyed conditions, which comprised concentrations of a developer (hydrogen peroxide), concentrations of crude herbal extracts, and hair dyed treatment process were compared and optimized. The suitable condition was obtained from 40% of peroxide. Coloring steps showed that bleaching hair before dyeing was the best condition to hair color staining. Data on acceptance tests were analyzed by the Least Significant Difference Test (LSD). Differences with p = 0.05 were considered to be statistically significant.

Keywords: formula development, hair dyes, herbal extracts

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาสีย้อมผมจากพืชสมุนไพรไทย โดยงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน เริ่มจาก กระบวนการเตรียมการย้อมผม ขั้นตอนการพัฒนาสูตรตำรับสีย้อมผม และการพัฒนาสูตรตำรับสีย้อมผมที่มีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยทำการคัดเลือกพืชสมุนไพรจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ แก่นขนุน แก่นฝาง ครั่ง เทียนกิ่ง เปลือกมังคุด มะขามป้อม และขมิ้นชัน เพื่อทำการสกัดสีและใช้เป็นสีสำหรับย้อมผม สีที่ได้นำมาทดสอบการติดสีบนเส้นผมเพื่อคัดเลือกสมุนไพรที่ให้การติดสีที่ดีที่สุดเพื่อพัฒนาสูตรตำรับ สูตรตำรับสีย้อมผมที่มีความเข้มข้นของเปอร์ออกไซด์ที่ทำให้ติดสีได้ดีที่สุดคือร้อยละ 40 และลำดับการย้อมวิธีการกัด – ย้อม ทำให้สีสามารถติดผมได้ดี นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยการใช้ Least Significant Difference Test (LSD) โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการติดสีของตำรับครีมย้อมผมจากสมุนไพรชนิดต่างๆ

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ สีย้อมผม สารสกัดสมุนไพร

คำนำ

สีที่ได้จากธรรมชาติมีความสัมพันธ์กับมนุษย์เรามาตั้งแต่ครั้งอดีต และได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตของผู้คนในแต่ละยุคสมัยอดีตมนุษย์ได้ใช้สีจากพืชในการประกอบพิธีกรรมต่างๆต่อมาก็ได้มีการใช้สีจากพืชกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น (Heywood, 2001) โดยได้มีการนำไปใช้ในการย้อมผ้าเพื่อใช้ในการแต่งกาย ตกแต่งเครื่องมือและเครื่องใช้ ตกแต่งสีในอาหาร การย้อมสีขนสัตว์ โดยเฉพาะในสตรีได้มีการนำสีจากพืชมาใช้ย้อมผม ซึ่งสีที่ใช้จะได้จากส่วนต่างๆ ของพืชได้แก่ เปลือกไม้ ใบไม้ รากไม้และจากยางไม้หรือชัน ตัวอย่างเช่น ครั่งให้สีแดง เทียนกิ่งให้สีเขียวขี้ม้า เป็นต้น เมื่อโลกมีวิวัฒนาการ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า สีจากพืชได้ลดความนิยมลงไป คงเหลือใช้ประโยชน์ของสีจากธรรมชาติเพียงไม่มากในผู้คนบางกลุ่มเท่านั้น นั่นคือจะใช้ในการตกแต่งสีอาหารเพื่อให้น่ารับประทานและใช้ในการย้อมผ้าเพื่อให้ได้สีตามต้องการ เนื่องจากได้มีการนำสีสังเคราะห์มาใช้แทนสีธรรมชาติจากพืช ซึ่งสีสังเคราะห์สามารถสังเคราะห์ได้ในปริมาณมากและมีสีที่หลากหลาย ทำให้ความนิยมในการใช้สีสังเคราะห์มีมาก ในกลุ่มผู้หญิงได้ใช้สีในการทำสีผม ส่วนในผู้ชายบางกลุ่มจะมีการย้อมสีหนวดเครา ในปัจจุบันแฟชั่นในการทำสีผมได้รับความนิยมมากในเกือบทุกเพศและทุกวัย การทำสีผมจะใช้สีที่หลากหลายตามแต่ความชื่น

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ถ.พิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กทม. 10800

[1]Department of Biotechnology, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Pipoonsongkram rd., Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800

ชอบของแต่ละบุคคลและความนิยมในเวลานั้นๆ ในปัจจุบันสีสังเคราะห์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งอันตรายจากสีสังเคราะห์นั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ (Gray, 2004)

สีที่ใช้ในการย้อมผมมีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปครีม ครีมย้อมผมในปัจจุบันเป็นครีมที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสีสังเคราะห์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดที่จะทำครีมย้อมผมจากพืชสมุนไพรที่ให้สี เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำสีจากธรรมชาติมาทำเป็นครีมย้อมผม โดยศึกษาจากพืชสมุนไพรที่ให้สี 7 ชนิด ดังนี้ แก่นขนุน ขมิ้นชัน ครั่ง เทียนกิ่ง เปลือกมังคุด แก่นฝางและมะขามป้อมด้วยกรรมวิธีการย้อมผมที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

สมุนไพรที่นำมาใช้ในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สีย้อมผมมี 7 ชนิด ได้แก่ แก่นขนุน ขมิ้นชัน ครั่ง เทียนกิ่ง เปลือกมังคุด แก่นฝาง และมะขามป้อม นำสมุนไพรทั้งหมดมาทำการสกัดเอาสีและเปรียบเทียบสีที่ได้จากการสกัด 2 วิธี ได้แก่ การสกัดด้วยน้ำและการสกัดด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ สารสกัดสมุนไพรที่ได้จะนำมาทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยเครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ แล้วนำสารสกัดสีที่ได้มาทำการทดสอบการติดสีกับตัวอย่างผมจริง เพื่อคัดเลือกสารสกัดสีที่เหมาะสมในการทำสีย้อมผม และศึกษาสภาวะต่างๆ ที่จะทำให้สีติดเส้นผมได้ดีที่สุด ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการกัดสี การฟอกสี และการย้อมสี ก่อนที่จะทำการพัฒนาสูตรตำรับของสีย้อมผมจากพืชสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการติดสีของสารสกัด ตำรับสีย้อมผมที่ได้จะนำมาทดสอบด้านความคงตัวและความพึงพอใจด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Seven-Point-Hedonic Scale โดยมีตัวแปรที่ทดสอบคือ สี กลิ่น และความพึงพอใจรวมในผลิตภัณฑ์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการใช้ Least Significant Difference Test (LSD) โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สีของสารสกัดที่ได้จากสมุนไพร

จากการสกัดสีจากสมุนไพร ทั้ง 7 ชนิด ได้สีของ crude extracts ดังนี้คือ สีน้ำตาลเข้มได้จาก แก่นขนุนและมะขามป้อม สีน้ำตาลอมส้มได้จากเปลือกมังคุด สีแดงเข้มได้จากแก่นฝางและครั่ง สีเหลืองอมส้มได้จากขมิ้นชัน และสีเขียวขี้ม้าได้จากเทียนกิ่ง

การติดสีเบื้องต้นของสารสกัด

จากการทดสอบการติดสีของสารสกัดสีเมื่อทำการย้อมเส้นผม เส้นผมมีสีน้ำตาลเหลืองเมื่อทำการย้อมด้วยสารสกัดสีจากแก่นขนุน เปลือกมังคุด มะขามป้อมและขมิ้นชัน เส้นผมมีสีแดเมื่อทำการย้อมด้วยสารสกัดสีจากฝาง เส้นผมมีสีแดงอมม่วงเมื่อทำการย้อมด้วยสารสกัดสีจากครั่ง และเส้นผมมีสีเขียวขี้ม้าเมื่อทำการย้อมด้วยสารสกัดสีจากเทียนกิ่ง

ความเข้มข้นของ H_2O_2 เมื่อฟอกผมแล้วมีผลต่อการติดสี

ความเข้มข้นของ H_2O_2ที่ทำการฟอกเส้นผมแล้วทำให้ติดสีได้ดีที่สุดคือร้อยละ 40 รองลงมาคือร้อยละ 30, 15, 10 และ 5 ตามลำดับ

ลำดับการย้อมสีผมที่มีผลต่อการติดสี

จากการทดสอบการติดสีพบว่ากรรมวิธีการกัด-การย้อม สามารถติดเส้นผมได้ดีกว่าวิธีการกัด-การล้าง-การย้อม

การเลือกความเข้มข้นของสมุนไพรและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่นำมาใช้ในสูตรตำรับ

จากการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น ทำให้สามารถเลือกสารสกัดสีที่นำมาทำตำรับครีมสมุนไพรที่เหมาะสมได้ 2 ชนิดคือ สารสกัดสีแดงเข้มจากแก่นฝางและสารสกัดสีแดงอมม่วงจากครั่งเนื่องจากทำให้ผมตัวอย่างสามารถติดสีได้ดีกว่าสารสกัดสีจากสมุนไพรอื่น ซึ่งอัตราส่วนของสารสกัดสีสมุนไพรที่ติดสีได้ดีคือ สารสกัดสี 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน และความเข้มข้นของ H_2O_2 คือร้อยละ 40

การทดสอบความคงสภาพทางกายภาพของตำรับครีมย้อมสีผมและครีมตำรับ H_2O_2

จากการทดสอบความคงสภาพของตำรับครีมย้อมผม (จากแก่นฝาง และ ครั่ง) และตำรับครีม H_2O_2ที่อุณหภูมิ 4°C พบว่าครีมสมุนไพรย้อมสีผมที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อครีมข้นเป็นเนื้อเดียวกัน จากการทดสอบความคงสภาพของตำรับครีมสมุนไพรย้อมสีผม (จากแก่นฝาง และ ครั่ง) และตำรับครีม H_2O_2 ที่อุณหภูมิ 45°C พบว่าเนื้อครีมข้นเป็นเนื้อเดียวกันไม่เกิดการแยกชั้นกันของส่วนผสม

ความสามารถในการย้อมติดสีของตำรับและการติดทนทานของสีย้อม

ตำรับครีมสมุนไพรย้อมสีผมจากแก่นฝางและครั่ง สามารถติดสีได้ดีที่สุด ที่ความเข้มข้นของส่วนผสมของสารสกัดสีสมุนไพรร้อยละ 7 รองลงมาคือร้อยละ 5 และ 3 ตามลำดับ ระยะเวลาในการติดสีของสารสกัดสีสมุนไพรที่ผ่านการสระด้วยน้ำ 3 ครั้ง สามารถติดได้นาน 20 วัน

การทดสอบทางสถิติ

จากการทดสอบทางสถิติ โดยทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ซึ่งใช้วิธี Seven-Point-Hedonic Scale โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ สี กลิ่น และความพึงพอใจรวมในผลิตภัณฑ์

ด้านสี พบว่าสารสกัดสีจากสมุนไพรแก่นฝางและครั่งนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 แต่มีความแตกต่างจากสารสกัดสีจากสมุนไพรชนิดอื่นๆ ที่นำมาทดสอบ พบว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจในสารสกัดสีย้อมผมจากแก่นฝางและครั่งมากที่สุด

ด้านกลิ่น พบว่าสารสกัดสีจากสมุนไพรทั้ง 7 ชนิดนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 และผลจากการทดสอบความพึงพอใจกลิ่นของสารสกัดสีสมุนไพรนั้นทั้ง 7 ชนิดนั้นพบว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจกลิ่นของสารสกัดสีย้อมผมจากครั่งมากที่สุด

ด้านความพึงพอใจรวมในผลิตภัณฑ์นั้นพบว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจผลิตภัณฑ์สีย้อมผมที่ทำจากแก่นฝางและครั่งมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดนี้มาพัฒนาเพื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์สีย้อมผมจากสมุนไพร

เมื่อเลือกสีของสมุนไพรที่มีความเหมาะสมได้แล้ว ก็นำมาทำเป็นครีมย้อมผมซึ่งมีด้วยกัน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 มี crude extracts ความเข้มข้นร้อยละ 3 สูตรที่ 2 มี crude extracts ความเข้มข้นร้อยละ 5 และสูตรที่ 3 มี crude extracts ความเข้มข้นร้อยละ 7 สูตรที่ 4 มี crude extracts ความเข้มข้นร้อยละ 10 แล้วทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีและตัวแปรเดิมดังที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าผลิตภัณฑ์ตำรับครีมย้อมสีผมจากแก่นฝางและครั่งนั้นไม่แตกต่างกัน และตำรับครีมสูตรที่ 3 และ ตำรับครีมสูตรที่ 4 นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 แต่แตกต่างกับตำรับครีมสูตรที่ 1 และ ตำรับครีมสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 ผลจากการทดสอบความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ตำรับครีมย้อมผมนั้น พบว่า มีความพึงพอใจในตำรับครีมย้อมผมสูตรที่ 3 และ 4 มากที่สุด

สรุปผล

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปได้ว่า สี กลิ่น และความพึงพอใจรวมในสีที่ได้จากพืชสมุนไพรแก่นฝางและครั่งมีความแตกต่างกับสมุนไพรชนิดอื่นๆ ที่นำมาทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 จึงทำการเลือกสมุนไพรทั้งสองชนิดนี้มาผลิตและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ครีมย้อมผมจากสมุนไพร จากนั้นนำมาทำการทดสอบที่ความเข้มข้นต่างๆที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 ตำรับ พบว่าตำรับครีมสีย้อมผมแก่นฝางสูตรที่ 3 กับตำรับครีมสีย้อมผมครั่งสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 ซึ่งในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สีย้อมผมนั้นจะต้องมีการคำนวณเรื่องต้นทุนเข้ามาร่วมด้วยจึงพบว่าเมื่อตำรับครีมสูตรที่ 3 และ 4 ไม่ต่างกัน ดังนั้นจึงทำการเลือกตำรับครีมสูตรที่ 3 เพื่อนำมาผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปซึ่งทำให้ต้นทุนถูกกว่าแบบตำรับครีมสูตรที่ 4 นั่นเอง

ผลจากการทดสอบสีของสารสกัดสีจากสมุนไพร และการติดสีของเส้นผมที่ผ่านการย้อมนั้นเป็นการวัดผลของประสาทสัมผัสทางตา ซึ่งผลที่ได้อาจจะไม่แน่นอน เนื่องจากแต่ละบุคคลมีประสิทธิภาพในการมองเห็นสีที่แตกต่างกันแต่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ส่วนการเลือกสารสกัดสีจากสมุนไพรในการทำสูตรตำรับนั้น พบว่าจากการทดลองย้อมสีผมเบื้องต้นสารสกัดสีจากสมุนไพรแก่นฝางและครั่งให้การติดสีดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดสีจากสมุนไพรแก่นขนุน เทียนกิ่ง เปลือกมังคุด มะขามป้อมและขมิ้นชัน

การทดสอบความคงตัวหรือคงสภาพ (consistency) ของตำรับครีมสมุนไพรย้อมสีผมจากแก่นฝางและครั่งและตำรับ H_2O_2 เมื่อนำมาทดสอบความคงตัวโดยเก็บในภาชนะขวดแก้วปิดฝาสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 และที่อุณหภูมิ 4°C เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าเนื้อครีมสามารถเข้ากันได้ดีไม่มีการแยกชั้นกันระหว่างส่วนผสม ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ดีนั้นเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปจะต้องมีความคงตัวที่ดี ซึ่งครีมสมุนไพรย้อมสีผมมีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลชันที่ประกอบด้วยน้ำและน้ำมันอาจเกิดการแยกของอิมัลชัน การหดตัวของเนื้อครีมเนื่องจากการระเหยของน้ำและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ อาจจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้ (นัยนา, 2008)

จากผลสรุปที่ได้มานั้น อาจจะสามารถนำไปพัฒนาการทำผลิตภัณฑ์สูตรตำรับครีมย้อมผมจากสมุนไพรชนิดอื่นได้ ซึ่งเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภคตลอดจนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สีย้อมผม และยังเป็นการส่งเสริมการใช้สมุนไพรให้มากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันประชาชนให้ความเอาใจใส่ในเรื่องของการดูแลสุขภาพ จึงหันมาใช้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรกันมากขึ้น อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรอีกทางหนึ่ง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2551

เอกสารอ้างอิง

นัยนา สันติยานนท์, 2008, ความคงตัวของเภสัชภัณฑ์และการเก็บรักษา, Thai Pharmaceutical and Health Science Journal, 3(1): 180-187.

Gray, J., 2004, The World of Hair Colour. 1st Edn., Cengage Learning, London, December 2, 121p.

Heywood, A., 2001, The Use of Huntite as a White Pigment in Ancient Egypt :in Colour and Painting in Ancient Egypt, W.V.Davies,ed.,London, pp 5-9.

ผลของอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อความชื้น และค่าสีขิงแห้ง

Effects of Temperature and Velocity of Superheated Steam on Moisture Content and Color of Dried Ginger

ยาตรา ยมสูงเนิน[1] เยาวภา ไหวพริบ[2] รังสิมา สูตรอนันต์[3] และ อนันต์ ทองทา[4]
Yomsungnoen, Y.[1], Waiprib, Y.[2], Sootanan, R.[3] and Tongta, A.[4]

Abtract

The effects of temperature (120, 130 and 140 ºC), and velocity (1.17, 1.46 and 1.72 ms^{-1}) of superheated steam on drying time and color (L*, a* and b*) of dried ginger products with the final moisture content of 12 %db were investigated. The operating temperature at 140ºC with velocity of 2.01 ms^{-1} demonstrated the shortest drying time (60.00$\pm$0.00 min.) ($p<0.05$), while operating temperature at 120ºC with velocity of 1.17 ms^{-1} resulted in the longest length of drying time (155.00$\pm$10.00 min.) ($p<0.05$). Furthermore, an increase in drying temperature resulted in a decrease of L* and b* values of superheated steam ginger products ($p<0.05$). The L* and a* values of superheated steam products demonstrated the higher values than those of commercial dried and freeze dried ginger products ($p<0.05$), while the b* value showed the lower value than commercial dried ginger product ($p<0.05$).

Keywords: color, drying, ginger, superheated steam

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของอุณหภูมิ (120 130 และ 140 ºC) และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (1.17, 1.46 และ 1.72 ms^{-1}) ต่อการลดความชื้นและค่าสี (L*, a* และ b*) ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ที่ความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 12 % มาตรฐานแห้ง พบว่า การทำแห้งที่อุณหภูมิ 140ºC ร่วมกับความเร็วลม 2.01 ms^{-1} มีผลให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เวลาการทำแห้งต่ำสุด (60.00$\pm$0.00 นาที) ($p<0.05$) ในขณะที่การทำแห้งที่อุณหภูมิ 120ºC ร่วมกับความเร็วลม 1.17 ms^{-1} มีผลให้ความชื้นลดลงได้ช้า เวลาการทำแห้งสูงสุด (155.00$\pm$10.00 นาที) ($p<0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าสี (L* a* และ b*) พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าสีกับขิงแห้งทางการค้า และขิงทำแห้งแบบระเหิด พบว่าค่าความสว่างและค่าสีแดงสูงกว่าขิงแห้งทางการค้า และขิงทำแห้งแบบระเหิด ($p<0.05$) ส่วนค่าสีเหลืองต่ำกว่าขิงแห้งทางการค้า ($p<0.05$)

คำสำคัญ: การทำแห้ง ขิง สี ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

บทนำ

ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) เป็นพันธุ์ไม้ล้มลุกมีเหง้า (Farnsworth และ Bunyapraphatsara, 1994) เป็นพืชสมุนไพร มีความสำคัญทางการค้าของตลาดโลก การใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องเทศโดยทำเป็นขิงแห้ง (Tain และ Grenis, 1993) พบว่ามีวิธีการทำแห้งขิง ได้แก่ การตากแดด อากาศร้อน และไอน้ำร้อนยวดยิ่ง เป็นต้น (อาทิตย์, 2550; Balladin และคณะ, 1996; Prasad และ Vijay, 2005) ซึ่งการทำแห้งอาหารด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นการทำแห้ง

[1]**ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี** 20131
[1]Department of Food Sciense, Faculty of Science, Burapha University, 169 Long-Hard Bangsaen Rd, Saensook, Muang, Chonburi 20131
[2]**ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900**
[2]Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, 50 Phahon Yothin Rd. Chatuchak, Bangkok 10900
[3]**ศูนย์กล้องจุลทรรศน์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ. ชลบุรี** 20131
[3]Microscopy Center, Faculty of Science, Burapha University, Muang, Chonburi 20131
[4]**คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ** 10150
[4]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

ด้วยไอน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว ที่ความดันที่กำหนด ข้อดีคือ ช่วยลดเวลาการทำแห้ง อีกทั้งยังช่วยลดพลังงานในการทำแห้งเนื่องจากการหมุนเวียนของไอน้ำกลับมาใช้ใหม่ (ยรรยง, 2550) งานวิจัยนี้ศึกษาผลของอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อความชื้น และค่าสีผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง ล้างเหง้าขิง ปอกเปลือก สไลด์ให้เป็นแผ่นบางหนา 0.45 cm ด้วยเครื่องสไลด์ ตัดแต่งให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 2 cm ยาว 4 cm ชั่งน้ำหนัก 100 g เรียงใส่ถาดเตรียมเข้าห้องทำแห้งในเครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ใช้เครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่เป็นห้องทำแห้งแบบงวด (Batch Dryer) โดยกำหนดอุณหภูมิในการทำแห้ง 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 1.17 1.46 และ 1.72 ms^{-1} ทำแห้งขิงด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง จนได้ความชื้น 12 % d.b. บันทึกน้ำหนักของขิงที่เวลาใด ๆ เพื่อคำนวณหาความชื้นที่เวลาใด ๆ ระหว่างการทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง และวิเคราะห์ค่าสีของขิงแห้งโดยเครื่องวัดสีอาหาร (Miniscan XE plus, Hunter Lab, USA) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดย L* แสดงค่าความสว่าง (lightness) a* แสดงค่าสีแดงและสีเขียว และค่า b* แสดงค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน วางแผนการทดลองแบบ Factorial design ที่ระดับ 3x3 สำหรับการศึกษาผลของอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อเวลาการทำแห้ง และค่าสีของขิงแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ต่อมาวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าสีของขิงแห้งที่อบแห้งด้วย ไอน้ำร้อนยวดยิ่งกับขิงแห้งทางการค้า และการทำแห้งแบบระเหิด วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อความชื้น และค่าสี ของขิงแห้ง พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อเวลาการทำแห้ง ($p<0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งเพิ่มขึ้นเวลาการทำแห้งลดลง แสดงได้ดัง Figure 1 นอกจากนี้พบว่าอุณหภูมิ มีผลต่อค่าสีของขิงแห้ง โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) แสดงได้ดัง Figure 2

ต่อมาเมื่อเปรียบเทียบค่าสีของขิงแห้งที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งกับขิงแห้งทางการค้า และการทำแห้งแบบระเหิด พบว่าการทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งให้ค่าความสว่างต่ำกว่า ในขณะที่ให้ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองสูงกว่าการทำแห้งแบบระเหิด ($p<0.05$) และมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองต่ำกว่าขิงทางการค้า ($p<0.05$) แสดงได้ดัง Figure 3

วิจารณ์ผล

ผลของอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อการลดลงของความชื้น พบว่า เมื่ออุณหภูมิและความเร็วเพิ่มขึ้น ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เวลาการทำแห้งลดลง ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเกิดจาก การทำแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วสูง เกิดการถ่ายโอนความร้อนและมวลสารในระหว่างการทำแห้งได้ดีกว่าที่อุณหภูมิและความเร็วต่ำ มีผลให้อัตราการทำแห้งเพิ่มขึ้น เวลาการทำแห้งลดลง (Moreira, 2001; Tang และคณะ, 2005) สอดคล้องกับรายงานของ อาทิตย์ (2550) ศึกษาการทำแห้งขิงด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 110-150 °C ความเร็ว 0.3-3.4 ms^{-1} เมื่ออุณหภูมิและความเร็วเพิ่มขึ้น เวลาการทำแห้งลดลง ผลของอุณหภูมิต่อค่าสีของขิงแห้ง พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) อาจเกิดจากอุณหภูมิสูงมีผลให้เร่งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) เช่น ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Millard reaction) และคาราเมลไรเซชัน (Caramelization) เป็นต้น (Jamradloedluk และคณะ, 2007) ดังนั้นขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิสูงมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ อาทิตย์ (2550) พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง นอกจากนี้ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับเวลาการทำแห้ง ปิยะวรรณ และ ยุวนารี (2550) รายงานว่า ค่าสีเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาการทำแห้ง เมื่อเวลาการทำแห้งนานขึ้น ค่าความสว่างลดลง ต่อมาเมื่อเปรียบเทียบขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งกับทางการค้าและการทำแห้งแบบระเหิด พบว่า ค่าความสว่างต่ำ และค่าสีแดงสูงกว่าทางการค้า และการทำแห้งแบบระเหิด ($p<0.05$) และค่าสีเหลืองสูงกว่าการทำแห้งแบบระเหิด ($p<0.05$) เนื่องจากการทำแห้ง

ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงจึงมีผลให้ค่าความสว่างต่ำ และค่าสีแดงสูง เมื่อเปรียบเทียบกับทางการค้า และการทำแห้งแบบระเหิด อย่างไรก็ตามแม้ว่าการทำแห้งขิงด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งให้ค่าความสว่างต่ำ และค่าสีแดงสูง แต่ช่วยลดเวลาการทำแห้ง อีกทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานในการทำแห้ง (ยรรยง, 2550) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการทำแห้งขิง

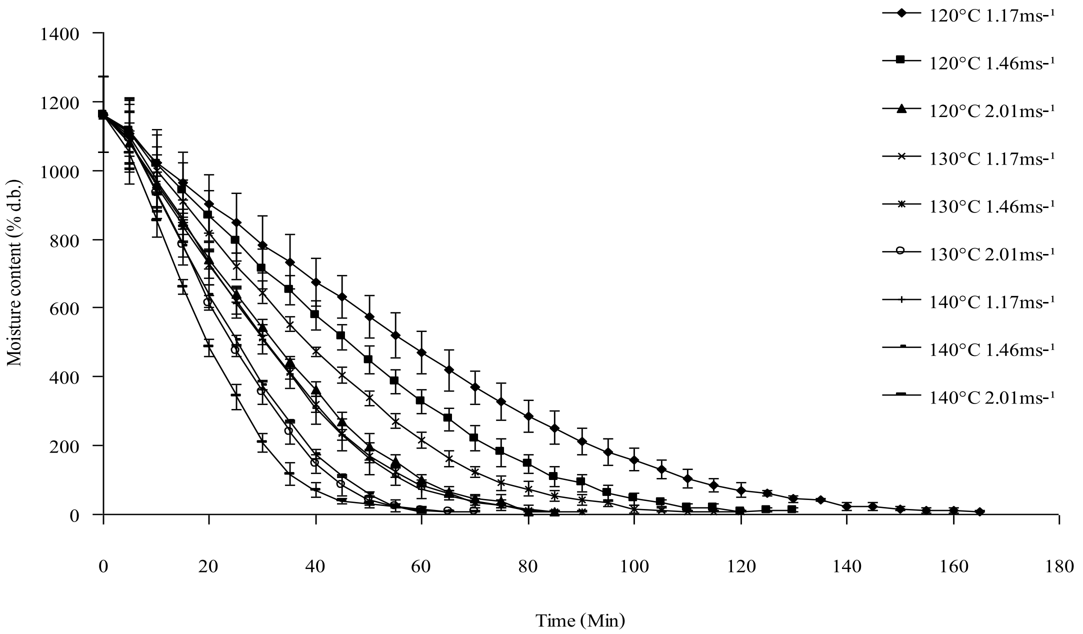


Figure 1 The effects of temperature and velocity of superheated steam on drying time of dried ginger products.

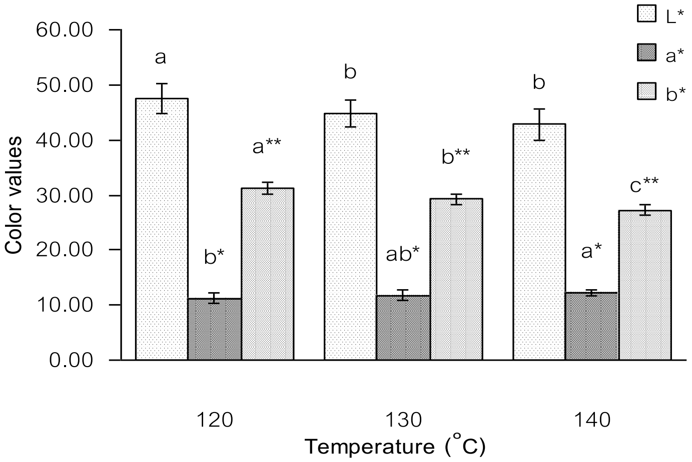


Figure 2 The effects of superheated steam temperature on L*, a*, and b* values of dried ginger products.

[a,b,c] Means followed by different letters on top of each bar are significantly different as determined by Duncan's new multiple range test ($p<0.05$) between bars for each parameter tested.

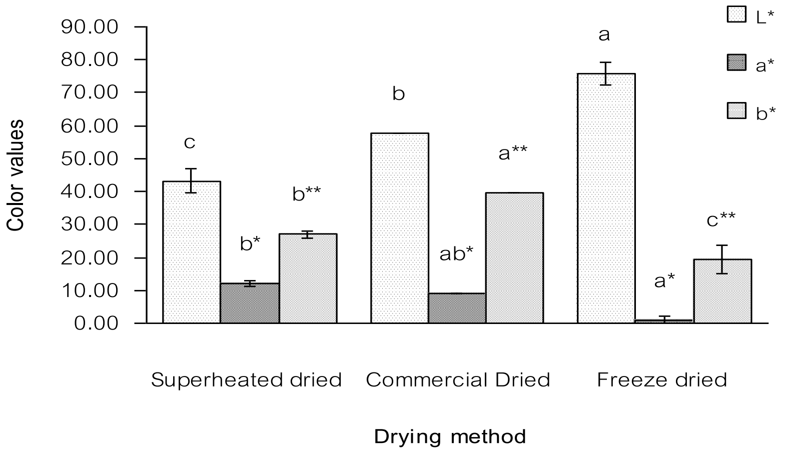


Figure 3 The color (L*, a*, and b*) values of superheat dried, commercial dried, and freeze dried ginger products.

[a,b,c] Means followed by different letters on top of each bar are significantly different as determined by Duncan's new multiple range test ($p<0.05$) between bars for each parameter tested.

สรุปผล

อุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีผลต่อเวลาการทำแห้งขิงด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นขิงแห้งมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) นอกจากนี้พบว่าการทำแห้งขิงด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งให้ค่าความสว่างและค่าสีแดงของขิงแห้งสูงกว่าขิงแห้งทางการค้า และขิงทำแห้งแบบระเหิด ($p<0.05$) ส่วนค่าสีเหลืองต่ำกว่าขิงแห้งทางการค้า ($p<0.05$)

เอกสารอ้างอิง

ปิยะวรรณ มาศิริ และ ยุวนารี นามสงวน, 2550, อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของลำไยแบบคว้านเมล็ดออกภายใต้การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและลมร้อน, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(5): 375-378.

ยรรยง ศรีสม, 2550, อบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง, วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี, 191: 133-139.

อาทิตย์ จันทร์หิรัญ, 2550, การอบแห้งขิงด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเกษตร, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Balladin, Changyen, McGAW and Headley, 1996, Solar Drying of West Indian Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Rhizome Using a Wire Basket dryer, Renewaable Energy, 7(4): 409-418.

Farnsworth, N.R. and Bunyapraphatsara, N., 1994, Thai Medicinal Plants: Recommended for Primary Health Care System, Thailand: Medicinal plant information center.

Jamradloedluk, J., Nathakaranakule, A., Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., 2007, Influences of Drying Medium and Temperature on Drying Kinetics and Quality Attributes of Durian Chip, Journal of Food Engineering, 78: 198-205.

Moreira, R.G., 2001, Impingment Drying of Foods Using Hot Air and Superheated Steam, Journal of Food Engineering, 49: 291-295.

Prasad, J. and Vijay, V.K., 2005, Experimental Studies on Drying of *Zingiber officinale*, *Curcuma longa* l. and *Tinospora cordifolia* in Solar-biomass Hybrid Drier, Renewable Energy, 30: 2097–2109.

Tain, D.R. and Grenis, A.T., 1993, Spice and Seasonings: A food Technology Handbook, New York: VCH.

Tang, Z., Cenkowski, S. and Izydorczyk, M., 2005, Thin-Layer Drying of Spent Grains in Superheated Steam, Journal of Food Engineering, 67: 457-465.

การทำให้บริสุทธิ์เอนไซม์แอกทินิเดนจากผลกีวี (*Actinidia chinensis*) โดยโควาเลนท์โครมาโตกราฟี : การศึกษาการจำลองแบบโมเลกุลและโมเลคิวลาร์ด๊อกกิ้ง

Purification of Actinidain from Kiwifruit (*Actinidia chinensis*) by Covalent Chromatography : Molecular Modeling and Molecular Docking Studies

สุรพงษ์ พินิจกลาง[1] รัชนี ไสยประจง[1] ทศพร ดุษฎี[2] กัลยา วอแพง[1] พัชราภรณ์ พูลเพิ่ม[1] และ กนก รัตนะกนกชัย[2]

Pinitglang, S.[1], Saiprajong, R.[1], Dussadee, T.[2], Worphang. K.[1], Pulprum. P.[1], and Ratanakhanokchai, K.[2]

Abstract

Actinidain enzyme is a single polypeptide chain isolated from the kiwifruit (*Actinidia chinensis*). It has been shown to have a cysteine residue which is essential for activity, and therefore it has been grouped with other plant cysteine proteinase, such as papain, ficain, bromelain and the chymopapains. In this research, actinidain was isolated by ammonium sulphate precipitations. However, the simplest most rapid isolation method utilizes a single step involving covalent chromatography by thiol-disulphide interchange and actinidain 833.25 mg proteins was obtained from 4 kg kiwifruit. The purified enzymes showed specific activity of 453.89 CDU/mg. Actinidain consists of 220 amino acid residues with *Mw* 23,500 daltons and contains three disulphide bonds. The structure of the actinidain-E64c complex has shown that the binding of E-64c to actinidain is very similar to that seen in the papain-E64c complex. There are a few differences in amino acid residues near the active centre cleft of actinidain and papain that may provide local differences in surfaces charge and hence differences in electrostatic properties. Papain and actinidain have isoelectric point (pI) at 9.3 and 3.1, respectively.

Keywords: actinidain, covalent chromatography, cysteine proteinase, molecular docking

บทคัดย่อ

เอนไซม์แอกทินิเดนเป็นพอลิเพปไทด์สายเดียวแยกได้จากผลกีวี (*Actinidia chinensis*) เนื่องจากเอนไซม์ชนิดนี้มีกรด อะมิโนซีสเตอีนและมีความสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ดังนั้นจึงจัดให้อยู่ในกลุ่มเอนไซม์ ซีสเตอีน โปรติเนสที่ได้จากพืชเช่นเดียวกับเอนไซม์ ปาเปน ไฟเซน โบรมิเลนและไคโมปาเปน งานวิจัยนี้ได้แยกเอนไซม์แอกทินิเดนให้บริสุทธิ์จากผลกีวีปริมาณ 4 กิโลกรัม โดยตกตะกอนด้วยเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต จากนั้นนำมาแยกให้บริสุทธิ์ในขั้นตอนเดียวโดยวิธีโควาเลนท์โครมาโตกราฟี ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วด้วยการทำปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนหมู่ไธออล-ไดซัลไฟด์ พบว่าผลกีวี 4 กิโลกรัมสามารถแยกเอนไซม์แอกทินิเดนได้ 833.25 มิลลิกรัมโปรตีนและวัดค่าแอกติวิตีได้เท่ากับ 453.89 CDU/มิลลิกรัม เอนไซม์แอกทินิเดนประกอบไปด้วยกรดอะมิโนจำนวน 220 ตัว มีน้ำหนักโมเลกุล 23,500 ดาลตัน และมีพันธะไดซัลไฟด์ 3 พันธะ จากการพิจารณาโครงสร้างเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์แอกทินิเดนกับ E-64c แสดงให้เห็นถึงการยึดเกาะที่คล้ายกับโครงสร้างเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์ปาเปนกับ E-64c นอกจากนี้ยังพบว่าเอนไซม์แอกทินิเดนและปาเปนมีกรดอะมิโนบริเวณเร่งปฏิกิริยาแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่มีประจุจากองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันมากทำให้เอนไซม์ปาเปนและแอกทินิเดนมีค่า pI ที่แตกต่างกันโดยปาเปนและแอกทินิเดนมีค่า pI เท่ากับ 9.3 และ 3.1 ตามลำดับ

คำสำคัญ: แอกทินิเดน โควาเลนท์โครมาโตกราฟี ซีสเตอีน โปรติเนส โมเลคิวลาร์ด๊อกกิ้ง

คำนำ

ซีสเตอีน โปรติเนส (Cysteine proteinase; EC 3.4.22) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า sulphydryl proteinase มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 30 ถึง 50 kDa เอนไซม์ที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ปาเปน ไคโมปาเปน และ แอกทินิเดน แหล่งของซีสเตอิน โปรติเนส มีหลายชนิด เช่น พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ เอนไซม์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ได้จากพืชชั้นสูง เช่น ปาเปน แอกทินิเดนและ

[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ถนนวิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพมหานคร

[1]School of Science, University of the Thai Chamber of Commerce Vibhavadee Rangsit Road Dindaeng Bangkok, Thailand

[2]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok,Thailand

โบรมีเลน ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแยกให้บริสุทธิ์ในขั้นตอนเดียวโดยใช้เทคนิค covalent chromatography และศึกษาการจำลองแบบโมเลกุลและโมเลคิวลาร์ ด๊อกกิ้งของเอนไซม์แอกทินิเดนจากผลกีวี ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่มซีสเตอีนโปรติเนส

อุปกรณ์และวิธีการ

การแยกแอกทินิเดนให้บริสุทธิ์ในขั้นตอนเดียวโดยวิธี covalent chromatography (Brocklehurst และคณะ, 1973) นำผลกีวี (*Actinidia chinensis*) จำนวน 4 กิโลกรัม มาแยกให้บริสุทธิ์ในคอลัมน์ thiopropyl sepharose 6B (GE Healthcare Bioscience AB, Sweden) จากนั้นนำมาล้างและ equilibrate เจลด้วย 0.1 M sodium acetate buffer pH 4.4 ก่อนที่จะนำมาใช้ ขั้นตอนการแยกให้บริสุทธิ์นำเอนไซม์มา equilibrate ในเจล thiopropyl sepharose 6B ในสารละลายบัฟเฟอร์ 0.1 M sodium acetate buffer pH 4.4 จากนั้นกรองและล้างเจลด้วย 0.1 M sodium acetate buffer pH 4.4 เพื่อชะล้างโปรตีนที่ไม่จับกับเจลออก นำเจลมา equilibrated ด้วย 0.1 M Tris-HCl buffer, pH 8.0 และนำไปแพคในคอลัมน์ ทำการชะเอนไซม์ที่จับกับเจลออกโดยใช้ 0.1 M Tris-HCl buffer, pH 8.0 ที่เติม 20 mM cysteine และ 1 mM DTT สารละลายที่ได้นำไปวัดปริมาณโปรตีนที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร รวมแฟรกชั้นทั้งหมดที่ให้ปริมาณโปรตีนและเก็บในสารละลายที่อิ่มตัวด้วย 2,2′ dipyridyl disulphide (2PDS) ที่ $4^{\circ}C$

การศึกษาโครงสร้างของเอนไซม์แอกทินิเดนจากผลกีวี โดยใช้โปรแกรม Discovery Studio 2.1 ของบริษัท Accelrys ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการใช้ข้อมูล X-ray Crystallography เอนไซม์ปาเปน (PDB 1PPP) (Kim และคณะ, 1992) และเอนไซม์แอกทินิเดน (PDB 1FTV) (Varughese และคณะ, 1992) จากธนาคารข้อมูลโปรตีน (RCSB Protein Data Bank) (Berstein และคณะ, 1977) และการศึกษา Multiple Sequence Alignment ของเอนไซม์ ปาเปน คาริเคน ไคโมปาเปนและแอกทินิเดนโดยใช้โปรแกรม ClustalW (Thompson และคณะ, 1994)

ผลการทดลอง

ผลของการทำเอนไซม์แอกทินิเดนให้บริสุทธิ์

เมื่อนำสารสกัดจากผลกีวีจำนวน 4 กิโลกรัม มาแยกเอนไซม์แอกทินิเดนให้บริสุทธิ์พบว่าสามารถแยกเอนไซม์แอกทินิเดนได้ 833.25 มิลลิกรัมโปรตีนและวัดค่าแอกติวิตีได้เท่ากับ 453.89 CDU/มิลลิกรัม และทำการศึกษาโครงสร้างสามมิติของเอนไซม์แอกทินิเดน เปรียบเทียบกับเอนไซม์ ปาเปน ไคโมปาเปน และคาริเคน พบว่าเอนไซม์แอกทินิเดนประกอบไปด้วยกรดอะมิโนจำนวน 220 ตัว มีน้ำหนักโมเลกุล 23,500 ดาลตัน และมีพันธะไดซัลไฟด์ 3 พันธะและมีลำดับกรดอะมิโนที่เหมือนกับเอนไซม์ปาเปน 48 เปอร์เซนต์ (Figure 1) จากการพิจารณาโครงสร้างเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์แอกทินิเดนกับ E-64c (Figure 3 A) แสดงให้เห็นถึงการยึดเกาะที่คล้ายกับโครงสร้างเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์ปาเปนกับ E-64c (Figure 3B) นอกจากนี้ยังพบว่าเอนไซม์แอกทินิเดนและปาเปนมีกรดอะมิโนบริเวณเร่งปฏิกิริยาแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่มีประจุจากองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันมากทำให้เอนไซม์ปาเปนและแอกทินิเดนมีค่า pI ที่แตกต่างกันโดยปาเปนและแอกทินิเดนมีค่า pI เท่ากับ 9.3 และ 3.1 ตามลำดับ

การวิเคราะห์โครงสร้างสามมิติของเอนไซม์ แอกทินิเดน ปาเปน คาริเคนและไคโมปาเปน

จากการวิเคราะห์โครงสร้างสามมิติของเอนไซม์แอกทินิเดน ปาเปน คาริเคนและไคโมปาเปนพบว่ามีโครงสร้างทุติยภูมิจำนวน 4 เกลียวอัลฟ่าและจำนวน 1 แผ่นจีบเบต้าซึ่งแผ่นจีบเบต้านี้จะอยู่บริเวนด้านขวา (R-Domain) ของโครงสร้างเอนไซม์ทั้ง 4 ชนิดดังกล่าว (Figure 2A) การวิเคราะห์เปรียบเทียบบริเวณเร่งปฏิกิริยา (active site) กรดอะมิโนฮิสติดีนที่ 162 ของเอนไซม์แอกทินิเดนแต่กรดอะมิโนฮิสติดีนของเอนไซม์ปาเปนจะอยู่ในตำแหน่งที่ 159 ส่วนกรดอะมิโนซิสเตอีน บริเวณเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์แอกทินิดินและเอนไซม์ปาเปนจะอยู่ตำแหน่งเดียวกันคือที่ตำแหน่ง 25 ยังมีกรดอะมิโนที่สำคัญที่พบทั้งในเอนไซม์แอกทินิดินและเอนไซม์ปาเปนที่ช่วยในการยึดจับกับซับสเตรทที่อยู่บริเวณใกล้เคียงบริเวณเร่งปฏิกิริยาคือกรดอะมิโนกลูตามีนที่ 19 อย่างไรก็ตามยังมีกรดอะมิโนไกลซีนตำแหน่งที่ 68 ของเอนไซม์แอกทินิดินและกรดอะมิโนไกลซีนที่ ตำแหน่ง 66 ของเอนไซม์ปาเปน (Figure 2B) ก็มีความสำคัญในการช่วยให้เอนไซม์แอกทินิดินและเอนไซม์ปาเปนเร่งปฏิกิริยาได้ดียิ่งขึ้นเช่นกัน

```
CLUSTAL 2.0.12 multiple sequence alignment


Papain          IPEYVDWRQKGAVTPVKNQGSCGSCWAFSAVVTIEGIIKIRTGNLNQYSEQELLDCDR-- 58
Caricain        LPENVDWRKKGAVTPVRHQGSCGSCWAFSAVATVEGINKIRTGKLVELSEQELVDCER-- 58
Chymopapain     YPQSIDWRAKGAVTPVKNQGACGSCWAFSTIATVEGINKIVTGNLLELSEQELVDCDK-- 58
Actinidain      LPSYVDWRSAGAVVDIKSQGECGGCWAFSAIATVEGINKITSGSLISLSEQELIDCGRTQ 60
                 *. :***  ***. :: ** **.*****::.*:*** ** :*.* . *****:** :

Papain          RSYGCNGGYPWSALQLVAQYG-IHYRNTYPYEGVQRYCRSREKGPYAAKTDGVRQVQPYN 117
Caricain        RSHGCKGGYPPYALEYVAKNG-IHLRSKYPYKAKQGTCRAKQVGGPIVKTSGVGRVQPNN 117
Chymopapain     HSYGCKGGYQTTSLQYVANNG-VHTSKVYPYQAKQYKCRATDKPGPKVKITGYKRVPSNC 117
Actinidain      NTRGCDGGYITDGFQFIINDGGINTEENYPYTAQDGDCDVALQDQKYVTIDTYENVPYNN 120
                .: **.***   .:: : : * ::  . *** . :  *          ..     .*

Papain          QGALLYSIANQPVSVVLQAAGKDFQLYRGGIFVGPCGNKVDHAVAAVGYGPN----YILI 173
Caricain        EGNLLNAIAKQPVSVVVESKGRPFQLYKGGIFEGPCGTKVDHAVTAVGYGKSGGKGYILI 177
Chymopapain     ETSFLGALANQPLSVLVEAGGKPFQLYKSGVFDGPCGTKLDHAVTAVGYGTSDGKNYIII 177
Actinidain      EWALQTAVTYQPVSVALDAAGDAFKQYASGIFTGPCGTAVDHAIVIVGYGTEGGVDYWIV 180
                :  :  ::: **:** ::: *  *: * .*:* ****. :***:. **** .    * ::

Papain          KNSWGTGWGENGYIRIKRGTGNSYGVCGLYTSSFYPVKN-- 212
Caricain        KNSWGTAWGEKGYIRIKRAPGNSPGVCGLYKSSYYPTKN-- 216
Chymopapain     KNSWGPNWGEKGYMRLKRQSGNSQGTCGVYKSSYYPFKGFA 218
Actinidain      KNSWDTTWGEEGYMRILRNVG-GAGTCGIATMPSYPVKYNN 220
                ****.. ***:**:*: *  * . *.**: . . ** *
```

SeqA	Name	Len(aa)	SeqB	Name	Len(aa)	Score
1	Actinidain	220	2	Papain	212	48
1	Actinidain	220	3	Chymopapain	218	49
1	Actinidain	220	4	Caricain	216	49
2	Papain	212	3	Chymopapain	218	58
2	Papain	212	4	Caricain	216	68
3	Chymopapain	218	4	Caricain	216	66

Figure 1 Multiple sequence alignment of papain, caricain and chymopapain from *Carica papaya* with actinidain from *Actinidia chinensis*. An asterisk or pipe symbol is used to show amino acids identity between papain, caricain, chymopapain and actinidain.

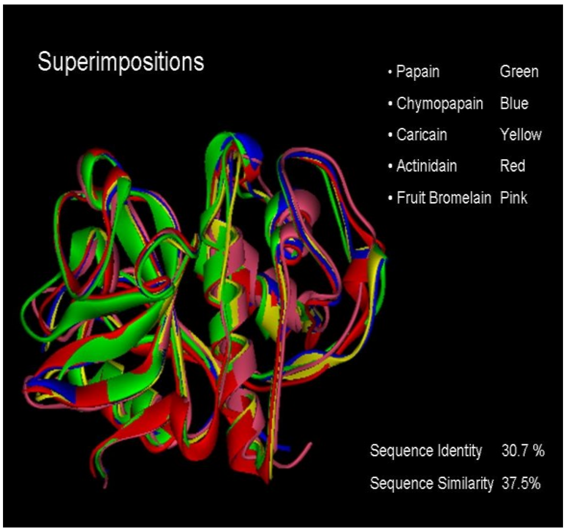


Figure 2A Superimposed computer-generated backbone, papain (green), chymopapain (blue) caricain (yellow), actinidain (red) and fruit bromelain (pink). The structure of papain, chymopapain, caricain actinidain and fruit bromelain are similar in that they each consist of 4 α-helices and 1 antiparallel β sheet

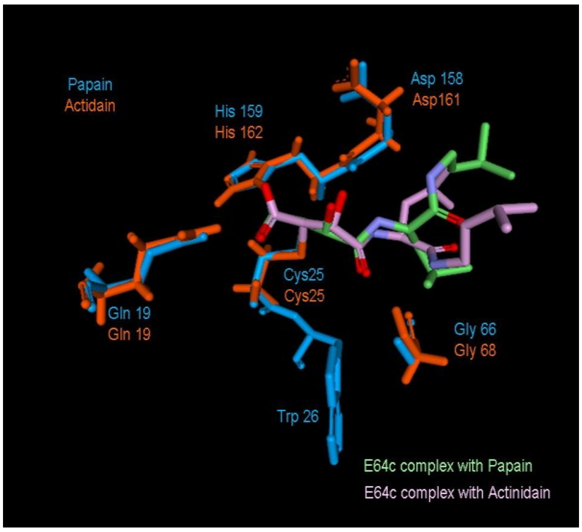


Figure 2B Schematic representation of the active centre region of E64c complex with papain (blue) and E64c complex with actinidain (red). The active centres of actinidain and papain enzymes are located in the same domains for the catalytic site cysteine residue (Cys25) and the catalytic site histidine[His162 in actinidain and His159 in papain].

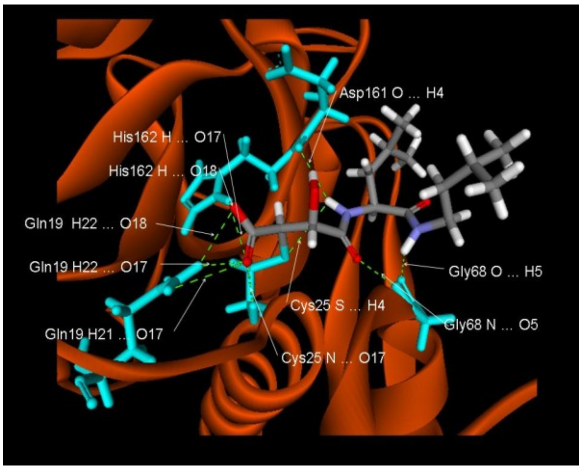


Figure 3A The molecular docking model of interactions in a actinidain–E64c inhibitor adsorptive complex produced from crystallo-graphic studies (1FTV). The Gly 68O and Gly68N are formed hydrogen bond towards the H5 and O5 of E64c inhibitor, respectively. The H4 of E64c inhibitor is formed hydrogen bond towards the C=O Asp 161 on the opposite wall of the cleft.

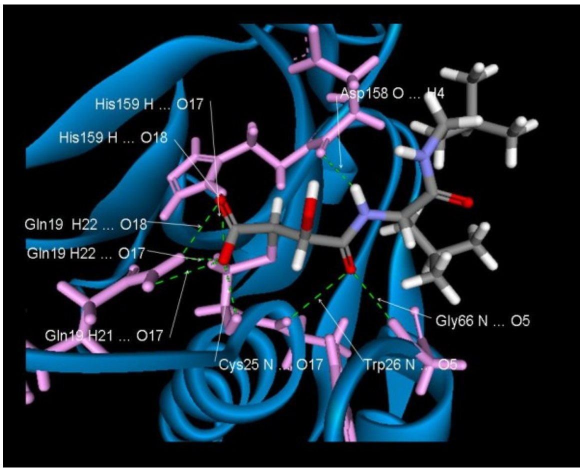


Figure 3B The molecular docking model of interactions in a papain – E64c inhibitor adsorptive complex produce from crystrallographic studies (1PPP). The Gly 66N is formed hydrogen bond towards the O5 of E64c inhibitor. The H4 of E64c inhibitor is formed hydrogen bond towards the C=O of Asp158 on the opposite wall of the cleft.

วิจารณ์ผลและสรุปผล

จากการแยกเอนไซม์แอกทินิเดนจากผลกีวีให้บริสุทธิ์ในขั้นตอนเดียวโดยใช้เทคนิค covalent chromatography พบว่าสามารถแยกเอนไซม์แอกทินิเดนได้ 833.25 มิลลิกรัมโปรตีนและวัดค่าแอกติวิตีได้เท่ากับ 453.89 CDU/มิลลิกรัม พบว่าเอนไซม์แอกทินิเดนประกอบไปด้วยกรดอะมิโนจำนวน 220 ตัว มีน้ำหนักโมเลกุล 23,500 ดาลตัน และมีพันธะไดซัลไฟด์ 3 พันธะจากการพิจารณาโครงสร้างเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์แอกทินิเดนกับ E-64c แสดงให้เห็นถึงการยึดเกาะที่คล้ายกับโครงสร้างเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์ปาเปนกับ E-64c นอกจากนี้ยังพบว่าเอนไซม์แอกทินิเดนและเอนไซม์ปาเปนมีกรดอะมิโนบริเวณเร่งปฏิกิริยาแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่มีประจุจากองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันมากทำให้เอนไซม์ปาเปนและแอกทินิเดนมีค่า pI ที่แตกต่างกันโดยทั้งเอนไซม์ปาเปนและเอนไซม์แอกทินิเดนมีค่า pI เท่ากับ 9.3 และ 3.1 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

Bernstein, F.C., Koetzle, T.F., Williams, G.J., Meyer, E.F., Brice, M.D., Rodgers, J.R., Kennard, O., Shimanouchi, T. and Tasumi, M., 1977, The Proteine Data Bank: a Computer-based Archival File for Macromolecular Structures, Journal of Molecular Biology, 112(3): 535-542.

Brocklehurst, K., Carlsson, J., Kierstan, M.PJ. and Crook, E.M., 1973, Covalent Chromatography Preparation of Fully Active Papain from Dried Papaya Latex, Biochemistry Journal, 133: 573-584.

Thompson, J.D., Higgins, D.G. and Gibson, 1994, CLUSTAL W: Improving the Sensitivity of Progressive Multiple Sequence Alignment Through Sequence Weighting, Position-specific Gap Penalties and Weight Matrix Choice, Nucleic Acids Research, 22(22): 4673-4680.

Kim, M.J., Yamamoto, D., Matsumoto, K., Inoue, M., Ishida, T., Mizuno, H., Sumiya, S. and Kitamura, K., 1992, Crystal Structure of Papain-E64-c Complex Binding Diversity of E64-c to Papain S2 and S3 Subsite, Biochemistry Journal, 287: 797-803.

Varughese, K.I., Su, Y., Cromwell, D., Hasnain, S. and Xuong, N.-H., 1992, Crystal Structure of an Actinidin-E-64, Complex, Biochemistry, 31: 5172-5176.

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gleosporioides* จากผลไม้ 4 ชนิด ด้วยสารสกัดหยาบข่า

Antifungal Activity of *Alpinia galanga* Crude Extract Against *Colletotrichum gleosporioides* of Four Fruits

เนตรนภิส เขียวขำ[1] บัณฑิต โสภณ[2] และ สมัคร แก้วสุกแสง[2]
Khewkhom, N.[1], Sopon, B.[2] and Kaewsuksang, S.[2]

Abstract

Methanol and acetone extracts of *Alpinia galanga* had been evaluated for their antifungal activity against *Colletotrichum gleosporioides* which isolated from anthracnose symptom on chili, grape, mango and mangosteen. Both of extracts was detected their antifungal activity on bioautography bioassays on thin layer chromatography plates against *Cladosporium herbarum*. Crude extract of *A. galangal* were further proved in a quantitative bioassay, the germ tube inhibition test. Minimum inhibitory concentration (MIC) values of crude extracts of *A. galangal* against *C. gloeosporioides* determined by microdilution bioassay. The acetone extract showed MIC against *C. gleosporioides* isolated from grape at 1250 µg/mL in 24 hr. The methanol extracts showed MIC against *C. gleosporioides* isolated from chili, grape, mango and mangosteen at 2500, 1250, 2500 and 625 µg/mL respectively in 24 hr. *A. galanga* can be quite resourceful for the development of new generation of postharvest fungicide.

Keywords: *Alpinia galanga*, *Colletotrichum gleosporioides*, antifungal activity

บทคัดย่อ

สารสกัดเมทานอลและอะซีโตนของข่า (*Alpinia galanga)* ใช้ทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gleosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสที่แยกได้จากพริก องุ่น มะม่วง และมังคุด สารสกัดทั้งสองชนิดแสดงความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Cladosporium herbarum* ด้วยวิธี bioautography บนแผ่น thin layer chromatography เมื่อทดสอบปริมาณสารสกัดหยาบข่าในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides* ซึ่งแสดงเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการงอกของสปอร์ (MIC) ด้วยวิธี microdilution bioassay สารสกัดหยาบจากอะซีโตน ยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากองุ่น ที่ค่า MIC เท่ากับ 1250 µg/mL ที่เวลา 24 ชั่วโมง สารสกัดจากเมทานอลสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ซึ่งแยกได้จากพริก องุ่น มะม่วง มังคุด มีค่า MIC เท่ากับ 2500 1250 2500 และ 625 µg/mL ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่าข่ามีแนวโน้มในการพัฒนาเพื่อใช้เป็นสารควบคุมเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวต่อไปได้

คำสำคัญ: *Alpinia galanga, Colletotrichum gleosporioides* การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

คำนำ

ข่า *Alpinia galanga* (L.) Willd เป็นพืชในสกุล Zingiberaceae ซึ่งมีแหล่งปลูกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริโภคส่วนรากหรือเหง้าใช้เป็นเครื่องเทศ และยารักษาเกี่ยวกับกระเพาะอาหาร (Matsuda และคณะ, 2003) งานวิจัยปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระ (Juntachote และ Berghofer, 2005; Mayachiew และ Devahastin, 2008) ความสามารถในการต้านแบคทีเรีย (Oonmetta-aree และคณะ, 2006; Latha และคณะ, 2009) และคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา (Mayachiew และ Devahastin, 2008) โดยสารสกัดจากเหง้าข่าด้วยคลอโรฟอร์ม พบสารฟีนอลลิก *p*-hydroxycinnamaldehyde และ [di-(*p*-hydroxy-cis-styryl)] methane (Bark และคณะ, 1987) ส่วนสารหลักประเภทน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วย 1,8 cineole (ร้อยละ 20-30) และ methyl cinnamate (ร้อยละ 48) (Pooter และคณะ, 1985) มีการศึกษาวิจัยเพื่อนำสารเคมีที่มีอยู่ในพืชสมุนไพรและเครื่องเทศบางชนิด มาใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดจุลินทรีย์สาเหตุ

[1]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร ม.เกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Plant Pathology, Faculty of Agricultrue Kasetsart University 50 Paholyothin rd. Jatujak, Bangkok 10900
[2]คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน ม.ทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110
[2]Faculty of Technology and Community Development, Phatthalung Campus Thaksin University Tambon Ban Prow, Phapayam District, Songkhla 93110

โรคพืช โรคแอนแทรกโนส สาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. เป็นหนึ่งในโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความสำคัญต่อคุณภาพ อายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายผลิตผลหลายชนิด (Dodd และคณะ, 1997; Luis, 2000; King และคณะ, 1997; Elmer และคณะ, 2001) ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรอาจพัฒนาเพื่อใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลได้อย่างปลอดภัยและช่วยลดการใช้สารเคมี (Win และคณะ, 2007; Yenjit และคณะ, 2010; Bautista-Baños และคณะ, 2003)

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมสารสกัดหยาบข่า นำส่วนราก (เหง้า) ข่า 2 กิโลกรัม หั่นสไลด์ให้เป็นชิ้นบางและหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แช่ในเมทานอล 2 ลิตร เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 ระเหยตัวทำละลายเมทานอลด้วยเครื่อง evaporator แยกสารสกัดหยาบด้วยกรวยแยกโดยใช้ตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนและน้ำ โดยจะใช้ส่วนที่ละลายในไดคลอโรมีเทนซึ่งเป็น lipophillic phase หลังจากระเหยทำละลายคลอโรฟอร์มออกแล้ว เก็บสารสกัดหยาบในเมทานอล ส่วนที่ไม่ละลายจะใช้อะซีโตนเป็นตัวทำละลาย ชั่งน้ำหนักแห้งและเก็บสารสกัดหยาบเก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

แยกเชื้อสาเหตุโรคจากพืชอาศัย 4 ชนิด ได้แก่ พริก องุ่น มะม่วง และมังคุด โดยนำตัวอย่างพืชที่เป็นโรคบ่มไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 แยกเชื้อให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี Tissue transplanting method

ทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ด้วยวิธี Bioautography โดยใช้แผ่น Thin layer chromatography (TLC) หยดสารสกัดหยาบข่าในตัวทำละลายเมทานอลและอะซีโตนใส่ใน chamber ที่มี mobile phase คือ เฮกเซน:ไดเอททิลอีเทอร์ อัตราส่วน 6:4 ทำ 2 แผ่น หลังจาก mobile phase เคลื่อนที่ไปจนถึงระยะ 1 เซนติเมตรห่างจากขอบบนของแผ่น แผ่นTLC แผ่นแรกพ่นด้วย coloring agent คือ anisaldehyde reagent เพื่อให้เกิดสี แผ่นที่สองพ่นด้วย spore suspension ของเชื้อรา *Cladosporium herbarum* เพื่อดูความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดหยาบข่าที่มีต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี microdilution bioassay ในอาหารเหลว Malt broth เตรียมสารสกัดหยาบข่าที่ละลายในอะซีโตนความเข้มข้น 2500 -12.5 µg/mL ด้วยวิธี serial dilution ใน micro well plate 96 หลุม จำนวน 4 ซ้ำ และชุดควบคุมคือใช้อะซีโตนความเข้มข้นเท่ากัน แล้วใส่ spore suspension ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกเชื้อสาเหตุโรคจากพืชอาศัย 4 ชนิด ความเข้มข้น 10^4 สปอร์/mL สังเกตดูการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งแสดงเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการงอกของสปอร์ (MIC)

ทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดหยาบข่าที่มีต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี agar test บนอาหาร Water agar (WA) ผสมสารสกัดหยาบข่าที่ละลายในอะซีโตนความเข้มข้น 625 1250 และ 2500 µg/mL ลงในอาหาร WA แล้วเกลี่ย spore suspension ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกเชื้อสาเหตุโรคจากพืชอาศัย 4 ชนิด ความเข้มข้น 10^4 สปอร์/mL ลงบนผิวหน้าอาหารให้ทั่ว สังเกตดูการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ด้วยกล้องจุลทรรศน์ภายในเวลา 4 ชั่วโมง นับจำนวนสปอร์ 100 สปอร์ จำนวน 4 ซ้ำ และคำนวณร้อยละของการงอกของสปอร์

ผลการทดลอง

เตรียมสารสกัดหยาบข่า เหง้าข่าสด 2 กิโลกรัม แยกส่วนที่เป็น lipophillic phase ละลายในเมทานอล ได้น้ำหนักแห้ง 5,353.2 mg ส่วนที่ละลายในอะซีโตนได้น้ำหนักแห้ง 7,647 mg

ความสามารถของสารสกัดหยาบข่าในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา พบว่าสารสกัดหยาบที่ละลายในเมทานอลและอะซีโตนทำให้เกิดบริเวณยับยั้งการเจริญขึ้น (clear zone) บนแผ่น TLC พบการแยกของสารออกฤทธิ์ที่เห็นเป็นวงชัดเจนบริเวณตำแหน่งใกล้เคียงกัน 2 ตำแหน่ง เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่น TLC ที่พ่นด้วย anisaldehyde reagent คือ Rf ที่ 0.5 ซึ่งมีสีม่วง และ Rf ที่ 0.69 ซึ่งมีสีน้ำตาลส้ม (Figure 1)

ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่มีผลยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี microdilution bioassay พบว่าสารสกัดหยาบที่ละลายในเมทานอล ยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากพริก มีค่า MIC เท่ากับ 2,500 µg/mL ที่เวลา 24 ชั่วโมง และ ยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากมังคุด องุ่น มีค่า MIC เท่ากับ 625 และ 1,250 µg/mL ตามลำดับ ที่เวลา 24 48 และ 120 ชั่วโมง ส่วนสปอร์ *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากมะม่วง สารสกัดหยาบที่ละลายในเมทานอล มีค่า MIC เท่ากับ 2,500 µg/mL ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ส่วนสารสกัดหยาบข่าที่ละลาย

ในอะซีโตนมีความสามารถในการยับยั้งการงอกของสปอร์ต่ำกว่า โดยสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากองุ่นมีค่า MIC เท่ากับ 1, 250 และ 2,500 µg/mL ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ (Table 1)

ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่มีผลยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี agar test สารสกัดหยาบข่าที่ความเข้มข้น 2,500 µg/mL ยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ที่แยกเชื้อสาเหตุโรคจากพืชอาศัยทั้ง 4 ชนิด และ สารสกัดหยาบข่าที่ความเข้มข้น 1,250 µg/mL ยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ที่แยกเชื้อสาเหตุโรคจากพริก องุ่น และมังคุด (Table 2)

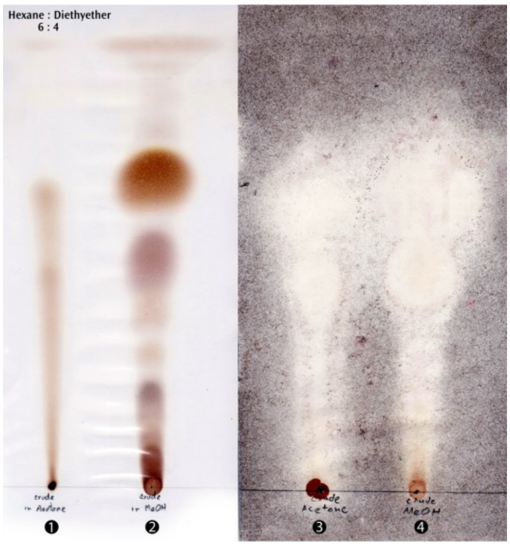
Table 1 MIC values (µg/mL) of methanol (MeOH) and acetone extracted *Alpinia galangal* against *C. gloeosporioides* determined by microdilution bioassay.

Isolation of	MIC value (µg/mL)					
	MeOH			Acetone		
Colletotrichum gleosporioides	24 hr	48 hr	120 hr	24 hr	48 hr	120 hr
Chili	2500	>2500	>2500	>2500	>2500	>2500
Grape	1250	1250	1250	1250	2500	2500
Mango	2500	2500	>2500	>2500	>2500	>2500
Mangosteen	625	625	625	>2500	>2500	>2500

Table 2 Percentage of spore germination after treated with crude extract of *Alpinia galangal.*

Isolation of	Concentration of *Alpinia galangal* extract spore germination (%)[1]		
Colletotrichum gleosporioides	2500	1250	625
Chili	0^{a}	0^{a}	9.75^{b}
Grape	0^{a}	0^{a}	0^{a}
Mango	0^{a}	0^{a}	11.5^{b}
Mangosteen	0^{a}	23.75^{c}	37.25^{d}

[1] Mean within column follwed by the different letter are significantly different ($p \leq 0.05$)



A B

Figure 1

A: TLC crude extracts of *Alpinia galangal* with MeOH (1) and acetone (2) sprayed with anisaldehyde reagent.

B: Corresponding antifungal activity of *Alpinia galangal* with MeOH (3) and acetone (4) observed by direct spraying of a conidia suspension of *Cladosporium herbarum*. Solvent system: hexane–Et_2O (3:2).

วิจารณ์ผล

สารสกัดหยาบข่าสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* เชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสที่แยกได้จากผลพริก องุ่น มะม่วง มังคุด มีค่า MIC ที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกันแม้จะเป็นเชื้อราชนิดเดียวกัน สารสกัดหยาบจากเมทานอลมีประสิทธิภาพดีกว่าอะซีโตนในการยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* นอกจากนี้ในงานวิจัยที่ใช้สารสกัดจากพืช

สมุนไพรสามารถควบคุมการเจริญเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ อาทิเช่น สารสกัดจากว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้อย่างสมบูรณ์ (วิชัย และคณะ, 2533; ธารทิพย์, 2540)

สรุปผล

สารสกัดเมทานอลและอะซีโตนของข่ามีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยสารสกัดหยาบจากเมทานอลมีประสิทธิภาพดีกว่าในการยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* เชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสที่แยกได้จากผลพริก องุ่น มะม่วง มังคุด มีค่า MIC ที่ความเข้มข้น 2500 1250 2500 และ 625 µg/mL ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง ข่าสามารถใช้ควบคุมการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสได้ และอาจพัฒนาเพื่อใช้เป็นสารควบคุมเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ธารทิพย์ ภาสบุตร, 2540, ผลของสารสกัดจากพืชบางชนิดที่มีต่อเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง (Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Sacc.) วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาโรคพืช ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, 96 หน้า.

วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล และรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล, 2533, ผลของสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง, หน้า 359-370. ใน รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bark, B.R., Kundu, A.B. and Dey, A.K., 1987, Two Phenolic Constituents from *Alpinia galangal* Rhizomes, Phytochemistry, 26(7): 2126-2127.

Bautista-Baños, S., Hernández-López, M., Bosquez-Molina, E. and Wilson, C.L., 2003, Effects of Chitosan and Plant Extracts on Growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, AnthracnoseLevels and Quality of Papaya Fruit, Crop Protection, 22(9): 1087-1092.

Elmer, W.H., Yang, H.A. and Sweetingham, M.W., 2001, Characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* Isolates from Ornamental Lupines in Connecticut, Plant Disease, 85(2): 216-219.

Juntachote, T. and Berghofer, E., 2005, Antioxidative Properties and Stability of Ethanolic Extracts of Holy Basil and Galangal, Food Chemistry, 92(2): 193-202.

King, W.T., Madden, L.V., Ellis, M.A. and Wilson, L.L., 1997, Effects of Temperature on Sporulation and Latent Period of *Colletotrichum* spp. Infecting Strawberry Fruit, Plant Disease, 81(1): 77-84.

Win, N.K.K., Jitareerat, P., Kanlayanarat, S. and Sangchote, S., 2007, Effects of Cinnamon Extract, Chitosan Coating, Hot Water Treatment and Their Combinations on Crown Rot Disease and Quality of Banana Fruit. Postharvest Biology and Technology, 45(3): 333-340.

Latha, C., Shriram, V.D., Jahagirdar, S.S., Dhakephalkar, P.K. and Rojatkar, S.R., 2009, Antiplasmid Activity of 1′-Acetoxychavicol Acetate from *Alpinia galanga* Against Multi-drug Resistant Bacteria, Journal of Ethnopharmacology, 123(3): 522-525.

Luis, F.A., 2000, Mango Anthracnose: Economic Impact and Current Options For Integrated Managaement, Plant Disease, 84(6): 600-611.

Matsuda, H., Pongpiriyadacha, Y., Morikawa, T., Ochi, M. and Yoshikawa, M., 2003, Gastroprotective Effects of Phenylpropanoids from the Rhizomes of *Alpinia galanga* in Rats: Structural Requirements and Mode of Action, European Journal of Pharmacology, 471(1): 59-67.

Mayachiew, P. and Devahastin, S., 2008, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Indian Gooseberry and Galangal Extracts, LWT - Food Science and Technology, 41(7): 1153-1159.

Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P. and Eumkeb, G., 2006, Antimicrobial Properties and Action of Galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*, LWT - Food Science and Technology, 39(10):1214-1220.

Pooter, H.L., Omar, M.N., Coolsaet, B.A. and Schamp, N.M., 1985, The Essential Oil of Greater Galangal (*Alpinia galanga*) from Malaysy, Phytochemistry, 24(1): 93-96.

Yenjit, P., Issarakraisila, M., Intana, W. and Chantrapromma, K., 2010, Fungicidal Activity of Compounds Extracted from the Pericarp of *Areca catechu* Against *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* and in Mango Fruit, Postharvest Biology and Technology, 85(2): 129-132.

Dodd, J.C., Prusky, D. and Jeffries, P., 1997, Fruit Diseases. In: Litz, R.E. (Ed.), The Mango: Botany, Production and Uses. CAB International, UK, pp. 257–280.

ผลของแคปป้าคาราจีแนนร่วมกับกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพโรตีแช่เยือกแข็ง

Effect of κ- carrageenan and Ascorbic Acid on Qualities of Frozen Roti

จันทร์เพ็ญ มะลิพันธ์[1] และ ปิยธิดา สุดเสนาะ[1]
Maliphand, C.[1] and Sudsanor, P.[1]

Abstract

Roti, a flat bread made of wheat flour is dessert of Muslim in Thailand. The thawing of frozen Roti by microwave tend to decrease in quality. The aim of this study was investigated effect of κ- carrageenan and ascorbic acid added in Roti dough on its freshness as well as on Roti texture during storage. Improvement of Roti quality parameter such as extension force, moisture content and sensory properties of Roti both fresh and after stored for 7, 14, 21, 28 days at frozen temperature (-20°C) were analyzed. The level of κ- carrageenan were 1, 2 and 3% w/w of whole wheat flour and ascorbic acid was 0.2 %. The result showed that extensibility and moisture content of fresh Roti were significantly increased with addition high level of κ- carrageenan, but there was no significant effect on fresh Roti added to ascorbic acid. The extensibility of frozen Roti was significantly decreased with storage time. Although, frozen Roti containing of κ- carrageenan with ascorbic acid were 3 and 0.2 % w/w of whole wheat flour respectively gave the softest and sensory acceptability was found to be higher than that of control and other frozen Roti.

Keywords: frozen Roti, carrageenan, ascorbic acid, extension force

บทคัดย่อ

โรตี (สายไหม) เป็นขนมหวานของชาวมุสลิม มีลักษณะเป็นแผ่นแป้งบางๆ ทำจากแป้งสาลี ใช้รับประทานกับเส้นไหมที่ทำจากน้ำตาล แผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งเมื่อนำมาละลายน้ำแข็งด้วยไมโครเวฟก่อนการบริโภค พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของแผ่นแป้งโรตีเปลี่ยนแปลงไปจากที่ทำเสร็จใหม่ ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมสารแคปป้าคาราจีแนนร่วมกับกรดแอสคอร์บิกที่มีต่อคุณภาพของแผ่นแป้งโรตี โดยการวัดค่าแรงดึง ปริมาณความชื้น และคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของแผ่นแป้งโรตีสดและโรตีแช่เยือกแข็ง (-20 องศาเซลเซียส) ที่มีอายุการเก็บ 7, 14, 21 และ 28 วัน การเติมสารแคปป้าคาราจีแนนแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1, 2 และ 3 ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักแป้ง จากการทดลองพบว่าการเติมแคปป้าคาราจีแนนปริมาณมากขึ้นจะทำให้แผ่นแป้งโรตีสดมีความเหนียวมากขึ้น โดยมีค่าแรงดึงมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกัน แต่เมื่อเก็บแผ่นแป้งโรตีเป็นระยะเวลานานขึ้นจะทำให้ค่าแรงดึงของแผ่นแป้งโรตีทุกสูตรลดลง อย่างไรก็ตามพบว่าแผ่นแป้งโรตีที่เติมแคปป้าคาราจีแนนที่ระดับร้อยละ 3 ของน้ำหนักแป้งร่วมกับกรดแอสคอร์บิกสามารถทนต่อแรงดึงได้ดีกว่าสูตรอื่นๆ และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีค่าสูงกว่าแผ่นแป้งโรตีสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: โรตีแช่เยือกแข็ง คาราจีแนน กรดแอสคอร์บิก ค่าแรงดึง

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
[1]Programme of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University.

คำนำ

แผ่นแป้งโรตีสายไหมที่ผลิตใหม่จะมีลักษณะเหนียวนุ่ม และมีความชื้นสูง จึงมีอายุการเก็บสั้นประมาณ 2 วัน จะเริ่มมีเชื้อราเกิดขึ้นและแผ่นแป้งมีการคืนตัวอันเป็นสาเหตุทำให้เนื้อแป้งแข็งและหยาบ เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพ ไม่สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงผลิตและจำหน่ายแบบวันต่อวัน ทำให้ผู้ผลิตมีข้อจำกัดในทางการตลาดไม่สามารถที่ส่งผลิตภัณฑ์จำหน่ายไปยังสถานที่ไกลๆได้

จากปัญหาที่พบดังกล่าวนี้ทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการทำแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งขึ้น โดยการปรับปรุงคุณภาพของแผ่นแป้งแช่เยือกแข็งให้มีคุณลักษณะเมื่อนำมาละลายน้ำแข็งแล้วมีคุณภาพใกล้เคียงกับแผ่นโรตีที่ไม่แช่เยือก เพื่อให้แป้งโรตีให้มีอายุการเก็บที่ยาวนานมากขึ้น สะดวกในการขนส่งและจัดจำหน่าย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแผ่นแป้งโรตี

เตรียมแผ่นแป้งสูตรมาตรฐาน (control) ใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ (ตรากุญแจ) 500 กรัม นมข้นจืด (ตราคาร์เนชั่น) 20 มิลลิลิตร และน้ำ 400 มิลลิลิตร นวดให้เข้ากันตั้งพักไว้ประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นนำละเลงบนกะทะแบนที่ร้อนอุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส ทำให้เป็นแผ่นกลมมีความหนาประมาณ 2.5 มิลลิเมตร และให้ความร้อนกับแผ่นแป้งประมาณ 30 วินาที แล้วจึงนำแผ่นแป้งที่ได้ออกจากกะทะ

เตรียมแผ่นแป้งสูตรที่เติม κ-carageenan ที่ระดับร้อยละ 1, 2 และ 3 (ของน้ำหนักแห้งของแป้ง) โดยวิธีการทำแผ่นแป้งเช่นเดียวกับแผ่นแป้งสูตรมาตรฐาน

เตรียมแผ่นแป้งสูตรที่เติม κ-carageenan ที่ระดับร้อยละ 1, 2 และ 3 (ของน้ำหนักแห้งของแป้ง) ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก ที่ระดับร้อยละ 0.2 (ของน้ำหนักแห้งของแป้ง) โดยวิธีการทำแผ่นแป้งเช่นเดียวกับแผ่นแป้งสูตรมาตรฐาน

เก็บแผ่นแป้งโรตีที่ผลิตได้ในแต่ละสูตรไว้ในถุงโพลีเอทีลีน (Polyethylene; PP) ปิดผนึกปากถุงและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปใช้ในการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ต่อไป

ศึกษาผลจากการใช้แคปป้าคาราจีแนนและกรดแอสคอร์บิกที่มีต่อลักษณะของแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็ง

นำตัวอย่างแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งแต่ละสูตรมาละลายน้ำแข็งโดยการให้ความร้อนด้วยเตาไมโครเวฟโดยใช้เวลาในการทำละลาย 1 นาที จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น วัดลักษณะเนื้อสัมผัสและทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสโดยสุ่มเก็บตัวอย่างทุก 7 วันเป็นระยะเวลา 1 เดือน วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยอ้างอิงวิธีจาก AOAC (2000) วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analysis) โดยอ้างอิงจากวิธีของ Gujral และคณะ (2008) โดยการเตรียมตัวอย่างแผ่นแป้งโรตีให้มีขนาด 20 x 50 มิลลิเมตร โดยตัดบริเวณกลางแผ่นแป้ง นำแผ่นแป้งที่ได้วัดค่าความยืดตัว (extensibility) ด้วยเครื่อง Texture analyzer กำหนดค่าแรงที่กระทำต่อแผ่นแป้ง 5 นิวตัน ความเร็วที่ใช้ 50 มิลลิเมตรต่อนาที ดึงจนกระทั่งแผ่นแป้งขาด บันทึกค่าแรงที่ทำให้เกิดการฉีกขาด (peak load to rupture) และทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งด้วยการหาความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัส ใช้วิธีการทดสอบด้วยการให้คะแนน กำหนดค่าคะแนน 5 จุด (1-5 เรียงจากคะแนนน้อยไปคะแนนมาก) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว 12 คน

การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประเมินผลด้วยโปรแกรม SPSS วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่างโดยใช้วิธี Fisher’s least significant differences (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองผลของแคปป้าคาราจีแนนและกรดแอสคอร์บิกที่มีต่อคุณภาพแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งในเพื่อหาปริมาณการใช้ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งให้มีคุณภาพที่ดี ซึ่งการวิจัยจะพิจารณาจากผลของการค่าดังต่อไปนี้ คือ ปริมาณความชื้น การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและ การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่าต่างๆ เหล่านี้ทุกสัปดาห์ คือ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน แสดงผลดัง Table 1, 2 และ 3

Table 1 Moisture content of flat bread Roti mixed with various concentrations of carrageenan and ascorbic acid.

สูตร	ปริมาณความชื้น (%)				
	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)				
	0	7	14	21	28
สูตรควบคุม	$41.25 \pm 0.35^{g,c}$	$42.01 \pm 0.01^{d,c}$	$45.15 \pm 0.21^{e,b}$	$46.21 \pm 0.91^{e,b}$	$48.57 \pm 0.10^{e,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 1%	$43.16 \pm 0.20^{f,c}$	$44.20 \pm 0.28^{c,c}$	$48.05 \pm 0.07^{d,b}$	$49.11 \pm 0.13^{d,ab}$	$50.18 \pm 0.11^{d,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 2%	$44.21 \pm 0.13^{e,d}$	$47.15 \pm 0.21^{b,c}$	$50.08 \pm 0.11^{c,b}$	$51.16 \pm 0.03^{c,ab}$	$52.10 \pm 0.13^{c,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 3%	$45.15 \pm 0.21^{d,d}$	$47.55 \pm 0.07^{b,c}$	$49.74 \pm 0.33^{c,b}$	$50.83 \pm 0.39^{c,b}$	$52.84 \pm 0.08^{bc,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 1% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$46.18 \pm 0.04^{c,e}$	$48.27 \pm 0.10^{b\,d}$	$49.96 \pm 0.24^{c,c}$	$51.12 \pm 0.16^{c,b}$	$52.63 \pm 0.18^{bc,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 2% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$47.07 \pm 0.04^{b,d}$	$50.50 \pm 0.04^{a,c}$	$51.35 \pm 0.29^{b,bc}$	$52.05 \pm 0.06^{b,b}$	$53.21 \pm 0.18^{b,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 3% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$48.45 \pm 0.01^{a,c}$	$51.36 \pm 0.20^{a,b}$	$52.22 \pm 0.26^{a,b}$	$53.61 \pm 0.23^{a,a}$	$54.39 \pm 0.38^{a,a}$

หมายเหตุ ข้อมูลที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับตัวหน้าเปรียบเทียบในแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$)
ข้อมูลที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับตัวหลังเปรียบเทียบระยะเวลาการจัดเก็บในแต่ละสัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$)

Table 2 Extensibility of thawed frozen flat bread Roti mixed with various concentrations of carrageenan and ascorbic acid.

สูตร	ค่าแรงดึง(กรัม-แรง)				
	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)				
	0	7	14	21	28
สูตรควบคุม	$79.54 \pm 2.89^{e,ns}$	$80.56 \pm 12.98^{d,ns}$	$85.66 \pm 7.21^{c,ns}$	$70.87 \pm 10.82^{c,ns}$	$68.84 \pm 3.57^{c,ns}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 1%	$95.34 \pm 0.72^{d,b}$	$145.82 \pm 18.75^{c,a}$	$91.78 \pm 2.88^{c,b}$	$80.56 \pm 10.10^{bc,bc}$	$73.42 \pm 2.89^{bc,c}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 2%	$104.01 \pm 4.33^{c,b}$	$154.49 \pm 10.81^{bc,a}$	$119.82 \pm 10.82^{ab,b}$	$78.01 \pm 0.72^{bc,c}$	$84.13 \pm 7.93^{bc,c}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 3%	$106.05 \pm 1.44^{c,b}$	$166.73 \pm 9.37^{bc,a}$	$111.15 \pm 4.32^{ab,b}$	$96.36 \pm 6.49^{ab,c}$	$81.07 \pm 10.82^{bc,c}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 1% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$117.27 \pm 1.44^{ab,b}$	$185.59 \pm 24.52^{b,a}$	$132.57 \pm 23.07^{a,ab}$	$74.44 \pm 2.89^{bc,c}$	$92.80 \pm 12.98^{b,bc}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 2% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$113.20 \pm 1.42^{b,b}$	$214.65 \pm 5.05^{ab,a}$	$149.39 \pm 0.72^{a,b}$	$87.19 \pm 13.70^{b,c}$	$99.43 \pm 22.35^{ab,c}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 3% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$121.35 \pm 4.33^{a,b}$	$224.34 \pm 11.54^{a,a}$	$156.53 \pm 7.93^{a,b}$	$118.29 \pm 18.75^{a,bc}$	$105.03 \pm 4.33^{a,c}$

หมายเหตุ ข้อมูลที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับตัวหน้าเปรียบเทียบในแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$)
ข้อมูลที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับตัวหลังเปรียบเทียบระยะเวลาการจัดเก็บในแต่ละสัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$)

Table 3 Scores of sensory evaluation of frozen flat bread Roti.

สูตร	ค่าคะแนนเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม				
	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)				
	0	7	14	21	28
สูตรควบคุม	$2.22 \pm 0.65^{c,ns}$	$3.00 \pm 0.55^{b,ns}$	$3.10 \pm 0.88^{b,ns}$	$2.90 \pm 1.00^{c,ns}$	$2.80 \pm 0.75^{c,ns}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 1%	$2.29 \pm 0.80^{c,b}$	$3.20 \pm 0.70^{b,a}$	$3.35 \pm 0.82^{b,a}$	$3.10 \pm 1.00^{b,a}$	$3.00 \pm 0.90^{c,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 2%	$2.64 \pm 0.90^{c,b}$	$3.00 \pm 0.60^{b,ab}$	$3.22 \pm 0.96^{b,a}$	$3.30 \pm 0.70^{b,a}$	$3.60 \pm 0.95^{b,a}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 3%	$3.61 \pm 0.90^{b,ns}$	$3.50 \pm 1.00^{b,ns}$	$3.40 \pm 1.10^{b,ns}$	$3.50 \pm 0.50^{b,ns}$	$4.10 \pm 1.00^{ab,ns}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 1% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$3.70 \pm 1.00^{b,ns}$	$3.70 \pm 1.05^{b,ns}$	$3.50 \pm 0.90^{b,ns}$	$3.80 \pm 0.89^{b,ns}$	$3.90 \pm 0.50^{b,ns}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 2% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$4.33 \pm 0.90^{a,ns}$	$4.30 \pm 0.90^{a,ns}$	$4.40 \pm 0.85^{a,ns}$	$4.50 \pm 0.70^{a,ns}$	$4.70 \pm 0.77^{a,ns}$
เติมแคปป้าคาราจีแนน 3% และกรดแอสคอร์บิก 0.2%	$4.50 \pm 0.85^{a,ns}$	$4.64 \pm 0.80^{a,ns}$	$4.70 \pm 1.10^{a,ns}$	$5.00 \pm 0.86^{a,ns}$	$5.00 \pm 1.00^{a,ns}$

หมายเหตุ ข้อมูลที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับตัวหน้าเปรียบเทียบในแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$)
ข้อมูลที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับตัวหลังเปรียบเทียบระยะเวลาการจัดเก็บในแต่ละสัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$)
ns = ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \ge 0.05$)

จาก Table 1 พบว่าการเพิ่มปริมาณแคปป้าคาราจีแนนทำให้ปริมาณความชื้นในแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งเมื่อละลายน้ำแข็งแล้วจะมีค่าสูงขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละสูตรจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) และใน

สูตรที่เติมกรดแอสคอร์บิกร่วมด้วยพบว่าจะช่วยทำให้ให้แผ่นแป้งโรตีมีปริมาณความชื้นมากกว่าการใช้แคปป้าคาราจีแนนเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากแคปป้าคาราจีแนนเป็นสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์มีคุณสมบัติรวมตัวกับน้ำได้ดี (Aruyanart and Charoenrein, 2008) และกรดแอสคอร์บิกทำหน้าที่ในการลดค่าความเป็นกรดด่าง ซึ่งมีผลทำให้แคปป้าคาราจีแนนเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการคืนตัวของแผ่นแป้งในสภาวะการแช่เยือกแข็งได้ดีและเก็บความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น

จาก Table 2 ในการวัดค่าแรงดึงหรือการยืดตัว (extensibility) เป็นค่าที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบความเหนียวของแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งที่มีการเติมสารแคปป้าคาราจีแนนและกรดแอสคอร์บิก ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของแผ่นแป้งโรตีในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งสูตรที่ใช้แคปป้าคาราจีแนนร่วมกับกรดแอสคอร์บิกจะใช้แรงดึงแผ่นแป้งให้ฉีกขาดสูงกว่าการใช้แคปป้าคาราจีแนนเพียงอย่างเดียวและค่าแรงดึงจะสูงขึ้นตามปริมาณแอสคอร์บิก แสดงให้เห็นว่าแผ่นแป้งโรตีที่มีความเหนียวสูงต้องใช้แรงดึงสูงจึงจะทำให้แผ่นแป้งขาดได้ จากการทดลองแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็งที่มีการเติม แคปป้าคาราจีแนนร้อยละ 2 และ 3 (ของน้ำหนักแป้ง) ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก เมื่อระยะเวลาการเก็บครบ 28 วัน จะต้องใช้แรงดึงสูงที่สุดและมีความแตกต่างกับสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จาก Table 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียวนุ่มของแผ่นแป้งโรตี จะสอดคล้องกับค่าแรงดึงที่ได้ในแต่ละสูตร โดยตัวอย่างแผ่นแป้งที่ใช้ค่าแรงดึงสูงค่าคะแนนความเหนียวนุ่มจะสูงขึ้นเช่นเดียวกัน และจะผันแปรไปตามการเพิ่มระดับของแคปป้าคาราจีแนนในแผ่นแป้งโรตี และในสูตรที่มีการร่วมกับกรดแอสคอร์บิกจะได้คะแนนความเหนียวนุ่มสูงกว่าการใช้แคปป้าคาราจีแนนเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้พบว่าระยะเวลาในการจัดเก็บ เมื่อเปรียบเทียบในสูตรเดียวกันแต่ละสูตรทุกสัปดาห์ค่าคะแนนด้านความเหนียวนุ่มจะไม่มีความแตกกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

สรุปผล

ในการศึกษาผลของการใช้แคปป้าคาราจีแนนและกรดแอสคอร์บิกโดยการเติมในแผ่นแป้งโรตีแช่เยือกแข็ง ปริมาณที่เหมาะสมที่ทำให้แผ่นแป้งโรตีเมื่อนำมาละลายน้ำแข็งแล้วยังคงมีคุณภาพที่ดี คือ ทนต่อแรงดึง เหนียวนุ่ม คือ ปริมาณการใช้ตั้งแต่ 2-3% (ของน้ำหนักแป้ง) จะให้ผลดีขึ้นเมื่อใช้แคปป้าคาราจีแนนร่วมกับกรดแอสคอร์บิก

เอกสารอ้างอิง

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis, The Association of Official Analytical Chemists 16th ed. Arlington Verginia, 1985 p.

Aruyanart, T. and Charoenrein, S, 2008, Effect of Sucrose on the Freeze-thaw Stability of Rice Sstarch Gels: Correlation with Microstructure and Freezable Water, Carbohydrate Polymers, 74: 514-518.

Gujral, H.S., Singh, G.H. and Rosell, C.M., 2008, Extending Shelf Life of Chapatti by Partial Baking and Frozen Storage, Journal of Food Engineering, 65: 466-471.

ระบบการให้คุณค่าเกษตรอินทรีย์ในมุมมองของเกษตรกรรายย่อยในภาคเหนือ

Valuing Systems of Organic Agriculture as Perceived by Smallholder Farmers in Northern Thailand

บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล[1] พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ[2] และ ยุภาพร ศิริบัติ[2]
Limnirankul, B.[1], Gypmantasiri, P.[2] and Siribut, Y.[2]

Abstract

There are great expectations of organic agriculture to contribute to environmental, social and economic goals. Still, there are contradictions between organic ideals, values and practices. Works on organic agriculture have focused on production practices, market outlets, certification and consumer preference and few has addressed the values dimensions, which are the foundation of organic agriculture. This paper has adapted a theory of values-based outlook in organics to examine how smallholder farmers who have converted as well as are converting to organic farming perceive the values of organic agriculture. The semi-structured interviews and participant observation were employed in different farmers groups. The values that being tested among converted and converting farmers ranged across several domains, including organic agriculture and ecosystem services, economic value, social and cultural values, and ethical choice. Famers perceived values differently and direct markets could create progressive change in the agri-food system. The paper concludes that market-related mechanisms are needed to enhance sustainability of values-based organic agriculture.

Keywords: organic agriculture, values-based systems, sustainable agriculture, smallholder farmers

บทคัดย่อ

เกษตรอินทรีย์ถูกคาดหวังว่าจะสามารถสร้างเป้าหมายทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจได้ อย่างไรก็ตามยังมีข้อขัดแย้งระหว่างอุดมคติ ระบบคุณค่าและการปฏิบัติ งานด้านเกษตรอินทรีย์ที่ผ่านมาได้เน้นการปฏิบัติทางการผลิต ช่องทางการตลาด การรับรองมาตรฐานและความต้องการของผู้บริโภค แต่ไม่ค่อยมีการกล่าวถึงมิติด้านคุณค่า ซึ่งเป็นพื้นฐานของเกษตรอินทรีย์ บทความนี้ได้ปรับใช้ทฤษฎีว่าด้วยมุมมองด้านคุณค่าของเกษตรอินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้และความเข้าใจด้านคุณค่าของเกษตรอินทรีย์ในกลุ่มเกษตรกรที่ได้ปรับเปลี่ยนและกำลังปรับเปลี่ยน การศึกษาได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และการสังเคราะห์แบบมีส่วนร่วมในกลุ่มเกษตรกรดังกล่าว ได้นำคุณค่าในมิติต่างๆ ทดสอบกับกลุ่มเกษตรที่ได้ปรับเปลี่ยนและกำลังปรับเปลี่ยนสู่เกษตรอินทรีย์ เช่นเกษตรอินทรีย์กับการให้บริการด้านนิเวศน์ คุณค่าทางเศรษฐกิจ ด้านสังคมและวัฒนธรรม และด้านจริยธรรม งานวิจัยพบว่าเกษตรกรมีมุมมองด้านคุณค่าแตกต่างกันและการตลาดแบบขายตรงสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบเกษตรและอาหาร บทความนี้สรุปว่ากลไกที่เกี่ยวข้องกับการตลาดมีความสำคัญต่อการสร้างคุณค่าทางเศรษฐกิจ และมีความจำเป็นต่อการปรับปรุงความยั่งยืนของเกษตรอินทรีย์บนฐานของระบบคุณค่า

คำสำคัญ: ระบบการให้คุณค่า เกษตรอินทรีย์ เกษตรยั่งยืน เกษตรกรรายย่อย

คำนำ

หน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนที่สนับสนุนเกษตรอินทรีย์และเกษตรกรที่ได้ปรับเปลี่ยนระบบเป็นระบบอินทรีย์ หรือเกษตรกรที่อยู่ในระยะปรับเปลี่ยนให้คุณค่าเกษตรอินทรีย์แตกต่างกันไป ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าครอบคลุมหลายมิติ เช่นมิติด้านนิเวศน์ (เพิ่มความหลากหลายชีวภาพ ฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพนิเวศน์ทั่วไป) มิติด้านเศรษฐกิจ (เพิ่มมูลค่า เพิ่มรายได้ ลดต้นทุน) มิติด้านสังคมวัฒนธรรม (พึ่งพิงตนเอง เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน วัฒนธรรมอาหารท้องถิ่น) และ มิติทางจริยธรรม (ระบบการเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ทารุณกรรม และปลอดภัยจาก GMOs) โดยในทางปฏิบัติการควบคุมกำหนดมาตรฐาน

---

[1]ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Agricultural Economics and Agricultural Extensions, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200
[2]ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2]Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

เกษตรอินทรีย์ได้ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมและสภาพนิเวศน์โดยเฉพาะการปนเปื้อนของสารเคมีและสารตกแต่งพันธุกรรม การศึกษานี้วิเคราะห์การให้คุณค่าของเกษตรอินทรีย์จากมุมมองของเกษตรกร เพื่อเข้าใจระบบคิดที่จะส่งผลต่อการผนวกระบบคุณค่า (Barham, 2002) ในการกำหนดมาตรฐานเกษตรอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกกลุ่มเกษตรกรที่มีระบบการผลิตพืชผักปลอดสารและระบบข้าวอินทรีย์ จำนวน 8 กลุ่มจาก 7 อำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ ดัง Table 1 ทำการสุ่มสัมภาษณ์แบบตามความสะดวกในสมาชิกแต่ละกลุ่มการผลิต รวมทั้งสิ้นจำนวน 72 ราย โดยการเก็บข้อมูลแบบมีโครงสร้างและกึ่งมีโครงสร้างพร้อมทั้งการสังเกตแบบมีส่วนร่วม ใช้เทคนิคและวิธีการวัดระดับความสำคัญตามแนวทางของไลเคิร์ท (Likert Scale) ในการศึกษาระบบการให้คุณค่าเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรรายย่อย

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

อายุและระดับการศึกษาของเกษตรกร

ร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 41-60 ปี ส่วนที่เหลือร้อยละ 14 มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ที่ทำการเกษตรแบบปลอดสารพิษและอินทรีย์ และเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ไม่ได้รับการศึกษา มีเพียงร้อยละ 17 เท่านั้นที่สำเร็จการศึกษาปีที่ 6 หรือเทียบเท่า ข้อมูลเบื้องต้นชี้ให้เห็นว่าอายุและการศึกษาของเกษตรกรไม่มีผลต่อการยอมรับของเกษตรกรในการปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรปลอดสารพิษหรืออินทรีย์ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันกับการศึกษาของ Khaled และคณะ (2010) และแตกต่างจากข้อสังเกตของการศึกษาทั่วไปของ Lampkin และ Padel (1994) เนื่องจากกลุ่มต่างๆเหล่านี้ได้มีความสัมพันธ์ที่ดีโดยได้ร่วมงานหน่วยงานรัฐและสถาบันการศึกษาในการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตสู่อินทรีย์

สาเหตุและแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยน

ปัญหาด้านสุขภาพและความต้องการบริโภคอาหารปลอดภัย (ร้อยละ 51) เป็นสาเหตุและแรงจูงใจหลักในการปรับเปลี่ยนระบบการผลิต รองลงมาได้แก่ ต้นทุนการผลิตที่ลดลง (ร้อยละ 14) ราคาผลผลิตที่ดีและแน่นอนกว่าระบบการผลิตเดิม (ร้อยละ 13) การได้เห็นความสำเร็จและการชักจูงของเพื่อนบ้าน (ร้อยละ 8) การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐและเอกชน (ร้อยละ6) และความต้องการฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ร้อยละ 6)

สาเหตุและแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยนแนวคิดและแนวปฏิบัติของเกษตรกรสู่เกษตรอินทรีย์ จะเห็นได้ว่ามีทั้งปัจจัยภายในและภายนอก การให้ความรู้เพื่อสร้างความตระหนักผลกระทบของเกษตรเคมีต่อสุขภาพของเกษตรกรเป็นแนวทางที่มีประสิทธิผล

ระดับความสำคัญของกระบวนการผลิตในการปรับเปลี่ยนสู่เกษตรอินทรีย์

เกษตรกรให้ความสำคัญกับขั้นตอนการเตรียมดิน การฟื้นฟูและจัดการความอุดมสมบูรณ์ดินลำดับแรก (4.46) รองลงมาได้แก่ความหลากหลายชีวภาพในระบบการผลิตโดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตพืชผักโดยการใช้ความหลากหลายของพันธุ์พืชเพื่อสร้างเสถียรภาพของผลผลิตเป็นระบบภูมิคุ้มกันต่อการระบาดของโรคและแมลงได้เป็นอย่างดี (4.26) การจัดการเมล็ดพันธุ์ด้วยตนเอง (4.0) การจัดการผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว (3.92) ตลอดจนการบันทึกข้อมูลขั้นตอนการผลิตเพื่อสนับสนุนระบบการตรวจสอบภายใน (3.69) และการคัดแยกคุณภาพตลอดจนบรรจุภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม (3.53) มีความสำคัญต่อความสำเร็จของกระบวนการผลิต

Table 1 Farmer groups produced safety and organic agriculture products.

ที่	กลุ่มการผลิต	ระดับเกษตรอินทรีย์	หน่วยงานสนับสนุน	จำนวนตัวอย่าง
1.	กลุ่มบ้านช่อแล อ. แม่แตง	อินทรีย์ปรับเปลี่ยน พืชผักและข้าว	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสหกรณ์เกษตรอินทรีย์เชียงใหม่	6
2.	กลุ่มบ้านเป้า อ. แม่แตง	ข้าวปลอดสารพิษ	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร	10
3.	กลุ่มบ้านปิงน้อย อ. สารภี	พืชผักปลอดสารพิษ	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร	9
4.	กลุ่มอำเภอแม่วาง	พืชผักปลอดสารพิษ	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร	10
5.	กลุ่มเครือข่ายเรนโบว์ฟาร์ม อ. แม่ริม	ข้าวอินทรีย์	เรนโบว์ฟาร์ม	8
6.	กลุ่มเครือข่ายกาดอิ่มบุญ อ. เมือง	พืชผักอินทรีย์	มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน	17
7.	กลุ่มบ้านดงป่าลัน อ. แม่แตง	อินทรีย์ปรับเปลี่ยนพืชผัก	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร	7
8.	กลุ่มตลาดทางรถไฟ อ. สารภี	พืชผักปลอดภัย	สำนักงานเกษตรอำเภอสารภี	5

ระบบคุณค่าของเกษตรอินทรีย์

ระบบคุณค่าของเกษตรอินทรีย์ที่นำไปศึกษาร่วมกับเกษตรกรเป็นผลจากการรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่างๆพร้อมทั้ง จากการประชุมกับกลุ่มเกษตรกรประกอบด้วย 6 มิติด้วยกันได้แก่ คุณค่าทางนิเวศน์และสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยทางอาหารและความหลากหลายชีวภาพ คุณค่าทางจริยธรรม คุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรม คุณค่าทางเศรษฐกิจ และระบบตลาดและการรับรองคุณภาพด้วยการติดฉลาก

แต่ละกลุ่มให้ระดับคุณค่าของเกษตรอินทรีย์แตกต่างกันโดยเฉลี่ยคุณค่าที่เกษตรกรเห็นว่ามีความสำคัญได้แก่ 1) เกษตรอินทรีย์มีคุณค่าทางนิเวศน์และสิ่งแวดล้อม (4.46) โดยเฉพาะการสร้างความสมดุล การสร้างความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการศัตรูแบบชีววิธี 2) คุณค่าของเกษตรอินทรีย์ต่อความปลอดภัยทางอาหารและสุขภาพ รวมทั้งการเพิ่มความหลากหลายชีวภาพ (4.42) 3) คุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรม (4.39) โดยเฉพาะการเสริมสร้างความเข้มแข็งในการพึ่งตนเอง มีกระบวนการกลุ่มเกิดขึ้น เช่น กลุ่มออมทรัพย์ มีการส่งเสริมโภชนาการและคุณค่าทางอาหาร และผู้ผลิตมีความสุขเมื่อได้ผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยปละมีคุณภาพให้กับผู้บริโภค 4) คุณค่าทางเศรษฐกิจ (4.36) เกษตรอินทรีย์สามารถลดต้นทุนการผลิตและมีตลาดรองรับแน่นอน สร้างความมั่นคงทางอาหาร ลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนและลดหนี้สินได้ แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรให้ความสำคัญต่อคุณค่าทางจริยธรรมโดยรวม (2.98) ซึ่งเป็นระดับการให้คุณค่ายังไม่สูงนัก แต่ภายในกลุ่มคุณค่านี้ เกษตรกรให้ความสำคัญมากที่สุดต่อการรักษาคุณภาพของสินค้าเกษตรอินทรีย์ เช่น สดและปลอดภัย และมีความความภูมิใจ ที่ได้ผลิตเกษตรและอาหารปลอดภัย ส่วน 6) คุณค่าทางตลาดและการรับรองคุณภาพด้วยการติดฉลาก (2.38) เกษตรกรให้ความสำคัญน้อยที่สุดเนื่องจากกลุ่มการศึกษาในครั้งนี้ได้ส่งสินค้าเข้าสู่ตลาดชุมชนซึ่งได้สร้างความมั่นคงด้านตลาด เนื่องจากเกษตรกรผู้ผลิตมีความคุ้นเคยกับผู้บริโภคเป็นอย่างดีและได้สร้างความเชื่อถือซึ่งกันและกัน โดยเกษตรกรเห็นว่าการติดฉลากสามารถขยายตลาดและสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้แต่เป็นการเพิ่มต้นทุนให้กับผู้ผลิต

Table 2 Value based outlook and attitude on organic agriculture system at various farmer groups.

การให้คุณค่าและทัศนคติต่อระบบการผลิตแบบอินทรีย์	ระดับการให้คุณค่าของกลุ่ม (1=น้อยที่สุด 5= มากที่สุด)								ค่าเฉลี่ยรวม
	กลุ่มบ้านช่อแล	กลุ่มบ้านเป้า	กลุ่มบ้านปิงน้อย	กลุ่มอำเภอแม่วาง	เครือข่ายเรนโบว์ฟาร์ม	เครือข่ายกาดอิ่มบุญ	กลุ่มบ้านดงป่าลัน	กลุ่มตลาดทางรถไฟ	
1.นิเวศน์และสิ่งแวดล้อม	4.62	4.14	4.86	4.12	4.55	4.68	4.59	4.14	4.46
2.อาหารคุณภาพ	4.54	3.85	4.61	4.38	4.34	4.71	4.57	4.35	4.42
3.การสร้างจิตสำนึกต่อสังคม	2.50	2.48	3.13	2.90	3.32	3.40	2.89	3.24	2.98
4.สังคมและวัฒนธรรม	4.28	4.25	4.80	4.33	4.58	4.63	4.14	4.13	4.39
5.เศรษฐกิจ	4.43	4.47	4.57	4.23	4.57	4.59	4.16	3.88	4.36
6.ตลาด/ฉลากสินค้า	2.36	2.29	2.24	2.29	2.72	2.16	2.36	2.60	2.38
ค่าเฉลี่ยรวม	3.79	3.58	4.04	3.71	4.01	4.03	3.79	3.72	3.83

สรุปผล

เกษตรอินทรีย์เชิงพาณิชย์มุ่งเน้นที่กระบวนการ (process) และคุณภาพ (quality) โดยมีระบบการควบคุมภายในเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และการรักษาคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กรภายนอก อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจระบบคุณค่าของเกษตรอินทรีย์ทั้งระบบซึ่งนอกเหนือจากกระบวนการและคุณภาพ มีส่วนสำคัญที่สร้างฐานความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้กับเกษตรกรรายย่อย โดยเฉพาะในการพัฒนาระบบอาหารท้องถิ่น (localized food system) ซึ่งผูกพันกับระบบสังคมและวัฒนธรรม การศึกษาเบื้องต้นชี้ให้เห็นว่า กลุ่มต่างๆ ยังมีช่องว่างระหว่างการกำหนดคุณค่าของเกษตรอินทรีย์ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้เมื่อระบบการผลิตได้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้การผนวกคุณค่าทั้ง 6 มิติเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ เป็นกระบวนการสังคม ซึ่งในระยะยาวจะส่งผลต่อความมั่นคงทางตลาดของเกษตรอินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

Barham, E., 2002, Towards a Theory of Values-based Labeling, Agriculture and Human Values, 19: 349-360.

Khaledi, M., Weseen, S., Sawyer, E., Ferguson, S. and Gray, R., 2010, Factors Influencing Partial and Complete Adoption of Organic Farming Practices in Saskatchewan, Canada, Canadian Journal of Agricultural Economics, 58: 37-56.

Lampkin, N.H. and Padel, S., eds., 1994, The Economics of Organic Farming: An International Perspective, Wellingford: CAB International.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 449-452 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 449-452 (2553)

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกระถินในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร

Genetic Diversity of *Leucaena leucocephala* in Thailand Using Morpho-Agronomic Characters

ศิริพร ภู่แพร[1] **ประภา ศรีพิจิตต์**[1] **สายัณห์ ทัดศรี**[1] **และ ธานี ศรีวงศ์ชัย**[1]
Poopear, S.[1], Sripichitt, P.[1], Tudsri, S.[1] and Sreewongchai, T.[1]

Abstract

This study aimed to estimate genetic diversity of *Leucaena leucocephala* collected from various regions of Thailand to be used as germplasm source for selection of genotypes with high biomass production for gasification. The collected 45 accessions of *Leucaena* were planted at National Corn and Sorghum Research Center, Nakhon Ratchasima province in randomized complete block design with 3 replication in June 2007. The 23 morpho-agronomic characters and wood quality were recorded. Cluster analysis based on Euclidean distance was done using UPGMA (unweighted pair-group method with arithmetic average). Principal Component Analysis were conducted to determine the distribution pattern of *Leucaena* accessions. It was found that the distance coefficient of *Leucaena* accessions ranged from 2.23-8.86 and could identify all the accessions into 2 distinct clusters. The first cluster consisted of 4 accessions while the second cluster comprised 41 accessions and the second one was divided into 2 sub-clusters. The accessions giving highest total dry matter yield and wood density were grouped in the second cluster which will be selected as parent for breeding as renewable energy crop.

Keywords: genetic diversity, *Leucaena leucocephala*, morpho-agronomic characters, cluster analysis

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของกระถินที่รวบรวมจากภาคต่างๆ ในประเทศไทย สำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์กระถินที่ให้ผลผลิตชีวมวลสูงเหมาะสมต่อการเผาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยนำกระถินที่รวบรวมไว้ได้จำนวน 45 accessions มาปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา เมื่อเดือนมิถุนายน ปี 2551 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) ทำ 3 ซ้ำ บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางเกษตร และคุณภาพของเนื้อไม้ทั้งหมด 23 ลักษณะ และวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA (unweighted pair-group method with arithmetic average) โดยใช้ค่า Euclidean distance และตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของกระถินด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ความต่างอยู่ในช่วง 2.26-8.86 และสามารถจัดแบ่งกระถินออกได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 4 accessions ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 41 accessions ซึ่งยังสามารถแบ่งออกเป็นอีก 2 กลุ่มย่อย โดยกระถินที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและความหนาแน่นของเนื้อไม้สูงที่สุดจัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 ซึ่งกระถินในกลุ่มนี้เหมาะสมสำหรับคัดเลือกไว้ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อหรือแม่ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนต่อไป

คำสำคัญ: ความหลากหลายทางพันธุกรรม กระถิน (*Leucaena leucocephala*) ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางเกษตร การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม

[1]คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 50 ถนนพหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 50 pahonyotin Rd. ladyaw Jatujuk Bangkok 10900

คำนำ

ปัญหาด้านพลังงานเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจทั้งในประเทศไทยและนานาประเทศเนื่องจากปริมาณน้ำมันดิบของโลกมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องและราคาน้ำมันมีความผันผวนเป็นอย่างมาก จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อหาแหล่งพลังงานทดแทนที่มีอยู่ภายในประเทศ ตลอดจนเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2552) พลังงานทดแทนที่น่าสนใจ คือ พลังงานทดแทนชีวมวลที่ได้จากไม้ยืนต้นโตเร็ว กระถินเป็นไม้ยืนต้นโตเร็วชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลได้เป็นอย่างดี และใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย การศึกษาเกี่ยวกับกระถินในประเทศไทยส่วนใหญ่นั้นเน้นการนำสายพันธุ์กระถินจากต่างประเทศเข้ามาทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อนำไปใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ (สายัณห์ และคณะ, 2550) ส่วนการศึกษาด้านการปรับปรุงและคัดเลือกสายพันธุ์กระถินเพื่อนำไปใช้เป็นพืชพลังงานยังไม่มีการทำกัน ดังนั้นการรวบรวมพันธุ์กระถินจากแหล่งต่างๆ เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ และจัดจำแนกกระถินออกเป็นกลุ่ม จะช่วยทำให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามรถใช้ข้อมูลการจัดกลุ่มกระถินและพันธุ์กระถินที่รวบรวมได้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการคัดเลือก ผสมพันธุ์ และพัฒนาพันธุ์กระถินที่ให้ผลผลิตสูงเหมาะสมสำหรับใช้เป็นพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรปลูกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดกระถินจำนวน 45 accessions/พันธุ์ (Table 1) ที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย มาเพาะในถุงที่บรรจุดินไว้ เมื่อกระถินอายุประมาณ 2 เดือน จึงย้ายลงปลูกในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา เมื่อเดือนมิถุนายน ปี 2551 วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ระยะปลูก 0.5x3 เมตร ปลูก accession/พันธุ์ละหนึ่งแถว แต่ละแถวประกอบด้วยต้นกระถิน 11 ต้น ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 0-46-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ กำจัดวัชพืช 3 ครั้ง และไม่มีการให้น้ำหลังปลูกปล่อยให้ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติเท่านั้น บันทึกข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางเกษตร และคุณภาพของเนื้อไม้ทั้งหมด 23 ลักษณะ (Table 2) และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรหลายตัว (multivariable analysis) (Sneath และ Sokal, 1973) โดยวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (cluster analysis) จัดทำ dendrogram หรือ phylogenetic tree ด้วยวิธี UPGMA (unweighted pair-group method with arithmatic average) และวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis, PCA) เพื่อตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของ accession/พันธุ์กระถิน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม และจัดทำ dendrogram หรือ phylogenetic tree ด้วยวิธี UPGMA โดยใช้ค่า Euclidean distance coefficient (Figure 1) และตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของกระถินจำนวน 45 accessions/พันธุ์ ด้วยวิธี PCA (Figure 2) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ความต่างอยู่ในช่วง 2.23-8.86 และสามารถจัดแบ่งกระถินออกได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 4 accessions ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 41 accessions ซึ่งยังสามารถแบ่งออกเป็นอีก 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มย่อยที่ 2.1 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 14 accessions และกลุ่มย่อยที่ 2.2 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 25 accessions และพันธุ์การค้า 2 พันธุ์ Table 2 แสดงค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางเกษตร และคุณภาพของเนื้อไม้ทั้งหมด 23 ลักษณะของกระถินทั้ง 2 กลุ่ม โดยพบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ สีดอก สีฝัก และสีเปลือกเมล็ดใกล้เคียงกัน ยกเว้น ยอดกระถินในกลุ่มที่ 1 จะมีขนในขณะที่ยอดกระถินในกลุ่มที่ 2 ไม่มีขน ส่วนลักษณะทางเกษตรของกระถินในกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ากระถินในกลุ่มที่ 2 ในเกือบทุกลักษณะ เช่น อายุวันออกดอก 50% ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนฝักต่อช่อ และน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยเฉพาะผลผลิตน้ำหนักแห้งและความหนาแน่นของเนื้อไม้ ซึ่งกระถินในกลุ่มที่ 1 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 206 กก./ไร่ และความหนาแน่นของเนื้อไม้ 0.48 กรัม/ซม.^{3} ต่ำกว่ากระถินในกลุ่มที่ 2 ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 887 กก./ไร่ และความหนาแน่นของเนื้อไม้ 0.54 กรัม/ซม.^{3} จากงานวิจัยของ วีรชัย และคณะ (2551) รายงายว่า น้ำหนักไม้แห้ง 1.2 กก. (ที่ความชื้น 15%) สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 1 หน่วย (kWh) และความหนาแน่นของเนื้อไม้เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของไม้ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและเกี่ยวข้องโดยตรงกับค่าพลังงานความร้อนและลักษณะคุณภาพอื่นๆ เช่น ความต้านทานต่อแรงอัด และความต้านทานต่อแรงดึง (Pottinger และ Hughes, 1995) ดังนั้นกระถินในกลุ่มที่ 1 จึงไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นพืชพลังงานเนื่องจากมีศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและความหนาแน่นของเนื้อไม้ต่ำ ในขณะที่กระถินในกลุ่มที่ 2 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและ

ความหนาแน่นของเนื้อไม้สูงจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการคัดเลือก ผสมพันธุ์ และพัฒนาพันธุ์กระถินที่ให้ผลผลิตและพลังงานที่สูงต่อไป

สรุปผล

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA และตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของกระถินด้วยวิธี PCA สามารถจัดจำแนกกระถินไดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 4 accessions ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยกระถินจำนวน 41 accessions ซึ่งยังสามารถแบ่งออกเป็นอีก 2 กลุ่มย่อย โดยกระถินที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและความหนาแน่นของเนื้อไม้สูงที่สุดจัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 ซึ่งกระถินในกลุ่มนี้เหมาะสมสำหรับคัดเลือกไว้ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อหรือแม่ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่เป็นผู้ให้ทุนในการวิจัย และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ทดลองและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

วีรชัย อาจหาญ ชิงชัย วิริยะบัญญา และสมิต บุญเสริมสุข, 2551, การศึกษาศักยภาพการปลูกไม้โตเร็วสำหรับใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในชุมชนสำหรับประเทศไทย, การสัมมนาเรื่องร่วมแก้วิกฤตพลังงานชาติ: ด้วยงานวิจัย วช, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับ ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, หน้า 147-159.

สายัณห์ ทัดศรี ประภา ศรีพิจิตต์ กานดา นาคมณี และณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ, 2550, กระถินยักษ์การใช้ประโยชน์ด้านพลังงานและอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง, การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวล ขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, กรุงเทพฯ หน้า 7-32.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2552, กระทรวงพลังงานหนุนนำร่องปลูกไม้โตเร็วเป็นพลังงานทดแทน 4 แห่ง รองรับแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี [สืบค้น], http://www.eppo.go.th/thaienergynews/Energy_News/showNewsDetail.aspx?NewsOID=4758&GroupOID=7&SubGroupOID=24&ObjectID=7 [27/October/09]

Pottinger, A.J. and Hughes, C.E., 1995, A Review of Wood Quality in Leucaena, *Leucaena*-Adaptation, Quality and Farming Systems, Brisbane, p. 98-102.

Sneath, P.H.A. and Sokal, R.R., 1973, Numerical Taxonomy, Freeman, San Francisco, 573 p.

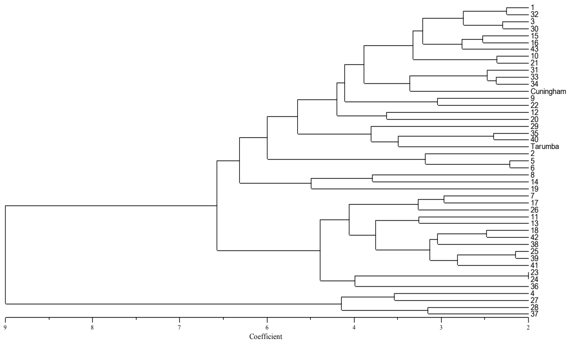


Figure 1 Phylogenetic tree manifesting the relationship among 45 accessions of *L. leucocephala* based on Euclidean distance coefficient identified by morpho-agronomic characters.

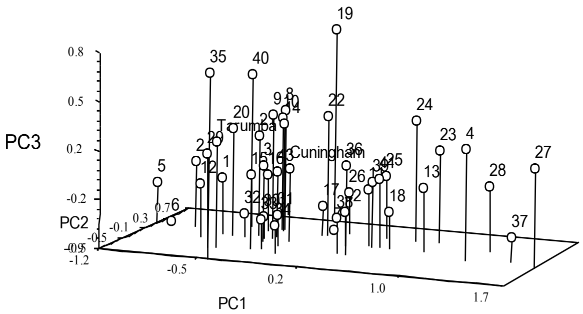


Figure 2 Distribution pattern of 45 accessions of *L. leucocephala* identified by principal component analysis (PCA).

Table 1 Clusters and number of accessions in each cluster of *Leucaena.*

Cluster	Sub-cluster	Number of accessions/cluster	Accessions
1	-	4	4, 27, 28 and 37
2	2.1	14	7, 11, 13, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 36, 38, 39, 41 and 42
	2.2	27	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 43, Cunningham and Tarrumbar

Table 2 Minimum, maximum, mean value and standard division (SD) of 23 morpho-agronomic characters of the two clusters of *Leucaena*.

Character	Cluster 1				Cluster 2			
	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD
1. Flower color[1/]	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Pod color[2/]	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Seed coat color[3/]	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Young leaf[4/]	1.0	1.0	1.0	0	0	0	0	0
5. Days to 50% flowering	140	153	148.75	5.72	151	363	267.07	64.48
6. Plant height (m)	3.16	3.57	3.38	18.18	3.75	6.06	5.10	53.51
7. Stem diameter (cm)	1.9	2.2	2.04	0.12	2.5	3.8	3.28	0.31
8. Leaf length (cm)	21	22	21.65	0.26	20	30	25.36	2.68
9. Leaf width (cm)	11.3	11.8	11.61	0.19	11.7	15.4	13.40	1.21
10. Pedicel length (cm)	13	14	13.76	0.35	14	21	17.16	1.65
11. Pinna length (cm)	5.4	7.6	8.61	0.89	7.4	11.5	9.52	0.72
12. Number of pinna pairs	5.4	7.6	6.50	0.87	6.3	8.9	7.48	0.61
13. Number of leaflet per leaf	133	226	173.72	38.75	169	295	210.81	31.57
14. Leaflet length (cm)	1.20	1.54	1.39	0.16	1.22	1.82	1.45	0.16
15. Leaflet width (cm)	0.30	0.38	0.34	0.03	0.31	0.50	0.42	0.06
16. Number of pod per head	5.5	6.8	6.00	0.57	3.1	7.2	4.83	1.02
17. Pod length (cm)	15	18	16.32	1.00	15	26	21.42	2.67
18. Pod width (cm)	1.5	1.7	1.64	0.10	1.5	2.4	2.04	0.23
19. Seed length (cm)	0.73	0.89	0.78	0.07	0.77	1.00	0.89	0.06
20. Seed width (cm)	0.44	0.49	0.46	0.02	0.46	0.65	0.56	0.05
21. Seed weight (g)	3.9	5.6	4.78	0.73	3.9	7.6	5.76	0.82
22. Total dry matter yield (kg/rai)	82	272	205.61	87.25	291	1632	887.41	332.47
23. Wood density (g/cm^3)	0.42	0.52	0.48	0.05	0.44	0.63	0.52	0.05

1/ 0=white, 1=other; 2/ 0=brown, 1=other; 3/ 0=brown, 1=other; 4/ 0=young leaf without hair, 1=young leaf with hair

ระยะการตัดดอกที่เหมาะสมและการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวของหน้าวัวตัดดอก

Optimum Flowering Stage for Harvesting and Postharvest Handling of Cut Anthuriums

ณัชชา ชัยพันธ์วิริยาพร[1] **และ มัชฌิมา นราดิศร**[1]
Chaipanwiriyaporn, N.[1] and Naradisorn, M.[1]

Abstract

This study was undertaken to investigate the optimum flowering stage for harvesting and postharvest handling of anthuriums cultivars 'Pleaw Tien Phuket'. Anthuriums at four flowering stages: 25, 50, 75 and 100% were harvested and held in Reverse Osmosis (RO) water. The vase life of flowers harvested at 75% flowering was significantly increased (p < 0.05) to 16.7 days compared to 13.3, 12.6 and 10.0 days when harvested at 50, 25 and 100% flowering, respectively. The vase solution containing 2% ethanol significantly increased (p < 0.05) vase life of 'Pleaw Tien Phuket' in comparison to those containing either 2% or 4% calcium chloride. The findings in this study confirmed the commercial use for harvesting anthuriums in which the optimum flowering stage for harvesting was at 75% flowering.

Keywords: Anthurium, flowering stage, calcium chloride, ethanol

บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาระยะการตัดดอกที่เหมาะสมและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ต โดยศึกษาการตัดดอกที่ระยะดอกบานร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 และปักแช่ในน้ำสะอาด พบว่า การตัดดอกที่ระยะดอกบานร้อยละ 75 มีผลต่ออายุการปักแจกันนานขึ้นเป็น 16.7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับอายุการปักแจกันของดอกที่เก็บเกี่ยวในระยะดอกบานร้อยละ 50, 25 และ 100 ซึ่งมีอายุการปักแจกันเพียง 13.3, 12.6 และ 10.0 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารลดจำนวนจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในน้ำยาปักแจกัน พบว่า สารละลายที่มีส่วนประกอบของเอทานอลความเข้มข้น 2% สามารถยืดอายุการปักแจกันของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ตได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบสารละลายที่มีส่วนผสมของแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และ 4% การทดลองนี้จึงเป็นการยืนยันแนวปฏิบัติของเกษตรกร คือ การตัดดอกหน้าวัวเพื่อการค้า ควรตัดที่ระยะดอกบาน 75%

คำสำคัญ: หน้าวัวตัดดอก ระยะดอกบาน แคลเซียมคลอไรด์ เอทานอล

คำนำ

ความบริบูรณ์ของดอกมีผลต่อคุณภาพและอายุการปักแจกันของดอกหน้าวัว การตัดดอกหน้าวัวขณะที่ดอกมีความบริบูรณ์ที่เหมาะสม จะทำให้ดอกมีอายุการปักแจกันที่ยาวนานกว่าดอกที่ตัดขณะที่มีอายุอ่อนหรือแก่เกินไป (Reid และ Dodge, 2000) โดยระยะความบริบูรณ์ของดอกที่นิยมตัดโดยทั่วไปในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกดอกหน้าวัว คือ ดอกบานประมาณร้อยละ 50 ขึ้นไป อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานที่ยืนยันชัดเจนว่า ระยะดอกบานระดับไหนจึงจะมีผลให้อายุการปักแจกันนานที่สุด นอกจากนี้น้ำยาปักแช่ดอกหน้าวัวอาจมีการสะสมของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของก้านดอก ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ดูดไปหล่อเลี้ยงดอก ดังนั้น การเติมสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Chlorine (Xie และคณะ, 2008) และ Ethanol ในน้ำที่ใช้สำหรับแช่หรือปักแจกัน จะช่วยลดปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียในน้ำที่จะไปอุดตันท่อลำเลียงน้ำของก้านดอกได้ พบว่า การใช้สารลดจำนวนจุลินทรีย์ เช่น Calcium chloride 4% (จินตนา และคณะ, 2551) Ethanol และ Sodium hypochlorite มีผลในการยืดอายุการปักแจกันของดอกหน้าวัวดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาระยะการตัดดอกที่เหมาะสมร่วมกับการปักในน้ำยาปักแจกันที่มีส่วนผสมของเอทานอลและแคลเซียมคลอไรด์ เพื่อยืดอายุการปักแจกันของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ต

[1]สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุด อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100
[1]School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University, 333 Moo 1 Tasood, Muang, Chiang Rai, 57100

อุปกรณ์และวิธีการ

ดอกหน้าวัวพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ตที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เก็บเกี่ยวจากโครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย โดยคัดเลือกดอกหน้าวัวที่มีขนาดและคุณภาพใกล้เคียงกัน นำมาตัดก้านดอกให้มีความยาวก้าน 30 เซนติเมตร และนำไปศึกษาทดลองต่อไป

การทดลองที่ 1: ผลของระยะดอกบาน

ปัจจัยที่ศึกษาคือ การเก็บเกี่ยวดอกหน้าวัวที่ระยะดอกบาน 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ดอกบานร้อยละ 25, ระยะที่ 2 ดอกบานร้อยละ 50, ระยะที่ 3 ดอกบานร้อยละ 75 และระยะที่ 4 ดอกบานทั้งหมด (ร้อยละ 100) จากนั้น นำไปปักในหลอดทดลองบรรจุน้ำกรอง วางที่อุณหภูมิห้อง แต่ละชุดทดลองประกอบด้วย 9 ซ้ำ ซ้ำละ1 ดอก

การทดลองที่ 2: ผลของสารลดจำนวนจุลินทรีย์

ปัจจัยที่ศึกษาคือ การใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับสารลดจำนวนจุลินทรีย์ คือ 2% calcium chloride ± 0.1% Tween-20, 4% calcium chloride ± 0.1% Tween-20, 1% ethanol ± 0.1% Tween-20, 2% ethanol ± 0.1% Tween-20 และใช้น้ำกรองเป็นชุดควบคุม แต่ละชุดทดลองประกอบด้วย 5 ซ้ำ และ 1 ดอก ต่อซ้ำ

การประเมินคุณภาพ

ประเมินคุณภาพโดยวัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) อัตราการดูดน้ำ (มิลลิลิตร/ดอก/วัน) และการประเมินอายุการปักแจกัน ใช้วิธีของ Able และคณะ (2002) โดยการประเมิน General Appearance (GA) ในระดับคะแนน 1-9 (1 หมายถึงคุณภาพแย่ที่สุด และ 9 หมายถึง คุณภาพดีที่สุด) เมื่อดอกหน้าวัวได้รับคะแนน GA = 5.5 ถือว่าสิ้นสุดอายุการปักแจกัน โดยการประเมิน GA นี้ จะประเมินโดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินคุณภาพในด้านต่างๆ ตามวิธีที่ปรับเปลี่ยนจากวิธีของ Paull และ Chantachit (2001) ดังนี้ การสูญเสียความมันวาวของจานดอกโดยให้ระดับคะแนนการสูญเสียความมันวาว ในระดับ 1-4 (1 = ไม่มีการสูญเสียความมันวาว, 4 = สูญเสียความมันวาว 100% และมีอาการเหี่ยวเกิดขึ้น) การเปลี่ยนสีของจานดอกเป็นสีน้ำเงินม่วง (Bluing) โดยให้คะแนนการเกิดอาการ Blueing บนจานดอก ในระดับ 1-4 (1 = ไม่มีอาการ Blueing, 4 = พื้นที่จานดอก 100% เกิดอาการ Blueing) และการชราภาพของปลี โดยประเมินจากการเกิดอาการ Necrosis และให้คะแนนในระดับ 1 - 5 (1 = ปลีอยู่ในสภาพปกติ ไม่มีอาการ, 5 = ปลีเกิดอาการ Necrosis มากกว่า 50%)

สถิติที่ใช้ในการประเมิน

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และเลือกนำเสนอผลการทดลองซ้ำที่ดีที่สุด วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Anova (Analysis of Variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's Multiple Range Test และคำนวณอายุการปักแจกันด้วยการวิเคราะห์ค่า GA (GA = 5.5) ด้วยวิธี General Regression Equation (normally polynomial)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของระยะดอกบาน

ดอกหน้าวัวระยะบานที่ร้อยละ 75 มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าระยะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Figure 1A) ใน Eustoma ที่มีความบริบูรณ์ต่างกัน มีอัตราการดูดน้ำไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้มีอายุการปักแจกันต่างกัน (Ichimura และคณะ, 2002) ในระหว่างการปักแจกัน ดอกหน้าวัวระยะบานที่ 25% มีน้ำหนักสดสูงกว่าระยะบานที่ 50%, 75% และ 100% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (Figure 1B) การตัดดอกหน้าวัวระยะบานที่ 75% มีอายุการปักแจกันสูงสุด คือ 16.7 วัน เปรียบเทียบกับผลของการเก็บเกี่ยวดอกหน้าวัวที่ระยะบานที่ 50%, 25% และ 100% ซึ่งมีอายุการปักแจกัน 13.3, 12.6 และ 10.0 วัน ตามลำดับ (Figure 1C) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Bayogan และคณะ (2008) ซึ่งพบว่า Bird of Paradise ที่เก็บเกี่ยวในระยะที่มีความบริบูรณ์เต็มที่มีอายุการปักแจกันนานกว่าดอกที่มีความบริบูรณ์ไม่เต็มที่ อย่างไรก็ตาม ไม้ตัดดอกที่เก็บเกี่ยวขณะที่มีความบริบูรณ์มากเกินไป มีอัตราการหายใจสูงและผลิตเอธิลีนในปริมาณสูง ทำให้ดอกเสื่อมสภาพเร็วขึ้น (Serek และ Reid, 1993)

ผลของสารลดจำนวนจุลินทรีย์

ดอกหน้าวัวที่ปักในน้ำยาปักแจกันที่มีส่วนผสมของเอทานอลความเข้มข้น 2% และสารลดแรงตึงผิว มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่า และมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดต่ำกว่าดอกหน้าวัวที่ปักในน้ำยาปักแจกันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 2A และ Figure 2B ตามลำดับ) ดอกหน้าวัวที่ปักในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2% ร่วมกับสารลดแรงตึงผิว สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกหน้าวัวได้นานถึง 9.7 วัน ในขณะที่ดอกที่ปักในน้ำยาปักแจกันที่มีส่วนผสมเอ

ทานอลความเข้มข้น 2% เพียงอย่างเดียว มีอายุการปักแจกัน 6.9 วัน (Figure 2C) ทั้งนี้ การผสมสารลดแรงตึงผิวในน้ำยาปักแจกัน มีผลในการเพิ่มการดูดน้ำของดอก เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวจะทำให้โมเลกุลของน้ำยึดเกาะกันอย่างต่อเนื่องและไม่เกิดความหนืด น้ำภายในท่อลำเลียงจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น การใช้สารลดแรงตึงผิว (Tween-20) ร่วมกับ Calcium sulphate ช่วยยืดอายุการปักแจกันของกุหลาบตัดดอกได้ดี และพบว่าช่วยลดการเกิดโรคราสีเทาที่เกิดจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* ได้ด้วย (Capdeville และคณะ, 2005)

สรุปผล

การเก็บเกี่ยวดอกหน้าวัวที่ระยะดอกบานร้อยละ 75 มีผลทำให้มีอายุการปักแจกันได้นานที่สุด (16.7 วัน) เอทานอลมีประสิทธิภาพดีกว่าแคลเซียมคลอไรด์ในการช่วยยืดอายุการปักแจกันดอกหน้าวัว สารลดแรงตึงผิวมีผลต่อการดูดน้ำของดอกหน้าวัว เป็นผลให้มีอายุเก็บรักษานานขึ้น

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือวิจัย และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

จินตนา จันทวงษ์ ฆริณ รุธิรยุทธ และนิรมล สันติภาพวัฒนา, 2551, การพัฒนาสูตรน้ำยายืดอายุการปักแจกันสำหรับดอกหน้าวัว, รายงานการวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ประจำปีการศึกษา 2550

Able, A.J., Wong, L.S., Prasad, A. and O'Hare, T.J., 2002, 1-MCP is More Effective on a Floral Brassica (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) than a Leafy brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*), Postharvest Biology and Technology, 26: 147-155.

Bayogan, V., Ruth, E., Jaroenkit, T. and Paull, R.E., 2008, Postharvest Life of Bird-of- Paradise Inflorescences, Postharvest Biology and Technology, 48: 259–263.

Capdeville, G.D., Maffia, L.A., Finger, F.L. and Batista, U.G., 2005, Pre-harvest Calcium Sulfate Applications Affect Vase Life and Severity of Gray Mold in Cut Roses, Scientia Horticulturae, 103: 329–338.

Ichimura, K., Kawabata, Y., Kishmoto, M., Goto, R. and Yamad, K., 2002, Variation with the Cultivar in the Vase Life of Cut Rose Flowers, Bullatin National Institute of Floricultural Science, 2:9-20.

Paull, R.E. and Chantachit, T., 2001, Benzyladenine and the Vase Life of Tropical Ornamentals, Postharvest Biology and Technology, 31: 303-310.

Reid, M.S. and Dodge, L., 2000, Produce Facts–anthurium: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality, [Online], Available: www.coolforce.com/facts/Orn/anthu.html[March 21, 2009].

Serek, M. and Reid, M.S., 1993, Anti-ethylene Treatments for Potted Christmas Cactus–Efficacy of Inhibitors or Ethylene Action and Biosynthesis, HortScience, 28: 1180-1181.

Xie, L., Joyce, D.C., Irving, D.E. and Eyre, J.X., 2008, Chlorine Demand in Cut Flower Vase Solutions, Postharvest Biology and Technology, 47: 267-270.

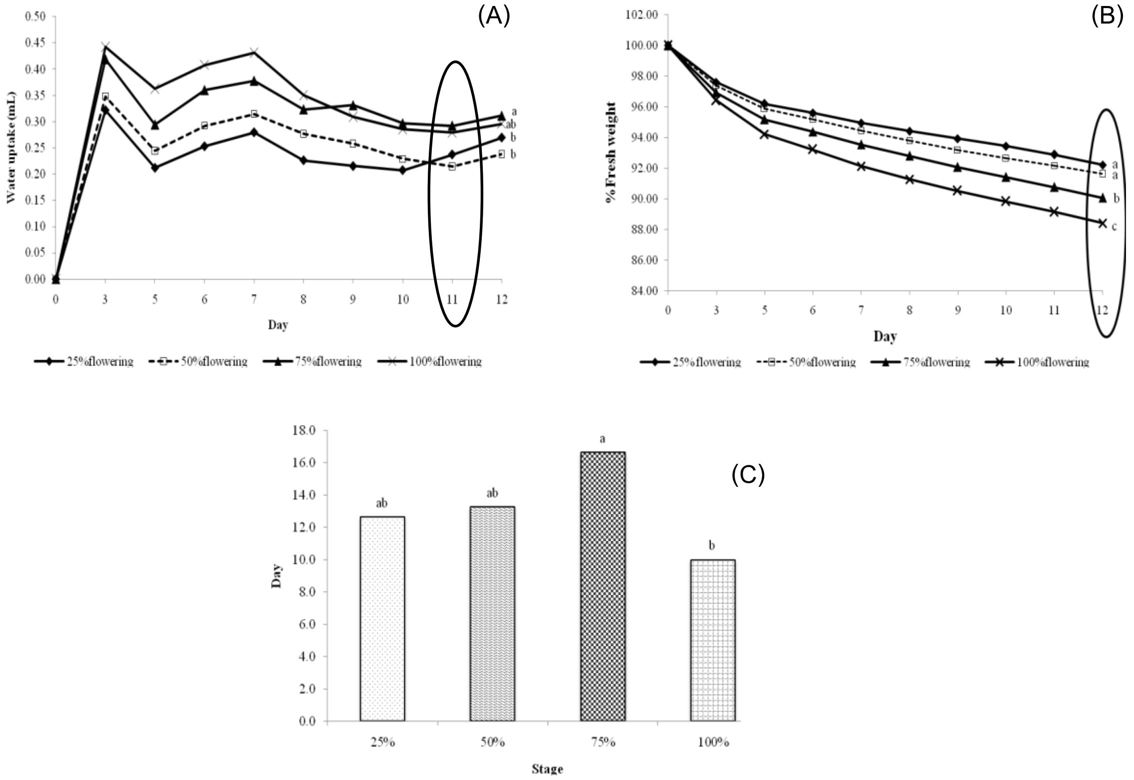


Figure 1 Effect of flowering stages on the changes A) water absorption B) fresh weight and vase life C) of anthurium (Pleaw Tean Phuket).

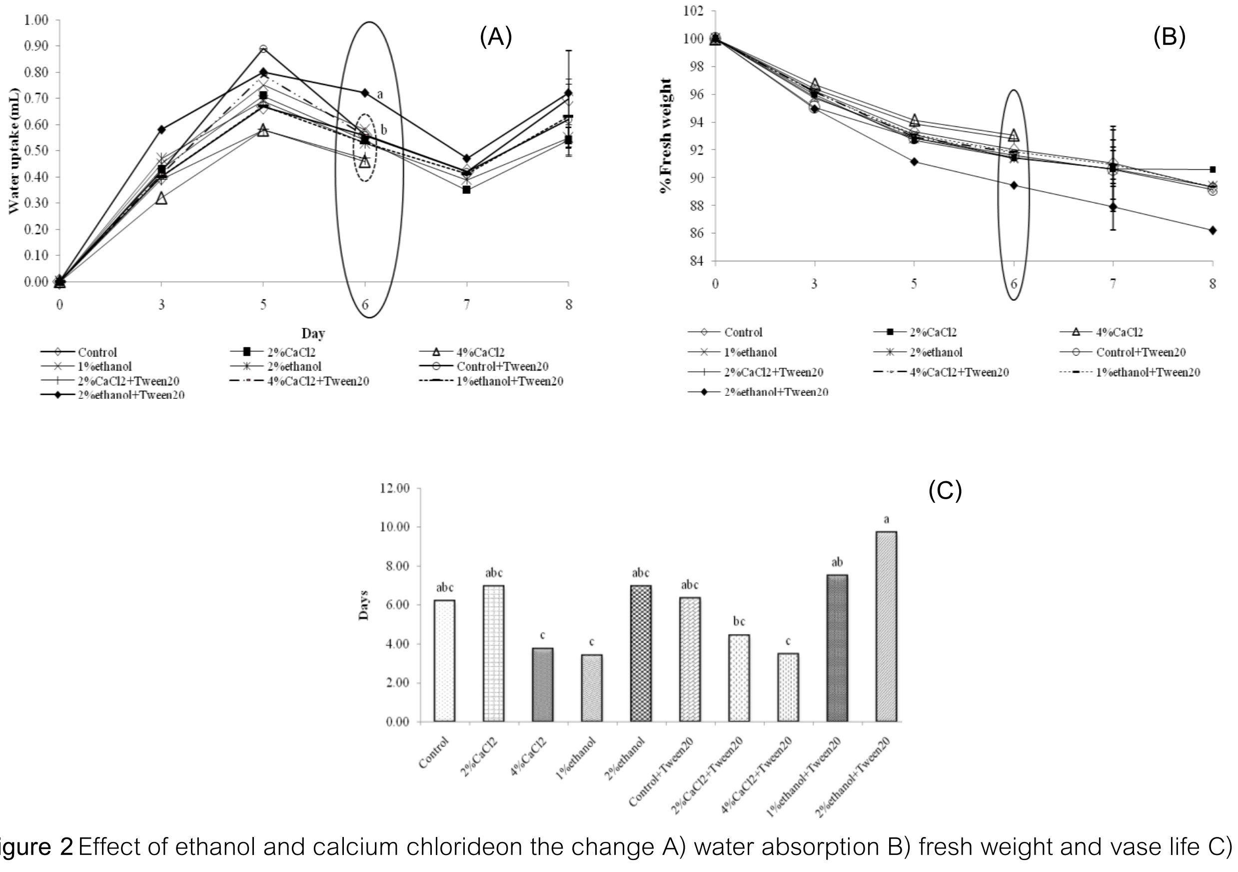


Figure 2 Effect of ethanol and calcium chlorideon the change A) water absorption B) fresh weight and vase life C) of anthurium (Pleaw Tean Phuket).

ผลของน้ำตาลซูโครสร่วมกับเอทานอลและสารลดแรงตึงผิวต่ออายุการปักแจกันของดอกหน้าวัว

Effect of Sucrose in Combination with Ethanol and Surfactant on Vase Life of Anthurium

ณัชชา ชัยพันธ์วิริยาพร[1] และ มัชฌิมา นราดิศร[1]
Chaipanwiriyaporn, N.[1] and Naradisorn, M.[1]

Abstract

Anthurium *(Anthurium andraeanum)* is becoming a popular cut flower nowadays. Vase life of cut anthurium depends on several factors such as harvesting method, ethylene production during storage, blockage of xylem vessels by microorganisms and postharvest handling. The effect of sucrose (2 and 4%) combined with 2% ethanol and 0.1% Tween-20 as a vase solution on postharvest quality and vase life of cut anthuriums cv. 'Pleaw Tien Phuket' was evaluated. Sucrose did not affect fresh weight and water uptake of cut anthuriums. The water uptake in anthuriums treated with only 2% ethanol plus 0.1% Tween-20 was significantly increased (p < 0.05) after storage for 5 days. However, the combination of 2% sucrose with 2% ethanol and 0.1% Tween-20 showed a promising result in extending vase life of cut anthuriums. Pulsing cut anthuriums with 10% sucrose and holding in Reverse Osmosis water appeared to increase vase life in comparison to holding in vase solution of 2% ethanol plus 0.1% Tween-20.

Keywords: Anthurium, sucrose, ethanol, Tween-20

บทคัดย่อ

ดอกหน้าวัว (*Anthurium andraeanum*) เป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน อายุการปักแจกันของดอกหน้าวัวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น วิธีการเก็บเกี่ยว ก๊าซเอทธิลีน การอุดตันของท่อลำเลียงน้ำซึ่งมีสาเหตุจากจุลินทรีย์ และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการยืดอายุการปักแจกันของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ตโดยใช้น้ำตาลซูโครสร่วมกับเอทานอลและสารลดแรงตึงผิว ผลการศึกษาพบว่า ดอกหน้าวัวที่ปักในสารละลายที่ประกอบด้วยเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 มีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ในวันที่ 5 ของการปักแจกัน สารละลายที่มีส่วนผสมของน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 2% เอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 มีแนวโน้มที่จะยืดอายุการปักแจกันดอกหน้าวัวได้ ดอกหน้าวัวที่ได้รับการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ร่วมกับการปักในน้ำกรอง มีอายุการปักแจกันนานขึ้น เมื่อเทียบกับการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ร่วมกับการปักในสารละลายที่มีเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 การศึกษาครั้งนี้พบว่า น้ำตาลซูโครสไม่มีผลต่อน้ำหนักสดและอัตราการดูดน้ำของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ต

คำสำคัญ: ดอกหน้าวัว เอทานอล น้ำตาลซูโครส สารลดแรงตึงผิว

คำนำ

ดอกหน้าวัว (*Anthurium andraeanum*) เป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากมีความหลากหลายของสีดอก รูปทรงดอก และมีความทนทานในการใช้งานที่ยาวนานกว่าดอกไม้หลายๆ ชนิด อย่างไรก็ตามอายุการปักแจกันของดอกหน้าวัวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น วิธีการเก็บเกี่ยว ก๊าซเอทธิลีน การอุดตันของท่อลำเลียงน้ำซึ่งมีสาเหตุจากจุลินทรีย์ และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น การใช้น้ำยาปักแจกันที่มีส่วนผสมของสารต่างๆ เช่น สารอาหาร สารลดจำนวนจุลินทรีย์ และสารลดแรงตึงผิว สามารถชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการปักแจกันของไม้ตัดดอกหลายชนิด เช่น การใช้เอทานอลเพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกคาร์เนชัน (Saltveit และ Sharaf, 1992) การใช้น้ำตาลซูโครสเพื่อยืดอายุของกุหลาบตัดดอก (Ichimura และคณะ, 1999) และการใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับแคลเซียมซัลเฟตมีแนวโน้มในการลดการเกิดโรคราสีเทาและยืดอายุของดอกกุหลาบได้เมื่อเทียบกับใช้แคลเซียมซัลเฟตอย่างเดียว (Capdeville และคณะ, 2005) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำยาปักแจกันที่มีส่วนผสมของน้ำตาลซูโครส เอทานอล และ Tween-20 ต่ออายุการปักแจกันของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ต

[1]สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุด อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100
[1]School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University, 333 Moo 1 Tasood, Muang, Chiang Rai, 57100

อุปกรณ์และวิธีการ

ดอกหน้าวัวพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ตที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นดอกหน้าวัวที่ปลูกในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย โดยคัดเลือกดอกหน้าวัวที่ระยะดอกบานร้อยละ 75 และมีขนาดและคุณภาพใกล้เคียงกัน แช่ดอกหน้าวัวในน้ำทันทีหลังตัด ห่อกลีบดอกหน้าวัวด้วยถุงพลาสติกเจาะรูเล็กน้อยก่อนการบรรจุหีบห่อและขนย้ายมาศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย

การทดลองที่ 1: ผลของน้ำตาลซูโครสร่วมกับสารลดจำนวนจุลินทรีย์และสารลดแรงตึงผิว

ปัจจัยที่ศึกษาคือ น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 2% และ 4% ร่วมกับเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 โดยปักดอกหน้าวัวในน้ำยาปักแจกันที่มีส่วนประกอบตามปัจจัยที่ศึกษา ใช้สารละลายที่มีส่วนผสมเฉพาะเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 เป็นชุดควบคุม

การทดลองที่ 2: ผลของการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสร่วมกับการปักในน้ำยาปักแจกัน

ปัจจัยที่ศึกษาคือ การทำ Pulsing ในสารละลายน้ำตาลซูโครส 10% โดยน้ำหนัก นาน 10 นาที ร่วมกับการปักแช่ในน้ำยาปักแจกัน 2 ชนิด คือ น้ำกรอง (ชุดควบคุม) และน้ำกรองที่ผสมเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 (ซึ่งเป็นชุดทดลองที่ให้ผลดีที่สุดในการทดลองที่ 1)

การประเมินคุณภาพ

ประเมินคุณภาพโดยวัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) อัตราการดูดน้ำ (มิลลิลิตร/ดอก/วัน) และการประเมินอายุการปักแจกัน ใช้วิธีของ Able และคณะ (2002) โดยการประเมิน General Appearance (GA) ในระดับคะแนน 1-9 (1 หมายถึงคุณภาพแย่ที่สุด และ 9 หมายถึง คุณภาพดีที่สุด) เมื่อดอกหน้าวัวได้รับคะแนน GA = 5.5 จะถือว่าสิ้นสุดอายุการปักแจกัน โดยการประเมิน GA นี้ จะประเมินโดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินคุณภาพในด้านต่างๆ ตามวิธีที่ปรับเปลี่ยนจากวิธีของ Paull และ Chantachit (2001) ดังนี้ การสูญเสียความมันวาวของจานดอก โดยให้ระดับคะแนนการสูญเสียความมันวาว ในระดับ 1-4 (1 = ไม่มีการสูญเสียความมันวาว, 4 = สูญเสียความมันวาว 100% และมีอาการเหี่ยวเกิดขึ้น) การเปลี่ยนสีของจานดอกเป็นสีน้ำเงินม่วง (Bluing) โดยให้คะแนนการเกิดอาการ Blueing บนจานดอก ในระดับ 1-4 (1 = ไม่มีอาการ Blueing, 4 = พื้นที่จานดอก 100% เกิดอาการ Blueing) และการชราภาพของปลี โดยประเมินจากการเกิดอาการ Necrosis และให้คะแนนในระดับ 1-5 (1 = ปลีอยู่ในสภาพปกติ ไม่มีอาการ, 5 = ปลีเกิดอาการ Necrosis มากกว่า 50%)

สถิติที่ใช้ในการประเมิน

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำการทดลองประกอบด้วย 9 ซ้ำ ต่อชุดทดลอง และ 1 ดอก ต่อซ้ำ และเลือกนำเสนอผลการทดลองซ้ำที่ดีที่สุด วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Anova (Analysis of Variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's Multiple Range Test และคำนวณอายุการปักแจกันด้วยการวิเคราะห์ค่า GA (GA = 5.5) ด้วยวิธี General Regression Equation (normally polynomial)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของน้ำตาลซูโครสร่วมกับสารลดจำนวนจุลินทรีย์และสารลดแรงตึงผิว

อัตราการดูดน้ำ ดอกหน้าวัวที่ปักในสารละลายที่ประกอบด้วยเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 (ชุดควบคุม) มีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ในวันที่ 5 ของการปักแจกัน สารละลายที่มีส่วนผสมของน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 2% เอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 มีแนวโน้มที่จะยืดอายุการปักแจกันดอกหน้าวัวได้ (Figure 1A) การเติมน้ำตาลซูโครสในน้ำยาปักแจกันมีผลทำให้อัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นในช่วงแรกๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบในปักษาสวรรค์ (Bayogan และคณะ, 2008) และดอกหน้าวัว (จินตนา และคณะ, 2551) เป็นต้น ทั้งนี้ การใช้น้ำตาลซูโครสร่วมกับสารฆ่าจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกัน จะทำให้ปากใบปิดและลดการคายน้ำของดอก นอกจากนี้ น้ำตาลซูโครสช่วยในการเพิ่มการดูดน้ำของดอกหน้าวัวให้มากขึ้นด้วย (WordPress: เทคโนโลยีการผลิตหน้าวัว (Anthurium); http://flowerslover.wordpress.com)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ดอกหน้าวัวในทุกชุดทดลองมีค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงอย่างต่อเนื่อง (Figure 1B) โดยน้ำตาลซูโครสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ต

อายุการปักแจกัน ดอกหน้าวัวปักในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2% ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกหน้าวัวได้นาน 7.4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20) ซึ่งมีอายุการปักแจกัน 7.0 วัน (Figure 1C) ทั้งนี้ น้ำตาลซูโครสอาจทำหน้าที่ใน

การชะลอการสลายตัวของสารประกอบโครงสร้างเซลล์ (Donoghue และคณะ, 2002) ลดการผลิตเอทิลีนและความไวต่อเอทิลีน (Pun และคณะ, 2005) นอกจากนี้ การเติมน้ำตาลซูโครสเป็นการเพิ่มอาหารสะสมสำหรับใช้ในกระบวนการหายใจของพืชด้วย

ผลของการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสร่วมกับการปักในน้ำยาปักแจกัน

อัตราการดูดน้ำ ดอกหน้าวัวที่ได้รับการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% และปักในน้ำกรอง มีอัตราการดูดน้ำต่ำกว่าดอกที่ปักสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Figure 2A)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด การพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ร่วมกับการปักในน้ำยาปักแจกันต่างชนิดกัน พบว่าน้ำยาปักแจกัน 2 ชนิด คือ น้ำกรอง และสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 ไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของหน้าวัวตัดดอกพันธุ์เปลวเทียนภูเก็ต (Figure 2B)

อายุการปักแจกัน ดอกหน้าวัวที่ได้รับการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ร่วมกับการปักในน้ำกรอง มีอายุการปักแจกันนานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ร่วมกับการปักในสารละลายที่มีเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 (Figure 2C) อาจกล่าวได้ว่า การพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสเป็นการเติมสารอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนการหายใจ ซึ่งเป็นวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวอีกวิธีการหนึ่งที่จะยืดอายุการปักแจกันของหน้าวัวตัดดอกได้

สรุปผล

สารละลายที่มีส่วนผสมของน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 2% เอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20 มีแนวโน้มที่จะยืดอายุการปักแจกันดอกหน้าวัวได้ ดอกหน้าวัวที่ได้รับการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ร่วมกับการปักในน้ำกรอง มีอายุการปักแจกันนานขึ้น เมื่อเทียบกับการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ร่วมกับการปักในสารละลายที่มีเอทานอลความเข้มข้น 2% และ 0.1% Tween-20

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือวิจัย และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

จินตนา จันทวงษ์ ฆริณ รุธีรยุทธ และนิรมล สันติภาพวัฒนา, 2551, การพัฒนาสูตรน้ำยายืดอายุการปักแจกันสำหรับดอกหน้าวัว. รายงานการวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีประจำปีการศึกษา 2550.

Able, A.J., Wong, L.S., Prasad, A. and O'Hare, T.J., 2002, 1-MCP is more Effective on a Floral Brassica (*Brassica Oleracea Var. Italica L.*) than a Leafy Brassica (*Brassica Rapa Var. Chinensis*), Postharvest Biology and Technology, 26: 147-155.

Bayogan, E.R.V., Jaroenkit, T. and Paull, R.E., 2008, Postharvest Life of Bird-of-Paradise Inflorescences, Postharvest Biology and Technology, 48: 259-263.

Capdeville, G.D., Maffia, L.A., Finger, F.L. and Batista, U.G., 2005, Pre-harvest Calcium Sulfate Applications Affect Vase Life and Severity of Gray Mold in Cut Roses, Scientia Horticulturae, 103: 329–338.

Donogue, E.M., Somerfield, S.D. and Heyes, J.A., 2002, Vase Solutions Containing Sucrose Result in Changes to Cell Walls of Sandersonia (*Sandersonia Aurantiaca*) Flowers, Postharvest Biology and Technology, 26:285-294.

Ichimura, K., Kojima, K. and Suto, K., 1999, Effects of the Time of Sucrose Treatment on Vase Life, Soluble Carbohydrate Concentrations and Ethylene Production in Cut Sweet Pea Flowers, Plant Growth Regulation, 28:117-122.

Paull, R.E. and Chantachit, T., 2001, Benzyladenine and the Vase Life of Tropical Ornamentals, Postharvest Biology and Technology, 31: 303-310.

Pun, U.K., Rowe, R.N., Rowarth, J.S., Barnes, M.F., Dawson, C.O. and Heyes, J.A., 1999, Influence of Ethanol on Climacteric Senescence in Five Cultivars of Carnation, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 27: 69-77.

Saltveit, M.E. and Sharaf, A.A., 1992, Ethanol Inhibits Ripening of Tomato Fruits Harvested at Various Degrees of Ripeness without Affecting Subsequent Quality, Journal of the American Society for Horticultural Science, 117: 793-798.

WordPress, 2006, เทคโนโลยีการผลิตหน้าวัว [สืบค้น], http://flowerslover.wordpress.com[27/March/09.]

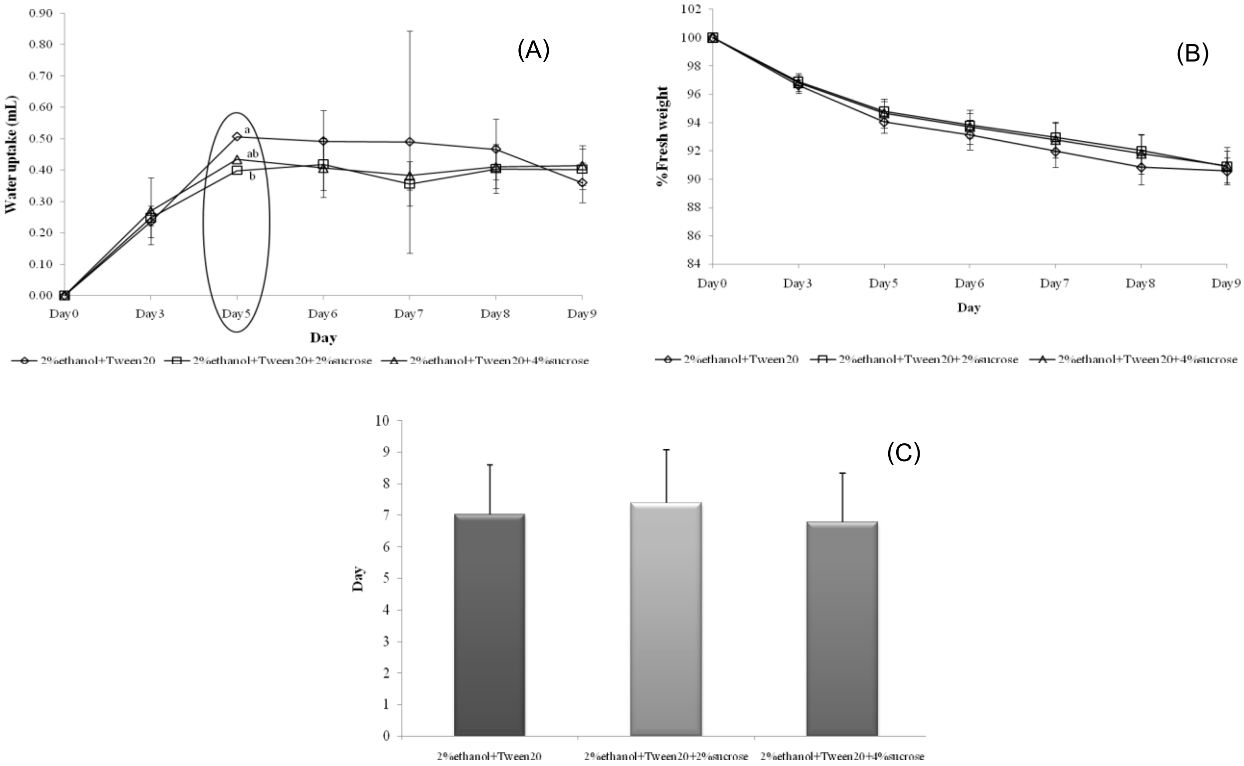


Figure 1 Effect of sucrose with ethanol and Tween20 on water absorpsion A) water absorption B) fresh weight and vase life C) of anthurium (Pleaw Tean Phuket).

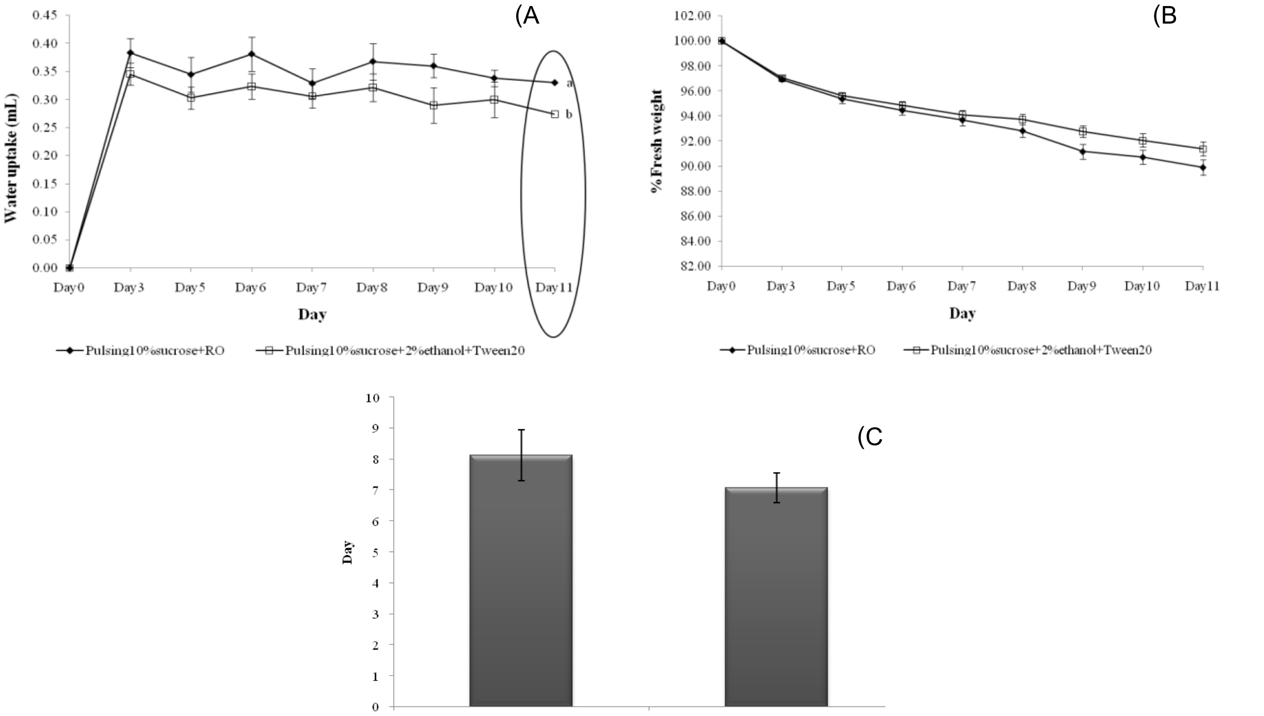


Figure 2 Effect of pulsing with sucrose and vase life solution with mixer of ethanol and Tween-20 on water absorption A) water absorption A) fresh weight B) and vase life C) of anthurium (Pleaw Tean Phuket).

ลักษณะการเจริญเติบโตของไผ่ 5 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี

Growth Performance of 5 Bamboo Varieties Plantation at Kanchanaburi Research Station

จรัล เห็นพิทักษ์[1]

Henpithaksa, C.[1]

Abstract

Growth performance of five bamboo varieties growing at Kanchanabur Research Station were studied during Jan. to Jun. 2006. The 7-month-old five bamboo varieties used in the experiment. The varieties of bamboo were Pai Tong (*Dendrocalamus asper* Backer) , Pai Ruak (*Thyrsostachys saimensis* Gamble), Pai Lu Chu (*Bambusa oldhamii* Munro), Pai Ma Chu (*Dendrocalamus latiflorus*) and Pai Mon Mu (*Gigantochloa verticuliata*). The experiment used was the completely randomized design with 3 replications. The results showed that Pai Ma Chu and Pai Ruak gave the best growth performance for shoot productions and culms utilization.

Keywords: bamboo shoot, culm, utilization, Kanchanaburi

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของไผ่ 5 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี ซึ่ง ได้แก่ ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* Backer), ไผ่รวก (*Thyrsostachys saimensis* Gamble), ไผ่ลุ่ยจู๋ (*Bambusa oldhamii* Munro), ไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) และไผ่มันหมู (*Gigantochloa verticuliata*) วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ ใช้ไผ่ที่ศึกษาทั้งหมด 45 กอ ผลการศึกษาหลังปลูก 7–12 เดือนพบว่าไผ่หมาจู๋ และไผ่รวกมีการเจริญเติบโตดีที่สุดทั้งการให้จำนวนหน่อใหม่ การเจริญด้านความสูงของลำไม้ไผ่ และขนาดของลำไม้ไผ่ลำแรกเพื่อการใช้ประโยชน์

คำสำคัญ: หน่อไผ่ ลำไผ่ การใช้ประโยชน์ กาญจนบุรี

คำนำ

ไผ่จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งเป็นพืชอเนกประสงค์ที่สามารถขึ้นได้ในส่วนต่างๆของโลกบริเวณเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่พบในเขตหนาว ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตTropical จัดได้ว่าเป็นศูนย์กลางของความหลากหลายของไผ่ (center of diversity of bamboos) แห่งหนึ่งของโลก (Dransfield และ Widjaja, 1995) ด้วยเหตุนี้ทำให้ประเทศไทยเราได้เปรียบประเทศอื่นในการที่จะนำไผ่มาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอาหาร การก่อสร้าง การเป็นพลังงานทางเลือก อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ การหัตถกรรม การอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยวเป็นต้น (จรัล และคณะ, 2548)

การตัดไม้ทำลายป่าในประเทศเป็นปัญหาที่สำคัญทำให้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ของไทยลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้าไม้ไผ่จากประเทศเพื่อนบ้านเช่น เขมร ลาว เวียดนาม พม่า เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ทำข้าวหลาม การจักสาน การทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นแนวโน้มที่เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อชนิดพันธุ์ไผ่ในประเทศที่อาจสูญพันธุ์ได้ถ้าไม่มีการอนุรักษ์หรือปลูกเพิ่มเติม

สถานีวิจัยกาญจนบุรี ได้คัดเลือกไผ่เศรษฐกิจจำนวน 5 ชนิด นำมาปลูกศึกษาลักษณะการเจริญ เติบโตและการใช้ประโยชน์จากหน่อ และลำไม้ ได้แก่ ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* Backer) ไผ่รวก (*Thyrsostachys saimensis* Gamble)ไผ่มันหมู (*Gigantochloa verticuliata*) ซึ่งเป็นไผ่ท้องถิ่นแถบอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และรวมถึงไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) และไผ่ลุ่ยจู๋ (*Bambusa oldhamii* Munro) ซึ่งเป็นไผ่จากประเทศไต้หวันที่สามารถนำส่วนต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ไผ่ตง และไผ่รวกจัดเป็นไผ่เศรษฐกิจที่สามารถใช้ประโยชน์ จากหน่อสดเป็นอาหาร และใช้ลำไม้ (culm) ในการก่อสร้าง ค้ำยัน ทำรั้ว เป็นต้น จัดเป็นไผ่เศรษฐกิจที่นิยมปลูก 10 อันดับแรก ของประเทศไทย (Pungbun, 2000) ส่วนไผ่หมาจู๋ และลุ่ยจู๋ ซึ่งนำเข้ามาปลูกทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางพบว่ามีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตหน่อสด และลำไม้เพื่อใช้ประโยชน์ดีกว่าพันธุ์อื่น (Thaiutsa, 2000) สถานีวิจัยกาญจนบุรี ได้นำพันธุ์ไผ่ทั้ง 2 ชนิดจากจังหวัดนครนายก ปลูก

---

[1]สถานีวิจัยกาญจนบุรี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.พหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร 10900

[1]Kanchanaburi Research Station, Agro-Ecological system Research and Development Institute (AERDI), Kasetsart University Bangkok 10900

ทดสอบที่ ตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิและที่ตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าสามารถเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ดี สำหรับไผ่มันหมูมีขนาดของลำไม้สูงใหญ่ หน่อมีรสชาติหวาน มีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตหน่อสดหวานเหมือนถิ่นกำเนิด ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการปลูกไผ่ในพื้นที่ภาคตะวันตกต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ไผ่จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ไผ่ตง ไผ่รวก ไผ่หมาจู๋ ไผ่ลุ่ยจู๋ และไผ่มันหมู ปลูกเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548 ใช้ต้นพันธุ์ขนาดความสูงประมาณ 80 เซนติเมตร ระยะปลูก ระหว่างต้น 4 x 4 เมตร พร้อมวางระบบการให้น้ำแบบประหยัดเพื่อให้น้ำได้ในช่วงฤดูแล้งหรือเวลาฝนทิ้งช่วง ดูแลรักษาแปลงปลูกไผ่ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุกเดือนโดยเก็บข้อมูลจำนวนหน่อแตกใหม่ ความสูงของลำไม้ไผ่ลำแรกและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไม้ ลำแรก เป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2549 ถึงเดือนมิถุนายน 2549

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยใช้ชนิดของพันธุ์ไผ่เป็นปัจจัยการทดลองมี 5 ปัจจัยทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 3 ต้น (กอ) ใช้ต้นพันธุ์ไผ่ที่ เก็บข้อมูลทั้งหมด 45 กอ

สถานที่ทำการทดลอง สถานีวิจัยกาญจนบุรี หมู่ที่ 9 ตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของไผ่ 5 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี ซึ่งได้แก่ ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* Backer), ไผ่รวก (*Thyrsostachys saimensis* Gamble), ไผ่ลุ่ยจู๋ (*Bambusa oldhamii* Munro), ไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) และไผ่มันหมู (*Gigantochloa verticuliata*) ได้ผลการศึกษาดังนี้

การเจริญเติบโตด้านการแตกหน่อใหม่

การเจริญเติบโตด้านการให้หน่อใหม่ในช่วง 7 ถึง12 เดือนแรกพบว่าไผ่รวกมีการเจริญเติบโตในการให้หน่อใหม่สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับไผ่อีก 4 ชนิด ที่ทำการศึกษา โดยไผ่รวกจะให้หน่อใหม่เฉลี่ยต่อกอตั้งแต่เดือนที่ 7 หลังปลูกจนถึงเดือนที่ 12 หลังปลูก เท่ากับ 3.66, 3.77, 3.88, 4.88, 7.55 และ 9.66 หน่อ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยการให้หน่อใหม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ไผ่ที่ศึกษาอีก 4 ชนิด สำหรับพันธุ์ไผ่ที่ให้จำนวนหน่อใหม่รองลงไปได้แก่ ไผ่มันหมู ไผ่หมาจู๋ ไผ่ลุ่ยจู๋ และไผ่ตงตามลำดับ (Figure 1)

การเจริญเติบโตด้านความสูงของลำไผ่

การเจริญเติบโตด้านความสูงของลำไผ่ลำแรกหลังปลูกพบว่าไผ่รวกมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยในช่วง 7 ถึง 12 เดือนแรกหลังปลูกสูงที่สุดเท่ากับ 123.60, 288.44, 295.33, 298.10, 302.55 และ 307.21 เซนติเมตรตามลำดับ โดยในช่วง 7 ถึง 8เดือนแรกหลังปลูกไผ่รวกจะมีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยสูงสุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับไผ่ชนิดอื่น ๆ หลังปลูกได้ 9 เดือนเป็นต้นไปพบว่าไผ่หมาจู๋และไผ่มันหมูมีการเจริญเติบโตด้านความสูงของลำไผ่ลำแรกใกล้เคียงกับไผ่รวก ส่วนไผ่ลุ่ยจู๋และไผ่ตงจะมีการเจริญเติบโต ด้านความสูงของลำไผ่ลำแรกน้อยที่สุดตามลำดับ (Figure 2)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไผ่

การศึกษาการเจริญเติบโตการขยายขนาดของลำไผ่ลำแรกพบว่า ไผ่หมาจู๋มีการเจริญเติบโตและขยายขนาดของลำไผ่ในช่วง 7 ถึง 12 เดือนแรกหลังปลูกเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 23.26, 23.55, 24.83, 25.25, 25.61 และ 25.64 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไผ่พันธุ์หมาจู๋มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไผ่ชนิดอื่น ๆ ที่ศึกษา สอดคล้องกับรายงานที่ว่าไผ่หมาจู๋ซึ่งนำเข้าจากประเทศไต้หวันสามารถเจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย (Thaiutsa, 2000) พันธุ์ไผ่ที่มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไผ่รองลงมาได้แก่ ไผ่รวก ไผ่มันหมู ไผ่ลุ่ยจู๋ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ไผ่ที่มีการเจริญเติบโตและขยายขนาดของลำไผ่ลำแรกน้อยที่สุดได้แก่ไผ่ตง (Figure 3)

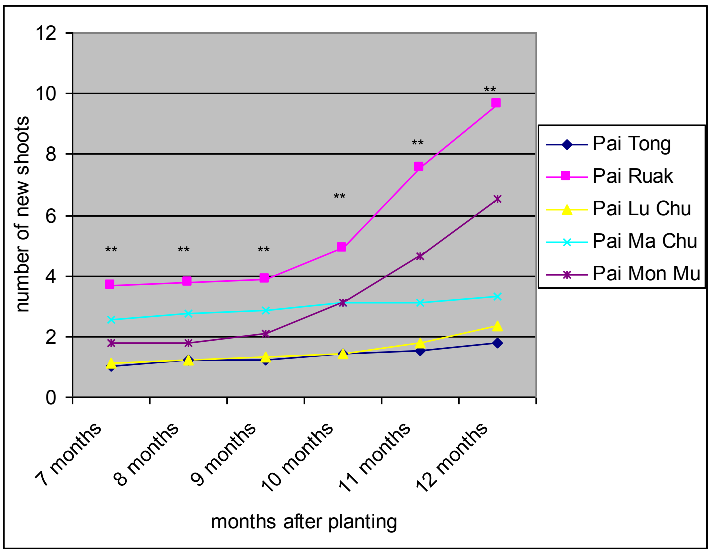


Figure 1 Number of new shoots of 5 bamboo varieties planted at Kanchanaburi research station.

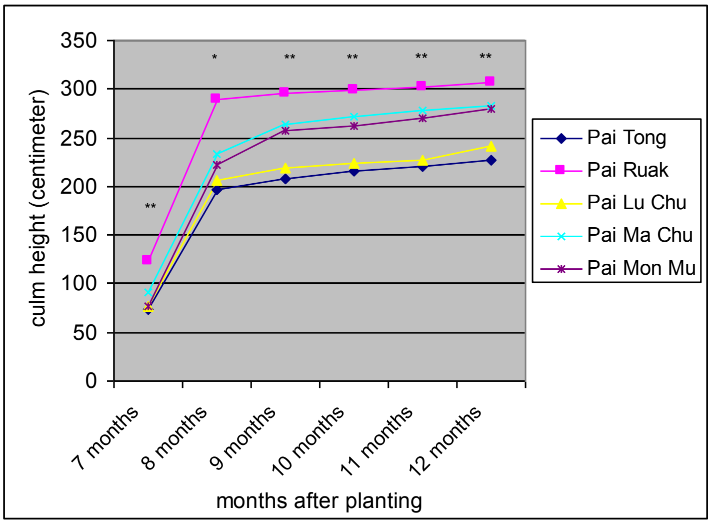


Figure 2 Culm height of 5 bamboo varieties planted at Kanchanaburi research station.

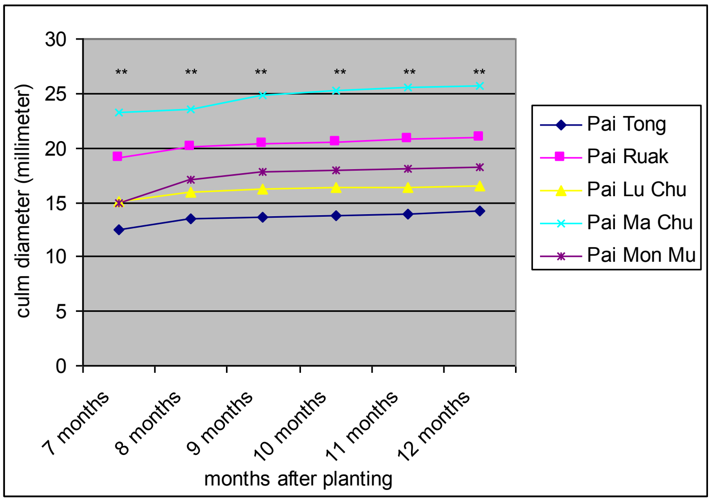


Figure 3 Culm Diameter of 5 bamboo varieties planted at Kanchanaburi research station.

สรุปผล

ลักษณะการเจริญเติบโตของไผ่ทั้ง 5 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี ซึ่งมีสภาพของดินค่อนข้างเป็นด่าง สภาพอากาศแห้งแล้ง ปริมาณฝนน้อยและฝนทิ้งช่วงยาวนาน พบว่าไผ่ทั้ง 5 ชนิด สามารถเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดี ในช่วงระยะเวลาอายุ 1 ปีแรกหลังปลูกพบว่าไผ่รวกซึ่งเป็นไผ่ในพื้นที่พบได้ทั่วไปในจังหวัดกาญจนบุรี สามารถเจริญเติบโตให้หน่อใหม่ และลำไม้ได้ดีมากถ้ามีการจัดการเรื่องระบบการให้น้ำและการดูแลรักษาที่ดี ในขณะที่ไผ่หมาจู๋ซึ่งเป็นไผ่นำเข้าจากประเทศไต้หวันสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการเช่นเดียวกับไผ่ตงของบ้านเราพบว่าเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Thaiutsa (2000) ที่ว่าไผ่หมาจู๋มีแนวโน้มการเจริญเติบโตได้ดี ในการนำมาทดลองปลูกในพื้นที่สูงแถบภาคเหนือของประเทศไทย แสดงว่าไผ่หมาจู๋สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลายของประเทศไทยได้ดี

สำหรับไผ่มันหมูซึ่งเป็นไผ่อีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นไผ่พื้นเมืองที่ขึ้นอยู่แถบภูเขาหินในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี หน่อมีรสหวานใช้รับประทานเป็นหน่อไม้สด ลำไม้ไผ่มีขนาดใหญ่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ทั้งงานก่อสร้าง งานจักสาน เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าไผ่มันหมูสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี น่าจะเป็นไผ่อีกชนิดหนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จรัล เห็นพิทักษ์ นวลปรางค์ ไชยตะขบ และบุญร่วม จันทร์ชื่น, 2548, การขยายพันธุ์ไผ่พันธุ์หมาจู๋และพันธุ์ลุ่ยจู๋ โดยการตัดชำลำ, รายงานความก้าวหน้าการดำเนินงานโครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. เรื่อง การวิจัยและพัฒนาการปลูกไผ่เพื่อการผลิตหน่อไม้และการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ, หน้า 13-21.

Thaiutsa, B., 2000, Bamboo Plantations of the Royal Project, Proceedings of the International Symposium by Royal Project Foundation, August 2-4,2000, Chiangmai, Thailand, p.1-5.

Dransfield, S. and Widjaja, E.A., 1995, Plant Resources of South-East Asia No.7: Bamboo, Backhuys Publishers, Netherlands, 189 p.

Pungbun, P.N.A., 2000, Bamboo Resources and Utilization in Thailand, Proceedings of the International Symposium by Royal Project Foundation, August 2-4, 2000, Chiangmai, Thailand, p.6-12.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรด

The Design and Development of Infrared Roaster for Cashew Kernels

อภินันท์ วัลภา[1] ศุภกิตต์ สายสุนทร[2] พฤกษา สวาทสุข[1] และ โศรดา วัลภา[3]

Wanlapa, A.[1], Sayasoonthorn, S.[2], Sawaedsuk, P.[1] and Wanlapa, S.[3]

Abstract

The objective of this research was to design, fabricate and evaluate the infrared roaster for roasting cashew kernels. The machine comprised 1) a double-walled roasting chamber with some insulation in between that could be adjusted the angle to unload the roasted products 2) a horizontal perforated drum mounted inside the roasting chamber and can be adjusted its rotational speed 3) four infrared tubes (700 W) installed around the wall inside of roasting chamber 4) a motor used for rotating the screen 5) a control panel. The fabricated machine was evaluated by varying 5 levels of drum rotational speed: 5, 6, 8, 10 and 15 rpm, 3 levels of roasting temperature: 140, 150 and 160 degree Celsius and roasting time to investigate the optimal roasting time of cashew kernels at various roasting temperature. The infrared roaster could be used for roasting cashew kernel without the breakage at rotating speed of 6 rpm. The roasted cashew kernels had uniform color and totally cooked. The maximum capacity of the infrared roaster was 1 kg/ batch. The optimal roasting time was dependent on roasting temperature; 25, 20 and 15 min at the roasting temperature of 140, 150 and 160, respectively.

Keywords: roaster, cashew kernels, infrared

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรด เครื่องประกอบด้วย 1) ห้องคั่ว มีผนังสองชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อน สามารถปรับตั้งมุม เพื่อใช้ในการเทผลิตภัณฑ์หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการคั่ว 2) ตะแกรงทรงกระบอกติดตั้งภายในห้องคั่วและสามารถปรับตั้งความเร็วรอบในการหมุน 3) หลอดอินฟราเรดขนาด 700 วัตต์ จำนวน 4 หลอด ติดตั้งอยู่บริเวณผนังด้านในของห้องคั่ว 4) ชุดส่งกำลังเพื่อใช้ในการหมุนตะแกรงทรงกระบอก และ 5) แผงควบคุม ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องโดยปรับความเร็วรอบการหมุนของห้องคั่ว 5 ระดับที่ 5 6 8 10 และ 15 รอบ/นาที การปรับอุณหภูมิที่ใช้คั่วเมล็ด 3 ระดับที่ 140 150 และ 160 องศาเซลเซียส และ หาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่วที่อุณหภูมิต่างๆ จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องสามารถใช้ในการคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ได้โดยไม่ทำให้เกิดการแตกหักที่ความเร็วรอบในการหมุนของห้องคั่ว 6 รอบ/นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีสม่ำเสมอและสุกอย่างทั่วถึง กำลังการผลิตสูงสุด คือ 1 กก./กะ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยเครื่องคั่วอินฟราเรดจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการคั่ว โดยพบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่วที่อุณหภูมิ 140 150 และ 160 องศาเซลเซียส คือ 25 20 และ 15 นาที ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องคั่ว มะม่วงหิมพานต์ อินฟราเรด

คำนำ

มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชประเภทถั่วเปลือกแข็งที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั่วโลก เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการ มีกลิ่นและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว กระบวนการแปรรูปเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในปัจจุบันนิยมใช้วิธีการเผา/คั่วแบบดั้งเดิม โดยเริ่มต้นจากการนำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ดิบแช่น้ำ ตากแห้ง เผาเมล็ดดิบ กะเทาะเปลือก คั่วทรายหยาบ ทิ้งให้เย็น แกะเปลือกหุ้มเมล็ด และบรรจุถุง (ซาฟีนี และคณะ, 2552) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ยุ่งยากและใช้เวลานาน จึงมีนักวิจัยหลายท่าน

---

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก คลองหก ธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[1]Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 39 Muh 1 Rangsit –Nakhonnayok Rd. Thanyaburi, Pathum thani, 12110

[2]ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.พหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพ 10900

[2]Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 50 Phahon Yothin Rd, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

[3]ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 เทคโนธานี คลองห้า คลองหลวง ปทุมธานี 12120

[3]Food Technology Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 35 Mu 3 , Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120

ที่หาแนวทางในการแปรรูปเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยวิธีการอื่น เช่น ธนิต และคณะ (2542) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งแบบถาดหมุน พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ คือ ที่อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบแห้ง 90 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งมีคุณภาพดี เวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้อย มีค่าเท่ากับ 260 บาท ต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย หรือ 26.13 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดในมะม่วงหิมพานต์ มีนักวิจัยจำนวนมาก ได้นำอินฟราเรดไปใช้ร่วมกับกระบวนการอบแห้งแบบอื่น (กิตติศักดิ์ และคณะ, 2546; ศรีมา และคณะ, 2547; นเรศ และคณะ, 2546) ซึ่งพบว่า การอบแห้งด้วยอินฟราเรดมีข้อดีหลายประการ คือ มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูง ลดระยะเวลาการอบแห้ง ประหยัดพลังงาน ควบคุมอุณหภูมิได้แม่นยำ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการนำรังสีอินฟราเรดมาใช้ในการคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งต้องใช้ระดับอุณหภูมิสูงเกินกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี และกลิ่นรสของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เช่นเดียวกับการคั่วโดยใช้ตู้อบ ในการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบและพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรดและทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องที่ได้พัฒนาขึ้น

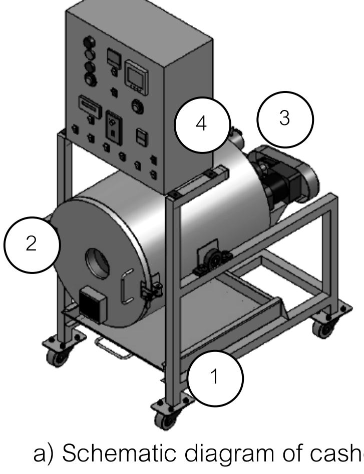
อุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรด มีขั้นตอนดำเนินการได้แก่ การออกแบบ สร้าง และทดสอบ โดยมีแนวคิดในการออกแบบให้เครื่องเป็นมิตรกับผู้ใช้ ง่ายต่อการบำรุงรักษา และประหยัดพลังงาน วิธีการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมสำหรับเครื่องคั่ว ประกอบด้วย การทดสอบคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ครั้งละ 1 กิโลกรัม โดย 1) การปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของห้องคั่ว 5 ระดับที่ 5, 6, 8, 10 และ 15 รอบ/นาที 2) อุณหภูมิที่ใช้คั่วเมล็ด 3 ระดับที่ 140, 150, 160 องศาเซลเซียส และ 3) ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการคั่ว

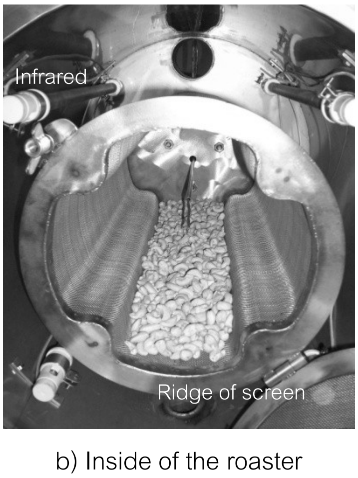
ผลการทดลอง

เครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรด

เครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรด (Figure 1a) ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักดังนี้ 1) โครงเครื่อง 2) ห้องคั่วรูปทรงกระบอกวางในแนวระดับ ฝาปิดห้องคั่วติดตั้งพัดลมขนาด 20 วัตต์ เพื่อช่วยระบายอากาศภายในห้องคั่ว ภายในห้องคั่วประกอบด้วย ตะแกรงสแตนเลสเลสขนาด 18 เมช ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม.x 50 ซม. ผนังตะแกรงเป็นลอนโค้ง 4 ตำแหน่งที่ 1, 5, 7 และ 10 นาฬิกา (Figure 1b) ตะแกรงจะทำหน้าที่หมุนอยู่ภายในห้องคั่ว เพื่อช่วยให้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีการพลิกตัวได้รับความร้อนจากรังสีอินฟาเรดอย่างทั่วถึง และไม่เกิดการแตกหักในขณะพลิกตัว ห้องคั่วถูกให้ความร้อนโดยหลอดอินฟราเรด ขนาด 700 วัตต์ จำนวน 4 หลอด ซึ่งวางอยู่ล้อมรอบตะแกรง วัดและควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลชนิด T 3) มอเตอร์ต้นกำลัง และชุดยกห้องคั่ว ทำหน้าที่หมุนตะแกรงคั่ว และยกห้องคั่วเพื่อเทเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการคั่วแล้วลงสู่ถาดรองรับใต้เครื่อง และ 4) ชุดควบคุม เครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีลักษณะการทำงานเป็นงวด กำลังการผลิตครั้งละ 1 กก.



a) Schematic diagram of cashew kernels



b) Inside of the roaster

Figure 1 Components of the infrared roaster for cashew kernels.

สภาวะการทำงานที่เหมาะสม

ผลการทดสอบความเร็วรอบที่เหมาะสมแสดงใน Table 1 พบว่า ที่ความเร็ว 5 รอบ/นาที เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เกิดการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ พลิกตัวไม่สม่ำเสมอ และไม่พบความเสียหาย เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็น 6 รอบ/นาที เมล็ดยังเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ แต่มีการพลิกตัวอย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่ ที่ความเร็ว 8 รอบ/นาที เกิดการพลิกตัวอย่างสม่ำเสมอ เคลื่อนตัวเร็วขึ้น ไม่พบร่องรอยความเสียหาย เมื่อเพิ่มความเร็วรอบสูงขึ้นเป็น 10 และ 15 รอบ/นาที พบว่า เมล็ดเคลื่อนตัวเร็วขึ้นจนเกิดการโยนตัวของเมล็ด และเมล็ดเริ่มเกิดความเสียหายที่ผิว ความเร็วรอบของตะแกรงที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 6 รอบ/นาที

Table 1 Moving behavior of cashew kernels at various rotational speeds.

Speeds of screen (rpm)	Cashew kernels behavior
5	some part turn upside-down, slow moving, undamaged
6	turn upside-down, slow moving, undamaged
8	turn upside-down, fast moving, undamaged
10	immediately turn upside-down, jump moving, little bit damaged at cashew surface
15	jump moving, little bit damaged at cashew surface, peel off

จากการศึกษาผลของการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องคั่ว 3 ระดับ ได้แก่ 140, 150 และ 160 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเร็วรอบของตะแกรงที่เหมาะสม (6 รอบ/นาที) ทำการคั่วและเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบดูลักษณะภายนอกและรสชาติทุกๆ 5 นาที จนกระทั่งเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สุก ผลการตรวจสอบลักษณะสัมผัสของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เปลี่ยนแปลงพบว่าในแต่ละระดับอุณหภูมิจะมีคะแนนการยอมรับสูงสุดจากผู้ทดสอบชิมที่เวลาการคั่วที่แตกต่างกัน ดังที่ได้แสดงอยู่ใน Table 2 โดยที่ระดับอุณหภูมิสูงขึ้นระยะเวลาเหมาะสมที่ใช้คั่วจะลดลง

Table 2 Characteristic of cashew kernels at different temperature.

Temperature (°C)	Time (minute)	Characteristic of cashew kernels
140	25	uniform color, cooked
150	20	uniform color, cooked
160	15	uniform color, cooked

Figure 2 Characteristic of cashew kernels obtained from optimum conditions.

วิจารณ์ผล

ความเร็วรอบของตะแกรง

จากการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของตะแกรง พบว่า ความเร็วรอบของตะแกรงแปรผันตรงกับพฤติกรรมการพลิกตัว การเคลื่อนตัวของเมล็ดภายในตะแกรง และความเสียหายของเมล็ด กล่าวคือ เมื่อตะแกรงหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำจะทำให้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เกิดการพลิกตัวไม่สม่ำเสมอ มีการเคลื่อนตัวของเมล็ดอย่างช้าๆ เมื่อความเร็วรอบเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกิดการพลิกตัวดีขึ้น เมล็ดเคลื่อนตัวเร็วขึ้น และยังไม่พบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ แต่ถ้าความเร็วรอบ

สูงเกินไปจะทำให้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เกิดการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว และเกิดการโยนตัวกระแทกกับตะแกรง จนเมล็ดเกิดความเสียหาย จากการกะเทาะ มีลักษณะเป็นผงฝุ่นร่วงลงมา

อุณหภูมิและเวลาในการคั่ว

อุณหภูมิและเวลาในการคั่วส่งผลต่อลักษณะของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Figure 2) กล่าวคือ ที่อุณหภูมิสูง จะทำให้เมล็ดสุก อย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาเพียงไม่นาน ในขณะที่อุณหภูมิต่ำ ต้องใช้เวลาในการคั่วนานกว่า ที่จะทำให้เมล็ดสุกได้อย่างทั่วถึง และสีของเมล็ดมีความสม่ำเสมอ อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการคั่วของแต่ละอุณหภูมิจึงมีความแตกต่างกันออกไป โดยที่ระดับอุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่ว 25 นาที ที่ระดับอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่ว 20 นาที และที่ระดับอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่ว 15 นาที ตามลำดับ

สรุปผล

งานวิจัยนี้เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยรังสีอินฟราเรด ซึ่งประกอบด้วย 1) โครงเครื่อง 2) ห้องคั่วรูปทรงกระบอก 3) มอเตอร์ต้นกำลัง และชุดยกห้องคั่ว และ 4) ชุดควบคุม เครื่องคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีกำลังการผลิตครั้งละ 1 กก. มีลักษณะการทำงานเป็นงวด จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องคั่วเมล็ดหิมพานต์สามารถใช้งานสำหรับการคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ได้ โดยมีสภาวะการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการคั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ คือ ความเร็วตะแกรง 6 รอบ/นาที อุณหภูมิตั้งแต่ช่วง 140-160 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ได้ไม่แตกหักเสียหาย มีสีสม่ำเสมอ และสุกอย่างทั่วถึง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ วิธินันทกิตต์ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และอดิศักดิ์ นาถกรณกุล, 2546, เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนร่วมกับอินฟราเรด, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4, 13-14 มีนาคม 2546, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 230-241.

ซาฟีนี ลาเต๊ะ ซามีเราะห์ หะยีมะสาอิ ซูฮายนงค์ อาแว ณัฐพงษ์ ปานนิน ดวิน สุไลมาน ธีรยุทธ จอมงาม บุษรา ซ่อมณี มายือนิง อิสอ วรุณวรรณ ศิลามาศ สัญญา แพทย์จะเกร็ง และสุริยา โกสุธรรม, 2552, กว่าจะเป็นเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ : กรณีศึกษาชุมชนปะการอ ตำบลสะบารัง อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี, วารสารวิทยบริการ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 30(1): ม.ค.-เม.ย., หน้า 30-37.

ธนิต สวัสดิ์เสรี สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ อดิศักดิ์ นาถกรณกุล และเปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์, 2542, การอบแห้งเมล็ดในมะม่วงหิมพานต์ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดหมุน, วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.), 33: 159-169.

นเรศ มีโส อดิศักดิ์ นาถกรณกุล ฐานิตย์ เมธิยานนท์ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2546, การศึกษาการแผ่รังสีอินฟราเรดหลังการอบแห้งข้าวเปลือกแบบฟลูอิไดซ์เบด, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4, 13-14 มีนาคม 2546, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 242-254.

ศรีมา แจ้คำ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และอดิศักดิ์ นาถกรณกุล, 2547, การอบแห้งผลไม้และสมุนไพรโดยใช้ปั๊มความร้อนร่วมกับอินฟราเรดไกล, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5, 26-27 เมษายน 2547, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, หน้า 22-28.

การผลิต การตลาดและการวิจัยวานิลลาในประเทศไทย

Producing, Marketing and Research of Vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) in Thailand

สิริพร สีแดง[1] ธิติมา วงษ์ชีรี[2] สุเมธ ท่านเจริญ[3] วันเพ็ญ วรวงศ์พงศา[4] และ ชนะ พรหมทอง[5]

Sidang, S.[1], Wongsheree, T.[2], Tanchareon, S.[3], Worawongspongsa, W.[4] and Promtong, C.[5]

Abstract

The status of vanilla production, consumer's demands and research works in Thailand were study in crop season 2008-2009. The results showed that mostly of vanilla plantation areas are located in government sector in Northern area of Thailand. The total of plantation areas is 8,496 m^2, where producing areas are about 41% of total plantation areas. The average yield of fresh bean production is about 257 kg/year while yield of cured bean is about 51.4 kg/year. The interview results of the 94 vanilla users in Bangkok showed almost of them are the hotels (4-5 star) and bakeries of premium level. The total demand of cured bean is 530 kg/year while the estimate of vanilla import quantity is about 490 kg/year. Ten years of vanilla import and export data (1998-2008) by the Customs Department of Thailand, reported that the total of cured bean imported and exported were about 2,997 kg and 6,940 kg with the estimated values of 4.34 million baht and 0.40 million baht, respectively. Mostly of vanilla research documents were cultivation technologies included 33 issues, but it was not correspondence with the producer requirements that interested in pest management and marketing researches.

Keywords: vanilla plantation areas, vanilla production, vanilla import and export

บทคัดย่อ

การศึกษาสถานภาพการผลิตวานิลลา ความต้องการใช้ของผู้บริโภคและข้อมูลการวิจัยในประเทศไทย ในฤดูการผลิตปี 2551-2552 พบว่าพื้นที่ปลูกวานิลลาส่วนใหญ่อยู่ในหน่วยงานของรัฐในภาคเหนือ โดยมีพื้นที่ปลูกรวม 8,496 ตรม. เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้วประมาณ 41% ให้น้ำหนักฝักสดประมาณ 257 กก.ต่อปี หลังจากบ่มฝักมีน้ำหนักคงเหลือ 51.4 กก.ต่อปี ผลการสำรวจปริมาณการใช้และความคิดเห็นของผู้ใช้วานิลลาในเขตกรุงเทพฯ 94 ราย พบว่าส่วนใหญ่เป็นโรงแรมระดับ 4-5 ดาว หรือร้านเบเกอรี่ ระดับพรีเมี่ยม โดยมีปริมาณการใช้และการนำเข้าฝักวานิลลาจากต่างประเทศรวม 530 กก.ต่อปี และ 490 กก.ต่อปี ตามลำดับ ในระหว่างปี 2542-2551 ข้อมูลกรมศุลกากร ระบุว่า ประเทศไทยมีปริมาณการนำเข้าและส่งออกฝักวานิลลา รวม 2,997 กก. และ 6,940 กก. ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 4.34 ล้านบาท และ 0.40 ล้านบาท ตามลำดับ โดยงานวิจัยเกี่ยวกับวานิลลาเกือบทั้งหมดเป็นเทคโนโลยีการเพาะปลูก รวม 33 เรื่อง ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของผู้ปลูกวานิลลาที่ต้องการงานวิจัยทางด้านการจัดการศัตรูพืชและการวิจัยตลาด

คำสำคัญ: พื้นที่ปลูกวานิลลา ปริมาณผลผลิตวานิลลา การนำเข้า-ส่งออกวานิลลา

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม.10140

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University Thonburi, Bangmod Toongkru, Bangkok, 10140

[2]สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม.10140

[2]Institute for Scientific and Technological Research and Service (ISTRS), King Mongkut's University Thonburi, Bangmod Toongkru, Bangkok, 10140.

[3]สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม.10150

[3]Pilot Plant Development and Training Institute (PDTI), King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thakam Bangkhuntiun, Bangkok, 10150

[4]คณะศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม.10140

[4]Faculty of Social Sciences and Humanities, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod Toongkru, Bangkok, 10140

[5]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[5]Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Pathum Thani 12120

คำนำ

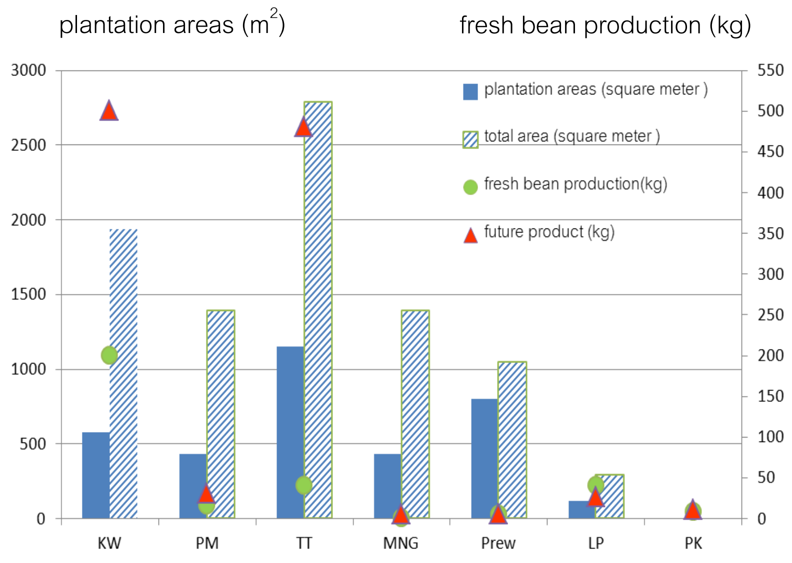
วานิลลาเป็นพืชไม้เลื้อยในวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae) มีถิ่นกำเนิดในประเทศเม็กซิโก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Vanilla fragans* (Salish) Ames. ใช้ประโยชน์โดยนำฝักมาผ่านการบ่มให้เกิดกลิ่นหอม ถูกจัดเป็นเครื่องเทศที่ใช้ในการปรุงแต่งกลิ่น ในอาหาร เครื่องดื่ม และไอศกรีม ที่นิยมทั่วโลก โดยมีมูลค่าต่อหน่วยสูงเป็นอันดับสองของโลกรองจากหญ้าฝรั่น (saffron) ประเทศที่มีการปลูกเชิงการค้ามาก ได้แก่ มาดากัสการ์ และอินโดนีเซีย (Waliszewski และคณะ, 2007) เพื่อส่งออกไปยังประเทศต่างๆ แถบยุโรปและอเมริกา (Odoux, 2003; Frenkel และ Faith, 2008) พืชชนิดนี้ สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีเฉพาะบางพื้นที่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล แตกต่างกันก็สามารถปลูกวานิลาและเจริญเติบโตได้ดีเช่นเดียวกัน (Kandiannan และ Dinesh, 2008) ซึ่งประเทศไทยมีที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกวานิลลา จึงนำต้นวานิลลาเข้ามาทดสอบปลูก ซึ่งพบว่าเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี จึงทำให้หน่วยงานของภาครัฐขยายพื้นที่ปลูกและส่งเสริมให้กับเกษตรกร รวมทั้งมีการเริ่มมีการปลูกในบริษัทเอกชน แต่ยังไม่มีการรวบรวมพื้นที่การปลูก ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของฝักวานิลลาที่ได้รับ ว่าสอดคล้องกับความต้องการใช้ของผู้บริโภคภายในประเทศหรือไม่ นอกจากนั้นวานิลลาเป็นพืชอุตสาหกรรมใหม่ จึงควรมีการสำรวจความต้องการงานวิจัยของภาคการผลิต และรวบรวมข้อมูลการวิจัยภายในประเทศ เพื่อนำมาสนับสนุนและพัฒนาการเพาะปลูกวานิลลาของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สำรวจและสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structure interview) โดยเลือกผู้ให้ข้อมูลโดยการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) และทำการสัมภาษณ์ผู้ผลิต และผู้บริโภควานิลลา โดยสร้างแบบสอบถาม และสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้ผลิต คือ หน่วยงานวิจัยของรัฐ จำนวน 8 แห่ง ศูนย์วิจัยพืชสวนพลิ้ว จ.จันทบุรี ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ในพื้นที่ จ. เชียงใหม่ คือ ศูนย์ฯ ขุนวาง ศูนย์ฯ ป่าเมี่ยง ศูนย์ฯตีนตก ศูนย์ฯม่อนเงาะ โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตกล้วยไม้เชิงอุตสาหกรรม ในพระดำริ สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี จ. ลำพูน และวัดโป่งคำ จ.น่าน และผู้ใช้วานิลลา คือ โรงแรม (ระดับ 5 ดาวในกรุงเทพและแหล่งท่องเที่ยวหลักจากกระทรวงการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย) จำนวน 67 ราย ร้านเบเกอรี่ จำนวน 13 ราย บริษัทไอศกรีม จำนวน 9 ราย ซึ่งมีทุนจดทะเบียน บริษัทยาจากสมาคมผู้ขายยา จำนวน 96 ราย บริษัทผู้นำเข้าและส่งออกเครื่องเทศจากกรมการค้า กระทรวงพาณิช จำนวน 4 รายและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลทางสถิติที่หน่วยงานราชการ ได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรมเศรษฐกิจการเกษตร และกรมศุลกากร วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007

ผลการทดลอง

สถานภาพการผลิตวานิลลาในประเทศไทย พบว่า พื้นที่ที่มีการผลิตวานิลลาเพื่อเป็นการค้าโดยส่วนใหญ่อยู่ในหน่วยงานของรัฐ ได้แก่ ศูนย์วิจัยต่างๆ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวง รวมทั้งสิ้น 7 แห่ง (Figure 1) ซึ่งในฤดูกาลเพาะปลูก 2551/2552 มีพื้นที่ปลูกรวม 8,496 ตร.ม. เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว คิดเป็น 41% ของพื้นที่ทั้งหมดโดยที่ศูนย์ตีนตกมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดแต่ผลผลิตยังมีน้อยเพียง 40 กก. เนื่องจากย้ายแปลงปลูกและเริ่มปักชำใหม่ ซึ่งพื้นที่ที่สำรวจส่วนใหญ่ให้ผลผลิตในปีแรก ซึ่งมีผลผลิตต่อต้นประมาณ 4.01 กก. ให้ผลผลิตสดรวม 309.5 กก. แบ่งเป็นเกรด Extra (ความยาวฝัก >20 ซม.) 3.6 กิโลกรัม เกรด A (15-20 ซม.) 69 กิโลกรัม เกรด B (13-15 ซม.) 179 กิโลกรัม เกรด C (13-10 ซม.) 16.83 กิโลกรัม และตกเกรด (ฝักแตก) 39.74 กิโลกรัม เมื่อนำมาผ่านการบ่ม มีน้ำหนักคงเหลือ 61.9 กก. คาดว่าในฤดูการผลิต 2552/2553 จะให้ผลผลิตฝักสดเพิ่มขึ้นเป็น 1,030 กิโลกรัม ส่วนหน่วยงานเอกชน ที่เริ่มทดลองปลูกแต่ยังไม่ได้รับผลผลิต ได้แก่ บริษัทบางกอกกรีน จ. นครราชสีมา และไร่กำนันจุล จ. เพชรบูรณ์ ซึ่งในส่วนเอกชนไม่ได้ให้สัมภาษณ์ ในปัจจุบันหน่วยงานของรัฐบางพื้นที่ ได้เริ่มต้นส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกวานิลลา โดยพันธุ์ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์แพลนนิโฟเลีย และเพิ่งเริ่มให้ผลผลิตเป็นครั้งแรก โดยมีลักษณะการปลูก 2 แบบ คือปลูกในโรงเรือน และปลูกในสวนป่า แต่ส่วนใหญ่มีการปลูกในโรงเรือน ซึ่งมีโรงเรือน 2 แบบ คือ โรงเรือนแบบเปิด และแบบปิด โดยรูปแบบการปลูกมี 2 แบบคือ ปลูกวานิลลาเป็นพืชหลักและปลูกวานิลลาเป็นพืชเสริมกับไม้ดอกหรือไม้ประดับเศรษฐกิจ ที่ต้องการร่มเงาในการเจริญเติบโต ได้แก่ แกลดิโอลัส และ ซิมบิเดียม เป็นต้น



KW = Royal Project Khunwang

PM = Royal Project Pamiang

TT = Royal Project Teentok

MNG = Royal Project Monngoue

Prew = Dep. of Agriculture Prew

LP = R&D Orchid Industrial Project in thought of Princess Chulabhorn

PK = Pongkham Temple

Figure 1 The commercial vanilla plantation areas and production of fresh beans in Thailand.

การตลาดของวานิลลาในประเทศไทย จากการสำรวจผู้ใช้เฉพาะในเขตกรุงเทพหานคร จำนวน 94 ราย พบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่เป็นธุรกิจโรงแรม ร้อยละ 71 รองลงมาคือร้านเบเกอรี่ บริษัทยา ร้านไอศกรีม และผู้นำเข้าส่งออก ร้อยละ 14 7 4 และ 4 ตามลำดับ (Figure 2) โดยรูปแบบของวานิลลาที่ใช้มีทั้งวานิลลาสังเคราะห์และฝักวานิลลาในอัตราส่วนเท่ากัน ผู้ใช้โดยส่วนใหญ่ซื้อฝักวานิลลาบ่ม จากบริษัทนำเข้า ซึ่งมาจากประเทศต่างๆ เช่น อินโดนีเซีย ออสเตรเลีย และ ญี่ปุ่น โดยร้อยละ 64 ของผู้ใช้ ไม่ทราบว่าสามารถผลิตฝักวานิลลาได้ในประเทศไทย โดยมีปริมาณการใช้ฝักวานิลลาประมาณ 530 กิโลกรัมต่อปี ส่วนปริมาณการใช้วานิลลาสังเคราะห์รวม 248.48 ลิตรต่อปี ผู้ใช้มีการนำเข้าฝักวานิลลาบ่มประมาณปีละ 490 กิโลกรัม โดยมีการส่งออกฝักวานิลลาประมาณปีละ 35 กิโลกรัม เปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมศุลกากร รายงานว่า มีปริมาณการนำเข้าฝักวานิลลาในรอบ 10 ปี (2542-2552) ประมาณ 2,997 กิโลกรัม ส่งออกรวม 6,940 กิโลกรัม โดยมูลค่าการนำเข้า รอบ 5 ปี หลัง 2,664,091 บาท และมีมูลค่าการส่งออก 254,017 บาท ซึ่งปริมาณการนำเข้ามีแนวโน้มสูงขึ้น นั้นหมายถึงความต้องการใช้วานิลลาในอนาคตจะสูงขึ้นเช่นกัน (Figure 3)

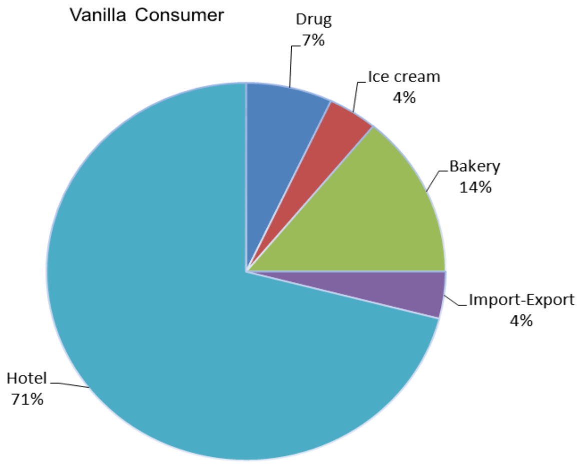


Figure 2 The overview of vanilla consumers in Bangkok classified by type.

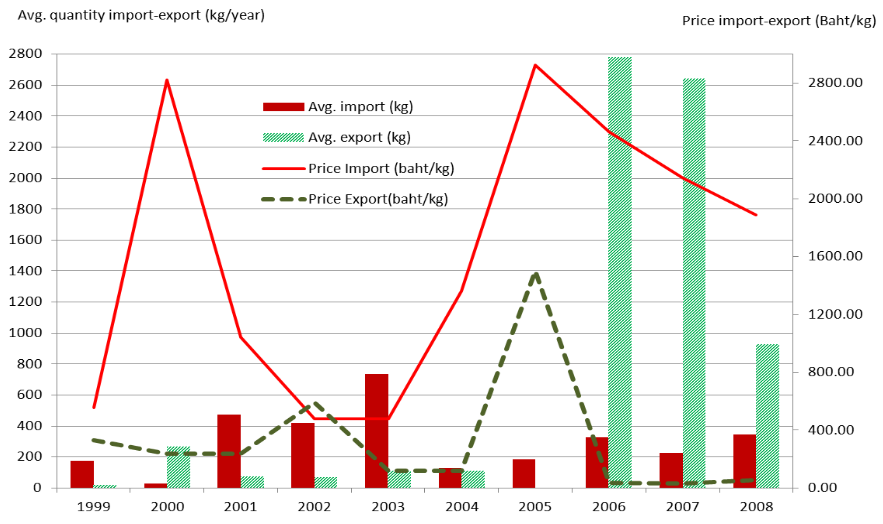


Figure 3 The average of quantity and import-export price of cured vanilla in Thailand (Modify from: Thai Customs Department, 2008)

เอกสารงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับวานิลลาในประเทศไทย เกือบทั้งหมดเป็นด้านเทคโนโลยีการเพาะปลูก รวม 33 เรื่อง ส่วนใหญ่เป็นการรายงานเกี่ยวกับประวัติที่มาและความสำคัญของวานิลลา ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ การเพาะปลูก การใช้ประโยชน์ และโรคพืชที่เกิดกับวานิลลาสายพันธุ์ต่างๆ ส่วนรายงานด้านการแปรรูปมี 3 ฉบับ เกี่ยวกับการศึกษาสารให้กลิ่นในวานิลลาที่อายุฝักแตกต่างกัน การสกัดกลิ่นโดยใช้ตัวทำละลายต่างๆ และการใช้ประโยชน์จากวานิลลา และด้านการตลาด 1 ฉบับ เป็นการรวบรวมราคาพืชเครื่องเทศนำเข้าในปี 2548 ซึ่งจากการสำรวจปัญหาและความต้องการงานศึกษาวิจัยในพื้นที่ต่างๆ พบว่าต้องการงานวิจัยเกี่ยวกับโรคระหว่างการเพาะปลูกวานิลลา และการศึกษาความคุ้มทุนในการผลิต ส่วนการแปรรูปควรเพิ่มการศึกษาการลดระยะเวลาการบ่มและเพิ่มเติมการศึกษาด้านการตลาด ในเรื่องเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์วานิลลาให้เป็นที่รู้จัก โดยใช้สื่อต่างๆและการดัดแปลงให้เข้ากับอาหารของไทย เพื่อเพิ่มตลาดผู้ใช้ในประเทศ

วิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาสถานภาพในส่วนของพื้นที่เพาะปลูกในปี 2552 จะเห็นได้ว่ามีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ยังไม่ให้ผลผลิต ซึ่งจะให้ผลผลิตในปีต่อไป โดยผลผลิตรวมปัจจุบัน มีปริมาณ 309.5 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตสดต่อต้นประมาณ 4.01 กิโลกรัม ในปีต่อไปจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่าของปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตฝักสดของวานิลลาในประเทศอินเดีย ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่าเช่นกันโดยผลผลิตสดในปี 2002 เพิ่มขึ้นจาก 92 ตันภายใน 4 ปี ผลผลิตสดเพิ่มขึ้นเป็น 233 ตัน (GOI, 2008) อาจเป็นเพราะต้นวานิลลาที่ปลูกในประเทศไทยมีอายุน้อย ซึ่งปกติวานิลลาจะให้ผลิตสูงหลังจากที่ให้ผลผลิตแล้ว 7-8 ปี (Kandiannan และ Dinesh, 2008) สำหรับคุณภาพของฝักวานิลลาสดที่ผลิตได้ในประเทศไทยประมาณ 58% ของผลผลิตรวม อยู่ในเกรด B ที่ยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ ที่ต้องการใช้วานิลลาในเกรด A ดังนั้นจึงควรมีพัฒนาเทคนิคการผลิตฝักวานิลลาสดเพื่อให้ได้ฝักคุณภาพมาตรฐานการค้า ได้แก่ การตัดแต่งจำนวนฝักต่อช่อ การให้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับช่วงการเจริญเติบโตของฝัก (Sadanandan และ Hamza, 2006) สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับวานิลลาในประเทศจะเห็นได้ว่ามีงานวิจัยด้านการตลาดยังมีอยู่น้อยมาก อาจเนื่องจากการปลูกวานิลลาของไทยเพื่อการค้ายังอยู่ในช่วงเริ่มต้น ประกอบกับพืชวานิลลาเป็นพืชที่ต้องใช้เวลานานกว่าจะให้ผลผลิต จึงควรมีการสำรวจและศึกษาเป็น ระยะๆ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานวิจัยต่อไป

สรุปผล

จากการสำรวจพื้นที่ปลูกวานิลลาในประเทศไทย ในฤดูกาลเพาะปลูก 2551/2552 มีพื้นที่ปลูกรวม 8,496 ตร.ม. เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว 3,512 ตร.ม. โดยมีผลผลิตสดรวม 309.5 กก. เมื่อบ่มแล้วมีน้ำหนักคงเหลือ 61.9 กก. ฝักวานิลลาส่วนใหญ่อยู่ในเกรด B ปริมาณฝักวานิลลาที่ผลิตได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ฝักวานิลลาประมาณ 530 กิโลกรัมต่อปี โดยมีปริมาณการนำเข้าฝักแห้งปีละ 490 กิโลกรัม นอกจากนั้นคุณภาพของฝักวานิลลาที่ผลิตในประเทศไทยยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคซึ่งต้องการฝักเกรด A สำหรับผลการรวบรวมเอกสารและงานวิจัยของวานิลลาของไทยรวม 33 เรื่อง แต่ไม่สอดคล้องกับความต้องการงานวิจัยของผู้ผลิต ซึ่งต้องการให้มีการศึกษาด้านความคุ้มทุนในการผลิต และการตลาด

คำขอบคุณ

การศึกษาครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยส่วนหนึ่งจากสภาวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2552 และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยต่างๆ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ที่ให้ความรู้และอำนวยความสะดวกทำให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

GOI, 2008, Spices Board. Ministry of Commerce, Government of India, New Delhi,India.

Havkin-Frenkel, D. and Belanger, F.C., 2008, Biotechnology in Flavor Production, Oxford, Blackwell, 214 p.

Kandiannan, K. and Dinesh, R., 2008, Vanilla, Organic Spices, New Delhi India Publishing Agency, India, pp. 439-458.

Odoux, D., 2003, The International Vanilla Market; Price is the Main Handcap, Fruitrop, 98: 4-7.

Sadanandan, A.K. and Hamza, S., 2006, Effect of Organic Farming on Soil Quality, Nutrient Uptake, Yield and Quality of Indian Spice. In: 18th World Congress of Soil Science, July 9–15, 2006, Philadelphia, PA, USA.

Waliszewski, K.N., Ovando, S.L. and Pardo, V.T., 2007, Effect of Hydration and Enzymatic Pretreatment of Vanilla Beans on the Kinetics of Vanilla Extraction, Journal of Food Engineering, 78: 1267-1278.

ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลมอคคารา 'บุญหลง' ในหลอดทดลอง

Effects of Temperature on *in Vitro* Growth of *Mokara* 'Boon Long'

กุลนาถ อบสุวรรณ[1] และ สุณิษา อยู่ดี[1]
Obsuwan, K.[1] and Yoodee, S.[1]

Abstract

Temperature is an important factor for plants growth and development. In this study, the effects of temperature on *in vitro* growth of *Mokara* 'Boon Long' were investigated. Plantlets were cultured on solidify Vacin and Went (VW) medium at 25 or 30°C for 3 months. The results showed that plantlets which incubated at 30°C promoted plant growth and development by giving significantly higher shoot dry weight (0.04 g), plant height (1.46 cm), number of leaves (6.07 leaves), leaf area (1.27 cm^2) and number of new shoots (4.86 shoots) compared to plants which incubated at 25°C.

Keywords: temperature, tissue culture, *Mokara* 'Boon Long'

บทคัดย่อ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญและพัฒนาของพืช ในการทดลองนี้ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลมอคคารา 'บุญหลง' ในหลอดทดลอง โดยทำการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้สกุลมอคคารา 'บุญหลง' ในอาหารสังเคราะห์กึ่งแข็งสูตร Vacin and Went (VW) ที่อุณหภูมิ 25 หรือ 30°C เป็นเวลา 3 เดือน ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิ 30°C สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและพัฒนาของต้นกล้วยไม้ได้ โดยช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งต้น (0.04 g) ความสูงต้น (1.46 cm) จำนวนใบ (6.07 ใบ) พื้นที่ใบ (1.27 cm^2) และจำนวนหน่อ (4.86 หน่อ) ได้มากกว่าการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้สกุลมอคคารา 'บุญหลง' ที่อุณหภูมิ 25°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: อุณหภูมิ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ กล้วยไม้สกุลมอคคารา'บุญหลง'

คำนำ

การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยต่างๆจากสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิเนื่องจาก อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการต่างๆของพืชเช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ เป็นต้น รวมถึงการไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane fluidity) และโครงสร้างของโปรตีน (protein conformation) (Vergnolle และคณะ, 2005) ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เช่น กล้วยไม้ *Phalaenopsis Aphrodite* ที่เพาะปลูกที่อุณหภูมิ 25°C มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของเซลล์สูงกว่าที่อุณหภูมิ 15°C แต่กล้วยไม้ *Oncidium varicosum* ที่เพาะปลูกที่อุณหภูมิ 15°C มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของเซลล์สูงกว่าที่อุณหภูมิ 25°C (Lee และคณะ, 2007)

กล้วยไม้มอคคารา 'บุญหลง' เป็นไม้ตัดดอกที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่สามารถรายได้เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้กล้วยไม้มอคคารากำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในตลาดของประเทศญี่ปุ่น ในการทดลองนี้จึงทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกล้วยไม้มอคคารา 'บุญหลง' ในหลอดทดลอง

อุปกรณ์ และวิธีการ

คัดต้นกล้วยไม้มอคคารา 'บุญหลง' ที่มีขนาดความสูง 0.5-0.6 ซ.ม.มีจำนวนใบ 3-4 ใบ มาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร Vacin และ Went (VW, Vacin และ Went, 1949) ที่เติมน้ำต้มมันฝรั่ง 100 g/L น้ำตาล 20 g/L และวุ้น (phyta gel) 2 g/L โดยนำมาเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 และ 30°C เป็นเวลา 3 เดือน

การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้ น้ำหนักสดต้นและราก น้ำหนักแห้งต้นและราก ความสูงต้น จำนวนใบ พื้นที่ใบ จำนวนราก ความยาวรากและจำนวนหน่อ นำข้อมูลที่ทำการบันทึกมาวิเคราะห์สถิติด้วยโปรแกรม The SAS System for window V6.12

[1]**ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม ประเทศไทย 73000**
[1]Biology Department, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakorn Phathom, 73000, Thailand

ผลการทดลอง

การเพาะเลี้ยงกล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ ในอาหารสังเคราะห์สูตร VW ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 25 และ 30°C เป็นเวลา 3 เดือนพบว่าที่อุณหภูมิ 30°C กล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ มีน้ำหนักแห้งต้น (0.04 g) ความสูงต้น (1.46 cm) จำนวนใบ (6.07 ใบ) พื้นที่ใบ (1.27 cm^2) และจำนวนหน่อ (4.86 หน่อ) มากกว่าการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ ในสภาวะอุณหภูมิ 25°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเจริญทางรากพบว่าจำนวนรากและน้ำหนักแห้งรากไม่มีความแตกต่างกัน (Figure 1 และ 2)

วิจารณ์ผล

ในการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ ในอาหารสังเคราะห์สูตร VW ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 3 เดือนพบว่าต้นกล้วยไม้มีน้ำหนักแห้ง ความสูงต้น จำนวนใบ พื้นที่ใบ รวมทั้งจำนวนหน่อที่เกิดขึ้นใหม่มากกว่าการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25°C แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ โดยที่อุณหภูมิสูงสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามพืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกัน อาทิเช่น กล้วยไม้ *Phalaenopsis Aphrodite* ที่ปลูกภายใต้อุณหภูมิ 25°C มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของเซลล์สูงกว่าการปลูกที่อุณหภูมิ 15°C ในขณะที่อุณหภูมิ 25°C ส่งผลให้กล้วยไม้ *Oncidium varicosum* มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของเซลล์ต่ำกว่าการปลูกที่อุณหภูมิ 15°C (Lee และคณะ, 2007) นอกจากนี้ได้มีรายงานว่าการเพาะเลี้ยง *Psygmorchis pusilla* ในหลอดทดลองภายใต้อุณหภูมิ 27°C ทำให้กล้วยไม้มีน้ำหนักแห้งสูงสุด (Vaz และคณะ, 2004) จึงเป็นไปได้ว่าการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ ในหลอดทดลองควรเพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 30°C แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงกระบวนการต่างๆที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโต

สรุปผล

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ ในหลอดทดลอง โดยอุณหภูมิ 30°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้วยไม้มอคคารา ‘บุญหลง’ ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร VW ได้ดีกว่าการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25°C

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

เอกสารอ้างอิง

Vergnolle, C., Vaultier, M.N., Taconnat, L., Renou, J.P., Kader, J.C., Zachowski, A. and Ruelland, E., 2005, The Cold-induced Early Activation of Phospholipase C and D Pathways Determines the Response of Two Distinct Clusters of Genes in Arabidopsis Cell Suspensions, Plant Physiology, 139(3): 1217-1233.

Lee, H.C., Chen, Y.J., Markhart, A.H. and Lin, T.Y., 2007, Temperature Effects on Systemic Endoreduplication in Orchid during Floral Development, Plant Science, 172: 588-595.

Vacin, F. and Went, F.W., 1949, Some pH Changes in Nutrient Solutions, Bot. Gaz., 110: 605-613.

Vaz, A.P.A., Figueiredo-Ribeiro, R.C.L. and Kerbauy, G.B., 2004, Photoperiod and Temperature Effects on in *Vitro* Growth and Flowering of *P. pusilla*, an Epiphytic Orchid, Plant Physiology and Biochemistry, 42: 411-415.

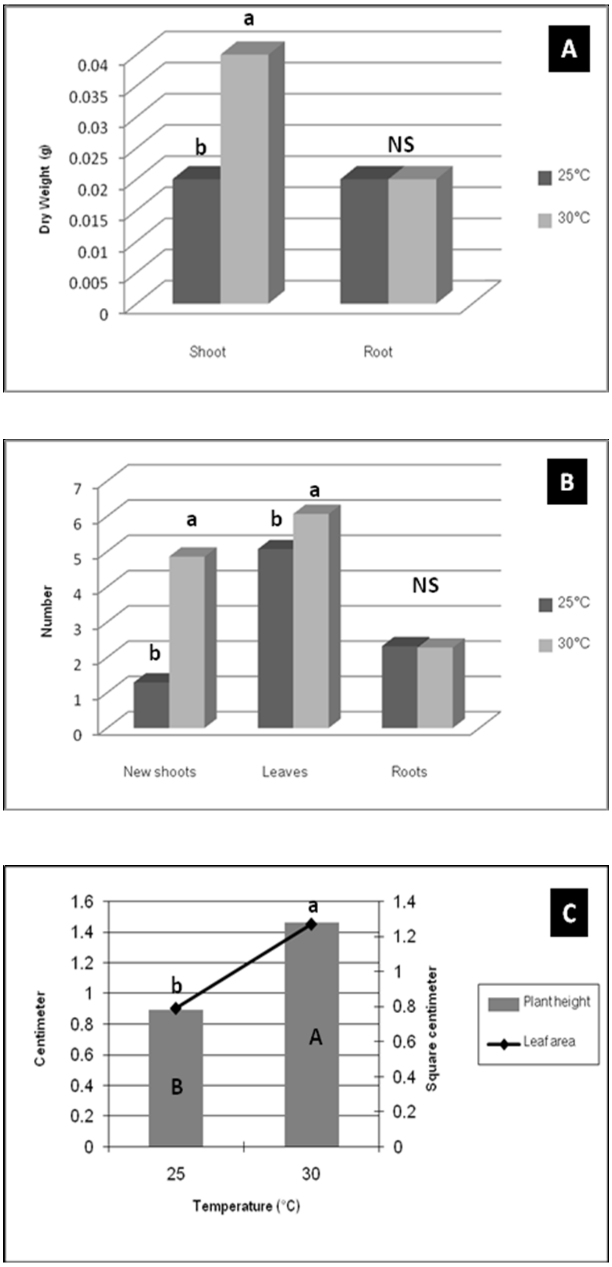


Figure 1 Temperature effects on in *vitro* growth of *Mokara* 'Boon Long' cultivated for 3 months in VW medium, shoot and root dry weight (A), number of new shoots, leaves and roots (B) and plant height and leaf area (C).

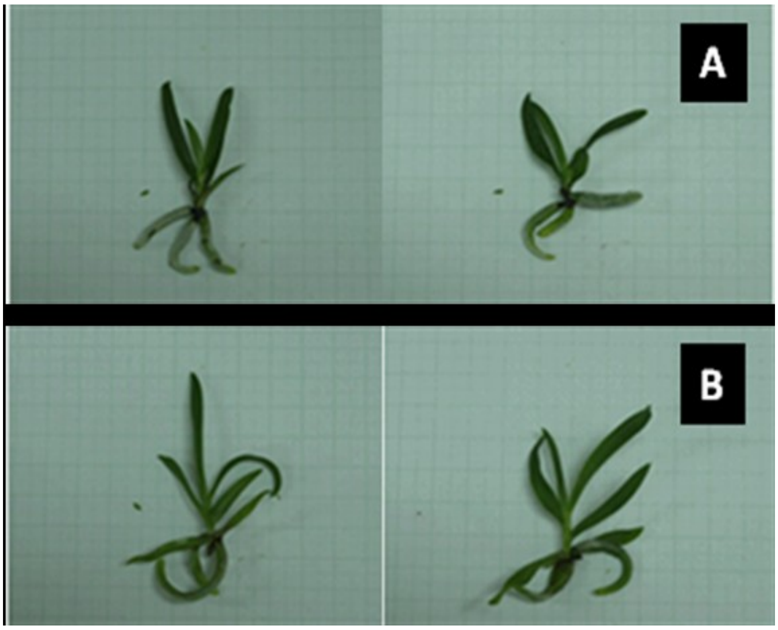


Figure 2 Temperature effects on in *vitro* growth of *Mokara* 'Boon Long' cultivated for 3 months in VW medium, temperature of 25°C (A) and 30°C (B).

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 477-480 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 477-480 (2553)

ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ *Dendrobium* Queen Pink

The Effect of Chitosan on Growth of *Dendrobium* Queen Pink in Tissue Culture

กุลนาถ อบสุวรรณ[1] และ กรกช สว่างศรี[1]
Obsuwan, K.[1] and Sawangsri, K.[1]

Abstract

At present, chitosan has been applied to use in agricultural area because it has been reported as plant stimulation as well as plant elicitor which is able to induce plant defense mechanisms. The objective of this work was aimed to study the effect of chitosan on *in vitro* growth of *Dendrobium* Queen Pink. Seedlings of *Dendrobium* Queen Pink which had 2-3 leaves with 0.5 cm. in height were cultured on modified Vacin and Went (VW) medium supplemented with chitosan at the concentrations of 0, 10, 20, 40 and 60 mg/L. The result showed that chitosan at the concentration of 20 mg/L had the highest plant height, fresh weight, dry weight and leaf area statistically different than other treatments including the control. While chitosan at the concentration of 60 mg/L produced the highest new shoots, but lowest plant height, total fresh weight, number of roots and leaf area statistically different than other treatments. However, the control had the maximum leaf numbers compared to other treatments.
Keywords: orchids, *Dendrobium*, growth, chitosan

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำไคโตซานมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางการเกษตร โดยในด้านการเกษตรนี้มีผู้รายงานไว้ว่าไคโตซานจะสามารถช่วยให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตดี และต้านทานโรคได้มากขึ้น ในการทดลองครั้งนี้สนใจศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ *Dendrobium* Queen Pink ในหลอดทดลอง การทดลองนี้ใช้ต้นกล้า *Dendrobium* Queen Pink ที่มีใบ 2-3 ใบ และมีความสูงต้น 0.5 เซนติเมตร มาทำการเพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร VW ดัดแปลงที่มีการเติมไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 10, 20, 40 และ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าที่ไคโตซานความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้กล้วยไม้มีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบ กับที่ไคโตซานความเข้มข้นอื่น ๆ ไคโตซานความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีต้นกล้วยไม้เกิดต้นใหม่จำนวนมากที่สุด แต่มีความสูง น้ำหนักรวม จำนวนราก ขนาดและพื้นที่ใบน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับไคโตซานความเข้มข้นอื่น ๆ และจำนวนใบของต้นกล้วยไม้ที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีไคโตซานจะมีมากที่สุดเมื่อเทียบกับในอาหารที่มีไคโตซานทุกความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญ
คำสำคัญ: กล้วยไม้ กล้วยไม้หวาย การเจริญเติบโต ไคโตซาน

คำนำ

กล้วยไม้ไทยเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมสูงในต่างประเทศ โดยประเทศไทยส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกเมืองร้อนมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก นอกจากนั้นก็มีการส่งออกในรูปแบบของไม้กระถาง และไม้ขวด กล้วยไม้สกุลหวายเป็นไม้ตัดดอกที่มีความสำคัญที่สุดของประเทศไทยและในปัจจุบันมีการปรับปรุงพันธุ์ได้เป็นหวายลูกผสมที่มีความหลากหลาย สีสันสวยงามและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น (กรีนไฮเปอร์มาร์ท, 2546) นอกจากการพัฒนาในเรื่องการปรับปรุงพันธุ์แล้ว การเพิ่มจำนวนต้นให้ได้ปริมาณมาก ๆ มีการเจริญเติบโตที่ดี ลดระยะเวลาในการปลูกเลี้ยงจนถึงการออกดอกให้รวดเร็วขึ้นก็เป็นที่สนใจในปัจจุบัน มีการศึกษาวิจัยโดยใช้ไคโตซานซึ่งเป็นวัสดุชีวภาพที่ได้มาจากการสกัดเปลือกของสัตว์ทะเล เช่นกุ้ง ปู และปลาหมึก รวมไปถึงผนังเซลล์ของจุลินทรีย์จึงสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม (กมลศิริ, 2003) มาเป็นอาหารเสริมให้กับพืชชนิดต่าง ๆ ในการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ดินใบหมากโดยให้ไคโตซานร่วมด้วยพบว่าต้นกล้วยไม้ดินใบหมากจะมีการเจริญเติบโตดี และมีการเกิดยอดและรากดีกว่าที่ไม่ได้รับไคโตซาน (Wikitkankosol และ Thammasiri, 1992)

---

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ต.สนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakorn Pathom 73000.

ในกล้วยไม้ *Dendrobium* 'Eiskul' ที่ได้รับการฉีดพ่นไคโตซานในแปลงปลูกจะทำให้กล้วยไม้มีขนาดของคลอโรพลาสต์ใหญ่และเกิดดอกเร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน (Limpanavech และคณะ, 2008) นอกจากในกล้วยไม้แล้วมีการนำไคโตซานไปใช้กับพืชดอกบางชนิด เช่น *Torenia fournieri* Linden ex E. Fourn., *Exacum affine* Baft., *Begonia hiemalis* Fotsch., *Sinningia speciosa* (Lodd.), *Lobelia erinus* L., *Mimulus hybridus* hort. Ex A. Siebert et Voss ก็พบว่าสามารถทำให้เกิดการออกดอกได้เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานเช่นกัน (Ohta และคณะ, 2004) ในการทดลองนี้สนใจศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการเจริญของกล้วยไม้ *Dendrobium* Queen Pink ในหลอดทดลอง รวมถึงการออกดอกภายในหลอดทดลองด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

นำฝัก *Dendrobium* Queen Pink อายุ 3-4 เดือน มาฟอกฆ่าเชื้อในคลอรอกซ์ 30 เปอร์เซ็นต์ 10 นาที จากนั้นเขี่ยเมล็ดมาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร VW + peptone (2g/L) + potato juice (100g/L) + coconut water (150 ml/L) + sucrose (20g/L) ซึ่งใช้เป็นสูตรมาตรฐาน เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือนจะได้เป็นโพรโทคอร์มสีเขียว ตักโพรโทคอร์มไปเพาะเลี้ยงต่อในอาหารแข็งสูตรเดิม เติม activated charcoal 0.1 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้ได้เป็นต้น เมื่อต้นอายุครบ 5 เดือน จะได้ต้นที่มีใบ 2-3 ใบ สูงประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำต้นที่ได้ไปเลี้ยงในอาหารแข็ง VW (สูตรมาตรฐาน) เติม 22.2 µM BA จากนั้นจะแบ่งออกเป็น 5 ทรีตเมนต์ที่เติมไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 0, 10, 20, 40 และ 60 mg/L ทำการทดลองเป็นเวลาทั้งสิ้น 1 ปีหลังจากเริ่มเพาะเมล็ด โดยสังเกตการเกิดก้านช่อดอกทุกเดือน และเมื่อครบ 1 ปีนำมาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นโดยบันทึกผลเป็นความสูงต้น น้ำหนักสด และแห้งของต้น จำนวนใบ พื้นที่ใบ จำนวนราก และการเกิดต้นใหม่ วิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS

ผลการทดลอง

เมื่อเพาะเลี้ยงกล้วยไม้หวาย *Dendrobium* Queen Pink เป็นเวลาทั้งสิ้น 12 เดือนหลังจากเพาะเมล็ด และย้ายไปเลี้ยงในอาหาร VW ที่มี 22.2 µM BA และไคโตซาน 0, 10, 20, 40 และ 60 mg/L เป็นเวลา 7 เดือน จากการสังเกตไม่พบการเกิดก้านช่อดอกในทุกทรีตเมนต์ของการทดลอง ศึกษาผลการเจริญของแต่ละทรีตเมนต์พบว่าในทรีตเมนต์ที่ได้รับไคโตซานความเข้มข้น 20 mg/L ต้นกล้วยไม้มีความสูง 3.68 เซนติเมตร น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง คือ 4.22 และ 0.29 กรัม ขนาดและพื้นที่ใบกว้าง 0.86 ยาว 0.50 เซนติเมตร มีพื้นที่ใบเท่ากับ 3.83 ตารางเซนติเมตรซึ่งมากที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีไคโตซาน และได้รับไคโตซานความเข้มข้นอื่น ๆ และอาหารที่มีไคโตซานที่ความเข้มข้น 60 mg/L เป็นทรีตเมนต์ที่เกิดยอดใหม่มากที่สุด คือ 2 ยอดต่อต้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีไคโตซาน และได้รับไคโตซานความเข้มข้นอื่น แต่มีความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ขนาดและพื้นที่ใบน้อยกว่าเมื่อเทียบกับทรีตเมนต์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ จำนวนใบและจำนวนรากในทรีตเมนต์ที่ไม่มีไคโตซานมีจำนวนสูงที่สุด และแตกต่างกับทรีตเมนต์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1, Table 1)

วิจารณ์ผล

กล้วยไม้หวาย *Dendrobium* Queen Pink ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร VW เติมไคโตซาน 20 mg/L ต้นกล้วยไม้จะมีความสูงน้ำหนักสด และแห้ง ขนาดและพื้นที่ใบมากที่สุด เมื่อเทียบกับในทรีตเมนต์ที่ไม่มีไคโตซาน และได้รับไคโตซานความเข้มข้นอื่น ๆ และในต้นที่ได้รับไคโตซาน 60 mg/L จะเกิดยอดใหม่มากที่สุด ผลการทดลองแสดงว่าไคโตซานมีผลในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ชนิดนี้ได้ โดยความเข้มข้นของไคโตซานที่ได้รับจะแสดงผลการตอบสนองของต้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณที่เหมาะสมกับกล้วยไม้นั้น ๆ ด้วย ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้ก็สอดคล้องกับผลที่พบในกล้วยไม้ดินใบหมากว่าโพรโทคอร์มที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่เติมไคโตซานความเข้มข้น 40 mg/L จะมีความสูงต้นสูงที่สุด และที่ความเข้มข้น 80 mg/L ชักนำให้เกิดยอด และรากได้ดีที่สุด (Wikitkankosol และ Thammasiri, 1992) การศึกษาผลของการเจริญจากเนื้อเยื่อของตาข้างใน *Dendrobium phalaenopsis* ที่ได้รับไคโตซาน พบว่าเนื้อเยื่อที่ได้รับไคโตซานที่ความเข้มข้น 20 mg/L เกิดเป็นต้นใหม่ได้มากที่สุด (Nge และคณะ, 2006) นอกจากนั้นมีการทดลองใน *Dendrobium formosum* พบว่าไคโตซานทั้งชนิด polymer และ oligomer มีผลช่วยเพิ่มสัดส่วนการงอกของเมล็ดกล้วยไม้ได้ โดยที่ไคโตซานชนิด polymer 70 เปอร์เซ็นต์ (P-70) ที่ความเข้มข้น 10 และ 20 mg/L ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญของโพรโทคอร์ม และยังพบว่าไคโตซาน oligomer 90 เปอร์เซ็นต์ (O-90) ก็มีผลช่วยเพิ่มอัตราการเจริญของโพรโทคอร์ม *Dendrobium biggibum* var. *compactum* ได้ (Kananont, 2010) แต่ในกล้วยไม้บางชนิดเช่น *Dendrobium biggibum* var. *compactum* เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีไคโตซานทุกชนิดก็ไม่มีผลต่ออัตราการ

งอกของเมล็ด นอกจากนี้ยังพบว่าไคโตซานไม่มีผลในการชักนำให้เกิดก้านช่อดอกใน *Dendrobium* Queen Pink อาจเนื่องมาจากการเกิดช่อดอกของกล้วยไม้นั้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายด้าน รวมไปถึงต้องใช้ระยะเวลาและความสมบูรณ์ของต้นมาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองนี้อาจยังไม่เพียงพอ และปัจจัยอื่น ๆ อาจยังไม่เหมาะสม

สรุปผล

การเติมไคโตซาน 20 mg/L ในอาหารแข็งสูตร VW ที่เติม 22.2 μM BA เป็นความเข้มข้นที่ดีที่สุดที่มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้วยไม้หวาย *Dendrobium* Queen Pink เนื่องจากมีความสูงต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น ขนาดและพื้นที่ใบมากที่สุด ในขณะที่ไคโตซานความเข้มข้น 60 mg/L มีผลช่วยส่งเสริมให้เกิดยอดใหม่ได้ดีที่สุด แต่ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้วยไม้หวายชนิดนี้

เอกสารอ้างอิง

กมลศิริ พันธนียะ, ไคติน-ไคโตซาน [สืบค้น], http://www. nicaonline.com/articles9/site/view_article.asp?idarticle=158 [5/ April /10].

กรีนไฮเปอร์มาร์ท, 2546, สารานุกรมผลิตผลและผลิตภัณฑ์จากพืชในซุปเปอร์มาร์เก็ต ฉบับคอมพิวเตอร์, [online], Available: http://www. sc.mahidol.ac.th/wiki/doku.php?id=กล้วยไม้หวาย [April 2, 2010].

Kananont, N., Pichyangkura, R., Chanprame, S., Chadchawan, S. and Limpanavech, P., 2010, Chitosan Specificity for the *in vitro* Seed Germination of Two *Dendrobium* Orchids (Asparagales: Ordhidaceae), Scientia Horticulturae, 124: 239-247.

Limpanavech, P., Chaiyasuta, S., Vongpromek, R., Pichyangkura, R., Khunwasi, C., Chadchawan, S., Lotrakul, P., Bunjongrat, R., Chaidee, A. and Bangyeekhun, T., 2008, Chitosan Effects on Floral Production, Gene Expression, and Anatomical Changes in the *Dendrobium* Orchid, Scientia Horticulturae, 116: 65-72.

Ohta, K., Morishita, S., Suda, K., Kobayashi, N. and Hosoki, T., 2004, Effects of Chitosan Soil Mixture Treatment in the Seedling Stage on the Growth and Flowering of Several Ornamental Plants, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 73: 66-68.

Nge, K.L., New, N., Chandrkrachang, S. and Stevens, W.F., 2006, Chitosan as a Growth Stumulator in Orchid Tissue Culture, Plant Science, 170: 1185-1190.

Wikitkankosol, P. and Thammasiri, K., 1992, Effects of Chitosan on Micropropagation of *Spathoglottis plicata.* 35^{th} Congress on Science and Technology of Thailand.

Figure 1 Effect of chitosan at different concentrations on *in vitro* growth of *Dendrobium* Queen Pink after cultured for 1 year.

Table 1 Physiological characteristic of seedling of *Dendrobium* Queen Pink *in vitro* propagation on various concentrations of chitosan.

Treatment	Stem Height (cm)	Fresh Weight (g)	Dry Weight (g)	No. of Leaves	No. of Roots	No. of Shoots	Leave Width (cm)	Leave Length (cm)	Leave Area (cm^2)
Chitosan 0 mg/L	2.83b	2.327b	0.148b	7.25a	8.38a	0.50c	0.64b	3.43b	1.83bc
Chitosan 10 mg/L	1.60c	2.141b	0.155b	5.04b	5.58a	1.75ab	0.59b	2.08c	1.06cd
Chitosan 20 mg/L	3.68a	4.216a	0.286a	4.63bc	6.63a	1.00bc	0.86a	5.50a	3.83a
Chitosan 40 mg/L	2.31bc	2.870b	0.215ab	4.13bc	6.25a	1.25abc	0.76ab	3.96b	2.38b
Chitosan 60 mg/L	0.73d	0.329c	0.028c	2.81c	2.06b	2.00a	0.31c	1.40c	0.38d
F-test	**	**	**	**	*	*	**	**	**
C.V. (%)	25.24	32.81	35.19	25.5	37.38	42.13	20.99	27.19	36.03

คุณสมบัติและปริมาณของสารเมลานินจากเชื้อรา *Colletrotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วง

Study on Properties and Quantity of Melanin Pigment from *Colletrotrichum gloeosporioides*, a Causal Agent of Anthracnose Disease of Mango Fruit

ธิติมา วงษ์ชีรี[1,3] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[2,3] เฉลิมชัย วงษ์อารี[2,3] และ เตชค์ฐสิณป์ เพียซ้าย[4]
Wongsheree, T.[1,3], Jitareerat, P.[2,3], Wongs-Aree, C.[2,3] and Phiasai, T.[4]

Abstract

Melanin is a pigment which contains in *Colletrotrichum gloeosporioides,* a causal agent of anthracnose disease of mango fruit. Thus, melanin content on mango peel may have the relationship with the disease incidence of mango fruit. The aims of this experiment were to study the methods for detecting melanin contents of spore, mycelium and appressoria of this fungus by staining with copper sulfide-silver, and also analyzed the melanin content in fungal cultures and in artificially infected mango fruit by UV spectrophotometer. The results revealed that copper sulfide-silver could not use to stain melanin of fungal spore, mycelium and appressoria whereas the analysis of melanin concentrations extracted from 7 days and 2 months old - fungal cultures were 0.68 and 2.20 ppm respectively. The melanin contents of infected mango fruit after inoculation for 6 hr compared with non-inoculated fruit (control) were not significantly difference, their contents were 1.20 and 1.17 µg/g FW respectively.

Keywords: melanin, mango, copper sulfide-silver staining

บทคัดย่อ

เมลานินเป็นเม็ดสีที่ปรากฏในเชื้อรา *Colletrotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วง ดังนั้นปริมาณเมลานินที่อยู่บนผิวมะม่วงอาจจะมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคบนผลมะม่วงได้ ในการทดลองนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบเมลานินในสปอร์ เส้นใย และ appressoria ของเชื้อ โดยการย้อมสี copper sulfide-silver ตลอดจนวิเคราะห์ปริมาณเมลานินที่ปรากฏอยู่ในเชื้อราและบนผลมะม่วงที่ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคด้วย UV spectrophotometer ผลการทดลองพบว่าการใช้ copper sulfide-silver ไม่สามารถใช้ตรวจสอบเมลานินในสปอร์ เส้นใย และ appressoria ของเชื้อราได้ ผลการวิเคราะห์ปริมาณเมลลานินที่สกัดแยกได้จากเชื้อราอายุ 7 วัน และ 2 เดือน มีค่าเท่ากับ 0.68 และ 2.20 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณเมลานินบนผลมะม่วงภายหลังจากปลูกเชื้อรานาน 6 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับมะม่วงไม่ปลูกเชื้อ (ชุดควบคุม) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ คือมีปริมาณเมลานินเท่ากับ 1.20 และ 1.17 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

คำสำคัญ: เมลานิน มะม่วง การย้อมสี copper sulfide-silver

คำนำ

เมลานินเป็นเม็ดสีน้ำตาลดำหรือสีดำที่พบในสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดทั้งใน คน สัตว์ เห็ดหรือเชื้อรา เมลานินมีบทบาทสำคัญในการมีชีวิตรอดของจุลินทรีย์ในสภาพธรรมชาติ เชื้อราที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคและเชื้อชนิดที่มีความรุนแรงส่วนมากเป็นเชื้อที่มีสามารถสังเคราะห์เมลานินได้ จึงทำให้การศึกษาเมลานินในเชื้อสาเหตุโรคได้รับความสนใจอย่างมาก (Butler และคณะ

[1]สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ
[1]Institute for Scientific and Technological Research and Services, King Mongkut's University of Technology Thonburi , Bangkok
[2]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ
[2]Division of Postharvest Technology, School of Bioresorces and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok
[3]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ
[3]Postharvest Technology Innovation Center, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok
[4]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี
[4]Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Ratchaburi Campus

, 2001; Hamilton และ Gomez, 2002) Butler และคณะ (2005) ได้พัฒนาเทคนิคการย้อมสีเมลานินในสปอร์ และเส้นใยของเชื้อราด้วย copper sulfide-silver ซึ่งเมลานินติดสีน้ำตาลดำ Estrada และคณะ (2000) รายงานว่า ในสภาพความชื้นสูงและมีอุณหภูมิที่เหมาะสม เชื้อรา *Colletrotrichum gloeosporioides* จะมีการสร้างเม็ดสีเมลานินเพิ่มมาก และปริมาณเมลานินที่เพิ่มขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับความรุนแรงของเชื้อด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณและคุณสมบัติของเมลานินในเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุแอนแทรกโนสของผลมะม่วงเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตรวจวัดหรือติดตามการติดเชื้อแบบแฝงของเชื้อราชนิดนี้บนผลมะม่วงในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบการย้อมสีเมลานินใน เส้นใย สปอร์ และ appresoria ของเชื้อ *C. gloeosporioides*

ทำการแยกเชื้อ *C. gloeosporioides* จากผลมะม่วงที่แสดงอาการโรคแอนแทรกโนสด้วยวิธี tissue transplant เลี้ยงเชื้อราบริสุทธิ์บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน และ 2 เดือน จากนั้นทำการย้อมเมลานินในสปอร์และเส้นใยด้วยวิธี copper sulfide-silver (Butler และคณะ, 2005) โดยย้อมด้วยสารละลาย 10μM copper sulphate เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อน แล้วย้อมทับด้วยสารละลาย 0.1 M hydroquinone (Ag-HQ solution) pH 3.7 เป็นเวลา 4 นาที ตรวจเช็คการติดสีภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การตรวจวัดคุณสมบัติและปริมาณเมลานินที่สกัดได้จากสปอร์ เส้นใย และจากเปลือกผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกของเชื้อ *C. gloeosporioides*

การสกัดเมลานินจากเชื้อราทำตามวิธีของ Suryanarayanun และคณะ (2004) การสกัดเมลานินจากเปลือกผลมะม่วงภายหลังจากการปลูกเชื้อ 6 ชั่วโมง ทำตามวิธีของ Kanna และ Ganjewlal (2009) จากนั้นตรวจวัดคุณสมบัติของเมลานินที่สกัดได้ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 190-800 nm สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเมลานินในตัวอย่างสกัด ทำโดยการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเมลานิน (Sigma) ความเข้มข้นความเข้มข้น 0-12 mg/mL

ผลการทดลอง

การย้อมสีเมลานินใน เส้นใย สปอร์ และ appresoria ของเชื้อ *C. gloeosporioides*

การย้อมเมลานินในเส้นใย สปอร์และ appressoria ของเชื้อ *C. gloeosporioides* ด้วยวิธีการ sulfide-silver staining พบว่าโครงสร้างของเชื้อราทั้ง 3 ชนิดนี้ ไม่ปรากฏการติดสีน้ำตาลดำ แต่พบการติดสีเขียวอมฟ้า และโครงสร้างของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะไม่แตกต่างกับชุดควบคุม (ไม่ย้อมสี) (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

การตรวจวัดคุณสมบัติและปริมาณเมลานินที่สกัดได้จาก สปอร์ เส้นใย และจากเปลือกผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides*

การตรวจวัดคุณสมบัติของสารเมลานินที่สกัดได้จากเชื้อรา *C. gloeosporioides* และที่สกัดได้ผิวผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 200-800 nm พบว่า สารที่สกัดได้มีการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ค่าความยาวคลื่นประมาณ 208 นาโนเมตร (Figure 1) และจากการเปรียบเทียบปริมาณเมลานินที่สกัดได้กับกราฟมาตรฐานเมลานิน (Figure 2) พบว่าเชื้อราที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน และ 2 เดือน มีปริมาณเมลานินเฉลี่ยเท่ากับ 0.68 mg/ml และ 2.2 mg/ml ตามลำดับ ส่วนปริมาณเมลานินที่สกัดได้จากเปลือกมะม่วงหลังปลูกเชื้อ 6 ชั่วโมง มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 μg/g FW ในขณะที่เปลือกผลมะม่วงที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ (control) มีปริมาณเมลานินเฉลี่ยเท่ากับ 1.17 μg/g FW ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณเมลานินที่สกัดได้จากมะม่วงที่ทั้ง 2 ชุด

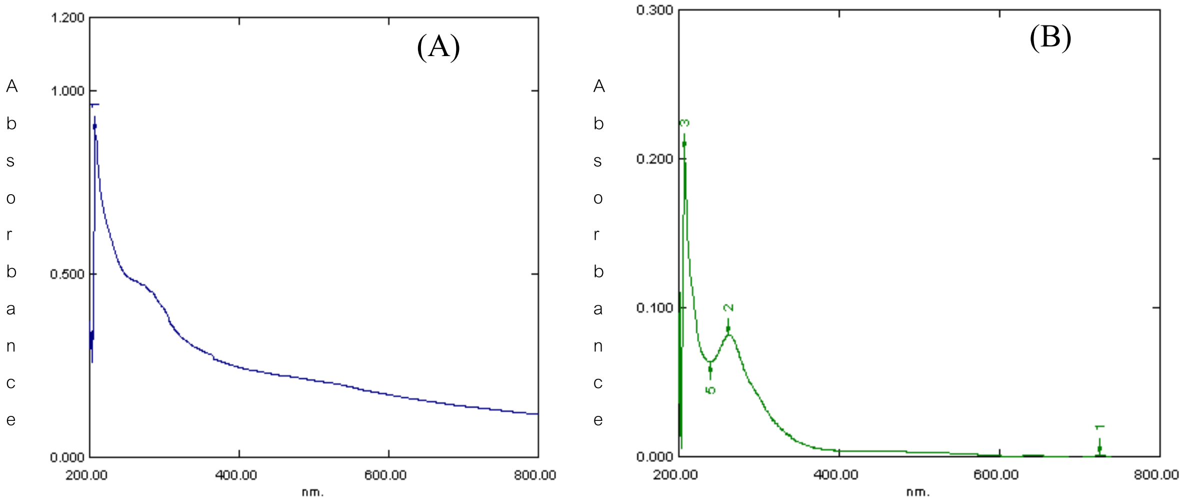


Figure 1 The spectrums of melanin extracted from *C. gloeosporioides* mycelium (A) and the peel of inoculated mango fruit (B) which were analyzed by UV-spectrophotometer.

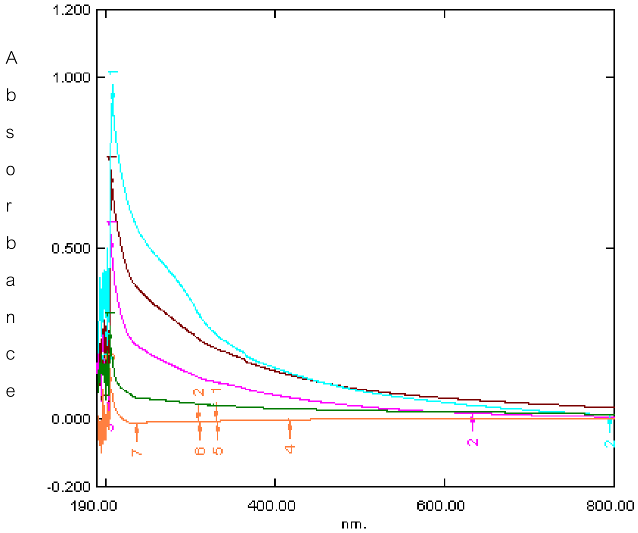


Figure 2 The spectrum of melanin standard (Sigma) at the concentrations of 0-12 mg/mL which were analyzed by UV-spectrophotometer.

วิจารณ์ผล

การใช้ copper sulfide-silver เพื่อย้อมเม็ดสีเมลานินของเชื้อ *C. gloeosporioides* ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบการติดสีน้ำตาลดำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณเมลานินของเชื้อมีน้อยมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณเมลานินที่สกัดได้จากเชื้อราเปรียบเทียบกับปริมาณเมลานินมาตรฐาน พบว่ามีความเข้มข้นที่ต่ำมากเช่นกัน (0.68-2.2 mg/ml) ดังนั้นวิธีนี้จึงอาจจะไม่เหมาะสมกับเฝอราที่สร้างเมลานินในปริมาณน้อยๆ แต่จะใช้ได้ดีกับเชื้อราที่มีการสร้างเมลานินจำนวนมาก เช่น *Cladosporium* sp. ซึ่งย้อมติดสีดำอย่างชัดเจนทั้งในสปอร์ ผนังเซลล์และ septum ของเส้นใย (Butler และคณะ, 2005) สำหรับคุณสมบัติการดูดกลืนแสงของเมลานินที่สกัดจากเชื้อราและเปลือกมะม่วงที่ปลูกเชื้อรา *C. gloeosporioides* พบว่ามีการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ค่าความยาวคลื่น 208 นาโนเมตร ซึ่งน้อยกว่าเมลานินที่สกัดจากเชื้อรา *Phyllosticta capitalensis* ซึ่งพบว่ามีการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร (Suryanarrayanan และคณะ, 2004) นอกจากนี้พบว่าเมลานินที่สกัดได้จากเปลือกมะม่วงที่ปลูกเชื้อราและไม่ปลูกเชื้อรามีปริมาณไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ปริมาณเมลานินเป็นตัวชี้วัดหรือติดตามการติดเชื้อแบบแฝงของเชื้อราชนิดนี้บนผลมะม่วงได้

สรุปผล

การใช้ copper sulfide-silver ไม่สามารถใช้ย้อมเม็ดสีเมลานินในเส้นใย สปอร์และ appressoria ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ และเมลลานินที่สกัดจากเส้นใยและเปลือกมะม่วงที่ปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* มีการดูดกลืนแสงมากที่สุด ที่ค่าความยาวคลื่น 208 นาโนเมตร ปริมาณเมลานินที่พบในเชื้อรา *C. gloeosporioides* เฉลี่ย 0.68-2.2 mg/ml ส่วนเมลานินที่สกัดจากเปลือกมะม่วงที่ปลูกเชื้อและไม่ได้ปลูกเชื้อ มีปริมาณเฉลี่ย 1.20 และ 1.17 μg/g FW ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่กรุณาสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Butler, M.J., Day, A.W., Henson, J.M. and Money, N.P., 2001, Pathogenic Properties of Fungi Melanins, Mycologia 93(1): 1-8.

Butler, M.J., Gardier, R.B. and Day, A.W., 2005, Fungal Melanin Detection by the Use of Copper Sulfide-silver, Mycologia, 97(2): 312-319.

Estrada, A.B., Dodd, J.C. and Jeffries, P., 2000, Effect of Humidity and Temperature on Conidial Germination and Appressorium Development of Two Philippine Isolates if the Mango Anthracnose Pathogen *Colletrotrichum gloeosporioides*, Plant Pathology, 49: 608-618.

Hamilton, A.J. and Gomez, B.L., 2002, Melanin in Fungal Pathogens, Journal Medical Microbiology, 51: 189-191.

Kanna, P. and Ganjewlal, D., 2009, Preliminary Characterization of Melanin Isolated from Fruits and Seeds of *Nyctanthes arbor-tristis*, Journal of Scientific Research, 3: 655-661.

Suryanarayanan, T.S., Ravishankar, J.P., Venkatesan, G. and Murali, T.S., 2004, Characterization of the Melanin Pigment of a Cosmopolitan Fungal Endophyte, Mycological Research, 108(8): 974-978.

ความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Seed Storability of Corn and Waxy Corn in Phranakhon Si Ayutthaya Province

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1]
Sawatdikarn, S.[1]

Abstract

The objective of this study was to investigate on seed storability of corn and waxy corn in Phranakhon Si Ayutthaya province. Samples of two corn seed varieties namely, Nakhon Sawan 1 and Nakhon Sawan 72 and two waxy corn seed varieties, namely Sumlee and Ban Koh, were stored in paper bag at room temperature (37 °c) for 5 peroids ; 0, 3, 6, 9 and 12 months. Standard seed germination, seed germination after accelerated aging, speed of germination index, shoot length and seedling dry weight were tested at three months interval. The results showed that the two corn and waxy corn seed were stored in paper bag at room temperature for 6 months caused to seed deterioration related to duration of storage and should be seed storage for 6 months. Seed storage for 6 months gave the seed germination of Nakhon Sawan 1 and Nakhon Sawan 72 varieties at 97 and 92%, respectively. For the waxy corn seed storage in paper bag at room temperature for 6 months gave the seed germination of Sumlee and Ban koh varieties at 96 and 92%, respectively. Storage of corn and waxy corn seed for 9 and 12 months gave fairly low of the seed germination. For Nakhon Sawan 1 variety, the seed were stored in paper bag at room temperature for 9 and 12 months had 76 and 42% of seed germination, respectively and reached the seed germination of Nakhon Sawan 72 corn seed variety at 78 and 52%, respectively. For the seed germination of waxy corn seed for 9 and 12 months, the seed germination of Sumlee variety were 78 and 50%, respectively, and the seed germination of Ban Koh variety were at 70 and 42%, respectively.

Keywords: seed storage, corn, waxy corn, seed storability

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สำลีและบ้านเกาะ เก็บรักษาในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง (37°ซ.) นานต่างกัน 5 ระยะ คือ 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน วัดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษาทุก 3 เดือน จำนวน 5 ลักษณะ คือ ความงอกมาตรฐาน ความงอกหลังการเร่งอายุ ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนทั้ง 2 พันธุ์ในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้องทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพตามอายุการเก็บรักษาและควรเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นานประมาณ 6 เดือน โดยการเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีความงอกร้อยละ 97 ส่วนพันธุ์นครสวรรค์ 72 มีความงอกร้อยละ 95 สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นาน 6 เดือน พันธุ์สำลีมีความงอกร้อยละ 96 และพันธุ์บ้านเกาะมีความงอกร้อยละ 92 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนเป็นเวลานาน 9 และ 12 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกค่อนข้างต่ำ โดยพันธุ์นครสวรรค์ 1 ที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 76 และ 42 ตามลำดับ พันธุ์นครสวรรค์ 72 ที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 78 และ 52 ตามลำดับ สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน พบว่า พันธุ์สำลีที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 78 และ 50 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์บ้านเกาะที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 70 และ 42 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพด ข้าวโพดเทียน ความสามารถในการเก็บรักษา

---

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

คำนำ

การผลิตข้าวโพดและข้าวโพดเทียนในปัจจุบันเกษตรกรมีปัญหาหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมในการปลูก พันธุ์ที่ใช้ปลูก และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะปัญหาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (ศานิต, 2549) สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนมีการศึกษาใน 2 สภาพ คือ สภาพควบคุมและสภาพไม่ควบคุม สำหรับการเก็บรักษาในสภาพควบคุม เช่น การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1 และสุวรรณ 2 ในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิ 10°ซ. มีความสามารถในการเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน โดยมีความงอกมากกว่า 95 (วัลลภ และคณะ, 2536) และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์บ้านเกาะในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิ 10 °ซ. มีความสามารถในการเก็บรักษาได้นาน 12 เดือนโดยมีความงอกมากกว่าร้อยละ 90 (ศานิต, 2549) แต่การเก็บรักษาในสภาพควบคุมยังมีข้อจำกัดหลายประการในการใช้ประโยชน์ของเกษตรกร เช่น ขาดแคลนห้องเก็บรักษาที่ได้มาตรฐาน ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการเก็บรักษา และเกษตรกรยังไม่มีความรู้ในการลดความชื้นและการควบคุมคุณภาพของเมล็ดก่อนการเก็บรักษาให้ได้มาตรฐาน เป็นต้น เพื่อแก้ไขปัญหาของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพควบคุม จึงได้มีผู้ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ หรือการเก็บรักษาในสภาพธรรมชาติ เช่น การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และสุวรรณ 2 ในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์มีความสามารถในการเก็บรักษาได้นาน 9 เดือนโดยมีความงอกสูงกว่าร้อยละ 75 (วัลลภ และคณะ, 2536) และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์บ้านเกาะในสภาพอุณหภูมิห้องนาน 150 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกมากกว่าร้อยละ 70 (ศานิต, 2551) สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนในสภาพธรรมชาติเป็นระยะเวลานานหรือมากกว่า 6 เดือนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยายังไม่มีการศึกษามาก่อน การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการเก็บรักษาของข้าวโพดและข้าวโพดเทียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในสภาพธรรมชาติเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ดำเนินการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2552 นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สำลีและบ้านเกาะ เก็บรักษาในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง (37°ซ.) นานต่างกัน 5 ระยะ คือ 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน วัดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษาทุก 3 เดือน จำนวน 5 ลักษณะ คือ ความงอกมาตรฐาน ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด น้ำหนักแห้งของต้นกล้า และความงอกหลังการเร่งอายุ ประเมินผลความงอกมาตรฐานตามกฎของ ISTA (2003) ทุกวัน ในช่วง 4-7 วัน คำนวณความงอกมาตรฐาน และดัชนีความเร็วในการงอก สำหรับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ประเมินผลตามกฎการทดสอบของ AOSA (2002) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้โดยวิธี DMRT

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์คือพันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ที่อุณหภูมิห้องควรเก็บได้ไม่เกิน 6 เดือน โดยการเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีความงอกมากกว่า 94% นอกจากมีความงอกสูงแล้วการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์เป็นเวลา 6 เดือน ยังมีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษาสูงด้วย (Table 1) ส่วนการเก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์มีความงอกลดลง โดยทำให้เมล็ดข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีความงอกร้อยละ 76 และ 42 และพันธุ์นครสวรรค์ 72 มีความงอกร้อยละ 78 และ 52 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุเก็บรักษา 9 และ 12 เดือน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้องมีความสามารถในการเก็บรักษาได้นานไม่เกิน 6 เดือน ทำนองเดียวกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในสภาพอุณหภูมิห้องที่มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 6 เดือน (วัลลภ และคณะ, 2536) และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนาน 9 และ 12 เดือนมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงค่อนข้างต่ำ (Table 1) ทำนองเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นระยะเวลาที่นานขึ้นทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในเวลาที่สั้น เช่น ข้าวโพด (Moreno-Martinez และคณะ, 1998; Tang และคณะ, (1999a และ 1999b)) และข้าวโพดหวาน (Chang และ Sung, 1998) ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์บ้านเกาะและสำลี ที่อุณหภูมิห้องเก็บได้ไม่เกิน 6 เดือน โดยการเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนมีความงอกมากกว่าร้อยละ 90 นอกจากมีความงอกสูงแล้วการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนทั้งสองพันธุ์เป็นเวลา 6 เดือน ยังมีความแข็งแรงของเมล็ดความงอกลดลง โดยทำให้เมล็ดข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี มีความงอกร้อยละ 78 และ 50 และพันธุ์บ้านเกาะ มีความงอกร้อยละ

70 และ 42 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุเก็บรักษา 9 และ 12 เดือน ตามลำดับ (Table 2) จากการทดลองนี้จะพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่อุณหภูมิห้องให้มีคุณภาพสูงควรเก็บรักษาไว้ไม่เกิน 6 เดือน ซึ่งมีความงอกร้อยละ 96 ในพันธุ์สำลีและมีความงอกร้อยละ 92 ในพันธุ์บ้านเกาะ ทำนองเดียวกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์บ้านเกาะในสภาพอุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน 150 วัน ซึ่งมีความงอกอยู่ระหว่างร้อยละ 75-88 (ศานิต, 2551) และเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนาน 9 และ 12 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกค่อนข้างต่ำซึ่งเป็นปัญหาในการใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ในการเพาะปลูก เช่นเดียวกับการทดลองในข้าวโพดที่พบว่า การเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ของข้าวโพดมีความงอก (Jimenez และคณะ, 1991) ความเร็วในการงอกและความยาวยอด (Mathews และ Khajeh-Hosseini, 2007) ลดลงมากกว่าการเก็บรักษาในระยะเวลาที่สั้น ถ้าต้องการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ระยะยาวควรเก็บในสภาพควบคุม ซึ่งสามารถรักษาความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไว้ได้สูงสุด (Smith, 1992) และทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (Abba และ Lovato, 1999) และข้าวโพดเทียน (ศานิต, 2549) มีระยะเวลาในการเก็บรักษานาน 420 และ 300 วัน ตามลำดับ แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดและข้าวโพดเทียนไม่มีห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ได้มาตรฐาน ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ในระยะยาว การเก็บรักษาในสภาพธรรมชาติจึงเป็นสิ่งจำเป็นซึ่งสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (Table 1) และข้าวโพดเทียน (Table 2) ได้ไม่เกิน 6 เดือนหรือ 180 วัน เพื่อการเพาะปลูกในฤดูปลูกต่อไปเท่านั้น

สรุปผล

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนทั้ง 2 พันธุ์ในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้องทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพตามอายุการเก็บรักษาและควรเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นานประมาณ 6 เดือน โดยการเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีความงอกร้อยละ 97 ส่วนพันธุ์นครสวรรค์ 72 มีความงอกร้อยละ 95 สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นาน 6 เดือน พันธุ์สำลีมีความงอกร้อยละ 96 และพันธุ์บ้านเกาะมีความงอกร้อยละ 92 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและข้าวโพดเทียนเป็นเวลานาน 9 และ 12 เดือน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกค่อนข้างต่ำ โดยพันธุ์นครสวรรค์ 1 ที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 76 และ 42 ตามลำดับ พันธุ์นครสวรรค์ 72 ที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 78 และ 52 ตามลำดับ สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน พบว่า พันธุ์สำลีที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 78 และ 50 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์บ้านเกาะที่เก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน มีความงอกร้อยละ 70 และ 42 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

วัลลภ สันติประชา ขวัญจิตร สันติประชา และกาญจนา สุวรรณสินธุ์, 2536, ศักยภาพการเก็บรักษาและการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในเขตร้อนชื้น, วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 15: 243-250.

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2549, คุณภาพและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน, วารสารวิชาการเกษตร, 24: 288-300.

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2551, การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวต่างกัน, วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, 3: 50- 62.

AOSA, 2002, Seed Vigor Testing Handbook, Association of Official Seed Analysts, 32, Lincoln, 20-73 p.

Abba, E.J. and Lovato, A., 1999, Effect of Seed Storage Temperature and Relative Humidity on Maize (*Zea mays* L.) Seed Viability and Vigour, Seed Science and Technology, 27: 101-114.

Chang, S.M. and Sung, J.M., 1998, Deteriorative Changes in Primed Sweet Corn Seeds during Storage, Seed Science and Technology, 26: 613-626.

ISTA, 2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3 rd Edition, International Rules for Seed Testing,

Jimenez, E.S., Sepulveda, G., Reynoso, E., Molina-Galan, J. and Albores, M., 1991, Long-term Maize Seed Storage and Loss of Viability: Polyamines and Auxin Contents during Germination, Seed Science and Technology, 19: 83-92.

Mathews, S. and Khajeh-Hosseini, M., 2007, Length of the Lag Period of Germination and Metabolic Repair Expain Vigour Differences in Seed lots of Maize (*Zea mays* L.), Seed Science and Technology, 35: 200-212.

Moreno-Martinea, E., Vazquez-Badillo, M.E., Rivera, A., Navarrete, R. and Fsquivel-Villagrana, F., 1998, Effect of Seed Shape and Size on Germination of Corn (*Zea mays* L.) Stored under Adverse Conditions, Seed Science and Technology, 26: 439-448.

Smith, R.D., 1992, Seed Storage, Temperature and Relative Humidity, Seed Science Research, 2: 113-116.

Tang, S., Tekrony, D.M., Egli, D.B., Cornelius, P.L. and Rucker, M., 1999a, Survival Characteristics of Corn Seed during Storage: I. Normal Distribution of Seed Survival, Crop Science, 39: 1394-1400.

Tang, S., Tekrony, D.M., Egli, D.B. and Cornelius, P.L., 1999b, Survival Characteristics of Corn Seed during Storage: II, Rate of Seed Deterioration, Crop Science, 39: 1400-1406.

Table 1 Seed germination, speed of germination index, shoot length, seedling dry weight and seed germination after accelerated aging of corn seed cv. Nakhon Sawan (NS) 1 and 72 at different storage duration.

Corn seed varieties	Storage duration (months)	Seed germination (%)	Speed of germination index	Shoot length (cm./ seedling)	Seedling dry weight (mm./seedling)	Seed germination after accelerated aging (%)
NS 1	0	98.00a	23.06a	19.80a	77.64a	95.00a
	3	97.00a	22.65a	18.64a	75.82a	94.00a
	6	97.00a	22.18a	17.84a	74.68a	92.00a
	9	76.00b	15.61b	12.68b	48.86b	68.00b
	12	42.00c	10.64c	8.05c	39.64c	32.00c
	C.V. (%)	4.98	5.68	4.68	7.62	8.62
NS 72	0	99.00a	24.52a	20.12a	78.04a	97.00a
	3	98.00a	22.84a	19.96a	76.26a	95.00a
	6	95.00a	21.13a	18.56a	74.82a	92.00a
	9	78.00b	16.04b	13.64b	50.62b	70.00b
	12	52.00c	10.82c	8.91c	41.02c	43.00c
	C.V. (%)	5.42	6.65	5.06	4.36	9.42

In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Seed germination, speed of germination index, shoot length, seedling dry weight and seed germination after accelerated aging of corn seed cv. Sumlee and Ban Koh waxy at different storage duration.

Corn seed varieties	Storage duration (months)	Seed germination (%)	Speed of germination index	Shoot length (cm./ seedling)	Seedling dry weight (mm./ seedling)	Seed germination after accelerated aging (%)
Sumlee	0	99.00a	24.61a	20.14a	75.68a	96.00a
	3	98.00a	23.82a	20.02a	74.14a	94.00a
	6	96.00a	22.42a	19.86a	73.62a	91.00a
	9	78.00b	17.84b	16.42b	64.72b	71.00b
	12	50.00c	12.63c	11.41c	51.63c	38.00c
	C.V. (%)	6.48	5.73	6.45	7.68	8.96
Ban Koh	0	95.00a	23.86a	21.18a	71.05a	93.00a
	3	94.00a	22.45a	20.06a	69.84a	91.00a
	6	92.00a	21.82a	19.84a	68.72a	90.00a
	9	70.00b	15.14b	15.83b	58.02b	62.00b
	12	42.00c	10.63c	10.05c	48.74c	31.00c
	C.V. (%)	4.62	6.12	6.34	4.68	8.94

In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ผลของการขาดน้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

Effects of Water Stress on Inhibition of Seed Germination and vigor in Corn

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1]
Sawatdikarn, S.[1]

Abstract

Water stress is the mainly affected on seed germination and vigor in corn. Appropriate water application is one method of the alleviating water stress in seed germination. The objective of this study was to investigated the water stress on inhibition of seed germination and vigor in corn. Samples of two corn seed varieties namely Nakhon Sawan 1 and Nakhon Sawan 72 that had three seed qualities ; high, medium and low quality. The corn seeds were planted in plastic basket and watered at five treatments; watered at every day, watered at one day interval, watered at two days interval, watered at three days interval and watered at four days interval. Seed germination, speed of germination index, shoot length and seedling dry weight were tested at 14 days after planting. The results showed that the watered at four days interval treatment showed the highest of inhibition of seed germination and vigor in two corn varieties. The increasing of water stress resulted in the inhibition of seed germination and vigor. The watered at four days interval treatment reached the inhibition of speed of germination index and shoot length in two corn varieties than 50%, For Nakhon Sawan 1 variety, showed the inhibition of speed of germination index of high, medium and low seed quality at 55.88, 57.85 and 69.55% and the inhibition of shoot length at 51.18, 57.61 and 56.97%, respectively. For Nakhon Sawan 72 variety, the watered at four days interval treatment showed the inhibition of speed of germination index of medium and low seed quality at 56.95 and 58.65%, respectively.

Keywords: water stress, corn seed, inhibition of seed germination and vigor

บทคัดย่อ

การขาดน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวโพด การให้น้ำที่เหมาะสมเป็นวิธีที่สามารถแก้ปัญหาการขาดน้ำของข้าวโพดในระหว่างการงอกได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้น้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ เพาะในตะกร้าพลาสติกที่อุณหภูมิห้องแล้วให้น้ำต่างกัน แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำวันเว้นวัน ให้น้ำวันเว้น 2 วัน ให้น้ำวันเว้น 3 วัน และให้น้ำวันเว้น 4 วัน วัดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากการเพาะ 14 วัน จำนวน 4 ลักษณะ คือ ความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่า การให้น้ำวันเว้น 4 วัน ทำให้ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงสุด การให้ขาดน้ำในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้ง 4 ลักษณะถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำวันเว้น 4 วัน ที่ยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดมากกว่า 50% โดยพันธุ์นครสวรรค์ 1 ถูกยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 55.88 57.85 และ 69.55 และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 51.18 57.61 และ 56.97 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 พบว่า การให้น้ำวันเว้น 4 วัน สามารถยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 56.95 และ 58.65 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ ตามลำดับ

คำสำคัญ: การขาดน้ำ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด การยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโต

---

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

คำนำ

ในการผลิตข้าวโพดมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยเฉพาะในปลายฤดูฝนและฤดูแล้ง เพื่อให้การผลิตข้าวโพดมีประสิทธิภาพมากขึ้นในสภาพแปลงปลูกที่ขาดน้ำ ได้มีการทดลองเพื่อศึกษาการให้น้ำแก่ข้าวโพดในบางลักษณะ เช่น ปริมาณในการให้น้ำ และความถี่ในการให้น้ำ สำหรับปริมาณการให้น้ำแก่ข้าวโพด พบว่า การให้น้ำในปริมาณที่น้อยลงมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดลดลง (วันชัย และคณะ, 2542; วันชัย และคณะ, 2544) สำหรับการทดลองเกี่ยวกับความถี่ในการให้น้ำแก่ข้าวโพด พบว่า การให้น้ำในความถี่ที่ลดลงทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดลดลง (สมชาย และคณะ, 2541; เสน่ห์ และวันชัย, 2543) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ข้าวโพดแต่ละพันธุ์มีความต้องการน้ำในปริมาณที่ต่างกัน เช่น พันธุ์ Pioneer 3737 มีความต้องการน้ำในระยะงอกถึงระยะสุกแก่มากกว่าพันธุ์ Pioneer 33245 (Howell และคณะ, 1998) และข้าวโพดพันธุ์ DK 888 ซึ่งเป็นพันธุ์อายุยาวมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าพันธุ์ NST 89-101 ซึ่งเป็นพันธุ์อายุสั้น (สมชาย และคณะ, 2541) การศึกษาการให้น้ำในข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในระยะที่ข้าวโพดเจริญเติบโตแล้ว (Jama และ Ottman, 1993; Howell และคณะ, 1998) และระยะการให้ผลผลิต (Eck, 1986; Powell และ Wright, 1993) และยังมีการศึกษาการให้น้ำที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดหญ้าบางชนิด เช่น หญ้าบัฟเฟล (Emmerich และ Hardegree, 1991) หญ้าเบอร์มิวดา (Carrow, 1996) และหญ้าบาเฮีย (Mullahey และคณะ, 1996) แต่ยังไม่มีรายงานเกี่ยวผลของการขาดน้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ดังนั้นจึงได้ศึกษาผลของการขาดน้ำที่มีต่อข้าวโพดทั้งสองพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลในการปลูกข้าวโพดในสภาพขาดน้ำหรือในสภาพฝนทิ้งช่วงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ดำเนินการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2552 นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูงมีความงอกมากกว่า 95% คุณภาพปานกลาง มีความงอก 85-90% และคุณภาพต่ำ มีความงอก 70-75% เพาะในตะกร้าพลาสติกที่บรรจุดิน 1,000 กรัม จำนวน 50 เมล็ด X 4 ซ้ำ (ตะกร้า) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ที่อุณหภูมิห้องแล้วให้น้ำข้าวโพดที่เพาะในวันแรกปริมาณ 1,000 มล. หลังจากนั้นดำเนินการให้น้ำต่างกัน แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำวันเว้นวัน ให้น้ำวันเว้น 2 วัน ให้น้ำวันเว้น 3 วัน และให้น้ำวันเว้น 4 วัน ประเมินผลความงอกตามกฎของ ISTA (2003) ทุกวัน ในช่วง 4-10 วัน คำนวณความงอกและดัชนีความเร็วในการงอก และประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามกฎการทดสอบของ AOSA (2002) แล้วนำข้อมูลที่วัดได้ทั้งหมดคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรของ Chung และคณะ (2003) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ได้โดยวิธี DMRT

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การให้น้ำในความถี่ที่ลดลงมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ คือ นครสวรรค์ 1 (Table 1 และ 2) และนครสวรรค์ 72 (Table 3 และ 4) ถูกยับยั้งความงอก และยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองการให้น้ำในข้าวโพดที่ต่างกันทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง (Helm และคณะ, 1997; Ghessemi-Golezani และคณะ, 1997) และการให้น้ำในพืชบางชนิดที่เมื่อให้น้ำในความถี่และปริมาณที่ลดลงมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและอัตราการเจริญเติบโตลดลง เช่น หญ้าบัฟเฟล (Emmerich และ Hardegree, 1991) หญ้าบาเฮีย (Mullahey และคณะ, 1996) รวมทั้งถั่วเหลืองและทานตะวัน (Helm และคณะ, 1997) นอกจากนี้การให้น้ำที่ลดลงยังมีผลต่อการยับยั้งความยาวของยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าด้วย เช่นเดียวกับการปลูกข้าวโพด (วันชัย และคณะ, 2542) และอ้อย (พงศ์เทพ และคณะ, 2545) ในสภาพขาดน้ำ สำหรับการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพลดลงทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 (Table 1 และ 2) และนครสวรรค์ 72 (Table 3 และ 4) ถูกยับยั้งความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้น โดยการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ที่มีคุณภาพต่ำทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 4 ลักษณะถูกยับยั้งสูงสุด รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและสูง เช่นเดียวกับการทดสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในสภาพเครียดน้ำ พบว่า ควรเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีคุณภาพสูงในการปลูก เพื่อลดความความเสี่ยงในการได้จำนวนต้นที่น้อยกว่าปกติ (Noli และคณะ, 2008) ฉะนั้นในการปลูกข้าวโพดในสภาพขาดน้ำการเลือกเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงจะให้การงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ จะเห็นได้ว่าการปลูกข้าวโพดในสภาพขาดน้ำควรเลือกปลูกในสภาพที่ข้าวโพดมีการขาดน้ำในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า เช่น การให้น้ำวันเว้นวัน และการให้

น้ำวันเว้น 2 วัน และในขณะที่เดียวกันควรเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีคุณภาพสูงร่วมด้วยเพื่อให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกและเจริญเติบโตได้ดี โดยไม่ต้องเสียเวลาในการปลูกซ่อมหรือปลูกใหม่

สรุปผล

การให้น้ำวันเว้น 4 วัน ทำให้ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงสุด การให้ขาดน้ำในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้ง 4 ลักษณะถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำวันเว้น 4 วัน ที่ยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดมากกว่าร้อยละ 50 โดยพันธุ์นครสวรรค์ 1 ถูกยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 55.88 57.85 และ 69.55 และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 51.18 57.61 และ 56.97 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 พบว่า การให้น้ำวันเว้น 4 วัน สามารถยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 56.95 และ 58.65 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

พงศ์เทพ มีนอก สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์ นิมิต วรสูต และทักษิณา ศันสยะวิชัย, 2545, อิทธิพลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของอ้อย 2 พันธุ์ในดินชุดสตึก, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 33: 213-223.

วันชัย ถนอมทรัพย์ สมชาย บุญประดับ อาณัติ วัฒนสิทธิ์ สุมนา งามผ่องใส และมนตรี ชาตะศิริ, 2542, การตอบสนองของข้าวโพดคั่วต่อปริมาณการให้น้ำและอัตราปลูก, วารสารวิชาการเกษตร, 17: 139-149.

วันชัย ถนอมทรัพย์ เสน่ห์ เครือแก้ว สุมนา งามผ่องใส วิไลวรรณ พรหมคำ และจิราลักษณ์ ภูมิไธสง, 2544, การตอบสนองของข้าวโพดคั่วต่ออัตราและระยะเวลาการหยุดให้น้ำ, วารสารวิชาการเกษตร, 19: 157-167.

เสน่ห์ เครือแก้ว และวันชัย ถนอมทรัพย์, 2543, การตอบสนองของข้าวโพดต่อสภาพขาดน้ำในดินและต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในช่วงฟื้นตัว, วารสารวิชาการเกษตร, 18: 45-61.

สมชาย บุญประดับ วันชัย ถนอมทรัพย์ และมนตรี ชาตะศิริ, 2541, การตอบสนองของพันธุ์ข้าวโพดไร่หลังข้าวต่อความถี่ในการให้น้ำและการคลุมดิน, วารสารวิชาการเกษตร, 16: 59-68.

AOSA, 2002, Seed Vigor Testing Handbook, Association of Official Seed Analysts, 32, Lincoln 20-73 p.

Carrow, R.N., 1996, Drought Resistance Aspects of Turfgrasses in the Southeast: Root Shoot Responses, Crop Science, 36: 687-694.

Chung, I.M., Kim, K.H., Ahn, J.K., Lee, S.B., Kim, S.H. and Hahn, S.J., 2003, Comparision of Allelopathic Ptential of Rice Leaves, Straw and Hull Extract on Barnyardgras, Agronomy Journal, 95: 1063-1070.

Eck, H.V., 1986, Effects of Water Deficits on Yield, Yield Components and Water use Efficiency of Irrigated Corn, Agronomy Journal, 78: 1035-1040.

Emmerich, W.E. and Hardegree, S.P., 1991, Seed Germination in Polyethylene Glycol Solution: Effects of Filter Paper Exclusion and Water Vapor Loss, Crop Science, 31: 454-458.

Ghessemi-Golezani, K., Soltani, A. and Atashi, A., 1997, The Effect of Water Limitation in the Field on Seed Quality of Maize and Sorghum, Seed Science and Technology, 25: 321-323.

Helms, T.C., Deckard, E.L. and Gregoire, P.A., 1997, Corn, Sunflower and Soybean Emergence Influenced by Soil Temperature and Soil Water Content, Agronomy Journal, 85: 59-63.

Howell, T.A., Tolk, J.A., Schneider, D. and Event, S.R., 1998, Evapotranspiration, Yield and Water use Efficiency of Corn Hybrids Differing in Maturity, Agronomy Journal, 90: 3-9.

ISTA, 2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3 rd Edition, International Rules for Seed Testing.

Jama, A.O. and Ottman, M.J., 1993, Timing of the First Irrigation in Corn and Water Stress Conditioning, Agronomy Journal, 85: 1159-1164.

Mullahey, J.J., West, S.H. and Cornell, J.A., 1996, Effects of Simulated Drought by Polyethylene Glycol on Bahiagrass Germination, Seed Science and Technology, 24: 219-224.

Noli, E., Casarini, E., Urso, G. and Conti, S., 2008, Suitability of Three Vigour Test Procedures to Predict Field Performance of Early Sown Maize Seed, Seed Science and Technology, 36: 168-176.

Powell, N.L. and Wright, F.S., 1993, Grain Yield of Subsurface Microirrigated Corn as Affected by Irrigation Line Spacing, Agronomy Journal, 85: 1164-1170.

Table 1 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low quality of corn seed cv. "Nakhon Sawan 1" at different water stress condition.

Water stress Conditions	Inhibition of seed germination (%)			Inhibition of speed of germination index (%)		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	2.56c	3.48c	4.05c	12.29d	13.98d	33.77d
Two days interval	4.15b	6.74c	10.81b	25.62c	36.84c	42.16c
Three days interval	9.74b	12.64b	16.89b	36.45b	50.98b	63.24b
Four days interval	20.12a	21.83a	22.27a	55.88a	57.85a	69.55a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	6.54	7.56	10.62	5.86	11.24	11.25

In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low quality of corn seed cv. "Nakhon Sawan 1" at different water stress condition.

Water stress Conditions	Inhibition of shoot length (%)			Inhibition of seedling dry weight (%)		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	9.81d	16.59d	17.12d	6.29d	8.14d	10.56c
Two days interval	23.55c	26.73c	35.83c	12.04c	16.10c	21.62c
Three days interval	37.89b	39.21b	46.19b	24.41b	25.89b	30.98b
Four days interval	51.18a	57.61a	56.97a	30.02a	31.98a	35.71a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	8.74	9.86	10.54	7.62	8.54	10.26

[1]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 3 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low quality of corn seed cv. "Nakhon Sawan 72" at different water stress condition.

Water stress Conditions	Inhibition of seed germination (%)[1]			Inhibition of speed of germination index (%)[1]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	2.01c	3.24c	4.07c	7.53d	12.06d	16.62d
Two days interval	4.24c	6.48b	8.17c	15.81c	33.68c	34.18c
Three days interval	8.54b	9.18b	12.96b	26.40b	46.84b	48.02b
Four days interval	14.57a	15.68a	20.98a	38.72a	56.95a	58.65a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	3.54	5.64	6.59	4.58	7.56	8.92

[1]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low quality of corn seed cv. "Nakhon Sawan 72" at different water stress condition.

Water stress Conditions	Inhibition of shoot length (%)			Inhibition of seedling dry weight (%)		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	4.32d	13.06d	15.81d	4.99c	6.98d	8.52c
Two days interval	10.91c	18.15c	25.97c	10.70b	11.61c	15.68b
Three days interval	18.83b	31.32b	37.86b	15.24ab	17.20b	18.66b
Four days interval	34.06a	42.14a	45.62a	17.85a	25.48a	26.58a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.87	6.57	8.94	3.26	5.86	6.24

[1]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

Effects of Water logging Duration on Inhibition of Seed Germination and Vigor in Corn

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1] และ สุนันทา อินทสุวรรณ์[1]

Sawatdikarn, S.[1] and Intasuwan, S.[1]

Abstract

The objective of this was to investigate of water longing duration on inhibition of seed germination and vigor in corn. Samples of two corn seed varieties namely Nakhon Sawan 1 and Nakhon Sawan 72 that had three seed qualities; high, medium and low quality. The corn seeds were planted in plastic basket and water logged at five treatments; 0 (control treatment) 12, 24, 36 and 48 hours. Seed germination, speed of germination index, shoot length and seedling dry weight were tested at 14 days after planting. The results showed that the water logged at 48 hours gave the highest of inhibition of seed germination and vigor in two corn varieties. The increasing of water logged resulted in the inhibition of seed germination and vigor. The water logged at 48 hours treatment reached the inhibition of speed of germination index and shoot length in two corn varieties than 40%, For Nakhon Sawan 1 variety, showed the inhibition of speed of germination index at 41.32, 52.86 and 64.37% and the inhibition of shoot length at 45.23, 48.71 and 64.26% of high, medium and low seed quality, respectively. The water logged at 48 hours treatment gave the inhibition of seed germination and seedling dry weight between 20-40%. For Nakhon Sawan 72 variety, the water logged at 48 hours treatment gave the inhibition of speed of germination index at 56.95 and 58.65% and inhibition of shoot length at 50.31 and 53.11% of medium and low seed quality, respectively.

Keywords: water logging, corn seed, inhibition of seed germination and vigor

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ เพาะในตะกร้าพลาสติกที่อุณหภูมิห้องแล้วให้น้ำท่วมขังนานต่างกัน แบ่งเป็น 5 ระยะ คือ 0 12 24 36 และ 48 ชม. วัดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากการเพาะ 14 วัน จำนวน 4 ลักษณะ คือ ความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. ทำให้ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตสูงสุด การให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้ง 4 ลักษณะถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. ที่ยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดมากกว่าร้อยละ 40 โดยพันธุ์นครสวรรค์ 1 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ถูกยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 41.32 52.86 และ 64.37 และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 45.23 48.71 และ 64.26 ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. ให้ผลในการยับยั้งความงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าอยู่ระหว่างร้อยละ 20-40 ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. สามารถยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 51.94 และ 62.66 และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 50.31 และ 53.11 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การให้น้ำท่วมขัง เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

คำนำ

น้ำท่วมขังเป็นปัญหาที่มักเกิดขึ้นในฤดูฝนและมีผลกระทบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชปลูก (Parent และคณะ, 2008) โดยเฉพาะข้าวโพด การงอกและการเจริญเติบโตของพืชปลูกในสภาวะน้ำท่วมขังขึ้นอยู่กับปัจจัยบางประการ เช่น พันธุ์พืช คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และระยะของการท่วมขัง สำหรับพันธุ์พืช พบว่า พันธุ์พืชแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อสภาวะน้ำ

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

ท่วมขังต่างกัน เช่น ข้าวโพด (เสน่ห์ และวันชัย, 2543) และ ข้าวบาร์เลย์ (สาวิตร และจักรี, 2544; พันธิภา และสุทัศน์, 2545) นอกจากนี้ในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่เพาะในสภาพน้ำท่วมขัง พบว่า ข้าวโพดเทียนลูกผสมพันธุ์สำลีมีความงอกมากกว่าพันธุ์บ้านเกาะที่เป็นพันธุ์ผสมเปิด (ศานิต, 2552ข) นอกจากพันธุ์พืชแล้วคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อพืชปลูกในสภาวะน้ำท่วมขัง โดยพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงมีความสูงของต้นกล้าและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า ในสภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ เช่น ถั่วเขียว (ศานิต, 2552ก) และข้าวโพดเทียน (ศานิต , 2552ข) สำหรับระยะเวลาการท่วมขัง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชปลูกที่เจริญเติบโตอยู่ในสภาวะน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานทำให้การงอกและการเจริญเติบโตลดลงกว่าพืชปลูกที่เจริญเติบโตในสภาวะน้ำท่วมขังที่สั้น เช่น ข้าว (Yamauchi และ Biswas, 1997; Ruan และคณะ, 2002) ข้าวโพด (Khosravi และ Anderson, 1990; Martin และคณะ, 1991) ข้าวสาลี (Huang และคณะ,1997) อ้อย (Glaz และคณะ, 2004) ถั่วเขียว (ศานิต, 2552ก) และข้าวโพดเทียน (ศานิต, 2552ข) ในปัจจุบันการทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองของข้าวโพดต่อสภาวะน้ำท่วมขังในระยะแรกของการงอกยังมีน้อย ส่วนใหญ่เป็นการทดลองในระยะที่ข้าวโพดกำลังเจริญเติบโต (Cerwick และคณะ, 1995) หรือให้ผลผลิตแล้ว (เสน่ห์ และวันชัย, 2545) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด จำนวน 2 พันธุ์ คือ นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 เพื่อเป็นข้อมูลในการปลูกข้าวโพดในฤดูฝนหรือในสภาพน้ำท่วมขัง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ดำเนินการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงธันวาคม 2552 นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูงมีความงอกเริ่มต้นร้อยละ 95-98 คุณภาพปานกลาง ความงอกเริ่มต้นร้อยละ 80-85 และคุณภาพต่ำ ความงอกเริ่มต้นร้อยละ 70-75 เพาะในตะกร้าพลาสติกที่บรรจุดิน 1,000 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง จำนวน 50 เมล็ด X 4 ซ้ำ (ตะกร้า) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design แล้วนำไปวางในถาดรองน้ำสูงประมาณ 1 ซม. ตามวิธีของศานิต (2552) จากผิวดินนานต่างกัน แบ่งเป็น 5 ระยะ คือ 0 (สภาพควบคุม) 12 24 36 และ 48 ซม. แล้วนำไปเพาะต่อที่อุณหภูมิห้อง ประเมินความงอกตามกฎของ ISTA (2003) ทุกวัน ในช่วง 4-7 วัน คำนวณความงอกและดัชนีความเร็วในการงอก และประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ 2 ลักษณะ คือ ความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าตามวิธีของ AOSA (2002) แล้วนำข้อมูลที่วัดได้ทั้งหมดคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรของ Chung และคณะ (2003) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ได้โดยวิธี DMRT

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1 การให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้ง 4 ลักษณะถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำท่วมขังนาน 48 ซม. ที่ยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดมากกว่าร้อยละ 40 โดยถูกยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 41.32 52.86 และ 64.37 (Table 1) และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 45.23 48.71 และ 64.26 (Table 2) ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ซม. ให้ผลในการยับยั้งความงอก (Table 1) และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Table 2) อยู่ระหว่างร้อยละ 20-40 การให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่นานขึ้นทำให้การยับยั้งความงอกสูงขึ้น (Table 1) เช่นเดียวกับการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนในสภาวะน้ำท่วมขัง พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง เมื่อระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังเพิ่มขึ้น โดยมีความงอกลดลงเป็นร้อยละ 61 เมื่อให้น้ำท่วมขังนาน 6 ซม. และความงอกลดลงเป็นร้อยละ 53 และ 46 เมื่อให้น้ำท่วมขังนาน 18 และ 24 ซม. ตามลำดับ (ศานิต, 2552) นอกจากการให้น้ำท่วมขังมีผลต่อความงอกแล้วยังมีผลในการยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าด้วย (Table 1-2) เช่นเดียวกับการทดลองในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวโพด (Khosravi และ Anderson, 1990) ข้าวสาลี (Huang และคณะ, 1994) และข้าวโพดเทียน (ศานิต, 2552)

ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 ที่เพาะโดยให้น้ำท่วมขังทั้ง 3 ระดับ คือ 24 36 และ 48 ซม. มีการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงทั้ง 3 ลักษณะ คือ ดัชนีความเร็วในการงอก ความสูงของต้นกล้า และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Table 3 และ 4) เพิ่มขึ้นจากการให้น้ำท่วมขังนาน 12 ซม. เช่นเดียวกับการทดลองในข้าวโพดที่เพาะในสภาวะน้ำท่วมขังของ Khosravi และ Anderson (1990) Martin และคณะ (1991) และ Cerwick และคณะ (1995) การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ซม. สามารถยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 51.94 และ 62.66 (Table 3) และยับยั้งความยาวยอด

เท่ากับร้อยละ 50.31 และ 53.11 (Table 4) ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ ตามลำดับ การให้น้ำท่วมขังนานที่สุดจากการทดลองนี้มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดสูงสุด เช่นเดียวกับการทดสอบการให้น้ำท่วมขังในข้าวโพดเทียน (ศานิต, 2552) ข้าวสาลี (Huang และคณะ, 1994) จะเห็นได้ว่าการให้น้ำท่วมขังแก่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนาน 48 ชม. ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าถูกยับยั้งสูงสุด (Table 4) เช่นเดียวกับการทดสอบการให้น้ำท่วมขังในข้าวโพด พบว่า ข้าวโพดที่ให้น้ำท่วมขังนาน 1-3 วัน ให้ต้นกล้ามีลักษณะปกติ แต่เมื่อให้น้ำท่วมขังนาน 5-7 วัน ทำให้ต้นกล้ามีความสูงต้นและน้ำหนักแห้งน้อยกว่าการให้น้ำปกติ (Martin และคณะ, 1991) การเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 ในสภาวะน้ำท่วมขังนาน 12 ชม. ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำถูกยับยั้ง (Table 1-4)

สรุปผล

การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดสูงสุด การให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้ง 4 ลักษณะถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. ที่ยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดมากกว่าร้อยละ 40 โดยพันธุ์นครสวรรค์ 1 ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ถูกยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 41.32 52.86 และ 64.37 และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 45.23 48.71 และ 64.26 ของเมล็ดพันธุ์ ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. ให้ผลในการยับยั้งความงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าอยู่ระหว่างร้อยละ 20-40 ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 48 ชม. สามารถยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 51.94 และ 62.66 และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับ ร้อยละ 50.31 และ 53.11 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

พันธิภา สอนเมือง และสุทัศน์ จุลศรีไกวัล, 2545, ความสามารถการปรับตัวของสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ต่อสภาพน้ำท่วมขัง, วารสารเทคโนโลยีสุรนารี, 9: 23-28.

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2552ก, ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในสภาวะน้ำท่วมขัง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 1(พิเศษ): 313-316.

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2552ข, ผลของคุณภาพเมล็ดพันธุ์และระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน 2 พันธุ์, วารสารวิชาการเกษตร, 27: 55-67.

สาวิตร มีจุ้ย และจักรี เส้นทอง, 2544,. ผลของสภาวะที่รากได้รับออกซิเจนต่ำต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวบาร์เลย์, วารสารวิชาการเกษตร, 19:13-20.

เสน่ห์ เครือแก้ว และวันชัย ถนอมทรัพย์, 2545, การตอบสนองของข้าวโพดที่ปลูกบนดินนาต่อภาวะน้ำขังและต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัส, วารสารวิชาการเกษตร, 18: 62-78.

AOSA, 2002, Seed Vigor Testing Handbook, Association of Official Seed Analysts, No.32, Lincoln 20-73 p.

Cerwick, S.F., Martin, B.A. and Leding L.D., 1995, The Effect of Carbon Dioxide on Maize Seed Recovery after Flooding, Crop Science, 35: 1116-1121.

Chung, I.M., Kim, K.H., Ahn, J.K., Lee, S.B., Kim, S.H. and Hahn, S.J., 2003, Comparision of Allelopathic Potential of Rice Leaves, Straw and Hull Extract on Barnyardgrass, Agronomy Journal, 95: 1063-1070.

Glaz, B., Morris, D.R. and Daroub, S.H., 2004, Periodic Flooding and Water Table Effects on Two Sugarcane Genotypes, Agronomy Journal, 96: 832-838.

Huang. B., Johnson, J.W., NeSmith, D.S. and Bridges, D.C., 1994, Root and Shoot Growth of Wheat Genotype to Hypoxia and Subsequent Resumption of Aeration, Crop Science, 34: 1538-1544.

Huang, B., Johnson, J.W. and NeSmith, D.S., 1997, Response to Root-zone CO_2 Enrichment and Hypoxia of Wheat Genotypes Differing in Water Logging Tolerance, Crop Science, 37: 464-468.

ISTA, 2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3 rd Edition, International Rules for Seed Testing.

Khosravi, Gh.R. and Anderson, I.C., 1990, Pre-emergence Flooding and Nitrogen Amosphere Effects on Germinating Corn Inbreds, Agronomy Journal, 82: 495-499.

Martin, B.A., Cerwick, S.F. and Leding, L.D., 1991, Physiological Basis for Inhibition of Maize Seed Germination by Flooding, Crop Science, 31: 1052-1057.

Parent, C., Capelli, N., Berger, A., Crevecoeur, M. and Dat, J.F., 2008, An Overview of Plant Responses to Soil Waterlogging, Plant Stress, 2: 20-27.

Ruan, S., Xue, Q. and Tylkowska, K., 2002, The Influence of Priming on Germination of Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds and Seedling Emergence and Performance in Flooded Soil, Seed Science and Technology, 30: 61-67.

Yamauchi, M. and Biswas, J.K., 1997, Rice Cultivar Difference in Seedling Establishment in Flooded Soil, Plant and Soil, 189: 145-153.

Table 1 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low corn seed quality of Nakhon Sawan 1 variety at different water logging duration compared with control (non-treated).

Water logging duration (hours)	Inhibition of seed germination (%)[1]			Inhibition of speed of germination index (%)[1]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
12	4.62c	6.57c	8.56d	14.26d	17.39d	20.94d
24	9.06c	8.82c	12.96c	22.13c	29.73c	32.84c
36	12.83b	18.75b	21.60b	29.91b	41.57b	55.41b
48	20.02a	27.28a	28.39a	41.32a	52.86a	64.37a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	3.65	6.58	8.75	4.62	5.51	7.82

[1]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low corn seed quality of Nakhon Sawan 1 variety at different water logging duration compared with control (non-treated).

Water logging duration (hours)	Inhibition of shoot length (%)			Inhibition of seedling dry weight (%)		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
12	14.01d	17.01d	20.23d	10.31d	15.74c	20.73c
24	34.59c	36.08c	39.23c	15.05c	18.51c	21.34c
36	40.68b	42.32b	45.77b	22.78b	25.54b	28.67b
48	45.23a	48.71a	64.26a	30.91a	33.84a	39.24a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	6.53	8.54	10.24	5.48	8.62	10.24

In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 3 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low corn seed quality of Nakhon Sawan 72 variety at different water logging duration compared with control (non-treated).

Water logging duration (hours)	Inhibition of seed germination (%)[1]			Inhibition of speed of germination index (%)[1]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
12	1.65d	3.02d	4.86d	7.36d	9.39d	15.51d
24	6.59c	7.69c	11.97c	18.25c	22.72c	32.60c
36	10.54b	11.56b	17.37b	27.07b	40.52b	47.42b
48	15.58a	19.59a	25.14a	40.54a	51.94a	62.66a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	3.24	6.52	8.51	4.57	6.35	10.28

[1]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low corn seed quality of Nakhon Sawan 72 variety at different water logging duration compared with control (non-treated).

Water logging duration (hours)	Inhibition of shoot length (%)[1]			Inhibition of seedling dry weight (%)[1]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
12	17.61d	18.19d	20.47d	7.67d	10.03c	15.66c
24	20.94c	25.03c	30.33c	10.96c	12.46c	18.96c
36	30.12b	38.27b	44.65b	17.32b	18.14b	22.08b
48	40.15a	50.31a	53.11a	27.59a	26.05a	32.52a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.52	6.54	9.62	6.25	8.42	11.34

[1]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ผลของการขาดน้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว

Effects of Water Stress on Inhibition of Seed Germination and Vigor in Mungbean

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1] และ วริสรา ปลื้มฤดี[1]

Sawatdikarn, S.[1] and Pluemrudee, W.[1]

Abstract

The objective of this study was to study of water stress on inhibition of seed germination and vigor in mungbean. Samples of two mungbean seed varieties namely Kamphengsaen 1 and Chainat 72 that had three seed qualities; high, medium and low quality. The mungbean seeds were planted in plastic basket and watered at five treatments; watered at every day, watered at one day interval, watered at two days interval, watered at three days interval and watered at four day interval. Seed germination, speed of germination index, shoot length and seedling dry weight were tested at 14 days after planting. The results showed that the watered at four days interval treatment gave the highest of inhibition of seed germination and vigor in two mungbean varieties. The increasing of water stress resulted in the inhibition of seed germination and vigor. The watered at four days interval treatment reached the inhibition of speed of germination index and shoot length in two mungbean varieties than 50%, For Kamphengsaen 1 variety, showed the inhibition of speed of germination index at 55.90 and 57.39% and the inhibition of shoot length at 54.92 and 57.59% of medium and low seed quality, respectively. For Chainat 72 variety, the watered at four days interval treatment gave the inhibition of shoot length at 60.26 and 63.68% and inhibition of seedling dry weight at 66.89 and 68.10% of medium and low seed quality, respectively.

Keywords: water stress, mungbean seed, inhibition of seed germination and vigor

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการขาดน้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว โดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว 2 พันธุ์ คือ พันธุ์กำแพงแสน 1 และชัยนาท 72 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ เพาะในตะกร้าพลาสติกที่อุณหภูมิห้องแล้วให้น้ำต่างกัน แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ คือ การให้น้ำทุกวัน ให้น้ำวันเว้นวัน ให้น้ำวันเว้น 2 วัน ให้น้ำวันเว้น 3 วัน และให้น้ำวันเว้น 4 วัน วัดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวหลังจากการเพาะ 14 วัน จำนวน 4 ลักษณะ คือ ความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่า การให้น้ำวันเว้น 4 วัน ทำให้ถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด การให้ขาดน้ำในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำวันเว้น 4 วัน มีผลยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดมากกว่าร้อยละ 50 โดยดัชนีความเร็วในการงอกของพันธุ์กำแพงแสน 1 ถูกยับยั้งเท่ากับร้อยละ 55.90 และ 57.39 และความยาวยอดถูกยับยั้ง เท่ากับร้อยละ 54.92 และ 57.59 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ส่วนถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ พบว่า การให้น้ำวันเว้น 4 วัน สามารถยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 60.26 และ 63.68 และยับยั้งน้ำหนักแห้งของต้นกล้า เท่ากับร้อยละ 66.89 และ 68.10 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การขาดน้ำ เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

คำนำ

การขาดน้ำเป็นสภาพแวดล้อมหนึ่งที่พืชมักพบเสมอในฤดูร้อนหรือสภาพฝนทิ้งช่วง การขาดน้ำทำให้พืชปลูกได้รับผลกระทบทั้งการเจริญเติบโตและผลผลิต สำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชรวมทั้งพืชวงศ์ถั่วเมื่ออยู่ในสภาพขาดน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยบางประการ เช่น ปริมาณการให้น้ำ ระยะการเจริญเติบโตขณะขาดน้ำ และความถี่ของการให้น้ำสำหรับ

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

การศึกษาความถี่ในการให้น้ำแก่พืชวงศ์ถั่ว พบว่า การให้น้ำในความถี่ที่เพิ่มขึ้นทำให้ถั่วมีการเจริญเติบโตและผลผลิต มากกว่าการให้น้ำในความถี่น้อย เช่น ถั่วเหลืองฝักสด (นิรันดร์ และคณะ, 2544) และถั่วเหลือง (วันชัย และคณะ, 2540; ทรงยศ และอุมา, 2543) สำหรับการศึกษาการให้น้ำในถั่วเขียวส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในระยะที่ถั่วเขียวเจริญเติบโตแล้ว (สมชายและคณะ, 2537ก) และระยะการให้ผลผลิต (สมชาย และคณะ, 2537; วันชัย และคณะ, 2540) รวมทั้งการศึกษาในพืชวงศ์ถั่วที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตแล้ว เช่น ถั่วเหลืองฝักสด (สมยศ และธวัชชัย, 2543) ถั่วอัลฟัลฟา (Steiner และคณะ, 1992) และถั่วเหลือง (วันชัย และคณะ, 2542; ทรงยศ และอุมา, 2543; Pandy และคณะ, 1984; Allen และคณะ, 2003; King และคณะ, 2006) และยังมีการศึกษาการให้น้ำที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดถั่วเหลือง (Helms และคณะ, 1997a; Helms และคณะ, 1997b) แต่ยังไม่มีรายงานเกี่ยวผลของการขาดน้ำต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว 2 พันธุ์ คือ กำแพงแสน 1 และชัยนาท 72 ดังนั้นจึงได้ศึกษาผลของการขาดน้ำที่มีต่อถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกปลูกถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์นี้ในสภาพขาดน้ำหรือสภาพฝนทิ้งช่วง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ดำเนินการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2552 นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว 2 พันธุ์ คือ พันธุ์กำแพงแสน 1 และชัยนาท 72 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูง มีความงอกมากกว่าร้อยละ 95 คุณภาพปานกลาง มีความงอกร้อยละ 85-90 และคุณภาพต่ำ มีความงอกร้อยละ 70-75 เพาะในตะกร้าพลาสติกที่บรรจุดิน 1,000 กรัม จำนวน 50 เมล็ด X 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ที่อุณหภูมิห้องแล้วให้น้ำข้าวโพดที่เพาะในวันแรกปริมาณ 1,000 มล. หลังจากนั้นดำเนินการให้น้ำต่างกัน แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำวันเว้นวัน ให้น้ำวันเว้น 2 วัน ให้น้ำวันเว้น 3 วัน และให้น้ำวันเว้น 4 วัน ประเมินผลความงอกตามกฎของ ISTA (2003) ทุกวัน ในช่วง 4-10 วัน คำนวณความงอกและดัชนีความเร็วในการงอก และประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ 2 ลักษณะ คือ ความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าตามกฎการทดสอบของ AOSA (2002) แล้วนำข้อมูลที่วัดได้ทั้งหมดคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรของ Chung และคณะ (2003) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ได้โดยวิธี DMRT

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การให้น้ำในความถี่ที่ลดลงมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวที่นำมาทดสอบทั้งสองพันธุ์ คือ กำแพงแสน 1 (Table 1-2) และชัยนาท 72 (Table 3-4) ถูกยับยั้งความงอก และดัชนีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองการให้น้ำในพืชวงศ์ถั่วบางชนิดในปริมาณที่ลดลงมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง เช่น ถั่วเหลือง (Helms และคณะ, 1997a; Helms และคณะ, 1997b; Schuab และคณะ, 2007) และถั่ว faba bean (Ghassemi-Golezani และ Hosseinzadeh-Mahootchy, 2009) นอกจากนี้การให้น้ำที่ลดลงโดยเฉพาะการให้น้ำวันเว้น 4 วัน มีผลต่อการยับยั้ง ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าถั่วเขียวสูงสุด (Table 2-4) เช่นเดียวกับการทดสอบการปลูกถั่วเขียวในสภาพขาดน้ำ (สมชายและคณะ, 2537ก; สมชายและคณะ , 2537ข; วันชัย และคณะ, 2540) นอกจากนี้ยังให้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบพืชวงศ์ถั่วอื่นในสภาพขาดน้ำ เช่น ถั่วเหลือง (ทรงยศ และอุมา, 2543; นิรันดร์ และคณะ, 2544) ถั่วเหลืองฝักสด (สมยศ และธวัชชัย, 2543) และถั่วอัลฟัลฟา (ถั่วอัลฟัลฟา (Steiner และคณะ, 1992) และการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์ คือ พันธุ์กำแพงแสน 1 (Table 1-2) และชัยนาท 72 (Table 3-4) ถูกยับยั้งความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า สูงสุด เช่นเดียวกับการทดสอบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในสภาพขาดน้ำ พบว่า ควรเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีคุณภาพสูงปลูกในการปลูกในสภาพขาดน้ำมากกว่าคุณภาพต่ำ (Albuquerque และ de carvalho, 2003) ฉะนั้นในการปลูกถั่วเขียวในสภาพขาดน้ำ ควรเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงซึ่งจะให้การงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ และนอกจากจะเลือกคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในการปลูกแล้วควรหลีกเลี่ยงสภาพที่มีการขาดน้ำค่อนข้างมากในสภาพแปลงปลูกด้วย

สรุปผล

การให้น้ำวันเว้น 4 วัน ทำให้ถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด การให้ขาดน้ำในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำวันเว้น 4 วัน ที่ยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอกและความยาวยอดมากกว่าร้อยละ 50 โดยพันธุ์กำแพงแสน 1 ถูกยับยั้งดัชนี

ความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 55.90 และ 57.39 และยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 54.92 และ 57.59 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ส่วนถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 พบว่า การให้น้ำวันเว้น 4 วัน สามารถยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 60.26 และ 63.68 และยับยั้งน้ำหนักแห้งของต้นกล้า เท่ากับร้อยละ 66.89 และ 68.10 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

ทรงยศ ตันพิพัฒน์ และอุมา แสงคร้าม, 2543, ผลของช่วงความถี่การให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง, วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 18(2): 20-28.

นิรันดร์ สุขจันทร์ วันชัย ถนอมทรัพย์ และพรศักดิ์ ดวงพุดตาน, 2544, การตอบสนองของถั่วเหลืองฝักสดต่อความถี่การให้น้ำและอัตราปลูก, วารสารวิชาการเกษตร, 19: 212-222.

วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และเทวา เมาลานนท์, 2540ข, การตอบสนองของถั่วเหลืองต่อปริมาณการให้น้ำและการจัดระยะปลูก, วารสารวิชาการเกษตร, 15: 105-114.

วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และสมชาย บุญประดับ, 2540ก, ผลของปริมาณการให้น้ำและระยะเวลาสิ้นสุดการให้น้ำต่อถั่วเขียวบนดินชนิด Silty Clay Loam, วารสารวิชาการเกษตร, 15: 94-104.

วันชัย ถนอมทรัพย์ สมชาย บุญประดับ กนกพร เมาลานนท์ และเทวา เมาลานนท์, 2542, การตอบสนองของถั่วเหลืองที่มีอายุแตกต่างกันต่อความถี่การให้น้ำและการคลุมดิน, วารสารวิชาการเกษตร, 17: 150-159.

สมชาย บุญประดับ เทวา เมาลานนท์ และจักรี เส้นทอง, 2537ก, การตอบสนองของพันธุ์ถั่วเขียวต่อการให้น้ำต่างระดับ: ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต, วารสารวิชาการเกษตร, 12: 29-36.

สมชาย บุญประดับ เทวา เมาลานนท์ และจักรี เส้นทอง, 2537ข, การตอบสนองของพันธุ์ถั่วเขียวต่อการให้น้ำต่างระดับ: การเจริญเติบโตของต้น, วารสารวิชาการเกษตร, 12: 102-110.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล และธวัชชัย อุบลเกิด, 2543, ผลของการขาดน้ำช่วงต่างๆ กันของการเจริญเติบโตต่อผลผลิตเมล็ด ถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์, วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 18(1): 24-33.

Albuquerque, M.C. de F. and de Carvalho, 2003, Effect of the Type of Environmental Stress on the Emergence of Sunflower (*Helianthus annus* L.), Soybean (*Glyzine max* (L.) Merril) and Maize (*Zea mays* L.) Seeds with Different Levels of Vigor, Seed Science and Technology, 31: 465-479.

Allen, L.H., Pan, D., Boote, K.J., Pickering, N.B. and Jones, J.W., 2003, Carbon Dioxide and Temperature Effects on Evapotranspiration and Water Use Efficiency of Soybean, Agronomy Journal, 95: 1071-1081.

AOSA, 2002, Seed Vigor Testing Handbook, Association of Official Seed Analysts, No. 32, Lincoln, 20-73 p.

Chung, I.M., Kim, K.H., Ahn, J.K., Lee, S.B., Kim, S.H. and Hahn, S.J., 2003, Comparision of Allelopathic Potential of Rice Leaves, Straw and Hull Extract on Barnyardgrass, Agronomy Journal, 95: 1063-1070.

Ghassemi-Golezani, K. and Hosseinzadeh-Mahootchy, A., 2009, Changes in Seed Vigour of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Cultivars during Development and Maturity, Seed Science and Technology, 37: 713-720.

Helms, T.C., Deckard, E.L., Goos, R.J. and Enz, J.W., 1996a, Soybean Seedling Influenced by Days of Soil Water Stress and Soil Temperature, Agronomy Journal, 88: 657-661.

Helms, T.C., Deckard, E.L., Goos, R.J. and Enz, J.W., 1996b, Soil Moisture, Temperature and Drying Influence on Soybean Emergence, Agronomy Journal, 88: 662-667.

ISTA, 2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3 rd Edition. International Rules for Seed Testing.

King, C.A. and Purcell, L.C., 2006, Genotypic Variation of Shoot N Concentration and Responses to Water Deficits in Soybean, Journal of Agronomy and Crop Science, 46: 2396-2402.

Pandy, R.K., Herrera, W.A.T., Villegas, A.N. and Pendleton, J.W., 1984, Drought Response of Grain Legumes under Irrigation Gradient: III. Plant growth, Agronomy Journal, 76: 557-560.

Schuab, S.R.P., Braccini, A.L., Scapini, C.A., Franca-Neto, J.B., Meschede, D.K. and Avila, M.R., 2007, Germination Test under Water Stress to Evaluate Soybean Seed Vigour, Seed Science and Technology, 35: 187-199.

Table 1 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low mungbean seed quality in Kamphengsaen 1 variety at different water stress conditions.

Water stress Conditions	Inhibition of seed germination (%)[1/]			Inhibition of speed of germination index (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	3.34b	2.44d	16.04c	3.59b	11.59d	13.70d
Two days interval	5.56b	8.54c	18.67c	7.72b	22.64c	28.76c
Three days interval	11.12a	14.63b	22.67b	13.33b	43.87b	34.22b
Four days interval	13.34a	20.73a	34.66a	29.08a	55.90a	57.39a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	5.45	7.86	11.23	8.78	10.25	12.26

[1/] In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low mungbean seed quality in Kamphengsaen 1 variety at different water stress conditions.

Water stress Conditions	Inhibition of shoot length (%)[1/]			Inhibition of seedling dry weight (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	6.89d	8.17d	9.57d	6.79d	7.32d	15.18d
Two days interval	13.12c	14.23c	16.62c	13.36c	16.42c	26.70c
Three days interval	32.35b	33.45b	39.80b	24.94b	34.94b	38.69b
Four days interval	47.41a	54.92a	57.59a	33.36a	47.57a	58.24a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.56	5.68	7.62	6.52	9.65	11.58

[1/] In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 3 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low mungbean seed quality in Chinart 72 variety at different water stress conditions.

Water stress Conditions	Inhibition of seed germination (%)[1/]			Inhibition of speed of germination index (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	1.02c	8.43d	7.69d	6.68d	8.81c	13.67c
Two days interval	3.06c	13.69c	15.38c	13.19c	13.89b	15.76c
Three days interval	9.18b	21.68b	25.01b	25.42b	27.78b	30.93b
Four days interval	18.36a	28.91a	31.69b	38.84a	40.41a	43.75a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	6.62	10.46	11.63	6.48	8.45	9.68

[1/] In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low mungbean seed quality in Chinart 72 variety at different water stress conditions.

Water stress Conditions	Inhibition of shoot length (%)[1/]			Inhibition of seedling dry weight (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
One day interval	2.89d	7.69d	9.82d	8.48c	12.85d	17.45d
Two days interval	9.88c	11.20c	15.38c	10.62c	21.27c	28.93c
Three days interval	20.01b	37.86b	48.11b	33.91b	55.78b	58.10b
Four days interval	27.69a	60.26a	63.68a	42.98a	66.89a	68.10a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	8.24	10.02	13.48	7.69	9.86	12.46

[1/] In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

Effects of Water logging Duration on Inhibition of Seed Germination and Vigor in Soybean

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1] วริสรา ปลื้มฤดี[1] และ สุนันทา อินทสุวรรณ์[1]

Sawatdikarn, S.[1], Pluemrudee, W.[1] and Intasuwan, S.[1]

Abstract

The objective of this research was to study of water longing duration on inhibition of seed germination and vigor in soybean. Samples of two soybean seed varieties namely SJ. 5 and Chiang Mai 60 that had three seed qualities; high, medium and low quality. The soybean seeds were planted in plastic basket and water logged at five treatments; 0 (control) 10, 20, 30 and 40 hours. Seed germination, speed of germination index, shoot length and seedling dry weight were tested at 7 days after planting. The results showed that the water logged at 30 hours gave the highest of inhibition of seed germination and vigor in two soybean varieties. The increasing of water logging resulted in the inhibition of seed germination and vigor. The water logged at 40 hours treatment reached the inhibition of speed of germination index and shoot length in two corn varieties than 50%, The SJ. 5 variety showed the inhibition of shoot length at 50.84, 55.68 and 65.63% and the inhibition of seedling dry weight at 54.68, 58.45 and 68.52% of high, medium and low seed quality, respectively. The water logged at 40 hours treatment gave the inhibition of seed germination and speed of germination index ranged from 20-40%. For Chiang Mai 60 variety, the water logged at 40 hours treatment gave the inhibition of shoot length at 55.64, 60.25 and 64.68% and inhibition of seedling dry weight at 50.45, 55.75 and 63.28% of high, medium and low seed quality, respectively.

Keywords: water logging, soybean seed, inhibition of seed germination and vigor

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง โดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ เพาะในตะกร้าพลาสติกที่อุณหภูมิห้องแล้วให้น้ำท่วมขังนานต่างกัน แบ่งเป็น 5 ระยะ คือ 0 (สภาพควบคุม) 10 20 30 และ 40 ชม. วัดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังจากการเพาะ 7 วัน จำนวน 4 ลักษณะ คือ ความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. ทำให้ถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด การให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. ยับยั้งความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามากกว่าร้อยละ 50 โดยความยาวยอดของพันธุ์สจ. 5 ถูกยับยั้ง เท่ากับร้อยละ 50.84 55.68 และ 65.63 และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าถูกยับยั้ง เท่ากับร้อยละ 54.68 58.45 และ 68.52 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. ให้ผลในการยับยั้งความงอกและดัชนีความเร็วในการงอกอยู่ระหว่างร้อยละ 20-40 ส่วนถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม.มีผลยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 55.64 60.25 และ 64.68 และยับยั้งน้ำหนักแห้งของต้นกล้า เท่ากับร้อยละ 50.45 55.75 และ 63.28 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลางและต่ำ ตามลำดับ

คำสำคัญ: การให้น้ำท่วมขัง เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

คำนำ

น้ำท่วมขังเป็นปัญหาที่มักเกิดขึ้นในฤดูฝนและมีผลกระทบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชปลูก (Steffens และคณะ, 2005) รวมทั้งพืชวงศ์ถั่ว การงอกและการเจริญเติบโตของพืชวงศ์ถั่วในสภาวะน้ำท่วมขังขึ้นอยู่กับปัจจัยบางประการ เช่น ระยะเวลาการท่วมขังและพันธุ์พืช สำหรับระยะเวลาการท่วมขัง พบว่า ระยะการมีน้ำท่วมขังในแปลงปลูกมากมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชวงศ์ถั่วมากกว่าระยะการมีน้ำท่วมขังน้อย เช่น ถั่วเขียว (กิตติ, 2543) ถั่วลิสง (กิตติ,

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

2544) และถั่วเหลือง (อภิพรรณ และคณะ, 2531) สำหรับพันธุ์พืช พบว่า ถั่วเขียวแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมขังได้ต่างกัน เช่น ถั่วเขียวพันธุ์อู่ทอง 1 และอู่ทอง 2 สามารถเจริญเติบโตในสภาวะน้ำท่วมขังนาน 3 วันได้ดีกว่ากำแพงแสน 1 และ PSU 424-61 (มารวย และไพศาล, 2539) และการทดสอบถั่วเขียว 2 พันธุ์ คือ กำแพงแสน 1 และชัยนาท 72 ในสภาวะน้ำท่วมขังต่างกัน พบว่า ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 มีคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในด้านความงอกและความแข็งแรงในสภาวะน้ำท่วมขังนาน 20 ชม. ได้ดีกว่าถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 (ศานิต, 2552) นอกจากนี้ยังมีการทดสอบการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชวงศ์ถั่วในสภาวะน้ำท่วมขังอีกหลายชนิด เช่น ถั่วฝักยาว (Nawata และคณะ, 1991) ถั่วชิคพี (Cowie และคณะ, 1996a; Cowie และคณะ, 1996b) และถั่วอัลฟัลฟา (Barta และ Sule, 2002) แต่ในปัจจุบันการทดลองเกี่ยวกับการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำท่วมขังในช่วงแรกของการงอกยังมีน้อย สำหรับการศึกษาในถั่วเหลืองเกี่ยวกับสภาวะน้ำท่วมขังส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในระยะที่ถั่วเหลืองเจริญเติบโตพ้นระยะงอกไปแล้ว (Albuquerque และ de carvalho, 2003) หรือในระยะถั่วเหลืองให้ผลผลิต (Scott และคณะ, 1989) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 2 พันธุ์ คือ สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 เพื่อเป็นข้อมูลในการปลูกถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์นี้ในฤดูฝนหรือปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ดำเนินการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงธันวาคม 2552 นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 ที่มีคุณภาพต่างกัน คือ คุณภาพสูง มีความงอกมากกว่า 90% คุณภาพปานกลาง ความงอกเริ่มต้น 80-85% และคุณภาพต่ำ ความงอกเริ่มต้น 70-75% เพาะในตะกร้าพลาสติกที่บรรจุดิน 1,000 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง จำนวน 50 เมล็ด X 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design แล้วนำไปวางในถาดรองน้ำสูงประมาณ 1 ซม. ตามวิธีการของศานิต (2552) จากผิวดินนานต่างกัน แบ่งเป็น 5 ระยะ คือ 0 (สภาพควบคุม) 10 20 30 และ 40 ชม. แล้วนำไปเพาะต่อที่อุณหภูมิห้อง ประเมินความงอกตามกฎของ ISTA (2003) ทุกวัน ในช่วง 4-7 วัน คำนวณความงอกและดัชนีความเร็วในการงอก วัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามกฎการทดสอบของ AOSA (2002) แล้วนำข้อมูลที่วัดได้ทั้งหมดคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรของ Chung และคณะ (2003) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ได้โดยวิธี DMRT

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 พบว่า การให้น้ำท่วมขังเป็นระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกยับยั้งความงอก และความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้เพาะ โดยเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงมากกว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง และปานกลาง โดยเฉพาะการให้น้ำท่วมขังนาน 40 ซม. ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่มีถูกยับยั้งความงอกเท่ากับร้อยละ 21.02 25.45 และ 31.21 และยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 24.52 35.24 และ 39.24 คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ (Table 1) เมื่อวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในด้านความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ให้น้ำท่วมขังนานต่างกัน พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 40 ซม. ยับยั้งความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามากกว่าร้อยละ 50 โดยมีการยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 50.84 55.68 และ 65.63 และยับยั้งน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเท่ากับร้อยละ 54.68 58.45 และ 68.52 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ (Table 2) เมื่อระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Table 1-2) สอดคล้องกับการให้น้ำท่วมขังเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 20 ชม. ทำให้เมล็ดถั่วเขียวจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ชัยนาท 72 และกำแพงแสน 2 มีความงอกร้อยละ 78 และ 76 ตามลำดับ ซึ่งการให้น้ำท่วมขังนาน 20 ชม. ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์มีความงอกลดลงกว่าการให้น้ำท่วมขังนาน 5 10 และ 15 ชม. (ศานิต, 2552) เช่นเดียวกับการทดลองในพืชตระกูลถั่วบางชนิดในสภาวะน้ำท่วมขัง เช่น ถั่วเหลือง (อภิพรรณ และคณะ, 2531) และถั่วฝักยาว (Nawata และคณะ, 1991) ที่รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในสภาวะน้ำท่วมขังเป็นเวลานานทำให้ความแข็งแรงในด้านความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำกว่าการให้น้ำท่วมขังน้อยกว่าและการไม่ให้น้ำท่วมขัง

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จากการเพาะเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในสภาพน้ำท่วมขังนานต่างกัน พบว่า การให้น้ำท่วมขังเป็นระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้เพาะ โดยเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงได้มากกว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง โดยเฉพาะการให้น้ำท่วมขังนาน 40 ซม. ทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกยับยั้งความงอก เท่ากับร้อยละ 22.23 25.57 และ 33.56 และยับยั้งดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับร้อยละ 25.45 28.51 และ 37.52 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง

และต่ำ ตามลำดับ (Table 3) เมื่อวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในด้านความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ให้น้ำท่วมขังนานต่างกัน พบว่า การให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. สามารถยับยั้งความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามากกว่าร้อยละ 50 โดยมีการยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 55.64 60.25 และ 64.68 และยับยั้งน้ำหนักแห้งของต้นกล้า เท่ากับร้อยละ 50.45 55.75 และ 63.28 ของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ (Table 4) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เพาะโดยให้น้ำท่วมขัง 2 ระดับ คือ 20 และ 30 ชม. ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงทั้ง 3 ลักษณะ คือ ดัชนีความเร็วในการงอก (Table 1 และ 3) ความสูงของต้นกล้า และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Table 2 และ 4) เพิ่มขึ้นจากการให้น้ำท่วมขังนาน 10 ชม. และถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงสุด ในการเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. เช่นเดียวกับการทดลองในถั่วเหลืองที่เพาะในสภาวะน้ำท่วมขังของ Scott และคณะ (1989) และเช่นเดียวกับการทดลองในพืชวงศ์ถั่วบางชนิดที่เพาะในสภาวะน้ำท่วมขัง เช่น ถั่วชิคพี (Cowie และคณะ, 1996a; Cowie และคณะ, 1996b) และถั่วอัลฟัลฟา (Barta และ Sule, 2002) การเพาะเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ในสภาวะน้ำท่วมขังนาน 10 ชม. ทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำที่ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงมากกว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง และเมื่อได้รับน้ำท่วมขังนาน 20 ชม. ถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ดังนั้นในการปลูกถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์นี้ควรปลูกในสภาพที่ไม่มีน้ำท่วมขังหรือมีน้ำท่วมขังนาน 10 และ 20 ชม. และควรหลีกเลี่ยงการปลูกถั่วเหลืองในสภาพที่มีน้ำท่วมขัง 30 และ 40 ชม. ที่ถูกยับยั้งความงอกและความแข็งแรงค่อนข้างสูง และควรใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองคุณภาพสูงและปานกลางปลูกในสภาวะน้ำท่วมขังได้

สรุปผล

การให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. ทำให้ถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ถูกยับยั้งความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด การให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพของถั่วเหลืองถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. ที่ยับยั้งความยาวยอดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามากกว่าร้อยละ 50 โดยพันธุ์สจ. 5 ที่มีคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำถูกยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 50.84 55.68 และ 65.63 และยับยั้งน้ำหนักแห้งของต้นกล้า เท่ากับร้อยละ 54.68 58.45 และ 68.52 ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. ให้ผลในการยับยั้งความงอกและดัชนีความเร็วในการงอกอยู่ระหว่างร้อยละ 20-40 ส่วนถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่มีคุณภาพสูง ปานกลางและต่ำ พบว่าการให้น้ำท่วมขังนาน 40 ชม. สามารถยับยั้งความยาวยอด เท่ากับร้อยละ 55.64 60.25 และ 64.68 และยับยั้งน้ำหนักแห้งของต้นกล้า เท่ากับร้อยละ 50.45 55.75 และ 63.28 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กิตติ วงส์พิเชษฐ, 2543, อิทธิพลของน้ำท่วมขังที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียว, วารสารแก่นเกษตร, 28: 15-23.

กิตติ วงส์พิเชษฐ, 2544, อิทธิพลของน้ำท่วมขังที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9, วารสารแก่นเกษตร, 29: 131-139.

มารวย เมฆานวกุล และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2539, ผลของระยะเวลาที่น้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว, วารสารเทคโนโลยีสุรนารี, 3: 85-94.

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2552, ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในสภาวะน้ำท่วมขัง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 1 (พิเศษ): 313-316.

อภิพรรณ พุกภักดี โกวิท ธีรวิโรจน์ ไสว พงษ์เก่า และโรเบริ์ต ลอน, 2531, การตอบสนองของถั่วเหลืองต่อสภาพดินอิ่มตัวด้วยน้ำ, วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.), 22: 83-93.

Albuquerque, M.C. de F. and de Carvalho, 2003, Effect of the Type of Environmental Stress on the Emergence of Sunflower (*Helianthus annus* L.), Soybean (*Glyzine max* (L.) Merril) and Maize (*Zea mays* L.) Seeds with Different Levels of Vigor, Seed Science and Technology, 31: 465-479.

AOSA, 2002, Seed Vigor Testing Handbook, Association of Official Seed Analysts, 32: 20-73.

Barta, A.L. and Sule, R.M., 2002, Interaction between Water Logging Injury and Irradiance Level in Alfalfa, Journal of Agronomy and Crop Science, 42:1529-1534.

Chung, I.M., Kim, K.H., Ahn, J.K., Lee, S.B., Kim, S.H. and Hahn, S.J., 2003. Comparision of Allelopathic Potential of Rice Leaves, Straw and Hull Extract on Barnyardgrass, Agronomy Journal, 95: 1063-1070.

Cowie, A.L., Jessop, R.S. and MacLeod, D.A.,1996a, Effects of Water Logging on Chickpea. I. Influence of Timing of Waterlogging, Plant and Soil, 183: 97-103.

Cowie, A.L., Jessop, R.S. and MacLeod, D.A., 1996b, Effects of Water Logging on Chickpea. II. Possible Causes of Decreased Tolerance of Water Logging at Fowering, Plant and Soil, 183: 105-115.

ISTA, 2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3 rd Edition, International Rules for Seed Testing.

Nawata, E., Yochinaga, S. and Shigenaga, S., 1991, Effect of Water Logging Duration on Growth and Yield of Yard Long Bean (*Vigna sinensis* var. *sequipedalis*), Scientia Horticulturae, 48: 185-191.

Table 1 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low soybean seed quality of SJ. 5 variety at different water logging duration compared with control (non-treated).

Water logging duration (hours)	Inhibition of seed germination (%)[1/]			Inhibition of speed of germination index (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
10	5.50d	7.85d	10.25d	10.24d	16.65d	20.64c
20	10.21c	11.25c	15.61c	13.28c	17.54c	23.58c
30	15.45b	20.24b	26.35b	18.54b	26.50b	31.25b
40	21.02a	25.45a	31.21a	24.52a	35.24a	39.24a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.68	6.26	7.78	4.56	5.59	7.08

[1/]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low soybean seed quality of SJ. 5 variety at different water logging duration compared with control (non-treated).

Water logging duration (hours)	Inhibition of shoot length (%)[1/]			Inhibition of seedling dry weight (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
10	20.12d	23.65d	30.26d	25.54d	28.95d	32.56d
20	38.45c	42.54c	48.57c	35.51c	41.12c	48.68c
30	45.65b	48.52b	54.52b	44.56b	50.21b	56.54b
40	50.84a	55.68a	65.63a	54.68a	58.45a	68.52a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	5.56	7.48	9.56	4.45	6.25	8.54

[1/]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 3 Inhibition of seed germination and speed of germination index of high, medium and low soybean seed quality of Chiang Mai 60 variety at different water logging duration compared with control (non-treated).

Water logging duration (hours)	Inhibition of seed germination (%)[1/]			Inhibition of speed of germination index (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
10	5.56d	11.23d	16.56d	8.52d	13.26c	19.52d
20	8.56c	15.65c	20.21c	15.52c	20.26b	29.63c
30	15.24b	22.22b	28.56b	21.45b	25.65b	31.57b
40	22.23a	28.57a	33.56a	25.45a	28.51a	37.52a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.58	7.74	6.58	5.54	6.25	8.26

[1/]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Inhibition of shoot length and seedling dry weight of high, medium and low soybean seed quality of Chiang Mai 60 variety at different water logging duration compared with control (non-treated)

Water logging duration (hours)	Inhibition of shoot length (%)[1/]			Inhibition of seedling dry weight (%)[1/]		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
10	15.64d	19.56d	23.51d	17.60d	21.56d	28.56d
20	32.57c	36.53c	41.25c	25.45c	31.25c	36.52c
30	47.45b	51.48b	55.28b	40.12b	45.56b	53.54b
40	55.64a	60.25a	64.68a	50.45a	55.75a	63.28a
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	5.52	7.85	8.52	4.51	5.46	8.52

[1/]In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของเมล็ดข้าวปลูกและข้าววัชพืช
Seed Physical and Physiological Characteristics of Cultivated and Weedy Rice

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1] สุวิทย์ เฑียรทอง[1] เนาวรัตน์ ประดับเพ็ชร์[1] และ สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์[1]
Sawatdikarn, S.[1], Teanthong, S.[1], Pradabpet, N.[1] and Samithiarporn, S.[1]

Abstract

The objective of this study was to study on seed physical and physiological characteristics of cultivated and weedy rice. Samples of nine cultivated rice seed varieties namely Pathumthani 1, Suphunburi 1, Suphunburi 2 Suphunburi 3, Hom Suphunburi, Poung, Hom Thung, Pin Kaew and Khaw Malet Lek and three weedy rice seed types namely Ded, Dang and Hang types. Seed width, seed length, seed thickness, seed weight/100 seeds, hull weight, grain weight, seed germination, speed of germination index, shoot length, root length, seedling fresh weight and seedling dry weight were recorded. The results showed that the Poung variety gave the highest of seed width, seed thickness, hull weight and grain weight, whereas Pathumthani 1 variety reached the highest of seed length and seed weight/100 seeds. For weedy rice included Ded, Dang and Hang types, showed the lowest of three seed physical characteristics such as seed thickness, grain weight and seed weight/100 seeds. For seed physiological characteristics, the Pathumthani 1 and Suphunburi 1 varieties had the highest of seed germination at 97 and 99%, respectively and gave the highest of speed of germination index, shoot length and seedling dry weight. The Khaw Malet Lek and Poung variety gave the highest of root length. For the seed germination test of weedy rice, showed the seed germination of the Ded, Dang and Hang rice types at 23, 76 and 96%, respectively. The Ded rice type had seed dormancy and reached the lowest of shoot length, root length and seedling dry weight.
Keywords: seed physical characteristics, seed physiological characteristics, cultivated rice, weedy rice

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกและข้าววัชพืช โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก 9 พันธุ์ คือ พันธุ์ปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 2 สุพรรณบุรี 3 หอมสุพรรณบุรี พวง หอมทุ่ง ปิ่นแก้ว และขาวเมล็ดเล็ก และเมล็ดพันธุ์ข้าววัชพืช 3 ชนิด คือ ข้าวดีด ข้าวแดง และข้าวหาง วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และสรีรวิทยาของเมล็ด คือ ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักเปลือกเมล็ด น้ำหนักของเมล็ดข้าวสาร ความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า ผลการทดลองพบว่า พันธุ์พวงมีความกว้างเมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนักเปลือกเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดข้าวสารสูงสุด ส่วนพันธุ์ปทุมธานี 1 มีความยาวเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุด สำหรับข้าววัชพืช 3 ชนิด คือ ข้าวดีด ข้าวแดง และข้าวหาง พบว่ามีลักษณะทางภายภาพ 3 ด้าน คือ ความหนาเมล็ด น้ำหนักเมล็ดข้าวสาร และน้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุด เมื่อพิจารณาลักษณะทางสรีรวิทยาของเมล็ด พบว่า พันธุ์ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 มีความงอกสูงสุด เท่ากับ 97 และ 99% ตามลำดับ นอกจากนี้พันธุ์ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 ยังมีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในด้านดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด ส่วนคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในด้านความยาวรากของต้นกล้า พบว่า พันธุ์ขาวเมล็ดเล็กและพันธุ์พวงมีความยาวรากสูงสุด และเมื่อเพาะทดสอบความงอกของเมล็ดข้าววัชพืช 3 ชนิด พบว่า ข้าวดีด ข้าวแดง และข้าวหาง มีความงอก เท่ากับ 23 76 และ 91% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวดีดมีการพักตัวของเมล็ด และมีคุณภาพของต้นกล้าในด้านความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำสุด
คำสำคัญ: ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ลักษณะทางสรีรวิทยาของเมล็ด ข้าวปลูก ข้าววัชพืช

คำนำ

ข้าววัชพืช (weedy rice) เป็นวัชพืชที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น การปลูกถั่วเหลือง (Nordin และคณะ, 1998; Askew และคณะ, 1998) และการปลูกข้าว (Shivrain และคณะ, 2006; Shivrain และคณะ,

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

2009) โดยเฉพาะการปลูกข้าวที่ข้าววัชพืชทำความเสียหายอย่างรุนแรงในหลายพื้นที่และแพร่กระจายไปทั่วโลก (Gealy และคณะ, 2009) ข้าววัชพืชเป็นข้าวที่เกิดจากการผสมระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า (สงกรานต์ และคณะ, 2538) และมีลักษณะทางกายภาพบางลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ เช่น เปลือกเมล็ดมีสีดำ เมล็ดข้าวสารมีสีแดง ปลายเมล็ดมีหางยาวและเมื่อสุกแก่เมล็ดจะร่วงก่อนเกี่ยวข้าว สำหรับลักษณะเมล็ดข้าวสารมีสีแดงเป็นลักษณะเด่นของข้าววัชพืชพวกข้าวแดง ส่วนปลายเมล็ดมีหางยาว เป็นลักษณะเด่นของข้าวหาง เป็นต้น ข้าววัชพืชมีการกระจายอยู่ทั่วไปเนื่องจากมีข้าวป่าขึ้นปะปนในทุกแหล่งปลูกข้าว และบางลักษณะของข้าววัชพืชได้รับถ่ายทอดจากข้าวป่า เช่น เปลือกเมล็ดมีสีดำ และปลายเมล็ดมีหางยาว (สงกรานต์ และคณะ, 2538) ข้าววัชพืชทำความเสียหายให้แก่ข้าวปลูกอยู่ 2 ลักษณะ คือ การแข่งขันในสภาพแปลงปลูกโดยแย่งปัจจัยการเจริญเติบโต เช่น น้ำ แสง และพื้นที่ และการปะปนของเมล็ดในระหว่างเก็บเกี่ยว ทำให้เมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวได้มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากการปะปนของเมล็ดข้าววัชพืชที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างออกจากกันได้ระหว่างข้าวปลูกกับข้าววัชพืช (สุรพล และคณะ, 2549) การศึกษาเกี่ยวกับข้าววัชพืชทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทยดำเนินการอย่างกว้างขวาง ซึ่งเป็นการวิจัยที่เกี่ยวกับผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าว 2 ลักษณะ คือ จำนวนต้นและความสูงต้น (Shivrain และคณะ, 2006) และผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว (ปัญญา และคณะ, 2549; Shivrain และคณะ, 2009) ข้าววัชพืชมีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตได้ใน 2 ลักษณะ คือ ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ปัญหาหลักที่พบในปัจจุบันคือการที่ข้าววัชพืชมีลักษณะของเมล็ดเหมือนกับข้าวปลูกทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ทำให้เกษตรกรมีปัญหาในการคัดเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปลูก และเกิดการปะปนของข้าววัชพืชในเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนทำการปลูกเป็นจำนวนมาก การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกและข้าววัชพืช จำนวน 12 พันธุ์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกและข้าววัชพืชออกจากกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ดำเนินการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม 2553 นำเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก 9 พันธุ์ คือ พันธุ์ปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 2 สุพรรณบุรี 3 หอมสุพรรณบุรี พวง หอมทุ่งปิ่นแก้ว และขาวเมล็ดเล็ก และเมล็ดพันธุ์ข้าววัชพืช 3 ชนิด คือ ข้าวดีด ข้าวแดง และข้าวหาง วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของเมล็ด สำหรับลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ทำโดยวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ด มีหน่วยเป็น มม. ชั่งน้ำหนักเมล็ด จำนวน 100 เมล็ด มีหน่วยเป็นกรัม แล้วนำเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด แกะเปลือกเมล็ดออก แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของเปลือกและเมล็ดข้าวสาร ทำการชั่งน้ำหนักของเปลือกและน้ำหนักของเมล็ดข้าวสาร มีหน่วยเป็นกรัม ส่วนลักษณะทางสรีรวิทยาของเมล็ด ทดสอบและประเมินผลความงอกมาตรฐานตามกฎของ ISTA (2003) ทุกวัน ในช่วง 4-7 วัน คำนวณความงอกมาตรฐานและดัชนีความเร็วในการงอก สำหรับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ประเมินผลตามกฎการทดสอบของ AOSA (2002) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้ด้วยวิธี DMRT

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวัดลักษณะทางกายภาพของเมล็ด พบว่า พันธุ์พวงเป็นพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะทางกายภาพ จำนวน 4 ลักษณะสูงสุด คือ ความกว้างเมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนักเปลือกเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดข้าวสารสูงสุด (Table 1) ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี 1 มีความยาวเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดสูงสูด พันธุ์ปทุมธานี 1 มีความยาวเมล็ดมากที่สุด ซึ่งเป็นไปทำนองเดียวกับการวัดขนาดของเมล็ดข้าว พบว่า เมล็ดของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีความยาวมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวอีก 3 พันธุ์ คือ ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 และสุพรรณบุรี 60 (Sawatdikarn, 2008) สำหรับน้ำหนักเมล็ด พบว่า พันธุ์ปทุมธานี 1 มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 2.762 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 2.700 กรัม ให้ผลเช่นเดียวกับการชั่งน้ำหนักเมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ปทุมธานี 1 มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 2.76 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดสูงสุด และไม่แตกต่างกับพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 2.75 กรัม (Sawatdikarn, 2007) จากการวัดลักษณะทางกายภาพของเมล็ดทั้ง 6 ลักษณะ พบว่า พันธุ์พวงซึ่งเป็นข้าวนาปี มีลักษณะทางภายภาพจำนวน 5 ลักษณะ คือ ความกว้างเมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักเปลือกเมล็ด และน้ำหนักของเมล็ดข้าวสารอยู่ในระดับเดียวกับพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในเขตภาคกลาง และมีลักษณะทางกายภาพทั้ง 6 ลักษณะสูงสุด ยกเว้นความยาวเมล็ดที่พันธุ์พวงมีความยาวเมล็ด 0.790 มม. ในขณะที่พันธุ์ปทุธานี 1 มีความยาวเมล็ด 0.127 มม. (Table 1) และเมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของข้าวปลูก 9 ชนิด กับข้าววัชพืช 3 ชนิด พบว่า ข้าววัชพืชมีลักษณะทางกายภาพของเมล็ด จำนวน 4 ลักษณะ คือ ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ความหนาเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดข้าวปลูก แต่มีลักษณะทางภายภาพอยู่ 2 ลักษณะ คือ น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักเมล็ดข้าวสารที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) สำหรับข้าวหางเป็นข้าววัชพืชที่มีลักษณะทางกายภาพ จำนวน 3 ลักษณะ คือ ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุด ในขณะที่ข้าวดีดมีความหนาของเมล็ดต่ำสุด ข้าว

วัชพืชจากการทดลองในครั้งนี้มีความกว้างเมล็ดอยู่ระหว่าง 0.122-0.127 มม. และมีความหนาเมล็ดอยู่ระหว่าง 0.047-0.066 มม. ซึ่งน้อยกว่าการศึกษาของอัญชลี และคณะ (2550) ที่รายงานว่า เมล็ดข้าววัชพืชมีความกว้างเมล็ดอยู่ระหว่าง 1.49-4.43 มม. และมีความหนาเมล็ดอยู่ระหว่าง 1.7-2.62 มม. จากการวัดลักษณะทางสรีรวิทยาของเมล็ด พบว่า พันธุ์ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 มีความงอกสูงสุด เท่ากับร้อยละ 97 และ 99 ตามลำดับ ส่วนข้าวดีดมีความงอกต่ำสุด เท่ากับร้อยละ 23 (Table 2) จะเห็นได้ว่า เมล็ดข้าววัชพืชที่นำมาทดสอบในครั้งนี้มีการพักตัว โดยเฉพาะข้าวดีดและข้าวแดง เช่นเดียวกับเมล็ดข้าวแดงที่มีการพักตัวของเมล็ดอยู่ระหว่าง 7-9 สัปดาห์ (อัญชลี และอ่วม, 2547) นอกจากพันธุ์ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 มีความงอกสูงสุดแล้วยังมีดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด สำหรับข้าววัชพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่า ข้าวดีดมีดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำสุด สำหรับความยาวรากของต้นกล้า พบว่า พันธุ์ขาวเมล็ดเล็กและพันธุ์พวงมีความยาวรากสูงสุด ส่วนข้าวดีดมีความยาวรากต่ำสุด (Table 2) จากการเพาะทดสอบความงอก พบว่า ข้าวปลูกทุกชนิดไม่มีการพักตัวของเมล็ด ในขณะที่ข้าววัชพืช มีการพักตัว ทำนองเดียวกับการทดสอบเมล็ดข้าววัชพืช พบว่า เมล็ดมักมีการพักตัวหลังการเก็บเกี่ยว (Gianinetti และ Cohn, 2007; Gianinetti และ Cohn, 2008) จากการศึกษานี้ พบว่า เมล็ดของข้าวดีดมีการพักตัวค่อนข้างสูง ส่วนข้าวหาง พบว่า เมล็ดไม่มีการพักตัว ซึ่งเป็นไปตามที่อัญชลี และคณะ (2550) รายงานว่า ข้าววัชพืชมีช่วงเวลาของการพักตัวนานแตกต่างกันตั้งแต่ 2-12 สัปดาห์ จากการทดลองนี้พบว่า พันธุ์ปทุมธานีและพันธ์สุพรรณบุรี 1 มีความงอกค่อนข้างสูงโดยมีความงอกมากกว่าร้อยละ 95 (Table 2) เช่นเดียวกับการเพาะทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ปทุมธานี 1 มีความงอกร้อยละ 95 ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และสุพรรณบุรี 2 ที่มีความงอกร้อยละ 93 (Sawatdikarn, 2007) เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของเมล็ดระหว่างข้าวปลูกกับข้าววัชพืช พบว่า ลักษณะทางกายภาพที่สามารถแยกข้าวปลูกออกจากข้าววัชพืชได้อย่างชัดเจนมีอยู่ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ ความหนาเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยกลุ่มข้าวปลูกมีความหนาเมล็ดอยู่ระหว่าง 0.067-0.127 มม. ในขณะที่ข้าววัชพืชมีความหนาเมล็ดอยู่ระหว่าง 0.047-0.066 มม. และกลุ่มข้าวปลูกมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.445-2.762 กรัม ในขณะที่ข้าววัชพืชมีน้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 1.722-2.230 กรัม (Table 1) ส่วนลักษณะทางกายภาพอีก 2 ลักษณะ คือ น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักเมล็ดข้าวสารไม่สามารถแยกข้าวปลูกออกจากข้าววัชพืชได้เนื่องจากมีลักษณะไม่แตกต่างกัน (Table 1) การใช้ลักษณะทางกายภาพทั้งสองลักษณะ คือ ความหนาเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด สามารถแยกความแตกต่างของข้าวปลูกและข้าววัชพืชออกจากกันได้อย่างชัดเจน

สรุปผล

พันธุ์พวงมีความกว้างเมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนักเปลือกเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดข้าวสารสูงสุด ส่วนพันธุ์ปทุมธานี 1 มีความยาวเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุด สำหรับข้าววัชพืช 3 ชนิด คือ ข้าวดีด ข้าวแดง และข้าวหาง พบว่ามีลักษณะทางภายภาพ 3 ด้าน คือ ความหนาเมล็ด น้ำหนักเมล็ดข้าวสาร และน้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุด พันธุ์ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 มีความงอกสูงสุดเท่ากับร้อยละ 97 และ 99 ตามลำดับ และยังมีดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวยอด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด และเมื่อเพาะทดสอบความงอกของเมล็ดข้าววัชพืช 3 ชนิด พบว่า ข้าวดีด ข้าวแดง และข้าวหาง มีความงอก เท่ากับร้อยละ 23 76 และ 91 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวดีดมีการพักตัวของเมล็ดสูง และมีความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำสุด

เอกสารอ้างอิง

ปัญญา ร่มเย็น กรรณิกา นากลาง และเอกสิทธิ์ สกุลคู, 2549, การแข่งขันระหว่างข้าวกับวัชพืชจากการใส่ปุ๋ยรองพื้นระยะเวลาต่าง ๆ ในนาหว่านข้าวแห้ง, วารสารวิชาการเกษตร, 24: 67-82.

สงกรานต์ จิตรากร ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ และผกาวรรณ ภู่สุวรรณ, 2538ก, การแพร่กระจายและความผันแปรลักษณะของข้าวป่าในประเทศไทย, วารสารวิชาการเกษตร, 13: 125-135.

สงกรานต์ จิตรากร ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ ผกาวรรณ ภู่สุวรรณ และกัมปนาท มุขดี, 2538ข, การบันทึกลักษณะและวิเคราะห์ลักษณะข้าวป่าในประเทศไทย, วารสารวิชาการเกษตร ,13: 197-218.

สุรพล จัตุพร อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ และอมรรัตน์ อินทร์มั่น, 2549, การจัดการข้าวแดงแบบผสมผสานในนาหว่านน้ำตม, วารสารวิชาการเกษตร, 24: 83-96.

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ และอ่วม คงชู, 2547, การรอดชีวิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวและข้าวแดงบางชนิดในสภาพน้ำขัง, วารสารวิชาการเกษตร, 22: 188-204.

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ อ่วม คงชู ศิริวรรณ ตั้งวิสุทธิจิต สุรพล จัตุพร อมรรัตน์ อินทร์มั่น จิตรกร นวลแก้ว อรสา วงษ์เกษม ประทาย เคนเหลื่อม และปรัชญา จุฑามาตย์, 2550, การจัดเก็บ รวบรวมข้อมูลลักษณะข้าววัชพืชที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงในประเทศไทย, วารสารวิชาการเกษตร, 25: 18-30.

AOSA, 2002, Seed Vigor Testing Handbook, Association of Official Seed Analysts, 32: 20-73.

Askew, S.D., Street, J.E. and. Shaw, D.R., 1998, Herbicide Programs for Red Rice (*Oryza sativa*) Control in Soybean. (*Glycine max)*, Weed Technology, 12: 103-107.

Gealy, D.R., Agrama, H.A., and Eizenga, G.C., 2009, Exploring Genetic and Spatial Structure of U. S. Weedy Red Rice (*Oryza sativa*) in Relation to Rice Relatives Worldwide, Weed Science, 57: 627-643.

Gianinetti, A and Cohn, M.A., 2007, Seed Dormancy in Red Rice. XII: Population-based Analysis of Dry-afterripening with a Hydrotime Model, Seed Science Research, 17: 253-271.

Gianinetti, A and Cohn, M.A, 2008, Seed Dormancy in Red Rice. XIII: Interaction of Dry-afterripening and Hydration Temperature, Seed Science Research, 18: 151-159.

ISTA., 2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3 rd Edition. International Rules for Seed Testing.

Nordin, J.A., Chandler, J.M., McCauley, G.N. and Sij, J.W., 1998, Red Rice (*Oryza sativa*) and *Echinochloa* spp. Contro; in Taxas Gulf Coast Soybean (*Glycine max),* Weed Technology. 12: 677-683.

Sawatdikarn, S., 2007, Growth and Seed Quality of Five Rice Varieties. *In* 33rd Proceeding Congress on Science and Technology of Thailand, 1-5.

Sawatdikarn, S., 2008, Development Stage and Yield Components of Five Rice Varieties, *In* 34 th Proceeding Congress on Science and Technology of Thailand, p 1-6.

Shivrain, V.K., Burgos, N.R., Moldenhauer, K.A.K., Mcnew, R.W. and Baldwin, T.L., 2006, Characterization of Spontaneous Crosses between Clearfield Rice (*Oryza sativa*) and Red Rice (*Oryza sativa*), Weed Technology, 20: 576-584.

Shivrain, V.K., Burgos, N.R., Gealy, D.R., Smith, K.L., Scott, R.C., Mauromoustakos, A. and Black, H., 2009, Red rice (*Oryza sativa*) Emergence Characteristics and Influence on Rice Yield at Different Planting Dates, Weed Science, 57: 94-102.

Table 1 Seed width, seed length, seed thickness, seed weight/100 seeds, hull weight and grain weight of some cultivated and weedy rice.

Rice varieties	Seed width (mm)	Seed length (mm)	Seed thickness (mm)	Seed weight/100 seeds (g)	Hull weight (g)	Grain weight (g)
Pathumthani 1	0.152a	1.000a	0.127a	2.762a	0.070ab	0.215ab
Suphunburi 1	0.130bc	0.902b	0.077abc	2.700ab	0.070ab	0.230ab
Suphunburi 2	0.107f	0.865bc	0.067bc	2.445d	0.035c	0.195b
Suphunburi 3	0.115cdef	0.890bc	0.105ab	2.700ab	0.047abc	0.202ab
Hom Suphunburi	0.112cef	0.995a	0.127a	2.702ab	0.055abc	0.210ab
Poung	0.160a	0.790ef	0.095abc	2.672ab	0.075a	0.257a
Hom Thung	0.130bcd	0.870bc	0.107ab	2.547bcd	0.067ab	0.227ab
Pin Kaew	0.135b	0.815de	0.072abc	2.650abc	0.060abc	0.250a
Khaw Malet Lek	0.152a	0.760f	0.080abc	2.515cd	0.045bc	0.210ab
Ded	0.127bcde	0.852bcd	0.047c	1.722f	0.050abc	0.175b
Dang	0.135b	0.850bcd	0.057bc	2.230e	0.060abc	0.225ab
Hang	0.122bcdef	0.780ef	0.066bc	2.152f	0.067ab	0.185b
C.V. (%)	8.35	3.49	10.89	4.05	9.06	16.34

In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Seed germination, speed of germination index, shoot length, root length, seedling fresh weight and seedling dry weight of some cultivated and weedy rice.

Rice varieties	Seed germination (%)	Speed of germination index	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Seedling fresh weight (g)	Seedling dry weight (g)
Pathumthani 1	97.00a	16.25a	4.29ab	4.45ef	0.90a	0.17a
Suphunburi 1	99.00a	15.96ab	4.62a	3.91ef	0.88a	0.16a
Suphunburi 2	83.50cd	13.41cde	4.25ab	6.06b	0.65ab	0.10cde
Suphunburi 3	85.00bcd	14.09bcd	4.28ab	4.64def	0.65ab	0.12bcde
Hom Suphunburi	77.50d	11.99e	3.17cd	4.62def	0.53b	0.09e
Poung	93.00abc	15.22abc	3.80bc	7.00a	0.86a	0.13bc
Hom Thung	94.50ab	15.46abc	2.96d	5.54bcd	0.67ab	0.10cde
Pin Kaew	91.00abc	15.07abc	2.98d	5.80bc	0.61ab	0.10de
Khaw Malet Lek	92.50abc	14.75abc	3.96ab	7.24a	0.74ab	0.13bc
Ded	23.00e	4.41f	2.70d	3.67ef	0.18c	0.04f
Dang	76.00d	12.24de	3.70bc	4.87cde	0.72ab	0.12bcd
Hang	91.00abc	14.55abc	3.68bc	4.72def	0.66ab	0.13bcd
C.V. (%)	7.02	9.23	12.11	12.50	8.29	10.84

In the same column, mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ผลของฟิล์มพลาสติกต่อคุณภาพการเก็บรักษาลำไย

Effect of Plastic Film on Storage Life of Longan

เบญจมาส รัตนชินกร[1] ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์[1] และ ปรางค์ทอง กวานห้อง[1]

Ratanachinakorn, B.[1], Srithanyarat, S.[1] and Kwanhong, P.[1]

Abstract

The storage life of prepacked SO_2 treated longan fruit at 2°C was studied. The fruit were packed in polyethylene (PE), oneside-perforated PE or perforated polypropylene (PPP) bag. Control fruit were packed in PVC tray with no cover. Samples of fruit were evaluated for quality changes once a week. It was found that the fruit packed in PE or PPE bag could be stored for 4 weeks at 2°C and had a few days market life at 25°C, while the other packages had only 2 weeks storage-life due to excessive water losses caused dehydration and peel hardening.

Keywords: longan, storage, packaging

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาลำไยพันธุ์ดอแบบผลเดี่ยวที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีน (PE) ถุง PE เจาะรูด้านเดียว (PPE) และถุงโพลีโพพิลีนเจาะรู (PPP) เปรียบเทียบกับลำไยที่ไม่บรรจุถุง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°C พบว่าลำไยที่บรรจุในถุง PE และ PPE จะมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์ โดยมีอายุการวางจำหน่ายที่ 25°C อีก 2-3 วัน ส่วนกรรมวิธีอื่นจะเก็บรักษาได้เพียง 2 สัปดาห์เท่านั้น เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำสูงทำให้ผลเหี่ยวและเปลือกแข็ง

คำสำคัญ: ลำไย การเก็บรักษา บรรจุภัณฑ์

คำนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour) เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ที่รัฐบาลสนับสนุน และเร่งผลักดันให้มีการส่งออกเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละปีสามารถทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก ประเทศนำเข้าที่สำคัญ คือ ประเทศจีน ฮ่องกง สิงคโปร์ และไต้หวัน เป็นต้น แต่ปัญหาสำคัญของการขนส่งและวางจำหน่ายลำไย คือ มีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีน้ำตาล และเกิดการเน่าเสียได้ง่าย มีการศึกษาวิธีการต่างๆเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยให้นานขึ้น ซึ่งวิธีที่นิยมปฏิบัติในปัจจุบันคือ การรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และสามารถฟอกสีผิวลำไยเป็นสีเหลืองทองสวยตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตามการวางจำหน่ายลำไยในประเทศและส่งออกต่างประเทศจำเป็นต้องมีขั้นตอนเพื่อให้ช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตให้มีอายุการวางจำหน่ายให้นานขึ้น และจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายลำไยสดให้นานขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าการส่งออกลำไยของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

นำลำไยสด พันธุ์ดอ จากสวนอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี มารม SO_2 ตามมาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด ตัดแต่งให้เป็นผลเดี่ยวมีก้านยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร บรรจุในบรรจุภัณฑ์ขนาด 20x30 เซนติเมตร 3 ชนิดคือ ถุงโพลีเอทธิลีน (PE) ความหนา 50 ไมครอน ถุง PE ความหนา 35 ไมครอน เจาะรูด้านเดียว (PPE) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรู 1 มิลลิเมตร ระยะห่าง 1x2 เซนติเมตร และถุงโพลีโพพิลีน ความหนา 80 ไมครอน เจาะรู 2 ด้าน (PPP) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรู 1.5 มิลลิเมตร ระยะห่าง 1x1 เซนติเมตร บรรจุลำไยถุงละประมาณ 500 กรัม เปรียบเทียบกับไม่บรรจุถุง จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°C แล้วสุ่มมาตรวจสอบคุณภาพ และระยะเวลาการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องทุกสัปดาห์ นาน 5 สัปดาห์ โดย

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Postharvest and Processing Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

ตรวจสอบ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว โดยวัดค่า L* คือ ความสว่างของสีผิว ด้วยเครื่อง colorimeter ความแน่นเปลือกและเนื้อ ใช้ load cell ขนาด 20 Newton (N) หัววัดรูปทรงกระบอกขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กดด้วยความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อนาที ความแน่นเปลือกกดลึกลงไป 5 มิลลิเมตร ค่าที่ได้จะเป็นแรงมากที่สุดที่เจาะทะลุเปลือก มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ส่วนความแน่นเนื้อกดลึกลงไป 2 มิลลิเมตร ค่าที่ได้จะเป็นแรงที่กดลงในเนื้อที่ระยะ 2 มิลลิเมตร ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่า total soluble solids (TSS) ใช้เครื่อง refactometer ค่า pH ใช้เครื่อง pH meter และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์กรดซิตริค

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสูญเสียน้ำหนัก ลำไยที่บรรจุในถุง PE และถุง PPE มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเพียง 0.3-0.5% เมื่อเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ในขณะที่ control และลำไยที่บรรจุในถุง PPP มีการสูญเสียน้ำหนักจาก 9-10% ในสัปดาห์แรกเป็น 11-12% ในสัปดาห์ที่ 5 (Figure 1) การย้ายลำไยมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องนั้นพบว่า ลำไยที่บรรจุถุง PE และถุง PPE จะมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 0.5-1.4% แต่ยังจัดว่ามีการสูญเสียน้ำหนักต่ำมาก ส่วนลำไยที่บรรจุในถุง PPP และ control มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 13-16%

การเปลี่ยนแปลงสีผิว จากการวัดค่า L* ที่ผิวเปลือกลำไยนั้น พบว่าลำไยทุกกรรมวิธีมีสีผิวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ Control และลำไยที่บรรจุในถุง PPP จะมีค่า L* ลดลงเล็กน้อยเนื่องจากมีผิวคล้ำลง (Figure 2) แต่เมื่อประเมินด้วยสายตาลำไยทุกกรรมวิธีจะมีสีผิวไม่แตกต่างกัน แม้เมื่อย้ายมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 3 วัน สีผิวก็ยังมีค่า L* ใกล้เคียงกับลำไยที่เก็บในห้องเย็น ซึ่งการที่สีผิวมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยนั้นอาจเกิดจาก phenolic compounds จับกับ SO_2 แล้วเปลี่ยนเป็นรูปที่ไม่ทำให้เกิดสีน้ำตาลเข้มขึ้น (Jiang, 1999)

ความแน่นเปลือกและเนื้อลำไย ลำไยที่บรรจุในถุง PE และถุง PPE จะมีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเปลือกไม่มาก คือ 9.6 N เมื่อเริ่มเก็บรักษา และเพิ่มเป็น 11 N ในสัปดาห์ที่ 5 (Figure 3A) และเมื่อย้ายมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 3 วัน ค่าความแน่นเปลือกอยู่ในช่วง 9.7-11 N สำหรับ control และลำไยที่บรรจุในถุง PPP มีความแน่นของเปลือกประมาณ 9.6 N เมื่อเริ่มเก็บรักษา และมีความแน่นเปลือกเพิ่มขึ้นชัดเจนเป็น 13 N ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับเมื่อย้ายมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องที่ค่าความแข็งของเปลือกจะเพิ่มขึ้นอีก 1-4 N สำหรับความแน่นเนื้อนั้นพบว่า ลำไยในทุกกรรมวิธีมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันแม้จะเก็บที่ 2°C นาน 5 สัปดาห์ (Figure 3B) และเมื่อย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้องอีก 3 วัน โดยลำไยจะมีความแน่นเนื้อระหว่าง 0.22-0.30 N

คุณภาพทางเคมี ลำไยทุกกรรมวิธีมีค่า TSS ไม่แตกต่างกัน คือ มีค่าในช่วง 18-19% และจะลดลง 1-2% ระหว่างเก็บรักษา (Figure 4) แต่ยังจัดว่าลำไยยังมีความหวานสูงและมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก แม้จะย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้องอีก 3 วัน สิ่งที่น่าสนใจคือ ค่า pH ซึ่งลำไยทุกกรรมวิธีที่เก็บที่ 2°C จะมีค่า pH เริ่มต้นที่ 6.9 แล้วเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นด่างอ่อนๆ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 (Figure 5) ส่วนการย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้องอีก 3 วัน จะพบว่าทุกกรรมวิธีมี pH มากกว่า 7 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บที่ 2°C สำหรับปริมาณกรดที่ไตเตรทได้พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้จะลดลงประมาณ 50% คือลดลงจาก 0.17% เป็น 0.06-0.08% ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 (Figure 6) เมื่อย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้องอีก 3 วัน ลำไยจะมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้อยู่ในช่วง 0.06-0.08% อย่างไรก็ตามลำไยจัดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเล็กน้อยระหว่างเก็บรักษาที่ 2 °C และเมื่อย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้องอีก 3 วัน โดยลำไยยังมีคุณภาพดี แต่มีปัญหาเปลือกแข็ง ซึ่งสามารถช่วยได้โดยการควบคุมความชื้น วิธีที่ง่ายและสะดวกคือ การบรรจุในถุงพลาสติก

สรุปผล

ลำไยพันธุ์ดอที่ผ่านการรม SO_2 แล้วบรรจุในถุง PE และถุง PE เจาะรูด้านเดียว (PPE) ที่ 2°C ได้นาน 4 สัปดาห์ และมีอายุการวางจำหน่ายที่ 25°C นาน 2-3 วัน โดยมีคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนลำไยที่บรรจุใน PPP และไม่บรรจุถุง จะมีปัญหาเปลือกแข็งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้เร็ว

เอกสารอ้างอิง

Jiang, Y.M., 1999, Purification and Some Properties of Polyphenol Oxidase of Longan Fruit, Food Chemistry, 66: 75-79.

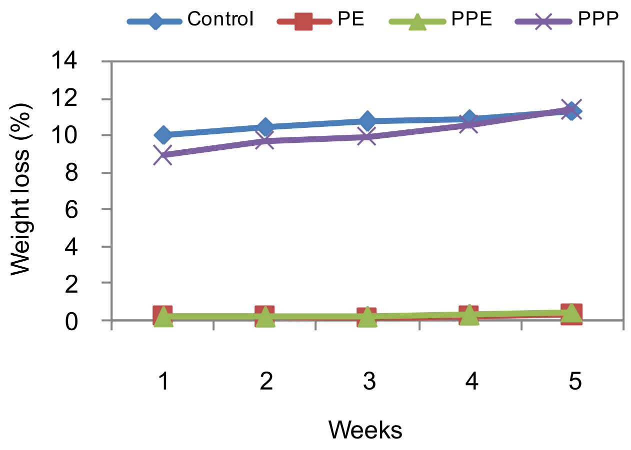


Figure 1 Weight loss of longan during stored at 2°C.

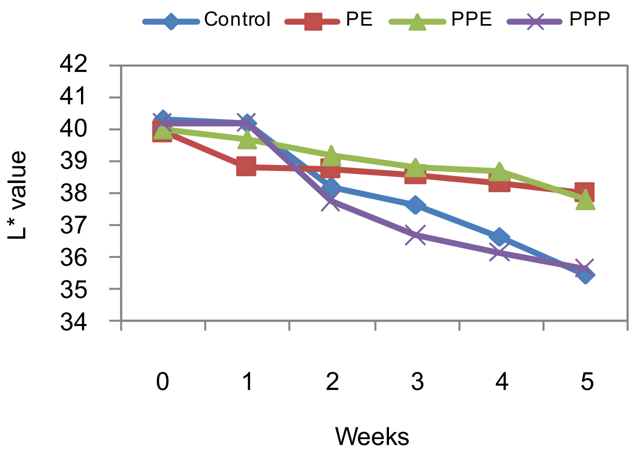


Figure 2 L* value of longan peel during stored at 2°C.

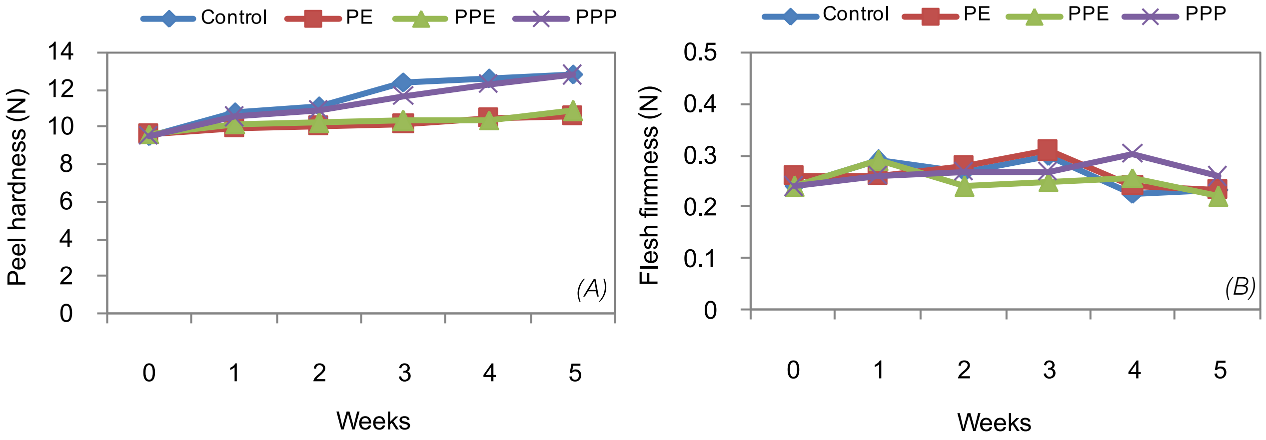


Figure 3 Peel hardness *(A)* and flesh firmness *(B)* of longan during stored at 2°C.

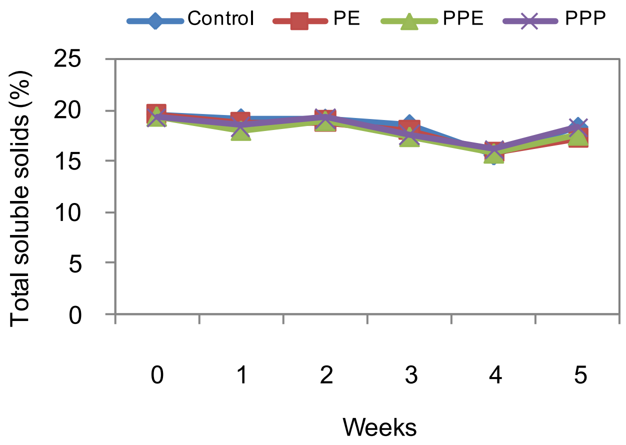


Figure 4 Total soluble solids of longan during stored at 2°C.

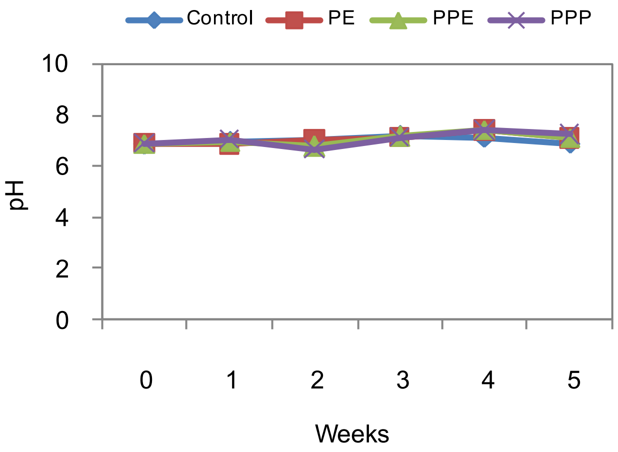


Figure 5 pH of longan during stored at 2°C.

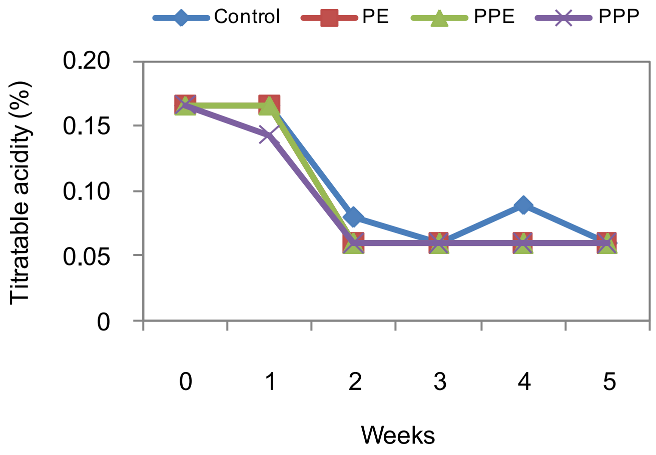


Figure 6 Titratable acidity of longan during stored at 2°C.

การเก็บรักษาลำไยในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

Modified Atmosphere Packaging on Storage Life of Longan

เบญจมาส รัตนชินกร[1] ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์[1] และ ปรางค์ทอง กวานห้อง[1]
Ratanachinakorn, B.[1], Srithanyarat, S.[1] and Kwanhong, P.[1]

Abstract

The study of prolonging the storage life of SO_2 treated longan, by packing in various packaging: polyethylene (PE) bag, modified atmosphere packaging 1 (MAP1), MAP2 or tray with one ventilation hole on the tray and lid was investigated. The control fruit was placed in tray with no cover. It was found that the control fruit had 4 weeks storage life at 2°C with 3 days shelf-life at 10 or 20°C. The other treatments had only 3 weeks storage life with 3 days shelf-life at 10 or 20°C, except the fruit in MAP2 that had 6 days shelf life at 10°C. Off-flavor and discoloration of the pulp was found in fruit stored for a longer period of time.
Keywords: longan, modified atmosphere, storage

บทคัดย่อ

การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไยที่รมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โดยใช้บรรจุภัณฑ์แบบต่างๆคือ ถุง polyethylene (PE) ถุงปรับสภาพบรรยากาศ 1 (modified atmosphere packaging 1: MAP1) ถุงปรับสภาพบรรยากาศ (MAP2) หรือบรรจุถาดพลาสติกที่มีรูระบายอากาศที่ถาดและฝา เปรียบเทียบกับลำไยที่บรรจุถาดพลาสติกแต่ไม่ปิดฝา (control) พบว่า control สามารถเก็บที่ 2°C ได้นาน 4 สัปดาห์ โดยมีอายุการวางจำหน่ายอีก 3 วัน ที่ 10 และ 20°C ส่วนบรรจุภัณฑ์อื่นๆ จะช่วยรักษาคุณภาพของลำไยได้นานเพียง 3 สัปดาห์ และมีอายุการวางจำหน่ายที่ 10 และ 20°C ได้นาน 3 วัน ยกเว้นลำไยในถุง MAP2 มีอายุการวางจำหน่ายที่ 10°C ได้นาน 6 วัน และพบว่าการเก็บรักษานานขึ้น ทำให้ลำไยมีกลิ่นผิดปกติรุนแรงและเนื้อรอบขั้วผลมีสีผิดปกติ
คำสำคัญ: ลำไย บรรยากาศดัดแปลง การเก็บรักษา

คำนำ

ลำไยจัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจหลักที่ส่งออกในลำดับต้นๆ ลำไยที่ส่งออกจะผ่านการรม SO_2 เพื่อรักษาคุณภาพให้นานขึ้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่จะมีผลต่อการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายคือ การสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งส่งผลต่ออาการเปลือกแข็งและคุณภาพการวางจำหน่าย จากการทดลองของ (Ratanachinakorn และคณะ 2010; ศิรกานต์ และคณะ 2550) พบว่า การใช้ฟิล์มพลาสติกมีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพการวางจำหน่ายลำไย โดยลดการสูญเสียน้ำและรักษาคุณภาพ การทดลองนี้จึงทำการเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ และบรรจุภัณฑ์ปรับสภาพบรรยากาศ เพื่อยืดอายุการวางจำหน่ายและการตลาดของลำไยให้นานขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอจากสวนเกษตรกร GAP อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มารม SO_2 ตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร จากนั้นคัดเลือกลำไยผลแน่น ไม่เป็นโรค ผิวสะอาด มาทำความสะอาดโดยใช้แปรงสีฟันขัดผิวผลลำไยด้วยมือทุกผล เพื่อกำจัดฝุ่นและสิ่งแปลกปลอมออก บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆคือ ถุง polyethylene (PE) ความหนา 50 ไมครอน ถุง MAP1 ความหนา 25 ไมครอน อัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนประมาณ 12,000-14,000 cc/m^2/day ถุง MAP2 ความหนา 25 ไมครอน อัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน 15,000 cc/m^2/day กล่องพลาสติกเจาะรู ขนาด 0.4 มิลลิเมตร ที่ถาดและฝาอย่างละ 1 รู และลำไยในชุดควบคุม (control) ใส่ถาดไม่ปิดฝา ความจุ 500 กรัม แล้วขนส่งโดยรถห้องเย็นที่ 2-5°C มาเก็บในห้องเย็นที่ 2°C ณ อาคารปฏิบัติการพืชสวนหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป

---

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Postharvest and Processing Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

ผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร สุ่มลำไยในแต่ละกรรมวิธีมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสัปดาห์ละครั้ง โดยตรวจสอบคุณภาพทันที และแบ่งกลุ่มเก็บรักษาที่ 10 และ 20°C เพื่อศึกษาอายุการวางจำหน่ายที่ 3 และ 6 วัน วัดปริมาณ O_2 และ CO_2 ในภาชนะบรรจุ การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว โดยวัดค่า L* a* b* ปริมาณ SO_2 ของเนื้อและเปลือก โดยวิธี optimized Monier William's Method อาการผิดปกติคือ เปอร์เซ็นต์ผลมีลักษณะนิ่มหรือยุบ และเปอร์เซ็นต์ผลมีสีเนื้อผิดปกติ ความแน่นเนื้อและแน่นเปลือก ความชอบโดยรวม ให้คะแนน 1-9 ระดับ คือ 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= เฉยๆ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

ผลการทดลอง

การบรรจุลำไยแบบ retail packing ขนาด 500 กรัม ในบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติต่างๆ พบว่า O_2 และ CO_2 ในถุงทุกประเภทมี O_2 ต่ำลง และ CO_2 เพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยถุง PE จะมี O_2 ต่ำ และ CO_2 สูงกว่ากรรมวิธีอื่น อย่างไรก็ตามปริมาณ O_2 และ CO_2 โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับ 15-19% และ 3-6% ตามลำดับ การย้ายลำไยจาก 2°C มาเก็บที่ 10 และ 20°C นั้นพบว่า O_2 ลดลงและ CO_2 เพิ่มสูงขึ้นประมาณ 0.5-1 เท่า ขึ้นกับอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Figure 1 และ Figure 2)

การสูญเสียน้ำหนักของลำไยจะสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยลำไยในชุดควบคุม จะมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าลำไยที่บรรจุถุงและกล่อง 2-7 เท่า ทั้งนี้ขึ้นกับอายุการเก็บรักษา (Figure 3)

ลำไยที่ผ่านการรม SO_2 มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกไม่มาก โดยมีค่า L* ในช่วง 50-60 และค่า b* ในช่วง 30-45 ส่วนค่า a* ค่อนข้างคงที่คือ ในช่วง 10-18 ส่วนปริมาณผลนิ่มหรือยุบตัว พบได้ในลำไยทุกกรรมวิธีและมีปริมาณมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (Figure 4) แต่เมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่ 10 และ 20°C ปริมาณผลนิ่มจะลดลง สำหรับ SO_2 ในผลลำไย จะพบว่า SO_2 ที่เปลือกมีในระดับที่ปลอดภัยคือ 1,500 ppm ส่วนในเนื้อจะพบประมาณ 65 ppm ภายหลังการรม SO_2 และลดลงต่ำอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับปลอดภัยคือ ต่ำกว่า 10 ppm ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาที่ 2°C

ปัญหาที่พบในลำไยคือ เนื้อบริเวณรอบขั้วผลมีสีผิดปกติ ซึ่งเริ่มพบเมื่อเก็บรักษาที่ 2°C ตั้งแต่ 2 สัปดาห์ ขึ้นไป และมีปริมาณมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (Figure 5) เมื่อเก็บรักษาต่อที่ 10 และ 20°C ส่วนคุณภาพการยอมรับในการบริโภคนั้นพบว่า ลำไย ในชุดควบคุมยังมีคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับได้เมื่อเก็บรักษาที่ 2°C นาน 4 สัปดาห์ และสามารถเก็บรักษาต่อที่ 10 และ 20°C นาน 3 วัน ส่วนกรรมวิธีอื่นจะมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้เมื่อเก็บรักษาที่ 2°C นาน 3 สัปดาห์ และสามารถเก็บต่อเพื่อวางจำหน่ายที่ 10 และ 20°C ได้นาน 3 วัน ยกเว้นถุง MAP2 ซึ่งจะเก็บที่ 10°C ต่อได้นาน 6 วัน (Figure 6)

วิจารณ์ผล

ถุง MAP1 และ MAP2 จะมีการการสะสมของ CO_2 เพิ่มสูงขึ้น และการลดลงของ O_2 ต่ำกว่าถุง PE เนื่องจากมีอัตราการซึมผ่านของก๊าซทั้ง 2 ชนิดได้ดีกว่า แต่ปัญหาที่พบคือ ลำไยที่บรรจุถุงทั้ง 3 ชนิด มีกลิ่นผิดปกติและไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อเก็บรักษาที่ 2°C นานเกิน 3 สัปดาห์ ซึ่งควรจะมีการศึกษาในขั้นต่อไปถึงสาเหตุของกลิ่นผิดปกตินี้ ส่วนปัญหาเนื้อรอบขั้วผลมีสีเปลี่ยนไปอาจเป็นผลจาก SO_2 injury

สรุปผล

การใช้บรรจุภัณฑ์ไม่ว่าจะเป็น MAP หรือบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น จะมีข้อจำกัดทำให้ลำไยมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับเมื่อเก็บรักษาที่ 2°C ได้นานเพียง 3 สัปดาห์ โดยสามารถวางจำหน่ายต่อที่ 10 หรือ 20°C อีก 3 วัน ส่วน control จะมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้นาน 4 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ เบญจมาส รัตนชินกร คมจันทร์ สรงจันทร์ และปรางค์ทอง กวานห้อง, 2551, การยืดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายลำไยสด, รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2550, สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ, 253-263.

Ratanachinakorn, B., Srithanyarat, S. and Kotepong, P., 2010, Quality Changes of Consumer Packed Longan, Acta Horticulturae, 857: 313-317.

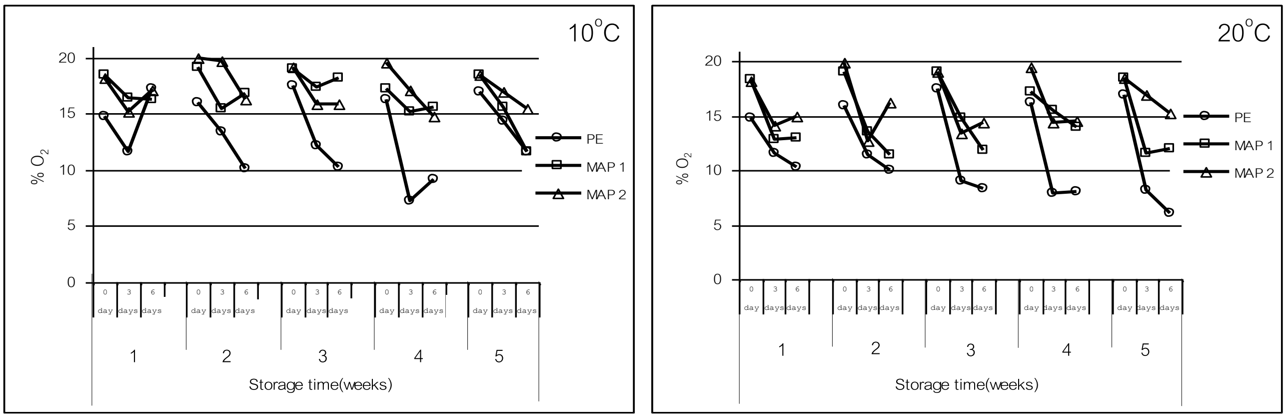


Figure 1 Headspace O_2 of prepacked longan stored at 10 and 20°C after transferred from 2°C.

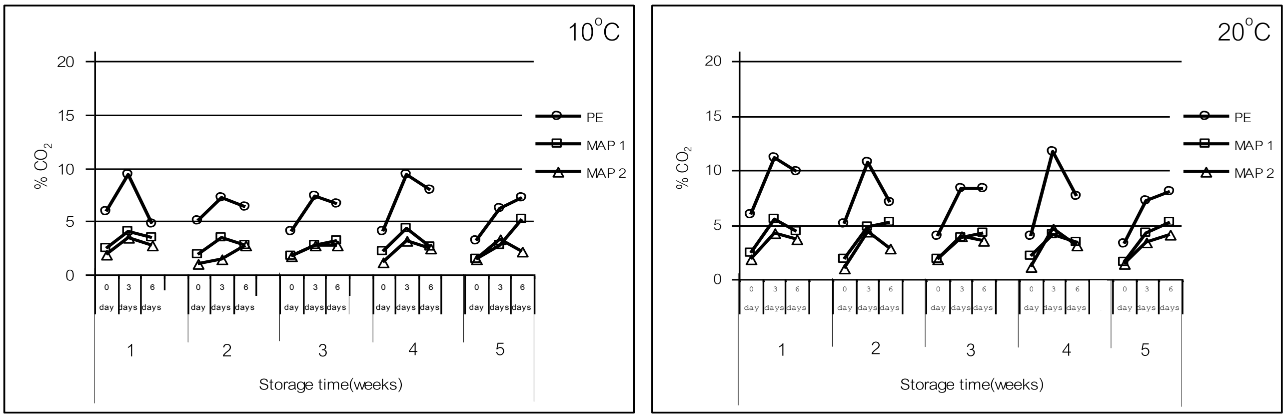


Figure 2 Headspace CO_2 of prepacked longan stored at 10 and 20°C after transferred from 2°C.

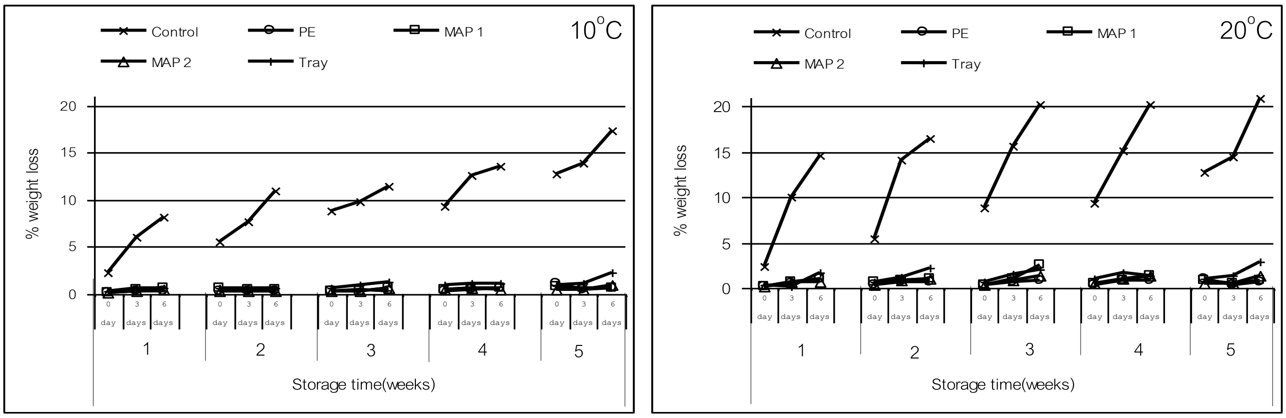


Figure 3 Weight loss (%) of longan stored at 10 and 20°C after transferred from 2°C.

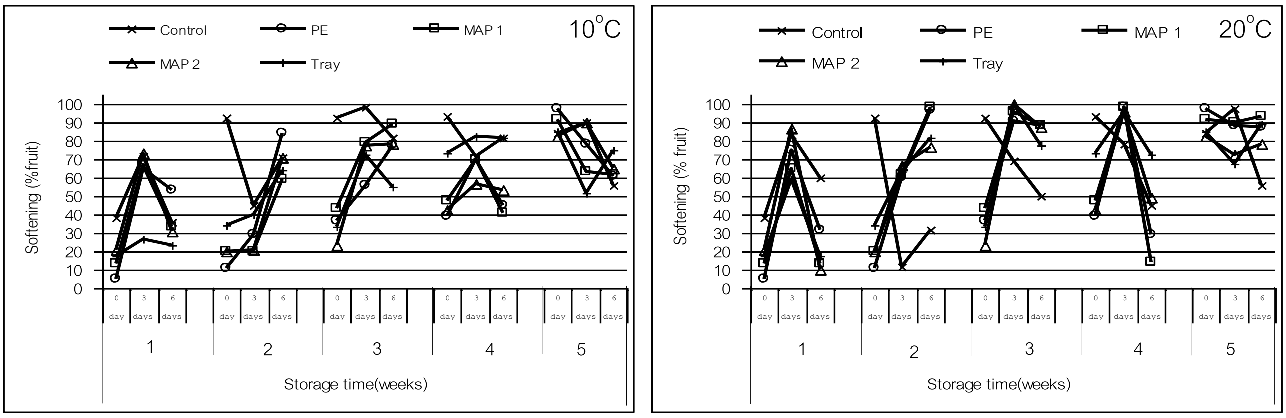


Figure 4 Percentage of soft longan fruit stored at 10 and 20°C after transferred from 2°C.

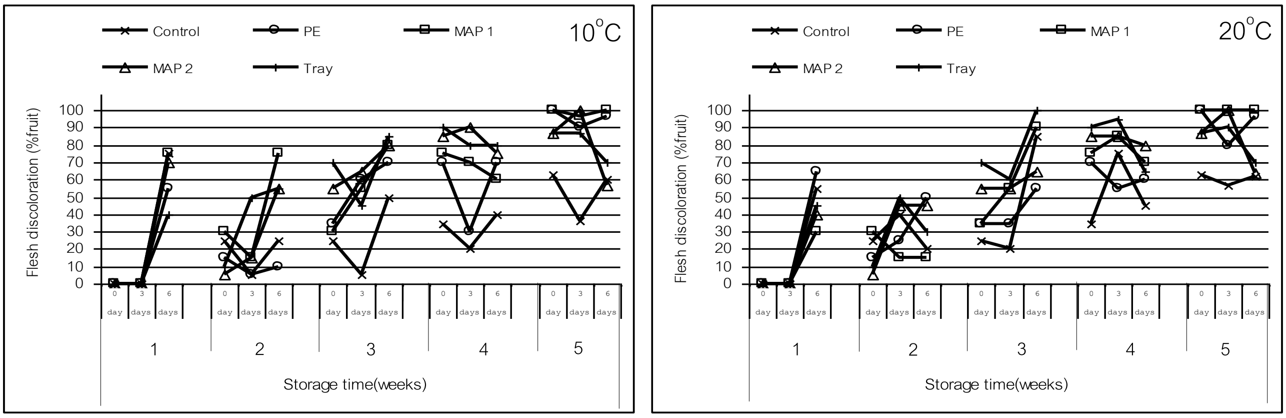


Figure 5 Discoloration of longan flesh stored at 10 and 20°C after transferred from 2°C.

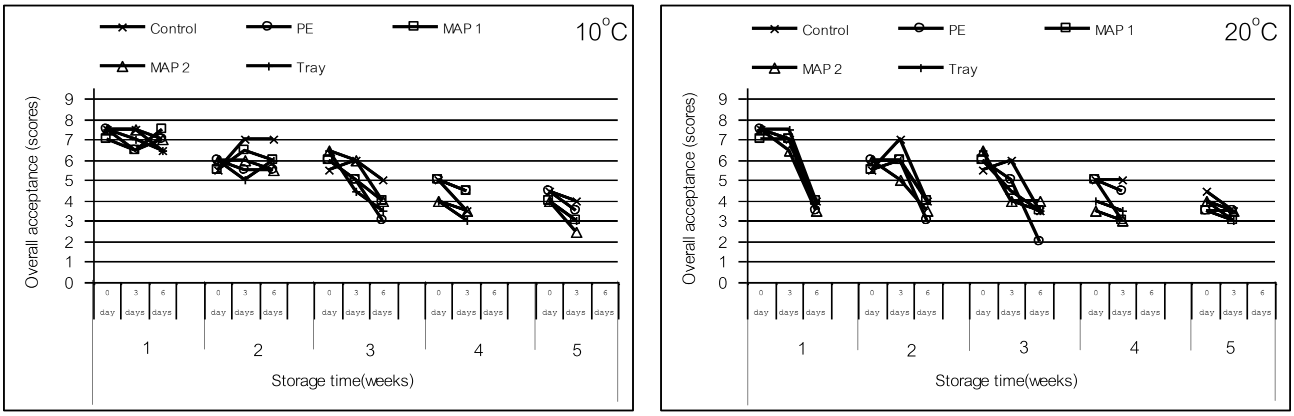


Figure 6 Overall acceptance of longan stored at 10 and 20°C after transferred from 2°C.

คุณภาพลำไยที่ส่งออกไปประเทศออสเตรเลียโดยทางเรือ

Quality of Prepacked Longan Exported by Sea to Australia

เบญจมาส รัตนชินกร[1] ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์[1] และ ปรางค์ทอง กวานห้อง[1]

Ratanachinakorn, B.[1], Srithanyarat, S.[1] and Kwanhong, P.[1]

Abstract

SO_2 treated longan fruits were retail packed in polyethylene (PE) bag, PE based modified atmosphere bag (MAP1), MAP2 or plastic tray. Control was fruit packed in 3 kg. basket. All were cold treatment at 0.5°C during 28 days transported by sea. Upon arrival at Melbourne market, all retail packed treatments help reduced weight loss of longan more than 6-10 times that of the control. And they had 3 days market life in ambient conditions (5-17°C), while the control had 6 days market life. The storage-life of the fruit could be extended when stored at low temperature.

Keywords: longan, storage, packaging, transport

บทคัดย่อ

การบรรจุลำไยแบบผลเดี่ยวที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ ขนาดขายปลีกคือ บรรจุถุง polyethylene (PE) ถุง PE แบบปรับสภาพบรรยากาศ 1 (Modified atmosphere packaging1: MAP1) MAP2 และบรรจุถาดพลาสติก เปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ส่งออกใช้ (control) คือ บรรจุในตะกร้าพลาสติกขนาด 3 กิโลกรัม และขนส่งที่อุณหภูมิ 0.5°C เพื่อทำ cold treatment ระหว่างการขนส่งทางเรือ ซึ่งใช้เวลานาน 28 วัน พบว่า การบรรจุขนาดขายปลีกทุกกรรมวิธีช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและลดอาการเปลือกแข็งของลำไยได้ดีกว่า control โดยมีอายุวางจำหน่ายที่ Melbourne market ที่มีอุณหภูมิ 5-17°C ได้นาน 3 วัน ส่วน control สามารถวางจำหน่ายได้ 6 วัน ทุกกรรมวิธีสามารถชะลอการจำหน่ายโดยเก็บที่ 2-5°C

คำสำคัญ: ลำไย การเก็บรักษา บรรจุภัณฑ์ การขนส่ง

คำนำ

ปัจจุบันการรม SO_2 ช่วยให้สามารถส่งออกลำไยไปตลาดห่างไกลโดยทางเรือได้ สำหรับตลาดออสเตรเลียเป็นตลาดใหม่ที่เพิ่งอนุญาตให้ไทยส่งลำไยไปจำหน่ายได้ในปี 2547 แต่ลำไยต้องผ่านวิธีกำจัดแมลงระหว่างการขนส่งโดยใช้ความเย็น (cold treatment) อย่างไรก็ตามจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ลำไยมีปัญหาผลยุบตัว และเปลือกแข็ง ซึ่งเกิดจากการสูญเสียน้ำ ดังนั้นจึงได้ทดลองบรรจุลำไยในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กเพื่อขายปลีก เพื่อลดปัญหาดังกล่าวและลดความเสียหายระหว่างการวางจำหน่าย ซึ่งอาจจะเป็นช่องทางช่วยขยายตลาดลำไยได้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอจากสวนเกษตรกร GAP อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ตัดแต่งเป็นผลเดี่ยว แล้วรมด้วย SO_2 ตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร จากนั้นคัดเลือกลำไยผลแน่น ผิวสะอาด ไม่เป็นโรค มาทำความสะอาดโดยใช้แปรงสีฟันขัดบริเวณขั้วเพื่อกำจัดฝุ่นและสิ่งแปลกปลอมออก นำลำไยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 5 ชนิดคือ ถุง polyethylene (PE) ความหนา 50 ไมครอน ถุง MAP1 ความหนา 25 ไมครอน อัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนประมาณ 12,000-14,000 cc/m^2/day ถุง MAP2 ความหนา 25 ไมครอน อัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน 15,000 cc/m^2/day กล่องพลาสติกเจาะรู ขนาด 0.4 มิลลิเมตร ที่ถาดและฝา อย่างละ 1 รู และ control ปฏิบัติเช่นเดียวกับผู้ส่งออกโดยบรรจุในตะกร้าพลาสติก 3 กิโลกรัม จากนั้นนำลำไยที่บรรจุถุงมาเรียงในตะกร้าพลาสติกขนาดความจุ 3 กิโลกรัม ยกเว้นลำไยบรรจุกล่องจะเรียง 2 ชั้นในตะกร้าพลาสติกขนาดความจุ 10 กิโลกรัม ทำการลดอุณหภูมิลำไยที่อุณหภูมิ 5°C ก่อนเรียงขึ้นตู้สินค้าในวันถัดไป จากนั้นขนถ่ายตู้สินค้าขึ้น

---

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Postharvest and Processing Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

เรือที่ท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี โดยทำ cold treatment ที่ 0.5°C ระหว่างขนส่ง เมื่อถึงปลายทางที่ประเทศออสเตรเลียจะแบ่งลำไยเป็น 2 ส่วนคือ ตรวจสอบคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายลำไยที่ตลาดค้าส่ง Melbourne market หลังเปิดตู้ container นาน 0 3 และ 6 วัน อีกส่วนหนึ่งจะเก็บที่ 2-5°C 1 สัปดาห์ จากนั้นจึงนำมาที่ตลาด เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมื่อเก็บนาน 1 2 3 และ 4 วัน โดยทำการบันทึก การสูญเสียน้ำหนัก ลักษณะคุณภาพภายนอกคือ เปอร์เซ็นต์ผลปกติ ผลที่มีลักษณะนิ่มหรือยุบ และเปลือกแข็ง ปริมาณ total soluble solids และคุณภาพการรับประทานให้คะแนน 1-9 ระดับ คือ 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= เฉยๆ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การขนส่งลำไยจากประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 28 วัน เมื่อผ่านพิธีการทางศุลกากรและการกักกันพืชแล้วได้แบ่งลำไยเป็น 2 ส่วนคือ

ศึกษาคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายที่ตลาดค้าส่ง Melbourne market นำลำไยมาทดสอบการวางนำหน่ายที่ตลาดขายส่ง ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 5-17°C พบว่า ลำไย control มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ ลำไยบรรจุในกล่องพลาสติก ส่วนลำไยบรรจุในถุงทั้งสามชนิดมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างทางสถิติคือ น้อยกว่า 1% (Figure 1) แต่ทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น การสูญเสียน้ำหนักมาก 6-10% ใน control จะทำให้ผลมีเปลือกแห้งและแข็ง ส่วนกรรมวิธีอื่นไม่พบอาการดังกล่าวแม้จะเก็บในสภาพอากาศปกติในตลาดนานถึง 6 วัน แต่จะพบว่ามีผลนิ่มบ้างทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 2) สำหรับความหวานนั้นพบว่า ลำไยมีความหวานสูงคือ 17-20% มีคุณภาพการรับประทานที่ดี และมีความชอบโดยรวมเป็นที่ยอมรับได้นาน 3 วัน ยกเว้น control จะมีคุณภาพดี 6 วัน การเก็บนานกว่า 6 วัน จะพบปัญหากลิ่นและรสชาติผิดปกติ (Figure 3)

การชะลอการขายต่อคุณภาพการวางจำหน่ายลำไย การเก็บรักษาลำไยที่ 2-5°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% นาน 1 สัปดาห์ เพื่อยืดเวลาการตลาดลำไยนั้น พบว่า ลำไยมีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น โดยเฉพาะ control เมื่อย้ายมาที่ 5-17°C จะมีการสูญเสียน้ำหนักสูงขึ้น 2 เท่าคือ 14% ภายใน 4 วัน ทำให้ control มีผลเปลือกแข็งเพิ่มขึ้นเกิน 60% ส่วนกรรมวิธีอื่นมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 2% และมีปริมาณผลนิ่มบ้าง (Figure 4 และ 5)

สำหรับคะแนนความชอบรวมในการรับประทาน ในวันแรกจะพบเพียงลำไย control และลำไยบรรจุกล่องมีความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับได้คือ 6 และ 5 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเก็บนานขึ้นความชอบโดยรวมจะลดลง (Figure 6) control จะเก็บได้นานที่สุด 3 วันโดยมีความชอบเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รองลงมาคือ ลำไยบรรจุกล่องเก็บได้นาน 1 วัน ส่วนลำไยบรรจุถุงทุกกรรมวิธีมีกลิ่นผิดปกติเมื่อนำออกจากห้องเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ดังนั้นจึงควรเก็บลำไยที่อุณหภูมิต่ำ มีสภาพความชื้นสูง มีการระบายอากาศที่ดีระหว่างรอและขณะวางจำหน่ายเพื่อลดปัญหาเปลือกแข็งและกลิ่นผิดปกติ

สรุปผล

การส่งออกลำไยโดยทางเรือใช้เวลาตั้งแต่เก็บเกี่ยวจนถึงตลาดออสเตรเลียประมาณ 4 สัปดาห์ และที่ปลายทางมีการเก็บรักษาลำไยในห้องเย็นเพื่อรอจำหน่ายอีก 1-2 สัปดาห์ การส่งออกลำไยในลักษณะ retail packing จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และอาการเปลือกแข็งของลำไยได้ และสามารถวางจำหน่ายที่ 5-17°C ได้อีกประมาณ 3 วัน ส่วนการเก็บที่ 2-5°C เพื่อรอการจำหน่าย พบว่า ทุกกรรมวิธีมีกลิ่นผิดปกติเมื่อนำออกจากห้องเย็น ยกเว้น control ที่สามารถวางจำหน่ายได้แต่ไม่เกิน 3 วัน เนื่องจากมีเปลือกแข็งมาก

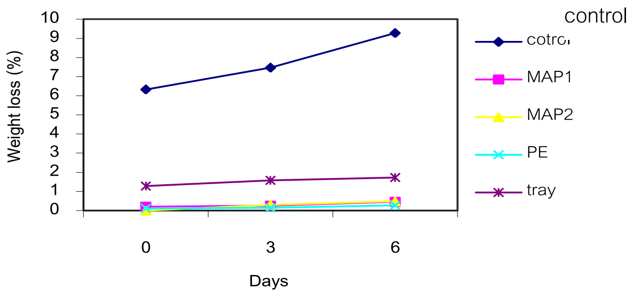


Figure 1 Weight loss of longan during storage in ambient conditions after transferred from 2-5°C.

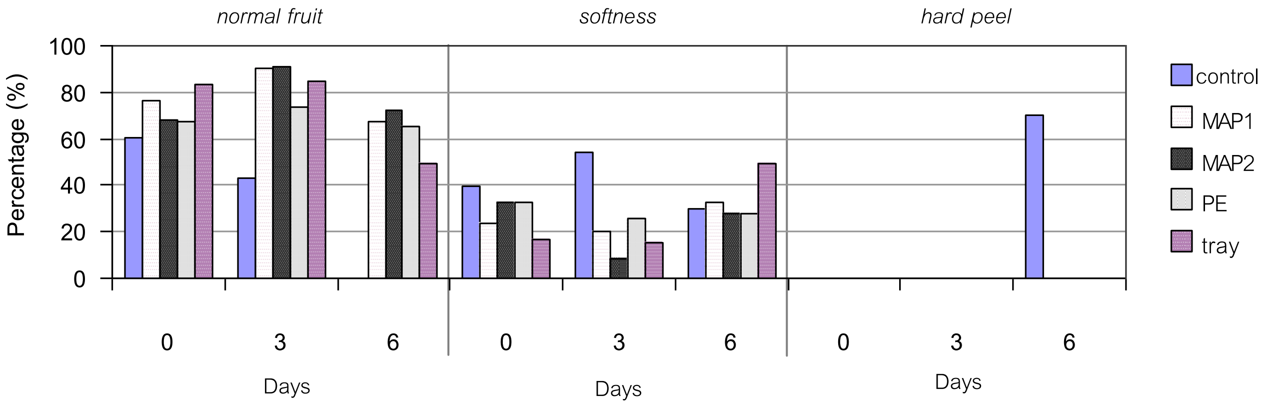


Figure 2 Percentage of normal, soft and hard peel fruit during storage in ambient conditions after transferred from 2-5°C.

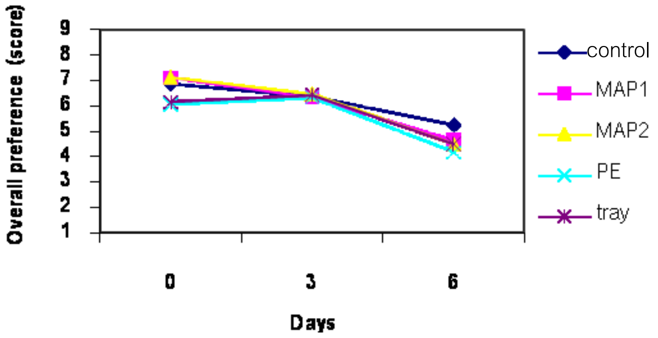


Figure 3 Overall preference of longan during storage in ambient conditions after transferred from 2-5°C.

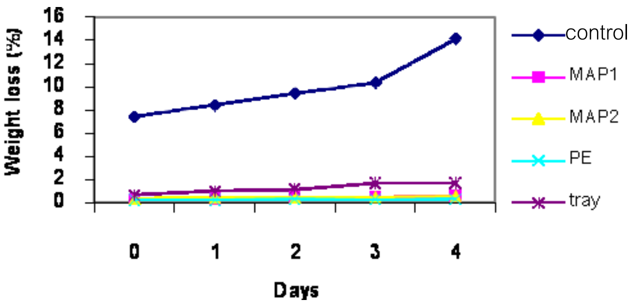


Figure 4 Weight loss of longan during storage in ambient conditions after transferred from 2-5°C.

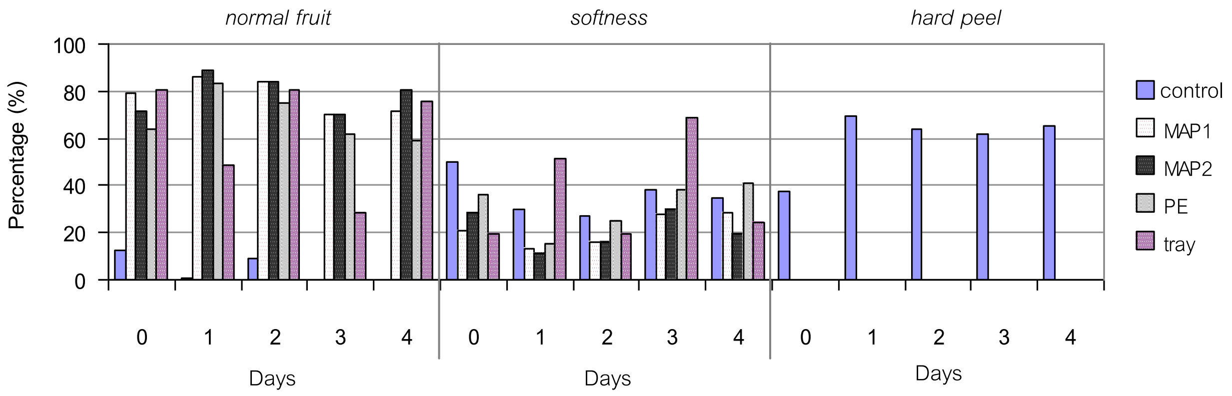


Figure 5 Percentage of normal, soft and hard peel of longan fruit during storage in ambient conditions after transferred from 2-5°C.

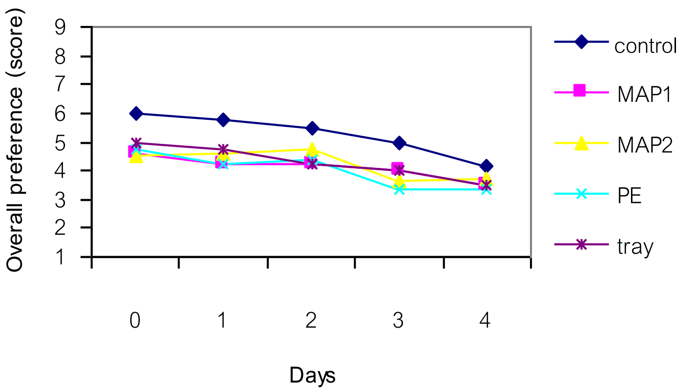


Figure 6 Overall preference of longan during storage in ambient conditions after transferred from 2-5°C.

ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไผ่อายุ 1 ปี และการเจริญของหน่อไผ่ 6 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี

1-Year-Old Culm Morphology and Shoot Growth of 6 Bamboo Varieties Plantation at Kanchanaburi Research Station

จรัล เห็นพิทักษ์[1]

Henpithaksa, C.[1]

Abstract

Morphological and shoot growth of six bamboo varieties growing at Kanchanaburi Research Station were studied during Jul. to Oct. 2008. The 5-week-old shoots and 1-year-old culms of six bamboo varieties used in the experiment. The varieties of bamboo were Pai Tong (*Dendrocalamus asper* Backer), Pai Ruak (*Thyrsostachys saimensis* Gamble), Pai Ma Chu (*Dendrocalamus latiflorus*), Pai Lu Chu (*Bambusa oldhamii* Munro), Pai Mon Mu (*Gigantochloa verticuliata*) and Pai Pa (*Bambusa arundinacea* (Retz) Wild). The experiment used was completely randomized design with 3 replications. The results showed that Pai Mon Mu and Pai Ma Chu gave the best growth of height, diameter and fresh weight for 1-year-old clum whereas height growth rate of bamboo shoots were different among varieties.

Keywords: bamboo shoot, culm, growth, Kanchanaburi

บทคัดย่อ

ลักษณะสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโตของหน่อ ของไผ่ 6 ชนิด ที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี ได้แก่ ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* Backer) ไผ่รวก (*Thyrsostachys saimensis* Gamble) ไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) ไผ่ลุ่ยจู๋ (*Bambusa oldhamii* Munro) ไผ่มันหมู (*Gigantochloa verticuliata*) และไผ่ป่า (*Bambusa arundinacea* (Retz) Wild) เก็บข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม 2551 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ ผลจากการศึกษาพบว่าการเจริญเติบโตของลำไผ่อายุ1 ปี ไผ่มันหมูและไผ่หมาจู๋มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางและน้ำหนักสด สูงที่สุดและรองลงมาเมื่อเปรียบเทียบกับไผ่อีก 4 ชนิด โดย ไผ่รวก ไผ่ลุ่ยจู่ ไผ่ป่า และไผ่ตง มีแนวโน้มการเจริญเติบโตได้ดีรองลงมาตามลำดับ สำหรับอัตราความสูงของหน่อไผ่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันในแต่ละสัปดาห์ พบว่าอัตราความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไผ่แต่ละชนิดจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: หน่อไผ่ ลำไผ่ การเจริญเติบโต กาญจนบุรี

คำนำ

ไผ่จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง เป็นพืชอเนกประสงค์ที่สามารถขึ้นได้ในส่วนต่าง ๆ ของโลกบริเวณเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่พบในเขตหนาว ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น (Tropical) จัดได้ว่าเป็นศูนย์กลางของความหลากหลายของไผ่ (center of diversity of bamboos) แห่งหนึ่งของโลก (Dransfield และ Widjaja, 1995) ด้วยเหตุนี้น่าจะทำให้ประเทศไทยเราได้เปรียบประเทศอื่นในการที่จะนำไผ่มาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอาหาร การก่อสร้าง การใช้เป็นพลังงานทางเลือก การอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ การหัตถกรรม การอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยว เป็นต้น

การตัดไม้ทำลายป่าในประเทศ เป็นปัญหาที่สำคัญทำให้ไผ่ชนิดต่างๆของไทยลดปริมาณลงอย่างรวดเร็วรวมทั้งปัญหาการออกดอกของไผ่ ซึ่งประเทศไทยเคยประสบปัญหาไผ่ออกดอกตายขุย จำนวนมากในปี 2537-2538 โดยพันธุ์ไผ่ตงออกดอกตายขุยจำนวนมากถึง 250,000 ไร่ จากจำนวนพื้นที่ปลูกทั่วประเทศประมาณ 340,000 ไร่ (Cusack, 2000) ปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้าไม้ไผ่จากประเทศเพื่อนบ้านเช่น เขมร ลาว เวียดนาม พม่า เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ทำข้าวหลาม การจักสาน การทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นแนวโน้มที่เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อชนิดพันธุ์ไผ่ในประเทศ ที่อาจสูญพันธุ์ได้ถ้าไม่มีการอนุรักษ์หรือปลูกเพิ่มเติม

[1]สถานีวิจัยกาญจนบุรี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.พหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร 10900

[1]Kanchanaburi Research Station, Agro-Ecological system Research and Development Institute (AERDI), Kasetsart University

สถานีวิจัยกาญจนบุรีได้คัดเลือกไผ่เศรษฐกิจ 6 ชนิดมาปลูกศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากหน่อและลำไม้ ได้แก่ ไผ่ตง ไผ่รวก ไผ่ป่า ไผ่มันหมูซึ่งเป็นไผ่ท้องถิ่นแถบอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี รวมถึงไผ่หมาจู๋ และไผ่ลุ่ยจู๋ ซึ่งเป็นไผ่นำเข้าจากประเทศไต้หวันที่สามารถนำส่วนต่างๆมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ไผ่ตงและไผ่รวกจัดเป็นไผ่เศรษฐกิจที่สามารถใช้ประโยชน์ จากหน่อสดเป็นอาหาร และใช้ลำไม้ (culm) ในการก่อสร้าง ค้ำยัน ทำรั้ว ทำเยื่อกระดาษ ฯลฯ และ จัดเป็นไผ่เศรษฐกิจที่นิยมปลูก 10 อันดับแรก ของประเทศไทย (Pungbun, 2000) ส่วนไผ่หมาจู๋ และลุ่ยจู๋ ซึ่งนำเข้ามาปลูกทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พบว่า มีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตหน่อสดและลำไม้เพื่อใช้ประโยชน์ดีกว่าพันธุ์อื่น (Thaiutsa, 2000) สถานีวิจัยกาญจนบุรี ได้นำพันธุ์ ไผ่หมาจู๋ และลุ่ยจู๋ จากจังหวัดนครนายกปลูกทดสอบที่ ตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิและที่ ตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าสามารถเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ดี สำหรับไผ่มันหมูมีขนาดของลำไม้สูงใหญ่ หน่อมีรสชาติหวาน มีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตหน่อสดหวานเหมือนถิ่นกำเนิด ไผ่อีกชนิดหนึ่งได้แก่ ไผ่ป่าซึ่งเป็นไผ่ขนาดใหญ่ ลำอ่อนมีสีเขียว ลำแก่จะมีสีเขียวเหลือง ลำไม้ใช้ประโยชน์ ทำนั่งร้านสำหรับการก่อสร้าง ทำเครื่องจักสาน หน่อใช้รับประทานได้ (บุญชุบ, 2542)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาใช้ไผ่ 6 ชนิด ได้แก่ ไผ่ตง ไผ่รวก ไผ่หมาจู๋ ไผ่ลุ่ยจู๋ ไผ่มันหมู และไผ่ป่า อายุ 2 ปี จำนวน 18 กอ วางระบบการให้น้ำแบบประหยัดดูแลรักษาแปลงปลูกไผ่วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยใช้ชนิดของพันธุ์ไผ่เป็นปัจจัยการทดลองมี 6 ปัจจัยทำการทดลอง 3 ซ้ำๆละต้น (กอ) เก็บข้อมูลดังนี้

การเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และน้ำหนักสด ของลำไผ่อายุ 1 ปี เก็บข้อมูลจากลำไผ่อายุ 1 ปี ที่หยุดการเจริญทางด้านความสูงแล้ว บันทึกข้อมูลวันที่ 19 ตุลาคม 2551

ความสูงของหน่อไผ่เฉลี่ยต่อวัน โดยเก็บข้อมูลความสูงของหน่อเหนือพื้นดินทุกสัปดาห์ รวมทั้งหมด 5 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลกรกฎาคม–สิงหาคม 2551 การวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 5 เปอร์เซ็นต์ สถานที่ทำการทดลอง สถานีวิจัยกาญจนบุรี หมู่ที่ 9 ตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของลำไผ่ อายุ 1 ปี พบว่าไผ่มันหมูมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.03 เมตร และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไผ่อีก 5 ชนิด สอดคล้องกับรายงานของบุญชุบ (2542) ที่กล่าวว่าไผ่ในสกุล *Gigantochloa spp.* จะมีลักษณะของลำสูงใหญ่ ไผ่มันหมูที่ขึ้นในป่าธรรมชาติเขตภูเขาหิน ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี มีขนาดของกอและลำสูงใหญ่ หน่อที่ออกในช่วงฤดูฝนมีขนาดใหญ่รสหวานส่วนไผ่ที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงรองลงมาได้แก่ ไผ่รวก ไผ่หมาจู๋ ไผ่ลุ่ยจู๋ ไผ่ป่าและไผ่ตง โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 5.42, 5.40, 5.19, 4.15 และ 4.09 เมตร ตามลำดับ (Table1)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไผ่ อายุ 1 ปี โดยวัดสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตรพบว่า ไผ่มันหมูมี การเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.41 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ไผ่หมาจู๋มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 5.23 เซนติเมตร ไผ่มันหมูและไผ่หมาจู๋มีการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ ไผ่ลุ่ยจู๋ ไผ่ตง ไผ่รวก และไผ่ป่า ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 3.64, 3.56, 2.99 และ 2.65 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

น้ำหนักสดของลำไผ่ อายุ 1 ปีพบว่าลำไผ่มันหมู จะมีน้ำหนักสดของลำไผ่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.90 กิโลกรัมต่อลำ รองลงมาได้แก่ลำไผ่หมาจู๋ ซึ่งมีน้ำหนักสดของลำไผ่เฉลี่ยเท่ากับ 3.20 กิโลกรัม โดยที่ไผ่ทั้ง 2 ชนิด มีขนาดของน้ำหนักสดของลำไผ่เฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ ไผ่รวก ไผ่ลุ่ยจู๋ ไผ่ป่า และไผ่ตง ซึ่งจะมีน้ำหนักสดของลำไผ่เฉลี่ยเท่ากับ 1.83, 1.80,1.30 และ 1.13 กิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ปริมาณของเนื้อไม้ที่นำไปใช้ประโยชน์ ความแกร่งของเนื้อไม้ของไผ่ทั้ง 6 ชนิด ต้องศึกษาข้อมูลในลำไผ่อายุ 2-3 ปี ซึ่งเป็นอายุที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ (Table 1)

การเจริญเติบโตของหน่อไผ่ใน 5 สัปดาห์ พบว่า หน่อไผ่ตงมีความสูงเฉลี่ยต่อวันสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 เท่ากับ 11.86 เซนติเมตร เช่นเดียวกับหน่อไผ่หมาจู๋ ลุ่ยจู๋ และไผ่มันหมู ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 15.86, 13.71 และ 12.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่หน่อไผ่รวกและไผ่ป่าจะมีความสูงเฉลี่ยต่อวันสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 14.00 และ 9.57 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยต่อวันของหน่อไผ่ 6 ชนิดในแต่ละสัปดาห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

รูปแบบการเจริญของหน่อไผ่หมาจู๋ ไผ่ลุ่ยจู๋ และไผ่ตง มีลักษณะที่คล้ายกันโดยความสูงเฉลี่ยต่อวันจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อหน่อมีอายุมากขึ้น ยกเว้นหน่อไผ่ตงในสัปดาห์ที่ 3 ความสูงเฉลี่ยต่อวันลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 2 หน่อไผ่ป่าและไผ่รวก ความสูงเฉลี่ยต่อวันเพิ่มสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 และจะลดลงเมื่อหน่อมีอายุมากขึ้น ยกเว้นหน่อไผ่รวกความสูงเฉลี่ยต่อวันจะกลับเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 5 สำหรับหน่อไผ่มันหมูจะมีความสูงเฉลี่ยต่อวันค่อนข้างช้าใน 2 สัปดาห์แรก และจะเพิ่มอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 5 (Figure 1) สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ว่าไผ่ซึ่งเป็นพืชตระกูลหญ้าที่มีอายุยืนยาว สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว โดยมีหน่อไผ่บางชนิดสามารถพุ่งตัวได้สูงถึง 90-120 เซนติเมตร ภายในเวลา 24 ชั่วโมง (บุญชุบ, 2542)

Table 1 Morphology of 1-year-old culm for height, diameter, and fresh weight of 6 bamboo varieties.

Bamboo Variety	Height(meter)	Diameter(centimeter)	Fresh Weight(kilogram)
Pai Tong	4.09[1] a	3.56[1] b	1.13[1] a
Pai Ruak	5.42 b	2.99 ab	1.83 a
Pai Ma Chu	5.40 b	5.23 c	3.20 b
Pai Lu Chu	5.19 ab	3.64 b	1.80 a
Pai Mon Mu	7.03 c	5.41 c	5.90 c
Pai Pa	4.15 a	2.65 a	1.30 a
F-test	**	**	**
CV(%)	12.6	10.2	22.6

[1] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 2 Average bamboo shoot growth per day in each week of 6 bamboo varieties.

Bamboo Variety	Average bamboo shoot growth per day in each week (centimeters)				
	1st week	2nd week	3rd week	4th week	5th week
Pai Tong	1.16[1] ab	1.54[1] ab	1.43[1] a	3.07[1] b	11.86[1] c
Pai Ruak	6.64 e	14.00 e	5.61 bc	2.24 a	6.29 b
Pai Ma Chu	1.79 b	3.50 b	7.43 cd	9.43 e	15.86 e
Pai Lu Chu	3.60 c	7.43 c	8.86 d	10.29 f	13.71 d
Pai Mon Mu	0.50 a	0.71 a	4.71 b	3.79 c	12.57 c
Pai Pa	5.31 d	9.57 d	5.50 bc	5.07 d	3.86 a
F-test	**	**	**	**	**
CV(%)	18.7	18.3	18.7	4.6	4.2

[1] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

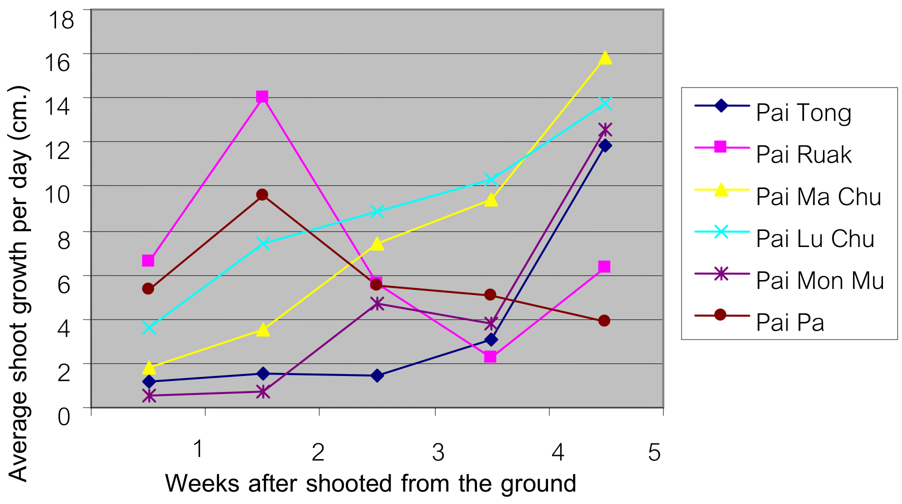


Figure 1 Average bamboo shoot growth per day of 6 bamboo varieties.

สรุปผล

การเจริญเติบโตของไผ่ทั้ง 6 ชนิดที่ปลูก ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรีซึ่งเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมหน้าดินตื้นผสมหินขึ้นกยูง สภาพดินค่อนข้างเป็นด่าง ฟ้าอากาศไม่แน่นอน บางปีฝนทิ้งช่วงยาวนาน ปริมาณฝนน้อย บางปีปริมาณน้ำฝนมากโดยเฉพาะ 2-3 ปีที่ผ่านมา ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากภาวะโลกร้อน ทำให้สภาพฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามพบว่า ไผ่ทั้ง 6 ชนิด สามารถเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดี จากการศึกษาพบว่าไผ่มันหมูมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางและน้ำหนักสดสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไผ่อีก 5 ชนิด โดยไผ่หมาจู๋ ไผ่รวก ไผ่ลุ่ยจู่ ไผ่ป่าและไผ่ตงมีแนวโน้มการเจริญเติบโตได้ดีรองลงมาตามลำดับ ไผ่มันหมูและไผ่รวกเป็นไผ่ในพื้นที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี ขณะที่ไผ่หมาจู๋และไผ่ลุ่ยจู่ซึ่งเป็นไผ่นำเข้าจากต่างประเทศ สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดีในจังหวัดกาญจนบุรีสอดคล้องกับรายงานของ Thaiutsa (2000) ที่ว่าไผ่หมาจู๋และไผ่ลุยจู๋มีแนวโน้มการเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงแถบภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งแสดงว่าไผ่ทั้ง 2 ชนิด สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลายของประเทศไทยได้ดี

ไผ่มันหมูเป็นไผ่อีกที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นไผ่พื้นเมืองที่ขึ้นอยู่แถบภูเขาหินในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรีหน่อมีรสหวานใช้รับประทานเป็นหน่อไม้สด ลำไม้ไผ่มีขนาดใหญ่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ทั้งงานก่อสร้าง งานจักสาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ศึกษาการเจริญเติบโต เป็นข้อมูลเบื้องต้น ณ พื้นที่ปลูกในสถานีวิจัยกาญจนบุรีซึ่งสภาพภูมิประเทศมีลักษณะเฉพาะตัว (micro climate) การศึกษาการเจริญเติบโตของไผ่ทั้ง 6 ชนิด ในเรื่องของการใช้หน่อสดในการบริโภค การใช้ประโยชน์ของลำไม้ด้านต่างๆ เป็นงานที่ต้องทำวิจัยและพัฒนาต่อไปเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

บุญชุบ บุญทวี, 2542, ไม้ไผ่: พันธุ์ไม้ไทย ความรู้ทางพฤษศาสตร์, เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการระดับชาติ เรื่องไผ่คุณค่าที่ถูกมองข้าม, 11-13 มกราคม 2542, สถาบันราชภัฏเทพสตรี, จังหวัดลพบุรี.

Thaiutsa, B., 2000, Bamboo Plantations of the Royal Project, Proceedings of theInternational Symposium by Royal Project Foundation, August 2-4, 2000, Chiangmai, Thailand, p.1-5.

Cusack, V., 2000, Technology for Developing Commercial Bamboo Plantations in a Western Culture, Proceedings of the International Symposium by Royal Project Foundation, August 2-4, 2000, Chiangmai,Thailand, p23-34.

Dransfield, S. and Widjaja, E.A., 1995, Plant Resources of South-East Asia No.7: Bamboo, Backhuys Publishers, Netherlands, 189 p.

Pungbun, P.N.A., 2000, Bamboo Resources and Utilization in Thailand, Proceedings of the International Symposium by Royal Project Foundation, August 2-4, 2000, Chiangmai, Thailand, p. 6-12.

ผลของการฉีดพ่นไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของพริก 6 สายพันธุ์

Effect of Chitosan Spray Application on Growth of 6 Varies of Capsicum

อรรจนา ด้วงแพง[1] อนันต์ เพชรเกลื่อน[1] และ นิเทศ บุตรดี[1]
Duangpaeng, A.[1], Petkluen, A.[1] and Bootdee, N.[1]

Abstract

To reduce the uses of agro-chemical in pepper production of farmers at Ban Dong Makrood, Muang District, Udon Thani Province and Tha Bo District, Nong khai Province. The objective of this research is to study the effect of chitosan application on growth of pepper (*Capsicum* spp.) cultivating in pots. The experiment design was conducted by Split plot in Randomized Completely Block Design (RCBD). Main plot consists of 6 varieties, i.e. *Capsicum annuum* L. cv. Keren Viangping, *Capsicum annuum* L. cv. Cayenne pepper, *Capsicum fretescens* L. cv. Bird chilli, *Capsicum annuum* L. cv. Green pepper, *Capsicum annuum* L. cv. Bell pepper and *Capsicum annuum* L. cv. Super Hot. After transplanting the treatments of water (control), acetic acid 0.025% (v/v), chitosan 200, 400 or 600 ppm were applied into plants once a week for 5 weeks with 4 replications. In the results the application of chitosan 200, 400 and 600 ppm increase growth of plant height, canopy width, stem diameter, leaf length and leaf width significantly ($P \leq 0.05$). Application of acetic acid 0.025% (v/v) decreased growth of plant height, canopy width, stem diameter, leaf length and leaf width significantly ($P \leq 0.05$).
Keywords: *Capsicum* spp., chitosan, growth

บทคัดย่อ

เพื่อลดใช้สารเคมีในการปลูกพริกของเกษตรกรบ้านดงมะกรูด อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี และอำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย การวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาผลของการใช้สารละลายไคโตซานในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริก โดยวางแผนการทดลองแบบ Split-plot in RCBD ทดลอง 4 ซ้ำ มีปัจจัยหลักเป็นพริก 6 สายพันธุ์ คือ พริกกระเหรี่ยงเวียงพิงค์ (*Capsicum annuum* L. cv. Keren Viangping) พริกมันบางช้าง (*Capsicum annuum* L. cv. Cayenne pepper) พริกขี้หนูสวนบูรพา (*Capsicum fretescens* L. cv. Bird chilli) พริกหยวก (*Capsicum annuum* L. cv. Green pepper) พริกหวาน (*Capsicum annuum* L. cv. Bell pepper) และพริกซุปเปอร์ฮอท (*Capsicum annuum* L. cv. Super Hot) และมีปัจจัยรองเป็นกรรมวิธีการพ่นสารละลายไคโตซาน 5 กรรมวิธี คือ การพ่นด้วยน้ำสะอาด (control) การพ่นสารละลายกรดอะซิติก 0.025% (v/v) การพ่นสารละลายไคโตซาน ความเข้มข้น 200, 400 และ 600 ppm ปริมาตร 20 มล.ต่อต้น ฉีดพ่นทั่วทรงพุ่มทุกสัปดาห์หลังย้ายปลูกนาน 5 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า การพ่นสารละลายไคโตซานมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพริกที่อายุ 45 วันหลังย้ายปลูกเพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีการพ่นสารละลายไคโตซาน 200 400 หรือ 600 ppm ทำให้ความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม ขนาดของลำต้น ความยาวและความกว้างของใบ สูงกว่าการพ่นน้ำสะอาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่การพ่นสารละลายกรดอะซิติก 0.025% ทำให้การเจริญเติบโตของต้นพริกต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
คำสำคัญ: พริก ไคโตซาน การเจริญเติบโต

คำนำ

เกษตรกรในหลายพื้นที่ เช่น บ้านดงมะกรูด อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี และพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำโขง อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ปลูกพริกเป็นการค้าและมักปลูกซ้ำในพื้นที่เดียวกันหรือปลูกสลับแถวกับพืชร่วมในวงศ์ Solanaceae เช่น ยาสูบ หรือมะเขือเทศ เป็นต้น ซึ่งมีปัญหาด้านความผิดปรกติของการเจริญเติบโตทางลำต้น เช่น ต้นโตช้า แคระแกร็น หรือสีใบซีด ทำให้ต้นพริกอ่อนแอต่อโรคแมลง นำไปสู่ปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก ทำให้เกิดสารพิษที่ตกค้างซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฉีดพ่นสารละลายไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของพริก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการปลูกพริกแบบปลอดสารพิษ

---

[1]มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000
[1]Udon Thani Rajabhat University 64 Tahan Road, Tambon Makkhaeng, Muang District, Udon Thani 41000

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split-plot in RCBD มีปัจจัยหลัก (main plot) คือ พริก 6 สายพันธุ์ ดังนี้ พริกกระเหรี่ยงเวียงพิงค์ (*Capsicum annuum* L. cv. Keren Viangping) พริกมันบางช้าง (*Capsicum annuum* L. cv. Cayenne pepper) พริกขี้หนูสวนบูรพา (*Capsicum fretescens* L. cv. Bird chilli) พริกหยวก (*Capsicum annuum* L. cv. Green pepper) พริกหวาน (*Capsicum annuum* L. cv. Bell pepper) และพริกซุปเปอร์ฮอท (*Capsicum annuum* L. cv. Super Hot) มีปัจจัยรอง (sub plot) คือ กรรมวิธีการฉีดพ่นสารละลายไคโตซาน 5 กรรมวิธีที่ ได้แก่ การฉีดพ่นน้ำสะอาด (control) การฉีดพ่นสารละลายกรดอะซิติก 0.025% (v/v) การฉีดพ่นสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 200, 400 และ 600 ppm

เตรียมสารละลายไคโตซานตามกรรมวิธีของ ปรียา แก้วนารี (2543) โดยล้างเปลือกกุ้งก้ามกรามปริมาณ 200 กรัม ให้สะอาด แช่เปลือกกุ้งในสารละลาย NaOH 10% (w/v) ต้มในตู้ดูดควัน ที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนเปลือกกุ้งมีสภาพเป็นกลาง ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นแช่ในกรด HCl 1.5 M นาน 2 ชั่วโมง ก่อนล้างด้วยน้ำกลั่นจนมีสภาพเป็นกลาง เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้จะได้สารไคติน จากนั้นดึงหมู่อะเซทิลออก (Deacetylation) โดยการแช่ในสารละลาย NaOH 50% (w/v) ที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1-2 ชั่วโมง จนสีของเปลือกกุ้งเป็นสีขาวมันวาว ก่อนล้างด้วยน้ำกลั่นจนมีสภาพเป็นกลาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C นาน 3 ชั่วโมงจนแห้ง ทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของไคโตซานโดยทดสอบการละลายได้ในกรดอะซิติก 1% (v/v) บดไคโตซานที่เตรียมได้ให้เป็นผง เตรียมสารละลายไคโตซาน 200, 400 และ 600 ppm โดยการละลายไคโตซาน 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัม ในกรดอะซิติก 1% (v/v) ปริมาตร 25 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน (deionized water) ให้ได้ 1 ลิตร เตรียมสารละลายกรดอะซิติก 0.025% (v/v) โดยเตรียมจากกรดอะซิติก 1% ปริมาตร 25 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร จึงได้สารละลายที่มีปริมาณกรดอะซิติกเท่ากับที่มีอยู่ในสารละลายไคโตซาน

เพาะกล้าเมล็ดพริก 6 สายพันธุ์ เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 3-4 ใบ อายุประมาณ 3 สัปดาห์ จึงย้ายปลูกในกระถาง ขนาด 5 × 7 นิ้ว จำนวน 120 กระถาง วัสดุปลูกที่ใช้ คือ ดิน ปุ๋ยคอก ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ใส่ปุ๋ยละลายช้าสูตร 15-15-15 5 กรัมต่อกระถาง พรางแสงและกำจัดวัชพืชสัปดาห์ละครั้ง ให้น้ำด้วยการรดที่โคนต้นจนกระทั่งวัสดุปลูกอิ่มตัวด้วยน้ำวันละ 2 ครั้ง ภายหลังย้ายปลูก 1 สัปดาห์ เริ่มฉีดพ่นต้นพริกตามกรรมวิธีการฉีดพ่นสารละลายไคโตซาน 5 กรรมวิธี ปริมาณ 20 มล.ต่อต้น ทุกสัปดาห์ นาน 5 สัปดาห์ ดำเนินการทดลอง 4 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองโดยวัดการเจริญเติบโตของต้น คือ ความสูงของต้น วัดความกว้างของทรงพุ่ม วัดขนาดของลำต้นโดยวัดจากความสูงจากพื้นดิน 5 ซม. ความยาวและความกว้างของใบ โดยเลือกใบจากต้นพริกที่มีขนาดเท่ากัน 3 ใบ และใช้เชือกที่มีสีแตกต่างกันผูกก้านใบไว้ บันทึกผลการทดลองทุก 5 วัน นาน 45 วัน ดำเนินการทดลองในระหว่างเดือนมีนาคม–พฤษภาคม 2553

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่า พันธุ์พริกซึ่งเป็นปัจจัยหลัก (main plot) ให้การเจริญเติบโตเมื่ออายุ 45 วันหลังย้ายปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (Table 1) พบว่าพริกซุปเปอร์ฮอท ('Super Hot') มีความสูงของต้นสูงสุด รองลงมาคือ พริกกระเหรี่ยงเวียงพิงค์ ('Keren Viangping') พริกมันบางช้าง ('Cayenne pepper') พริกขี้หนูบูรพา ('Bird chili') พริกหยวก ('Green pepper') พริกหวาน ('Bell pepper') ตามลำดับ พริกกระเหรี่ยงเวียงพิงค์มีความกว้างของทรงพุ่มสูงสุด รองลงมาคือ พริกมันบางช้าง พริกขี้หนูบูรพา พริกซุปเปอร์ฮอท พริกหยวก พริกหวาน ตามลำดับ พริกกระเหรี่ยงเวียงพิงค์ มีขนาดของลำต้นสูงสุด รองลงมาคือ พริกขี้หนูบูรพา พริกซุปเปอร์ฮอท พริกมันบางช้าง พริกหยวก พริกหวาน ตามลำดับ พริกกระเหรี่ยงเวียงพิงค์ มีความยาวของใบสูงสุด รองลงมาคือ พริกหวาน พริกมันบางช้าง พริกขี้หนูบูรพา พริกหยวก พริกซุปเปอร์ฮอท ตามลำดับ พริกกระเหรี่ยงพันธุ์เวียงพิงค์ มีความกว้างของใบสูงสุด รองลงมาคือ พริกขี้หนูบูรพา พริกหยวก พริกหวาน พริกมันบางช้าง พริกซุปเปอร์ฮอท ตามลำดับ

กรรมวิธีการฉีดพ่นสารละลายไคโตซานซึ่งเป็นปัจจัยรอง (sub plot) มีผลทำให้การเจริญเติบโตของพริกที่อายุ 45 วัน หลังย้ายปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (Table 1) พบว่ากรรมวิธีการฉีดพ่นสารละลายไคโตซาน 200 400 และ 600 ppm ทำให้ความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม ขนาดของลำต้น ความยาวและความกว้างของใบ สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่กรรมวิธีการฉีดพ่นสารละลายกรดอะซิติก 0.025% ทำให้ความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม ขนาดของลำต้น ความยาวใบและความกว้างของใบ ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์พริกบางพันธุ์กับกรรมวิธีการฉีดพ่นสารละลายไคโตซานต่อการเจริญเติบโต เช่น พริกซุปเปอร์ฮอทและพริกขี้หนูบูรพาที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดอะซิติก 0.025% มีความสูงของต้นและความ

ยาวของใบต่ำกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยกรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นเดียวกันกับพริกมันบางช้างและพริกหยวกที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดอะซิติก 0.025% มีความกว้างของทรงพุ่มและความยาวของใบต่ำกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยกรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์พริกหวานกับกรรมวิธีการฉีดพ่นสารละลายไคโตซานต่อการเจริญเติบโตทุกลักษณะ

การฉีดพ่นสารละลายไคโตซานมีผลทำให้พริก 6 สายพันธุ์ มีการเจริญเติบโต ทั้งความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม ขนาดของลำต้น ความยาวและความกว้างของใบเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานวิจัยของสุพจน์และคณะ (2546) ที่อธิบายว่า สารไคติน-ไคโตซานถูกนำมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรทั้งพืชและสัตว์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากการใช้ไคตินและไคโตซานให้ผลดีในแง่ของการเป็นสารธรรมชาติที่ช่วยลดความเสี่ยงของเกษตรกรและผู้บริโภคต่อการได้รับสารพิษจากปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช พร้อมทั้งมีจุดเด่นที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิต El-Tantawy (2009) ได้อธิบายว่า การฉีดพ่นไคโตซานให้กับพืชช่วยเพิ่มผลผลิตและกระตุ้นภูมิคุ้มกันของพืช ทำให้พืชมีความต้านทานโรคและแมลงเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้พืชสร้างราก ลำต้นและใบ เพิ่มปริมาณคลอโรฟิลด์ และเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง กรดอะซิติกเป็นสารที่ใช้ในการทำละลายไคโตซาน ในการวิจัยนี้จึงกำหนดให้มีกรรมวิธีการฉีดพ่นกรดอะซิติก 0.025% ซึ่งมีกรดอะซิติกในปริมาณเท่ากันกับที่มีอยู่ในสารละลายไคโตซานทุกระดับความเข้มข้น ผลการทดลองพบว่าการฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติก 0.025% มีผลทางลบต่อการเจริญเติบโตของต้นพริก ทำให้ใบพริกเกิดจุดด่างสีขาว ใบไหม้ แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของพริกที่เพิ่มขึ้นภายหลังการฉีดพ่นสารละลายไคโตซานเป็นผลมาจากไคโตซาน ไม่ใช่ผลจากกรดอะซิติกที่ใช้ในการทำละลายไคโตซาน สารละลายกรดอะซิติก 0.025% มีค่า pH 2.86 มีความเป็นกรดสูง เมื่อฉีดพ่นโดนใบของต้นพริกจึงทำให้ใบพริกเสียหาย ในขณะที่สารละลายไคโตซาน 200 400 และ 600 ppm มีค่า pH 4.02 4.16 และ 4.30 ตามลำดับ

สรุปผล

การฉีดพ่นสารละลายไคโตซานระดับความเข้มข้น 200 400 หรือ 600 ppm ทำให้พริก 6 สายพันธุ์ มีความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม ขนาดของลำต้น ความยาวและความกว้างของใบสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำสะอาดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดอะซิติก 0.025% ทำให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าหรือสารละลายไคโตซาน และทำให้ใบพริกเกิดจุดด่างสีขาวและใบไหม้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีสำหรับการสนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณ ดร.ปรียา แก้วนารี สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี สำหรับเทคนิคการสกัดไคโตซาน และศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีสำหรับความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

ปรียา แก้วนารี, 2543, การลดปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการใช้ไคโตซานจากเปลือกกุ้งกุลาดำ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุพจน์ หารหนองบัว สุวลี จันทร์กระจ่าง ปราณี เลิศสุทธิวงค์ กฤษณา ศิรเลิศมุกุล ปราณี รัตนวลีดิโรจน์ และสุทธิรัตน์ เลิศนันท์, 2546, การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพของโรงงานผู้ผลิตและตลาดการใช้ไคตินและไคโตซาน, รายงานการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม ฉบับสมบูรณ์, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

El-Tantawy, E.M., 2009, Behavior of Tomato Plants as Affected by Spraying with Chitosan and Aminofort as Natural Stimulator Substances under Application of Soil Organic Amendments, Pakistan Journal of Biological Sciences, 12: 1164-1173.

Table 1 Effect of varieties and chitosan application on growth of *Capsicum* spp. at 45 days after transplanting.

Treatment	Plant height (cm)	Canopy width (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Main plot (M)					
'Keren Viangping'	37.32[b1/]	37.02[a]	0.73[a]	12.20[a]	7.56[a]
'Cayenne pepper'	32.83[c]	33.55[b]	0.65[bc]	9.59[bc]	3.70[d]
'Bird chili'	32.51[c]	32.31[bc]	0.67[b]	9.32[bc]	5.39[b]
'Green pepper'	33.62[c]	31.13[c]	0.65[bc]	9.16[c]	4.44[c]
'Bell pepper'	32.91[c]	30.20[d]	0.62[c]	10.33[b]	4.50[c]
'Super Hot'	50.31[a]	33.00[bc]	0.68[b]	7.72[d]	3.34[d]
F-test M	*	*	*	*	*
CV (%)	13.39	12.42	8.97	17.82	16.30
Sub plot (S)					
Control	35.81[b]	31.88[b]	0.64[bc]	9.38[b]	4.62[ab]
Acetic acid 0.025%	31.58[c]	29.56[c]	0.63[c]	8.45[c]	4.42[b]
Chitosan 200 ppm	37.48[ab]	34.00[a]	0.96[a]	10.39[a]	5.05[a]
Chitosan 400 ppm	38.76[a]	34.67[a]	0.96[a]	10.07[ab]	5.01[a]
Chitosan 600 ppm	39.29[a]	34.24[a]	0.86[ab]	10.31[ab]	5.11[a]
F-test S	*	*	*	*	*
F-test M X S	*	*	*	*	*
CV (%)	14.30	11.30	9.00	18.40	17.10

* = Significant difference at $P \leq 0.05$

[1/]Mean within the same column followed by the same letter are not significantly difference by DMRT at P=0.05

การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของชมพู่ทับทิมจันท์จากตลาดปฐมมงคลจังหวัดนครปฐม

Grading Evaluation of Java Apple (*Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & Perry) cv. Thabthimchan from Pathom Mongkol Market, Nakhon Pathom Province

กวิศร์ วานิชกุล[1] และ ปรียารัฐ ภูสุวรรณ[1]

Wanichkul, K.[1] and Phusuwan, P.[1]

Abstract

Grading of Java apple (*Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & Perry) cv. Thabthimchan from Pathom Mongkol market, Nakhon Pathom province was evaluated. The Java apple fruits were normally sorted and divided into 4 grades, especially extra, extra, top and defected grades. It was found that the average fruit weight of each grade were 115.50 81.15 and 71.33 grams, respectively. The frequency distribution curve of fruit weight in all grades showed high overlap among grades. The highest overlap was found between top grade will especially extra grade (12.58%) and also with extra grade (87.59%). The defects found in all grades were bruising, cracking and damaged caused by diseases and insects. Fruit quality evaluation revealed that there were highly significant differences in fruit width, length, weight, edible portion weight, soluble solids (SS) and percentage of recovery among grades. No significant difference on titratable acidity (TA) among grades was found. The fruit in especially extra grade had higher pulp thickness, percentage of recovery, SS and TA than other grades.

Keywords: grading, java apple, Thabthimchan, evaluation

บทคัดย่อ

การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของชมพู่ทับทิมจันท์จากตลาดปฐมมงคล จังหวัดนครปฐม ซึ่งปัจจุบันจัดแบ่งเป็น 4 เกรด ได้แก่ เกรดคัดพิเศษ พิเศษ ยอด และเกรดตำหนิ พบว่ามีน้ำหนักผลเฉลี่ยจากเกรดคัดพิเศษสู่เกรดยอดดังนี้คือ 115.50, 81.15 และ 71.33 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำน้ำหนักผลมาสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งความถี่ พบว่ามีความเหลื่อมล้ำระหว่างเกรดสูง เปอร์เซ็นต์การเหลื่อมล้ำที่พบมากที่สุด คือเกรดยอด (เกรด 3) เหลื่อมล้ำเข้าไปในเกรดคัดพิเศษ (เกรด 1) ร้อยละ 12.58 และเข้าไปในเกรดพิเศษ (เกรด 2) ร้อยละ 87.59 ชนิดของตำหนิที่พบในชมพู่ทับทิมจันท์ ได้แก่ ช้ำจากเข่ง ผลแตก และความเสียหายที่เกิดจากโรคและแมลง พบว่าค่าน้ำหนักผล ความกว้าง ความยาว น้ำหนักเนื้อส่วนที่รับประทานได้ ปริมาณ soluble solids (SS) และเปอร์เซ็นต์ recovery ระหว่างชั้นคุณภาพมีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเกรดคัดพิเศษมีความหนาเนื้อ, เปอร์เซ็นต์ recovery, ปริมาณ SS และ TA โดยเฉลี่ยมากกว่าเกรดอื่นๆ

คำสำคัญ: ชั้นคุณภาพ ชมพู่ ทับทิมจันท์ การประเมินผล

คำนำ

การจัดชั้นมาตรฐานเพื่อใช้ในงานพืชสวนมักกระทำกับผลิตผลสด เริ่มจากลักษณะที่ด้อยที่สุดจนถึงลักษณะที่ดีที่สุด สำหรับผลไม้ที่มีการกำหนดมาตรฐาน เช่นชมพู่ทูลเกล้ามีการจัดแบ่งเกรดเป็น 4 เกรด คือ เกรดยอด พิเศษ กลางและเล็กโดยใช้ขนาดผลเป็นเกณฑ์ พบว่าการใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ในการจัดเกรดยังไม่ได้มาตรฐานเพราะยังมีการเหลื่อมล้ำของน้ำหนักผลระหว่างเกรดสูงมาก (ถนอมพรรณ และกวิศร์, 2547) เช่นเดียวกับที่พบในชมพู่เพชรสายรุ้ง (ณัฐยา และกวิศร์, 2547) ชมพู่ทับทิมจันท์มีรายงานว่าแบ่งเป็นสามขนาดคือเบอร์ยอด ขนาดของผลใหญ่ที่สุด 5-6 ผลต่อกิโลกรัม รองลงมาคือเบอร์พิเศษมี 6-10 ผลต่อกิโลกรัม และเบอร์แตกเป็นชมพู่ที่มีตำหนิ (สุระเชษฐ์, 2546) การทดลองนี้เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างทางปริมาณและคุณภาพของชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ในระดับเกรดต่าง ๆที่ใช้กันอยู่ ณ ตลาดปฐมมงคลเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงคุณภาพ และช่วยให้เกษตรกรมีมาตรฐานที่แน่นอนในการจัดระดับคุณภาพของชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University Kamphaengsaen campus, Nakhon Pathom province 73140

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์จากตลาดปฐมมงคล จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีการจัดระดับชั้นคุณภาพ(เกรด) 4 ระดับคือ คัดพิเศษ พิเศษ ยอด และ ตำหนิ ระดับละ 2 เข่ง (เข่งละ 12-14 กิโลกรัม) นับจำนวนผลทั้งหมดในแต่ละระดับชั้นคุณภาพ ชั่งน้ำหนักผล ชั่งน้ำหนักหาช่วงความแตกต่างของน้ำหนักสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละระดับชั้นคุณภาพ เลือกผลที่มีขนาดค่อนข้างต่างกันชัดเจนออกมาเป็นตัวแทนในการจัดกลุ่ม แล้วนำจำนวนผลที่เป็นตัวแทนนี้หารผลต่างของน้ำหนักสูงกับต่ำสุดได้เป็นช่วงความแตกต่างของน้ำหนักในแต่ละกลุ่ม จากนั้นจึงจัดกลุ่มน้ำหนักในแต่ละระดับชั้นคุณภาพอีกครั้งหนึ่ง นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความถี่และคำนวณเปอร์เซ็นต์พื้นที่เหลื่อมล้ำภายในกราฟเส้นโค้งความถี่ ตรวจสอบชนิดตำหนิผลในชมพู่เกรด จากนั้นสุ่มผลชมพู่มาระดับชั้นคุณภาพละ 20 ผล ชั่งน้ำหนักผล วัดความกว้าง ความยาว ความแน่นเนื้อ ค่าเปอร์เซ็นต์ recovery (เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล) ใช้น้ำคั้นจากเนื้อผลชมพู่มาหาค่าเปอร์เซ็นต์กรดในน้ำคั้นโดยแทนค่าในรูปกรดซิตริกและค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids หรือ SS) โดยใช้ hand sugar refractometer

ผลการทดลอง

เกษตรกรบรรจุชมพู่โดยเฉลี่ยเข่งละ 12-14 กิโลกรัม โดยเกรด 1 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยต่อเข่ง 12.59 กิโลกรัม เกรด 2 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยต่อเข่ง 12.01 กิโลกรัม และเกรด 3 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยต่อเข่ง 13.98 กิโลกรัม จำนวนผลเฉลี่ยของชมพู่ทับทิมจันท์ที่บรรจุในเข่ง 1 เข่ง เกรด 1 มี 109 ผลต่อเข่ง เกรด 2 มี 148 ผลต่อเข่ง และเกรด 3 มี 196 ผลต่อเข่ง พบว่ามีจำนวนผลมากขึ้นตามเกรดซึ่งมีผลขนาดเล็กลง สำหรับน้ำหนักผลเฉลี่ยในแต่ละเกรดคือ เกรด 1 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 116.04 กรัม เกรด 2 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 81.15 กรัม และเกรด 3 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 71.33 กรัม (Table 1)

Table 1 Number of fruit/basket, fruit weight/basket and average weight of fruit in each grade of Java apple fruits cv. Thabthimchan.

Grade	Number of fruits/basket (fruit)	Fruit weight/ basket (kg)	Fruit weight (g)
Especially extra	109	12.59	115.50
Extra	148	12.01	81.15
Top	196	13.98	71.33
Defected	105	14.45	137.62

ระดับชั้นจากการแบ่งช่วงน้ำหนักของชมพู่ในแต่ละเกรดเป็นกลุ่มๆ ตามวิธีการที่ระบุไว้ โดยเกรดคัดพิเศษ พิเศษ และยอด มีค่า 15.24, 15.5, 15.83 กรัม ตามลำดับ พบว่าในเกรดคัดพิเศษมีขนาดผลที่แตกต่างกันภายในเกรดค่อนข้าง มาก สามารถจัดกลุ่มช่วงน้ำหนักได้ 6 กลุ่มคือ เกรดพิเศษมี 4 กลุ่ม เกรดยอดมี 8 กลุ่ม เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักผลในแต่ละกลุ่มช่วงน้ำหนักของทุกเกรดมาสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งความถี่ พบว่ามีการเหลื่อมล้ำระหว่างเกรดทุกเกรดทั้งเกรดใหญ่สู่เกรดเล็ก และเกรดเล็กสู่เกรดใหญ่ โดยเกรดยอดเหลื่อมล้ำทั้งเกรดคัดพิเศษ และเกรดพิเศษ (Figure 1 และ Table 2) ชนิดและร้อยละของตำหนิที่พบในผลชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ทั้ง 3 เกรดโดยเฉลี่ยได้แก่ ช้ำจากเข่ง (ร้อยละ 88.08) แตกบริเวณขั้วผล (ร้อยละ 3.61) และโรคและแมลง (ร้อยละ 8.27)

น้ำหนัก ความกว้างและความยาวผล และร้อยละของน้ำหนักเนื้อส่วนที่รับประทานได้ ของผลที่เลือกมาเป็นตัวแทนของแต่ละเกรดมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พบว่าเกรดคัดพิเศษ พิเศษ และยอด มีความแตกต่างกัน โดยเกรดคัดพิเศษมีค่ามากที่สุดรองลงมาคือเกรดพิเศษ และเกรดยอด ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (SS) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเกรดคัดพิเศษมีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (SS) สูงที่สุด คือ 11.55°Brix รองลงมาคือเกรดพิเศษ และเกรดยอด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นจากเนื้อผล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) ค่าความหนาเนื้อแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ไม่ได้แสดงค่าในตาราง) โดยเกรดคัดพิเศษมีความหนาเนื้อมากที่สุด ส่วนในเกรดพิเศษและยอด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ

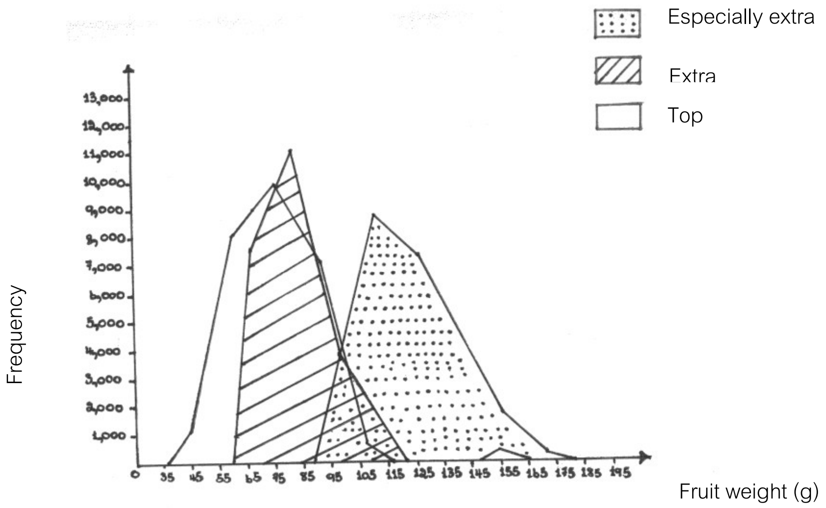


Figure 1 Overlapping of fruit weight in frequency curves among grades of Java apple fruits cv.Thabthimchan.

Table 2 Overlapping of fruit weight (%) among grades of Java apple fruits cv. Thabthimchan.

Grade	Overlapping (%)	
	From bigger to smaller grade	From smaller to bigger grade
Especially extra and extra	18.24	16.56
Especially extra and top	11.37	12.58
Extra and top	71.86	87.59
Average	33.82	38.91

Table 3 Fruit width, fruit length, fruit weight, recovery percentage, soluble solids titratable acidity of Java apple fruits cv. Thabthimchan in different grades.

Grade	Fruit width (cm)	Fruit length (cm)	Fruit weight(g)	Recovery percentage(%)	SS (^{0}Brix)	TA (%)
Especially extra	59.18a[1]	84.20a	132.26a	98.29a	11.55a	0.10
Extra	51.76b	71.42b	83.99b	97.42b	11.05a	0.13
Top	50.20b	74.33b	78.88b	97.32b	8.95b	0.09
F – test	**	**	**	**	**	ns
CV (%)	4.90	6.13	10.65	10.86	5.75	30.07

ns = Non-significance

1/ Means in the same column followed by common letter are not significantly different (P< 0.01) by DMRT

วิจารณ์ผล

การเหลื่อมล้ำของและน้ำหนักผลในชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ทุกเกรดอาจเนื่องมาจากการจัดเกรดชมพู่ทับทิมจันท์ของชาวสวนใช้สายตาและความชำนาญเป็นตัวกำหนดจึงอาจเกิดการผิดพลาดได้ง่าย ในปัจจุบันได้มีการผลิตเครื่องคัดแยกขนาดชมพู่ (อภิชิต และคณะ, 2547) ออกมาทดลองใช้แล้ว จึงเป็นทางเลือกที่ดีอย่างหนึ่งในการปรับปรุงจัดเกรดสำหรับชมพู่ เมื่อเปรียบเทียบการจัดเกรดในชมพู่พันธุ์อื่นๆ เช่น ชมพู่ทูลเกล้า (ถนอมพรรณ และคณะ, 2547) และชมพู่เพชรสายรุ้ง (ณัฐยา และคณะ, 2547) พบว่าคล้ายกันคือมีการเหลื่อมล้ำระหว่างเกรดสูงมาก ทำให้ทราบว่าเป็นไปได้ยากที่การจัดเกรดโดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอกด้วยสายตา เช่น ขนาด รูปทรง สีผิว (เบญจมาส, 2549) ตำหนิที่ช้ำจากเข่งมีเปอร์เซ็นต์สูง

เนื่องจากชมพู่เป็นผลไม้ที่มีเป็นผลไม้ที่มีผิวบาง เสียหายได้ง่าย ภาชนะที่ใช้บรรจุเป็นตะกร้าพลาสติก มีการบุก้นเข่งและรอบเข่งด้วยใบตองเท่านั้น จึงไม่เพียงพอที่จะรองรับแรงกระแทกได้ (ถนอมพรรณ และคณะ, 2547) เมื่อเปรียบเทียบชนิดตำหนิในชมพู่พันธุ์อื่นๆ เช่น ชมพู่ทูลเกล้า (ถนอมพรรณ และคณะ, 2547) และชมพู่เพชรสายรุ้ง (ณัฐยา และคณะ, 2547) พบว่าคล้ายคลึงกัน ชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ต่างเกรดมีความแตกต่างในด้านคุณภาพผลอย่างชัดเจนแสดงให้เห็นว่าขนาดผลที่ต่างกันมีคุณภาพผลต่างกันด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับชมพู่พันธุ์อื่นๆ เช่น ชมพู่ทูลเกล้า (ถนอมพรรณ และคณะ, 2547) และชมพู่เพชรสายรุ้ง (ณัฐยา และคณะ, 2547) พบว่าผลที่ได้เป็นแบบเดียวกัน

จากผลการประเมินผลการจัดชั้นมาตรฐานของชมพู่ทับทิมจันท์ในครั้งนี้ พบว่ามีการจัดชั้นมาตรฐานที่ยังไม่ดี ผลิตผลไม่มีความสม่ำเสมอ ยังมีผลผลิตที่คุณภาพไม่ดีปะปนกับผลิตผลที่มีคุณภาพดีโดยเฉพาะเรื่องขนาด สาเหตุอาจมาจากความชำนาญของเกษตรกรผู้คัดเกรดแต่ละคนไม่เท่ากัน การจัดเกรดชมพู่ทับทิมจันท์ของเกษตรกรควรจะมีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพที่แน่นอน เช่นเดียวกับการกำหนดมาตรฐานของทุเรียน เงาะ และมะม่วง ซึ่งมีการกำหนดลักษณะภายนอกที่แน่นอน ได้แก่ ทรงผล น้ำหนักผล จำนวนผลต่อน้ำหนักผล 1 กก. (เงาะ) และสภาพความสมบูรณ์ (ตำหนิ) ตลอดจนลักษณะภายในแง่ความสมบูรณ์และสีเนื้อ (ทุเรียน) (โกวิท, 2531) หากจะให้การจัดเกรดได้มาตรฐานต้องลดการเหลื่อมล้ำระหว่างเกรดให้น้อยที่สุดหรือไม่พบเลย แต่ในด้านคุณภาพผลนั้นมีความแตกต่างกันชัดเจน ทั้งนี้มีข้อเสนอแนะ คือ ควรมีการจัดชั้นมาตรฐานโดยใช้ขนาดผลและน้ำหนักผลเป็นเกณฑ์ เกรดคัดพิเศษควรมีน้ำหนักผลระหว่าง 140-180 กรัม เกรด พิเศษควรมีน้ำหนักผลระหว่าง 90-130 กรัม และเกรดยอดควรมีน้ำหนักผลระหว่าง 40-80 กรัม

สรุปผล

การจัดเกรดของชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ของตลาดปฐมมงคลแบ่งเป็น 4 เกรด คือ คัดพิเศษ พิเศษ ยอด และตำหนิ มีน้ำหนักผลเฉลี่ยของเกรดคัดพิเศษ พิเศษ และยอด เป็น 115.50, 81.15 และ 71.33 กรัมต่อผล ตามลำดับ การจัดเกรดมีความเหลื่อมล้ำของน้ำหนักผลระหว่างเกรดที่ใกล้เคียงสูง โดยเฉพาะเกรดพิเศษกับเกรดยอดคัด ชนิดของตำหนิที่พบมากที่สุด คือ ช้ำจากเข่ง น้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล ความหนาเนื้อ และร้อยละของน้ำหนักเนื้อส่วนที่รับประทานได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เช่นเดียวกับ soluble solids (SS) ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เกรดคัดพิเศษมีค่าความหนาเนื้อ เปอร์เซ็นต์ recovery ปริมาณ SS และ TA มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

โกวิท จิตบรรจง, 2531, การกำหนดมาตรฐานคุณภาพ ทุเรียน เงาะ และมะม่วง เพื่อการส่งออก, 61(2): 111-119.

ณัฏยา ศรีสวัสดิ์ และกวิศร์ วานิชกุล, 2547, การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของผลชมพู่พันธุ์เพชรสายรุ้ง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 35(5-6): 537-540.

ถนอมพรรณ เลิศไกร และกวิศร์ วานิชกุล, 2547, การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของผลชมพู่พันธุ์ทูลเกล้า, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 35(5-6): 521-524.

สุระเชษฐ์ ตุ้มเพ็ชร, 2546, ชาวสวนฝรั่งสามพรานหันมาปลูกทับทิมจันท์, เมืองไม้ผล, 27(3): 50-55.

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์ วันทนีย์ ชุ่มจิตต์ และศิริพร วรกุลดำรงชัย, 2532, การกำหนดมาตรฐาน คุณภาพทุเรียน เงาะ และมะม่วงเพื่อการส่งออก, วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน, 12(8): 48-58.

อภิชัย คณิตชัยเดชา และปิยดา สิงห์ตระกูล, 2547, เครื่องคัดแยกขนาดชมพู่, โครงงานวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

การเจริญของผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร

Fruit Development of 'Mexico Kaset' Papaya

กวิศร์ วานิชกุล[1] และ ประคองสิน กลั่นแก้ว[1]
Wanichkul, K.[1] and Klankaew, P.[1]

Abstract

A study on fruit development of 'Mexico-Kaset' papaya from elongata complete flowers was carried out at Department of Horticulture, Kasetsart University, Nakhon Pathom province from January to September 2008. In this study ten fruits attached to the plants and five fruits collected from the plants at the 1st,5th,9th,13th,17th week after fruit set and at the full ripe stage were used in this study. The data collected were growth pattern of size and weight, flesh weight, pulp thickness, pulp firmness, soluble solids and titratable acidity. The growth pattern of papaya fruit measured from fruit size and fruit weight was single sigmoidal curve. It was found that the fruit growth period of papaya from anthesis to full ripe stage was 25 weeks. Fruits grew up slowly during the first week, after that growth increased rapidly and were stable in the 13th week till ripe. The fruit color began to change from green to orange in the 24th week from fruit set. At the harvest stage, peel color and flesh color were in orange group. Soluble solids and titratable acidity of fruits were in average 9.62 ^{0}Brix and 0.92%, respectively. Heat units of 'Mexico-Kaset' papaya from fruit set to ripening stage were 5605.70 Celsius degree days.

Keywords: fruit development, papaya, Mexico-Kaset

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญของผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร ที่เกิดจากดอกสมบูรณ์เพศแบบ elongata ที่ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2551 โดยศึกษาการเจริญของผลบนต้นชนิดละ 10 ผล และ เก็บผลชนิดละ 5 ผล ในสัปดาห์ที่ 1, 5, 9, 13 และ 17 นับจากเริ่มติดผลและระยะที่ผลสุกเต็มที่ มาใช้แสดงรูปแบบการเจริญของขนาดและน้ำหนักของผล น้ำหนักเนื้อ ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้พบว่า รูปแบบการเจริญของผลมะละกอที่วัดจากขนาดผล และน้ำหนักผล เป็นแบบ single sigmoidal curve ระยะเวลาตั้งแต่ติดผลจนถึงผลสุกเต็มที่ 25 สัปดาห์ ในช่วงสัปดาห์แรกผลเจริญช้า จากนั้นเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 จนกระทั่งผลสุก ผลเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นส้มในสัปดาห์ที่ 24 นับจากติดผล เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวสีผลเป็นสีส้ม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้คือ 9.62°Brix และร้อยละ 0.92 ตามลำดับ ปริมาณความร้อนสะสมในช่วงการเจริญของผลมีค่า 5605.70 Celsius degree days

คำสำคัญ: การเจริญของผล มะละกอ เม็กซิโก-เกษตร

คำนำ

มะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตรเป็นพันธุ์ที่นำเมล็ดมาจากประเทศเม็กซิโก ทำการเพาะปลูกและคัดเลือกสายพันธุ์ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 (กวิศร์, 2544) การเจริญของผลมี 2 แบบคือ 1) single sigmoidal curve พบในสับปะรด มะม่วง ส้มเงาะ พุทรา 2) double sigmoidal curve พบในมะเดื่อ องุ่น (Coombe, 1976) การศึกษาเกี่ยวกับการเจริญของผลมะละกอมีผู้ศึกษาในหลายพันธุ์เช่น พันธุ์ปากช่อง 1 มีการเจริญทางด้านขนาด น้ำหนักและปริมาตรเป็นแบบ simple sigmoid สีเนื้อเปลี่ยนเป็นสีส้มอมเหลือง เมื่อผลมีอายุ 120 วันหลังดอกบาน สีผิวเปลือกเริ่มปรากฏสีเหลือง ความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากผลมีอายุ 120 วัน (กาญจนา, 2536) มะละกอพันธุ์แขกดำใช้เวลาใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 20 สัปดาห์โดยเฉลี่ย มีการเจริญแบบ single sigmoidal curve (ดวงทิพย์, 2537) มะละกอพันธุ์วอชิงตันมีการเจริญแบบ single sigmoidal curve สีผิวเปลือกมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อ 145 – 150 วันหลังดอกบาน ผลแก่เก็บเกี่ยวได้ที่ 160 – 165 วันหลังดอกบาน น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้นตลอดระยะการพัฒนา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University Kamphaengsaen campus, Nakhon Pathom province 73140

เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อผลสุก (Ghanta และคณะ, 1994) การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวโดยอาศัยอุณหภูมินั้นสามารถทำได้โดยการหาหน่วยความร้อนสะสม การคำนวณหาหน่วยความร้อนสะสมโดยวิธี max.-min. method นิยมใช้มากที่สุด (Rasmidatta, 1984) เนื่องจากยังไม่มีผู้ใดศึกษาเกี่ยวกับการเติบโตของผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร จึงได้ทดลองครั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้พัฒนาคุณภาพของผลผลิตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการเจริญของผลมะละกอที่เกิดจากดอกสมบูรณ์เพศชนิด elongata โดยเปรียบเทียบระหว่างผลที่อยู่บนต้นกับผลที่เก็บมาวัดเป็นระยะ ผลที่ศึกษาบนต้นได้ผูกป้ายดอกที่เริ่มติดผล 10 ผล วัดความยาว ความกว้าง และเส้นรอบวงของผลทุก 7 วัน ตั้งแต่เริ่มติดผลจนกระทั่งผลสุก ส่วนผลที่เก็บมาวัดจะเก็บผลโดยผูกป้ายไว้พร้อมกันตั้งแต่เริ่มติดผล เก็บผลครั้งละ 5 ผลในสัปดาห์ที่ 1, 5, 9, 13 และ 17 หลังติดผลและเมื่อผลสุกเต็มที่ นำมาวัดความยาว ความกว้างและเส้นรอบวงของผล ปริมาตรผลโดยการแทนที่น้ำด้วยเครื่องยูเรก้า ชั่งน้ำหนักผล สีเปลือกของผลโดย color chart ของ R.H.S. (The Royal Horticultural Society) ความแน่นเนื้อด้วย Effigi penetrometer ความหนาเนื้อ (ส่วนที่หนาที่สุด) ร้อยละของส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้จากผล สีเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid, SS) ในน้ำคั้นจากส่วนของเนื้อด้วย hand refractometer ปริมาณกรดในน้ำคั้น (titratable acidity, TA) ของเนื้อโดยวิธีไทเทรต อัตราส่วนระหว่าง SS : TA ความร้อนสะสมตามวิธีของ Rasmidatta (1984) โดยค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่มะละกอเจริญได้คือ 8^{o}C (Nakasone และคณะ, 1998) ศึกษาที่ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน พ.ศ. 2551

ผลการทดลอง

การเจริญของผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตรที่เกิดจากดอกสมบูรณ์เพศแบบ elongata ใช้เวลาตั้งแต่ติดผล (อายุ 1 วันหลังจากกลีบดอกร่วงหมด) จนถึงผลสุก 25 สัปดาห์ พบว่าความกว้าง ความยาว และเส้นรอบวงของผลจากผลที่วัดบนต้น มีการเจริญทางด้านขนาดแบบ single sigmoidal curve (Figure 1A) คือ สัปดาห์แรกหลังติดผล ผล ขยายขนาดเพียงเล็กน้อย มีเส้นรอบวงมากกว่าความยาว และความกว้าง คือ 5.07 3.28 และ 1.43 เซนติเมตร ตามลำดับ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 - 12 การเจริญของผลเป็นไปอย่างรวดเร็ว และเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 จนกระทั่งผลสุก (Figure 1A) ส่วนความกว้าง ความยาว และเส้นรอบวงของผลที่เก็บเกี่ยวจากต้นในระยะต่าง ๆ มีการเติบโตทางด้านขนาดเพียงเล็กน้อยในสัปดาห์แรกหลังติดผล จากนั้นขยายขนาดอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 9 และเริ่มคงที่หลังจากสัปดาห์ที่ 13-25 (ผลสุกเต็มที่) สำหรับการเจริญทางด้านน้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก และปริมาตรทั้งผลของผลจากผลที่เก็บบนต้นมาวัดค่า มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรกหลังติดผล จนถึงสัปดาห์ที่ 13 หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างช้าจนกระทั่งผลสุกเต็มที่ (Figure 1B) ส่วนความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อ พบว่า สัปดาห์แรกหลังติดผลมีความหนาเนื้อน้อย คือ 0.7 เซนติเมตร และหลังจากสัปดาห์ที่ 9 มีความหนาเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Figure 2A) ความแน่นเนื้อ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรกหลังติดผล จนถึงสัปดาห์ที่ 9 ลดลงอย่างรวดเร็ว (Figure 2B) การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลและสีเนื้อพบว่า สัปดาห์แรกหลังติดผลสีผิวของผลมีสีเขียวอ่อน (Green Group143 C) ที่อายุ 5 สัปดาห์จนถึงสัปดาห์ที่ 15 มีสีเขียวเข้มสัปดาห์ที่ 16 สีผิวของผลมีสีเขียวเข้มขึ้น (Green Group 137 A) จากนั้นในสัปดาห์ที่ 21 สีผิวของผลเริ่มมีสีเขียวอ่อนลง และสัปดาห์ที่ 23 สีผิวของผลเริ่มมีสีเหลืองเล็กน้อยตรงบริเวณด้านปลายผล และเพิ่มมากขึ้นตามอายุของผลที่มากขึ้น (Green Group 146 A) จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 25 สีผิวของผลเป็นสีเหลืองส้ม (Orange Group 24 A) สีเนื้อในสัปดาห์แรกหลังติดผลถึงสัปดาห์ที่ 13 มีสีขาว และเริ่มมีสีเหลืองในสัปดาห์ที่ 13 และสีเหลืองปนส้มเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 17 จากนั้นมีสีเข้มขึ้นจนกระทั่งผลสุกเต็มที่ในสัปดาห์ที่ 25 ส่วนสีเมล็ด สัปดาห์แรกหลังติดผลเมล็ดยังไม่มีการพัฒนา จากนั้นในสัปดาห์ที่ 5 – 13 เมล็ดมีสีขาว และมีสีดำในสัปดาห์ที่ 17 -25 (ผลสุกเต็มที่) สัปดาห์แรกหลังติดผลเมล็ดยังไม่ปรากฏให้เห็น ในสัปดาห์ที่ 5 จำนวนและน้ำหนักเมล็ดมีน้อย หลังจากนั้นค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นตามอายุผลที่มากขึ้น ช่วงสัปดาห์แรกหลังติดผล ค่าร้อยละของส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้จากผลมีค่าร้อยละ 82.46 จากนั้นเพิ่มมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 13 คือร้อยละ 91.06 และเพิ่มขึ้นจนกระทั่งผลสุกเต็มที่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (SS) เพิ่มขึ้น และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้(TA) ลดลงเมื่อผลสุกมีค่า 9.06^{o}Brix และร้อยละ 0.92 ตามลำดับ ปริมาณความร้อนสะสมของผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร มีค่า 5605.70 Celsius degree days

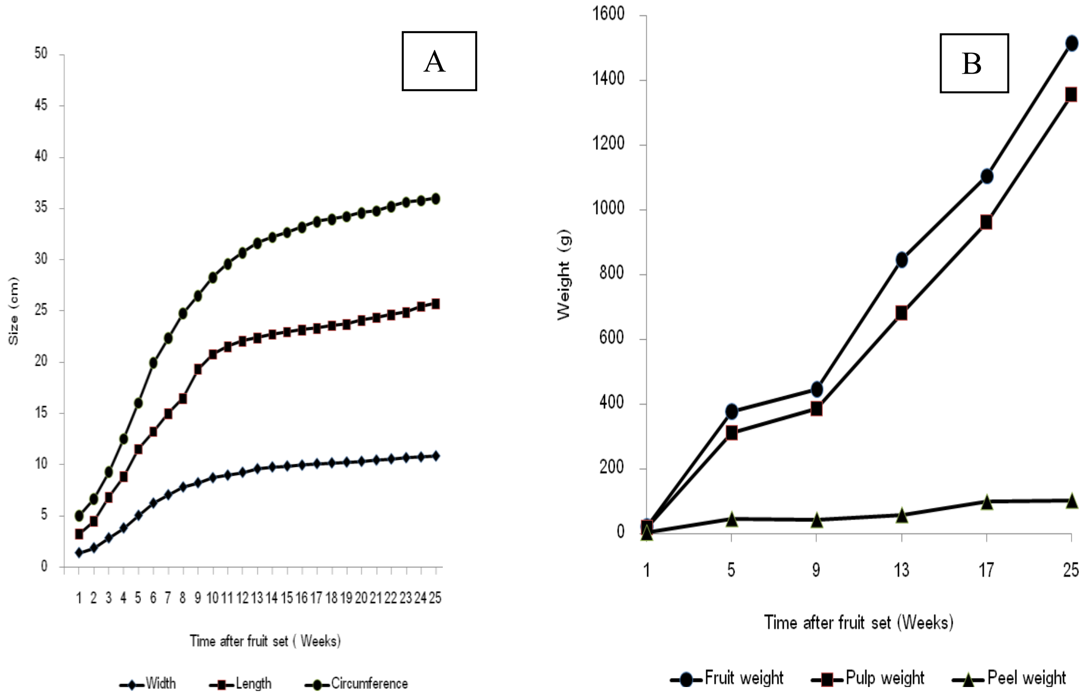


Figure 1 Width, length and circumference of fruits attached to plants (A) and weight of fruit, pulp and peel of fruits collected in different period from plants (B) both from 'Mexico-Kaset papaya during fruit development.

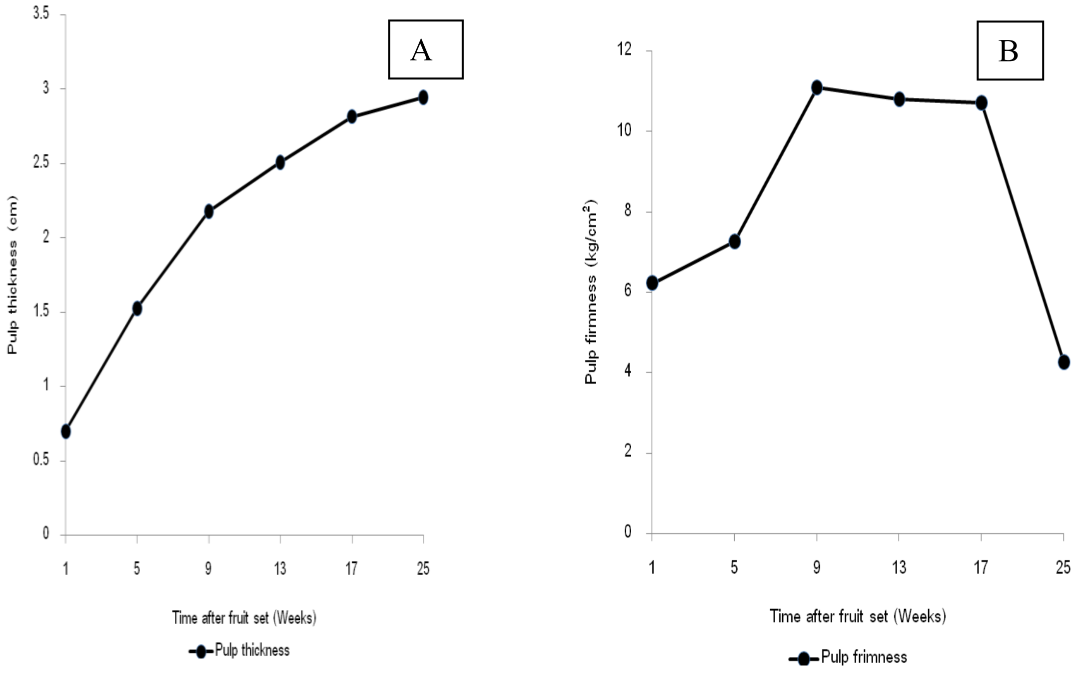


Figure 2 Pulp thickness (A) and pulp firmness of fruits collected in different period from plants (B) both from Mexico-Kaset papaya during fruit development.

วิจารณ์ผล

ผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร มีการเจริญแบบ single sigmoidal curve เช่นเดียวกับพันธุ์แขกดำ (ดวงทิพย์, 2537) พันธุ์ปากช่อง 1 (กาญจนา, 2536) และพันธุ์วอชิงตัน (Ghanta และคณะ, 1994) โดยผลแก่เก็บเกี่ยวได้ประมาณสัปดาห์ที่ 23 – 25 ซึ่งช้ากว่าพันธุ์แขกดำ (ดวงทิพย์, 2537) พันธุ์ปากช่อง 1 (กาญจนา, 2536) และ และพันธุ์วอชิงตัน (Ghanta และคณะ, 1994) พบว่ารูปแบบการเจริญของผลที่วัดบนต้นเป็นแบบ single sigmoidal curve ที่ชัดเจนกว่าผลที่เก็บจากต้นมาวัด ทั้งนี้ เป็นเพราะผลอยู่บนต้นเป็นชุดเดียวกัน แต่ผลที่เก็บจากต้นในระยะต่างๆ เป็นคนละชุดกัน ขนาดผลมีความแตกต่างกัน แม้ว่าช่วงเวลาการติดผลและการเจริญของผลพร้อมกันก็ตาม เช่นเดียวกับผลการศึกษาในพุทราพันธุ์บอมเปิ้ล (กวิศร์ และอุไรพร, 2552) น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก และปริมาตรผล ช่วงสัปดาห์แรกหลังติดผลมีน้ำหนักและปริมาตรน้อย หลังจากนั้นเพิ่มมากขึ้นตลอดอายุการเติบโต เช่นเดียวกับพันธุ์แขกดำ (ดวงทิพย์, 2537) และพันธุ์ปากช่อง 1 (กาญจนา, 2536) ความหนาเนื้อสอดคล้องกับการรายงานของดวงทิพย์ (2537) คือ ช่วงสัปดาห์แรกหลังติดผลการพัฒนาของเนื้อเป็นไปอย่างช้า ๆ หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความแน่นเนื้อมีค่าน้อยในช่วง 5 สัปดาห์หลังติดผล และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 9 หลังจากนั้นจนกระทั่งผลสุกเต็มที่ความแน่นเนื้อลดลงเช่นเดียวกับผลไม้อื่นเช่น ชมพู่ม่าเหมี่ยว (กวิศร์ และวัชรพงษ์, 2548) ในขณะที่ผลอยู่ในช่วงกำลังพัฒนาสีผิวผลมีสีเขียว แต่เมื่อผลเข้าสู่วัยแก่สีผิวเปลี่ยนเป็นสีส้ม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีผิวนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับผลไม้ชนิดอื่น ๆ คือ ชมพู่ม่าเหมี่ยว (กวิศร์ และวัชรพงษ์, 2548) ส่วนสีเนื้อเมื่ออยู่ในวัยกำลังพัฒนามีสีขาว เมื่อเข้าสู่วัยเก็บเกี่ยวเปลี่ยนเป็นสีส้มซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามสีผิว ร้อยละของส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้จากผลในสัปดาห์แรกหลังติดผล ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากผลยังอ่อน แต่หลังจากนั้นจนกระทั่งผลสุกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากเพราะสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ หรือนำมารับประทานสดได้เมื่อผลสุกแล้ว

สรุปผล

การเจริญของผลมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตรจากดอกสมบูรณ์เพศตั้งแต่สัปดาห์แรกหลังติดผลจนกระทั่งผลสุกเต็มที่ใช้เวลา 25 สัปดาห์ การเติบโตของผลด้านความกว้าง ความยาว และเส้นรอบวง เป็นแบบ single sigmoidal curve น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเมล็ด และปริมาตรผล เพิ่มขึ้นตลอดระยะการเติบโต ความหนาเนื้อมีค่าใกล้เคียงกันตลอดช่วงอายุการเติบโต ความแน่นเนื้อลดลงเมื่อผลเริ่มแก่จนกระทั่งผลสุกเต็มที่ ผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีส้มเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว ปริมาณ SS เพิ่มขึ้นและปริมาณ TA ลดลงเมื่อผลสุก ความร้อนสะสมมีค่า 5605.70 Celsius degree days

เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล, 2544, มะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร, เอกสารแผ่นพับประกอบการจัดนิทรรศการในงานเกษตรแห่งชาติ วันที่2-10 กุมภาพันธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กวิศร์ วานิชกุล และวัชรพงษ์ ถาวรวิเชียร, 2548, การศึกษาชีววิทยาของดอก และการเติบโตของผลชมพู่ม่าเหมี่ยว (*Syzygium malaccense* Merr. & Perry), วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 36(5-6): 223-226.

กวิศร์ วานิชกุล และอุไรพร นพภาพันธุ์, 2552, ชีววิทยาของดอกและการเจริญของผลพุทราพันธุ์บอมเปิ้ล, เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาพืช วันที่ 17 มีนาคม – 20 มีนาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กทม: 318 – 318.

กาญจนา กุลวิทิต, 2536, พัฒนาการและสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 65 น.

ดวงทิพย์ ม้าทอง, 2537, การเติบโตของผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เกิดจากดอกเพศเมียและดอกสมบูรณ์เพศ, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: 15.

Coombe, B.G., 1976, The Development of Fleshy Fruits, Plant Physiology, 27: 507-528.

Ghanta, P.K., Dhua, R.S. and Mitra, S.K., 1994, Studies on Fruit Growth and Development of Papaya Washington, The Indian Journal of Horticulture, 51(3): 246-250.

Nakasone, H.Y. and Paull, R.E., 1998, Tropical Fruits, CAB international, New York: 445.

Rasmidatta, V., 1984, Growing Degree Days, Thai Journal of Agricultural Science, 17(4): 155-158.

ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเติบโตทางกิ่งใบของมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร

Effect of Paclobutrazol on Vegetative Growth of Papaya cv. Mexico-Kaset

กวิศร์ วานิชกุล[1] ประภาพร ตั้งกิจโชติ[1] และ ยศกร สายสร้อย[1]

Wanichkul, K.[1], Tangkijchote P.[1] and Saisory, Y.[1]

Abstract

A study on effect of paclobutrazol on vegetative growth of papaya cv. Mexico-Kaset was carried out at the experimental field II, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom province from August, 2008 to May, 2009. Paclobutrazol 1500 ppm mixed with surfacetant (Nu Jo 80) 0.25 ppm was sprayed to papaya plants 3 times: 30, 120 and 210 days after transplanting. The completely randomized design (CRD) was used in this experiment with 2 treaments, 5 replications (plants). The results showed that the paclobutrazol application significantly decreased the height from the ground to the lowest leaf of papaya plants, compared with the control at 30 to 270 days after transplanting. Whereas, the tree height, the leaf stalk length, and the leaf width decreased significantly during 60 to 120 days after transplanting. The leaf chlorophyll content (SPAD units) of the paclobutrazol treated plants increased significantly at 150 to 240 days after transplanting, compared to the control.

Keywords: paclobutrazol, papaya, growth, Mexico-Kaset

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเติบโตทางกิ่งใบของมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร ที่แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551- เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 โดยการใช้สารพาโคลบิวทราโซล 1500 ppm ผสมสารจับใบ (นูโจล 80) 0.25 ppm ฉีดพ่นทางใบให้กับต้นมะละกอ จำนวน 3 ครั้ง คือ 30 120 และ 210 วันหลังย้ายปลูก วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ประกอบด้วย 2 ทรีทเมนต์ 5 ซ้ำ (ต้น) ผลการทดลองพบว่า ต้นที่ได้รับสารมีความสูงตั้งแต่พื้นดินถึงใบที่อยู่ล่างสุดของต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสารในช่วง 30-270 วันหลังย้ายปลูก ในขณะที่ความสูงต้น ความยาวก้านใบ และความกว้างใบของต้นมะละกอลดลง ในช่วง 60-120 วันหลังย้ายปลูก ค่าความเขียวใบ (SPAD-units) ของต้นมะละกอที่ได้รับสารสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นมะละกอที่ไม่ได้รับสารในช่วง 150-240 วันหลังย้ายปลูก

คำสำคัญ: พาโคลบิวทราโซล มะละกอ การเติบโต เม็กซิโก-เกษตร

คำนำ

ในการปลูกมะละกอให้ได้ผลผลิตดีและมีคุณภาพตามความต้องการของตลาด เกษตรกรมักประสบปัญหาต่างๆ เช่น ต้นมะละกอสูง หักหรือล้มในระยะที่กำลังมีผลผลิตอยู่เต็มต้นเมื่อมีลมแรงพัดมาปะทะ ช่วงระยะเวลาที่ผ่านมานั้น นักวิจัยหลายท่านได้พยายามศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิด และพบว่าการใช้สารพาโคลบิวทราโซลมีผลในการลดความยาวกิ่งใบไม้ผลหลายชนิดเช่น มะม่วงพันธุ์ Dashehari และพันธุ์ Banganapalli (Kulkarni, 1988) ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย (สุจริต, 2531) มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (นาถฤดี, 2533) กล้วย (El-Otmani และคณะ, 1992) และสตรอเบอรี (Nishizawa, 1993) ในมะละกอได้มีการศึกษาการใช้พาโคลบิวทราโซลกับมะละกอพันธุ์ Sunrise พบว่าวิธีการให้สารทางดินความเข้มข้น 1000 ppm มีผลทำให้ความสูงต้นลดลงมากที่สุด ซึ่งผลต่างจากการให้สารทางใบและชุดควบคุม คือ 3.14 เมตร 3.59 เมตร และ 3.50 เมตร ตามลำดับ (Rodriguez และคณะ, 1995) สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของมะละกอพันธุ์ Sunrise Solo โดยการพ่นสารดังกล่าวความเข้มข้น700 ppm และ 1000 ppm ให้กับต้นมะละกออายุ 90 วันเพียงครั้งเดียว พบว่าภายหลังการให้สารเป็นเวลา 60 วัน ความยาวของก้านใบมะละกอลดลง เช่นเดียวกับ

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom province 73140

ความกว้างและความยาวใบ (โชตนา, 2539) การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเติบโตทางกิ่งใบของมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร ซึ่งคาดว่าจะช่วยลดความสูงของต้นมะละกอทำให้ทนต่อการโค่นล้ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการหักล้มของต้นมะละกอ

อุปกรณ์และวิธีการ

เพาะเมล็ดมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตรในถุงเพาะชำ เมื่อต้นกล้าอายุ 35 วัน จึงย้ายลงปลูกในแปลง จากนั้นคัดเลือกมะละกอต้นสมบูรณ์เพศที่มีความสมบูรณ์และขนาดต้นใกล้เคียงกัน อายุ 60 วันหลังปลูกเพื่อใช้ในการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 ทรีทเมนต์ ๆ ละ 5 ซ้ำ (ต้น) คือไม่ฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซล (ฉีดพ่นน้ำเปล่า) และฉีดพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล 1500 ppm + สารจับใบยี่ห้อนูโจล 80 ความเข้มข้น 0.25 ppm จำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 90 วัน คือ ครั้งแรกฉีดพ่น 30 วันหลังย้ายปลูก ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ฉีดพ่น 120 และ 210 วันหลังย้ายปลูก บันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้ เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นที่ระดับสูงจากพื้นดิน 15 เซนติเมตร ความสูงของต้น ความสูงของจากระดับพื้นดินถึงใบล่างสุดที่เจริญเต็มที่ ความยาวก้านใบ ความกว้างใบ และค่าความเขียวใบของใบที่เจริญเต็มที่โดยใช้ Chlorophyll meter (ยี่ห้อ Minolta รุ่น SPAD-502) บันทึกข้อมูลทุกลักษณะ ทุก 30 วัน เป็นเวลา 270 วัน ดังนี้ คือ วันที่ 30 60 90 120 150 180 210 240 และ 270 วันหลังย้ายปลูก วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ T-test ทำการทดลองที่แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม เริ่มทดลองวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2551 และสิ้นสุดวันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2552

ผลการทดลอง

เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นต่อเนื่องตลอดการทดลองในช่วง 30-210 วันหลังย้ายปลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งสองทรีทเมนต์ แต่เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นมะละกอที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารมีแนวโน้มเพิ่มมากกว่าต้นมะละกอที่ฉีดพ่นด้วยสารพาโคลบิวทราโซล 1500 ppm และค่าเฉลี่ยดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในช่วง 90 วันหลังย้ายปลูกเพียงช่วงเดียวที่เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นมะละกอไม่ได้ฉีดพ่นสารมีค่ามากกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยสารพาโคลบิวทราโซล อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ (Figure 1) ค่าความสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วเช่นเดียวกันในช่วง 60-120 วันหลังย้ายปลูก สำหรับต้นมะละกอที่ไม่ได้ฉีดพ่นมีความสูงมากกว่าต้นมะละกอที่ฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลตลอดการทดลอง 270 วันหลังย้ายปลูก และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง 60-210 วันหลังย้ายปลูก (Figure 2) ส่วนความสูงตั้งแต่พื้นดินถึงใบสุดท้ายของต้นมะละกอทั้งสองทรีทเมนต์ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง โดยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 60-90 วันหลังย้ายปลูก และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 3) พบว่าต้นมะละกอที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีความยาวของก้านใบ และความกว้างใบลดลงโดยเฉพาะในช่วง 60-120 วันหลังย้ายปลูก มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 4 และ 5) แต่ในช่วง 150-270 วันหลังย้ายปลูก มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่าความเขียวใบในต้นมะละกอที่ได้รับและไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลในช่วงแรกมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในช่วงหลังคือ 150-240 วันหลังย้ายปลูกต้นมะละกอที่ฉีดพ่นด้วยสารพาโคลบิวทราโซลมีค่าความเขียวของใบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากต้นมะละกอที่ไม่ได้รับสาร (Figure 6)

วิจารณ์ผล

เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมะละกอมีแนวโน้มลดลงเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับต้นที่ไม่ได้รับสาร และสอดคล้องกับรายงานการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในกล้วยและลิ้นจี่ ซึ่งสารดังกล่าวมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (El-Otmani และคณะ, 1992) การที่สารพาโคลบิวทราโซลจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างในระดับที่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่นั้น อาจเนื่องมาจากชนิดพืช สายพันธุ์ที่ทำการศึกษาและความเข้มข้นของสารที่ใช้ ดังนั้นลักษณะการตอบสนองจึงเป็นไปทำนองเดียวกันแต่ไม่เท่ากัน ต้นมะละกอที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ความสูงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 60-240 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของนักวิจัยหลายท่าน เช่น El-Otmani และคณะ (1992) และ Robbertse และคณะ (2004) ที่ทำการทดลองกับกล้วยและมะม่วง พบว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ความสูงลดลง

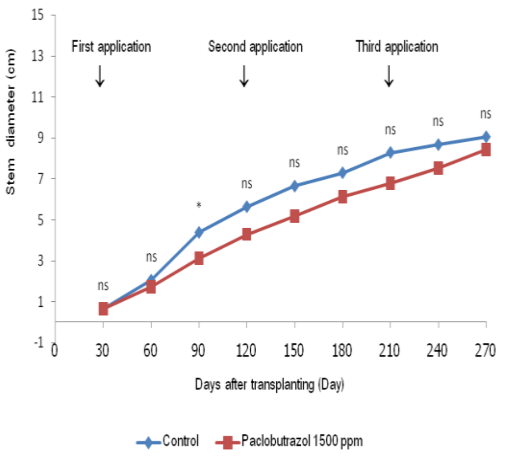


Figure 1 Stem diameter of papaya plants cv. Maxico-Kaset and with and without paclobutrazol application.

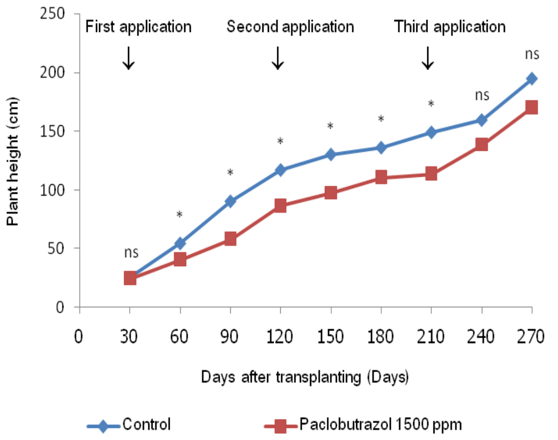


Figure 2 Height of papaya plants cv. Maxico-Kaset with without paclobutrazol application.

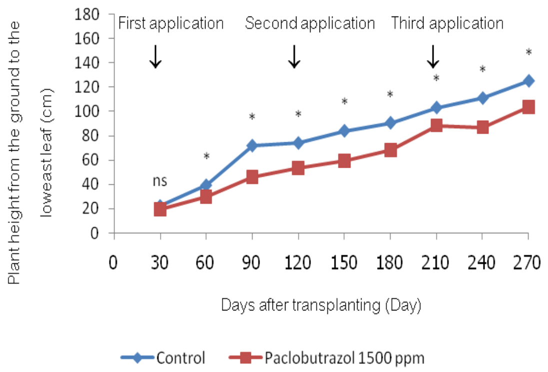


Figure 3 Plant height from the ground to the lowest leaf of papaya plants cv. Maxico-Kaset with and without paclobutrazol application.

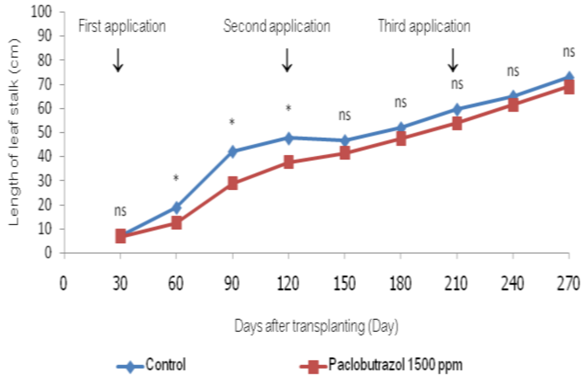


Figure 4 Length of leaf stalk of papaya plants cv. Maxico-Kaset with and without paclobutrazol application.

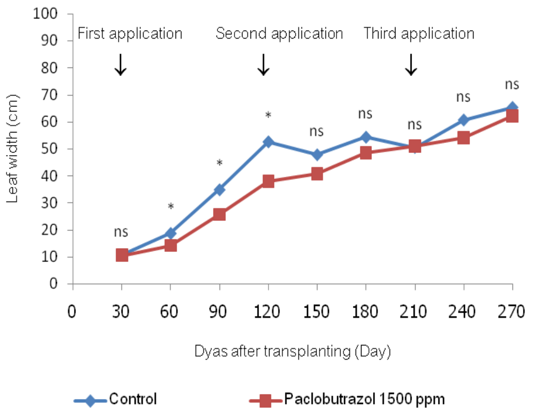


Figure 5 Leaf width of papaya plants cv. Maxico-Kaset with and without paclobutrazol application.

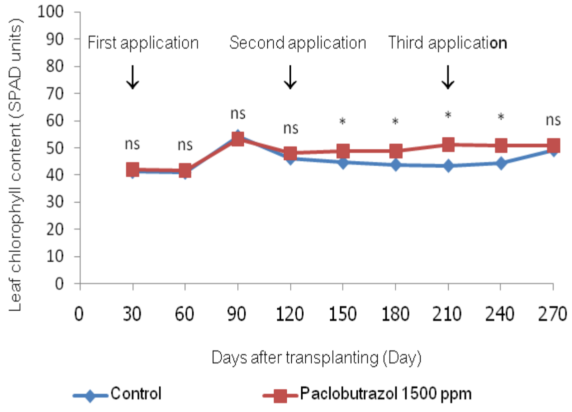


Figure 6 Leaf chlorophyll content of papaya plants cv. Maxico-Kaset with and without paclobutrazol application.

แต่ไม่ทำให้ขนาดลำต้นของมะละกอลดลงเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติกับต้นที่ไม่ได้รับสาร เช่นเดียวกับความสูงต้นตั้งแต่พื้นดินถึงใบสุดท้าย ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากสารพาโคลบิวทราโซลมีผลยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเลอลิน ทำให้อัตราการยืดของเซลล์บริเวณปลายยอด (apical meristem) ลดลง (O'Brien และคณะ, 1969) ซึ่งเป็นผลดีทำให้ความสูงของต้นมะละกอลดลง สะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนความยาวก้านใบ และความกว้างใบมีลักษณะกราฟการเปลี่ยนแปลงคล้ายกัน กล่าวคือ สารพาโคลบิวทราโซลมีผลลดลงในช่วง 60-120 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลในการลดความยาวทางกิ่งใบในไม้ผลหลายชนิด ได้แก่ มะม่วงพันธุ์ Dashehari และ Banganapalli (Kulkarni, 1988) ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย (สุจริต, 2531) มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (นาถฤดี, 2533) กล้วย (El-Otmani และคณะ, 1992) และสตรอเบอร์รี่ (Nishizawa, 1993) เป็นต้น สำหรับในช่วง 150-270 วันหลังย้ายปลูก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความยาวก้านใบ และความกว้างใบ ระหว่างต้นมะละกอที่ได้รับและไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล อาจเป็นเพราะในช่วงเวลาดังกล่าว ต้นมะละกอมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมากขึ้น ประกอบกับความเข้มข้นของสารละลายอาจน้อยเกินกว่าที่จะมีผลไปยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเลอลินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนค่าความเขียวใบของมะละกอที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 150-240 วันหลังย้ายปลูก สอดคล้องกับรายงานว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มขึ้น รวมทั้งใบมีความหนามากขึ้นจึงส่งผลให้ใบมีสีเขียวเข้ม (ศุมาลิน, 2545; Wample และคณะ, 1983)

สรุปผล

สารพาโคลบิวทราโซลในระดับความเข้มข้น 1500 ppm มีผลต่อการเติบโตทางกิ่งใบของมะละกอพันธุ์เม็กซิโก-เกษตร ในระยะเวลา 270 วันหลังย้ายปลูก ทำให้ความสูงต้นและความสูงของต้นจากพื้นดินถึงใบสุดท้ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 60-210 วัน และ 60-270 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ ส่วนความยาวก้านใบ และความกว้างใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง 60-120 วันหลังย้ายปลูก แต่ค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 150-210 วันหลังย้ายปลูก

เอกสารอ้างอิง

โชตนา ลิ่มสอน, 2539, ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเติบโตของมะละกอพันธุ์ Sunrise Solo, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

นาถฤดี ศุภกิจจารักษ์, 2533, ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้าย Gibberellins ที่ปลายยอดและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุจริต แซ่ตั้ง, 2531, ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุมาลิน จิรวิชา, 2545, ผลของสารแพคโคลบิวทราโซลต่อลักษณะเรือนพุ่มและการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นประดู่บ้าน, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

El-Otmani, M., Cheikh, N. and Sedki, M., 1992, Effect of Paclobutrazol on Greenhouse Grown Bananas in Morocco, Scientia Horticulturae, 49(3-4): 255-266.

Kulkarni, V.J., 1988, Chemical Control of Tree Vigour and the Promotion of Flowering and Fruiting in Mango (*Mangifera indica* L.) using Paclobutrazol, Journal of Horticultural Science, 63(3): 557-566.

Nishizawa, T., 1993, The Effect of Paclobutrazol on Growth and Yield during First Year Greenhouse Strawberry Production, Scientia Horticulturae, 54(3-4): 267-274.

O'Brien, T.P. and Macully, E., 1969, Plant Structure and Development, The Macmillan Co., London: 114.

Robbertse, P.J. and Stassen, P.J.C., 2004, Paclobutrazol Suppressed Vegetative Growth and Improved Yield as well as Fruit Quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia and New Zealand, Journal of Crop and Horticultural Science, 32(3): 281-293.

Rodriguez, M.C. and Galan, V., 1995, Preliminary Study of Paclobutrazol (PP333) Effects on Greenhouse Papaya (*Carica papaya* L.) in the Canary Islands, Acta Horticulturae, 370: 167-171.

Wample, R.L. and Culber, E.B., 1983, The Influence of Paclobutrazol: a New Growth Regulator on Sunflower, Journal of the American Society for Horticultural Science, 108(1): 122-125.

การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของผลน้อยหน่า

Grading Evaluation of Sugar Apple (*Annona squamosa* Linn.) Fruit

ปรัชญาพันธ์ นนทา[1] กวิศร์ วานิชกุล[1] และ เรืองศักดิ์ กมขุนทด[2]
Nonta, P.[1], Wanichkul, K.[1] and Komkhuntod, R.[2]

Abstract

Grading of sugar apple (*Annona squamosa* Linn.) fruit by growers in Pakchong district, Nakhon Ratchasima province was evaluated. The sugar apple fruits were normally sorted and divided into 4 grades namely Big, Medium, Small and Mini. The frequency distribution curves of fruit weight in all grades showed rather high overlap among grades. The defects found in all grades were sooty mold and cracking. The evaluation of external fruit quality revealed that there were highly significant difference in fruit width, length and weight among grades. The internal fruit quality such as pulp weight and number of seed per fruit among grades showed highly significant difference. No significant difference on percentage of recovery, firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), and ratio of TSS/TA among grades were found.

Keywords: sugar apple, grading, evaluation, Nakhon Ratchasima

บทคัดย่อ

การประเมินผลการจัดระดับชั้นคุณภาพน้อยหน่าจากสวนเกษตรกร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา เพื่อศึกษาความแตกต่างและความเหลื่อมล้ำทางปริมาณและคุณภาพของน้อยหน่า แบ่งเป็น 4 ระดับชั้นคุณภาพ ได้แก่ ใหญ่ กลาง เล็ก และก้อย เมื่อนำน้ำหนักผลมาสร้างกราฟเส้นโค้งความถี่ พบว่ามีการเหลื่อมล้ำระหว่างระดับชั้นคุณภาพค่อนข้างสูง ชนิดของตำหนิที่พบในผลน้อยหน่า ได้แก่ ราดำ และผลแตก เมื่อตรวจสอบคุณภาพภายนอก พบว่า ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ความหนาแน่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคุณภาพภายในของผลน้อยหน่า พบว่าน้ำหนักเนื้อ และจำนวนเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ค่าร้อยละของส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ ความแน่นเนื้อ ปริมาณ total soluble solids (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และสัดส่วน TSS ต่อ TA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: น้อยหน่า ชั้นคุณภาพ การประเมินผล นครราชสีมา

คำนำ

น้อยหน่าเป็นไม้ผลที่ปลูกมากที่สุดในจังหวัดนครราชสีมา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) ในการเตรียมผลิตผลส่งขายเกษตรกรมีการจัดระดับชั้นคุณภาพน้อยหน่าเป็น 4 ระดับชั้นคุณภาพ คือ ใหญ่ กลาง เล็ก และก้อย การจัดระดับชั้นคุณภาพทำตามคำแนะนำของพ่อค้าที่รับซื้อ โดยใช้ขนาดเป็นเกณฑ์ในการจัดระดับชั้นคุณภาพยังไม่ได้มาตรฐานเพราะยังมีความเหลื่อมล้ำระหว่างระดับชั้นคุณภาพ เช่นเดียวกับที่พบในชมพู่ (ณัฐยา และคณะ, 2547) และฝรั่ง (กวิศร์ และคณะ, 2550) ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานชั้นคุณภาพของน้อยหน่าอย่างเป็นทางการ ต่างจากผลไม้ชนิดอื่นเช่น ทุเรียน เงาะ ลำไย เป็นต้น (หิรัญ, 2532; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546) จึงได้ประเมินผลความแตกต่างการจัดระดับชั้นคุณภาพทั้งลักษณะทางปริมาณและคุณภาพ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงการจัดระดับชั้นคุณภาพให้ดีต่อไป

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen district, Nakhon Pathom province 73140
[2]สถานีวิจัยปากช่อง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.ปากช่อง จ.นคราชสีมา 30130
[2]Pakchong Research Station, Kasetsart University, Pakchong district, Nakhon Ratchasima province 30130

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ผลน้อยหน่าที่เกษตรกรเป็นผู้จัดระดับชั้นคุณภาพจาก อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ให้แต่ละระดับชั้นคุณภาพเป็นสิ่งทดลอง ซึ่งมี 4 ระดับชั้นคุณภาพ คือ ใหญ่ กลาง เล็ก และก้อย ใช้ผลน้อยหน่าระดับชั้นคุณภาพละ 29-34 กก. นำมานับจำนวนผลและชั่งน้ำหนักผลและนำข้อมูลน้ำหนักผลมาสร้างกราฟเส้นโค้งความถี่ และตรวจสอบชนิดของตำหนิที่พบ จากนั้นสุ่มน้อยหน่ามาระดับชั้นคุณภาพละ 10 ผล นำมาตรวจสอบและบันทึกข้อมูลทางปริมาณและคุณภาพของลักษณะภายนอก ได้แก่ ความกว้าง ความยาว น้ำหนัก และความหนาแน่นของผล ลักษณะภายใน ได้แก่ จำนวนเมล็ด ความแน่นเนื้อ ร้อยละของส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในแต่ละผล ใช้น้ำคั้นจากเนื้อผลน้อยหน่าหาค่าเปอร์เซ็นต์กรดด้วยวิธี titration หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids หรือ TSS) โดยใช้ hand refractometer และอัตราส่วน TSS/TA

ผลการทดลอง

ระดับชั้นคุณภาพใหญ่ กลาง เล็ก และก้อย มีช่วงน้ำหนักต่างกันในแต่ละกลุ่ม 47 45 50 และ 50 กรัมตามลำดับแต่ละระดับชั้นคุณภาพ สำหรับค่าเฉลี่ยจำนวนผลเฉลี่ย/1 กิโลกรัมในแต่ละระดับชั้นคุณภาพคือ ใหญ่มีจำนวนเฉลี่ย 2.87 ผล กลางมีจำนวนเฉลี่ย 3.41 ผล เล็กมีจำนวนเฉลี่ย 3.83 ผล และก้อยมีจำนวนเฉลี่ย 6.35 ผล ส่วนน้ำหนักผลเฉลี่ย/ผลแต่ละระดับชั้นคุณภาพ คือ ใหญ่มีน้ำหนักเฉลี่ย 347.82 กรัม กลางมีน้ำหนักเฉลี่ย 292.92 กรัม เล็กมีน้ำหนักเฉลี่ย 260.56 กรัม และก้อยมีน้ำหนักเฉลี่ย 157.40 กรัม (Table 1) เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักผลมาสร้างกราฟเส้นโค้งความถี่ พบว่า มีการเหลื่อมล้ำระหว่างระดับชั้นคุณภาพ คือ ระดับชั้นคุณภาพก้อยเหลื่อมล้ำเข้าไปในเล็กร้อยละ 3.23 ระดับชั้นคุณภาพเล็กเหลื่อมล้ำเข้าไปในก้อย 1.85 ระดับชั้นคุณภาพเล็กเหลื่อมล้ำเข้าไปในกลางร้อยละ 37.5 ระดับชั้นคุณภาพกลางเหลื่อมล้ำเข้าไปในเล็กร้อยละ 24.19 ระดับชั้นคุณภาพกลางเหลื่อมล้ำเข้าไปในใหญ่ร้อยละ 22.73 และระดับชั้นคุณภาพใหญ่เหลื่อมล้ำเข้าไปในกลาง ร้อยละ 25 ระดับชั้นคุณภาพเล็กเหลื่อมล้ำเข้าไปในใหญ่ร้อยละ 0.66 และระดับชั้นคุณภาพใหญ่เหลื่อมล้ำเข้าไปในเล็กร้อยละ 0.53 (Figure1) ชนิดและร้อยละของตำหนิที่พบในผลน้อยหน่าทั้ง 4 ระดับชั้นคุณภาพโดยเฉลี่ยได้แก่ โรคราดำ (ร้อยละ 6.03) และตำหนิจากผลแตก (ร้อยละ 1.64)

ค่าเฉลี่ยความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ความหนาแน่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ส่วนคุณภาพภายในของผลน้อยหน่า พบว่า น้ำหนักเนื้อ และจำนวนเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ค่าร้อยละของส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณ TSS ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ TA และสัดส่วน TSS ต่อ TA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3)

Table 1 Average fruit number/kg and fruit weight of sugar apple in each grade.

Grade	Fruit number/kg (fruit)	Fruit weight (g)
Big	2.87	347.82
Medium	3.41	292.92
Small	3.83	260.56
Mini	6.35	157.40

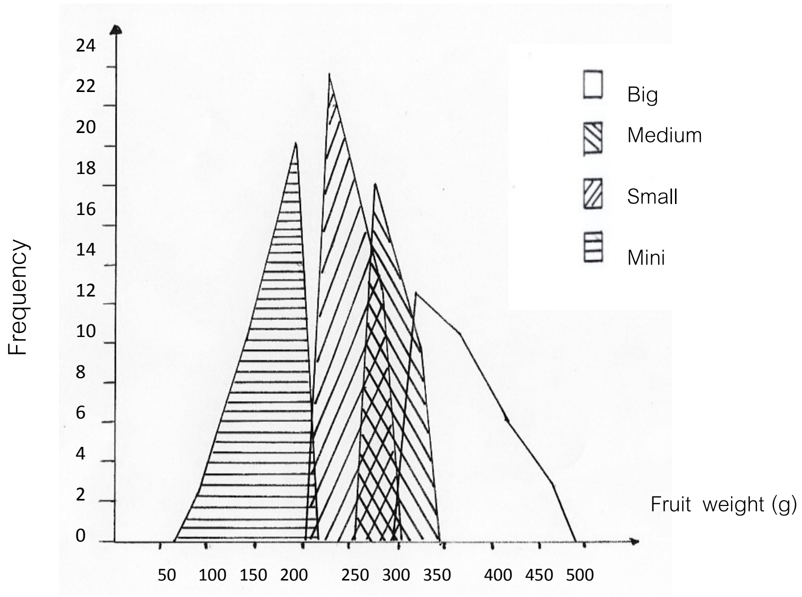


Figure 1 Overlapping in frequency curves of sugar apple fruit weight in each grade.

Table 2 Fruit width, length, weight and density of sugar apple in each grade.

Grade	Width (cm)	Length (cm)	Weight (g)	Density (g/ml)
Big	8.72a[1/]	8.37a	316.57a	0.9
Medium	8.44a	8.01ab	266.85b	0.9
Small	8.27a	7.66b	233.72c	0.9
Mini	6.36b	5.56c	103.44d	1.1
F-test	**	**	**	ns
CV (%)	7.73	7.82	14.98	20.72

ns = Non significance ** Significantly at 1% level

1/ Mean within the same column followed by the same letter are not significantly different at 1% level according to DMRT

Table 3 Fruit edible fruit flesh, percentage of recovery, No. of seeds and firmness of sugar apple in each grade.

Grade	Edible fruit flesh (g)	Percentage of recovery (%)	No. of seeds/ fruit (seed)	Firmness (Newton)
Big	168.98a[1/]	54.00	59.6a	5.23
Medium	143.71ab	52.81	44.7b	4.95
Small	119.78b	51.40	37.0b	5.52
Mini	48.13c	47.41	15.8c	4.35
F-test	**	ns	**	ns
CV (%)	25.65	19.84	30.56	29.08

ns = Non significance ** Significantly at 1% level

1/ Mean within the same column followed by the same letter are not significantly different at 1% level according to DMRT

วิจารณ์ผล

จากกราฟเส้นโค้งความถี่พบว่ามีการเหลื่อมล้ำระหว่างระดับชั้นคุณภาพค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดระดับชั้นคุณภาพด้วยสายตาของเกษตรกร ยังไม่ได้มาตรฐานเพียงพอ ซึ่งเกิดขึ้นเหมือนกับชมพู่ (ถนอมพรรณ และคณะ, 2547; ณัฐยา และคณะ, 2547; ปรียารัฐ, 2552) และฝรั่ง (กวิศร์ และคณะ, 2550) ดังนั้นควรมีการปรับปรุงวิธีการจัดระดับชั้นคุณภาพของน้อยหน่าและจัดทำข้อกำหนดต่างๆให้ชัดเจน ดังที่มีการจัดทำไว้ในต่างประเทศ (Economic and Social Council, 2001) เมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เช่นเดียวกับในชมพู่

(ณัฐยา และคณะ, 2547) ความแน่นเนื้อ ค่าเปอร์เซ็นต์ recovery ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งเหมือนกับผลการทดลองในฝรั่ง (กวิศร์ และคณะ, 2550) ด้านปริมาณ TA TSS และ TSS/TAไม่แตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลิตผลที่นำมาศึกษาอยู่ในระยะสุกแก่เดียวกันทำให้ได้ค่าของปริมาณ TA TSS และ TSS/TA ใกล้เคียงกันในทุกระดับชั้นคุณภาพ ซึ่งเป็นแบบเดียวกันกับ ผลการวิจัยในลองกอง (กวิศร์ และคณะ, 2551) แต่ต่างจากผลการวิจัยในชมพู่ (ปรียารัฐ, 2552) อาจเป็นเพราะผลชมพู่ที่มีขนาดใหญ่มีความสมบูรณ์มากกว่าผลเล็กหรือรูปแบบการพัฒนาขณะผลสุขต่างกันไป จึงส่งผลให้ปริมาณ TA และ TSS แตก ต่างกัน

สรุปผล

การประเมินการจัดระดับชั้นคุณภาพน้อยหน่าของเกษตรกร อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา ใช้ขนาดของผลเป็นเกณฑ์ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับชั้นคุณภาพ คือ ใหญ่ กลาง เล็ก และก้อย การเหลื่อมล้ำระหว่างระดับชั้นคุณภาพค่อนข้างสูง คุณภาพภายนอก พบว่า ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ความหนาแน่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคุณภาพภายในของผลน้อยหน่า พบว่า น้ำหนักเนื้อ และจำนวนเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ค่าร้อยละของส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณ total soluble solids (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และสัดส่วน TSS ต่อ TA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล และเสาวคนธ์ มูลศาสตร์, 2550, การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของผลฝรั่งพันธุ์เย็นสอง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6): 156-159.

กวิศร์ วานิชกุล และเพ็ญระพี ทองอินทร์, 2551, แนวทางการจัดชั้นคุณภาพผลลองกอง (*Aglaia dookoo* Griff.), เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาพืช วันที่ 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2551, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 279-286.

ณัฐยา ศรีสวัสดิ์ และกวิศร์ วานิชกุล, 2547, การประเมินผลการจัดชั้นมาตรฐานของชมพู่เพชรสายรุ้งโดยผู้ปลูก, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 35(5-6): 537-540.

ถนอมพรรณ เลิศไกร และกวิศร์ วานิชกุล, 2547, การประเมินผลการจัดชั้นมาตรฐานของชมพู่ทูนเกล้าโดยผู้ปลูก, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 35(5-6): 521-524.

ปรียารัฐ ภูสุวรรณ, 2552, การประเมินผลการจัดชั้นมาตรฐานของชมพู่ทับทิมจันทร์ จากตลาดปฐมมงคล จังหวัดนครปฐม, ปัญหาพิเศษปริญญาโท, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม: 46.

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์ วันทนีย์ ชุ่มจิตต์ และศิริพร วรกุลดำรงชัย, 2532, การกำหนดมาตรฐานคุณภาพทุเรียน เงาะ และ มะม่วง เพื่อการส่งออก, วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน, 12(8): 48-58.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546, ลำไย, มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เล่มที่ 12 ตอนพิเศษ 115 ง. [สืบค้น], http://www.acfs.go.th/standard/download/longans.pdf. [27/January/ 2552].

Anonymous, 2008, Grading of Fruit [Online], Available: http://horticulture.psu.rdu/courses/hort432/lecturenotes/grading.html [22/July/2008].

Economic and Social Council, 2001, Concerning the Marketing and Commercial Quality Control of ANNONAS Moving in International Trade Between and to UN/ECE Member Countries[Online], Available: http://www.unece.org/trande/agr/meetings/ge [31/October / 2008].

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียเพื่อชุมชนบริเวณอ่าวปัตตานี
Development of Value-Added Products from *Gracilaria* spp. for the Communities Surrounding Pattani Bay

อมมี เบญจมะ[1] ระพีพร เรืองช่วย[1] โชคชัย เหลืองธุวปราณีต[1] นิรัติศัย เพชรสุภา[1] และ พายัพ มาศนิยม[1]
Benchama, O.[1], Ruangchoy, R.[1], Luangthuvapranit, C.[1], Petchsupa, N.[1] and Masniyom, P.[1]

Abstract

Investigation of potential for development of value-added products from *Gracilaria* spp. was conducted for the communities surrounding Pattani Bay. The concentrated concept of development to improve the processing and the varieties of seaweed products. The results of this development product were clean, natural appearance and long lasting for dried seaweed, coarsely-ground dried seaweed (for feed or food production), refrigerated seaweed-salad, seaweed-added crackers and native-agar extract. The extracted agar can be used for making low calories nutritious health food such as coconut or palm jelly and milk jelly with fruit salad. The data obtains in this study offered the people in the community new alternatives for seaweed consumption and occupation opportunity. The research achieved the expected for consideration both potentials and the limitations of the community. It maintained that the development should be suitable for the lifestyle of people in the community, economical and dependent on local plants as raw materials to produce identity food products of Pattani Province.
Keywords: *Gracilaria*, agar, dried seaweed, seaweed products

บทคัดย่อ

ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่าย *Gracilaria* spp. ให้กับชุมชนบริเวณอ่าวปัตตานี โดยใช้แนวความคิดการพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายให้มีคุณภาพดีและมีรูปแบบหลากหลายมากยิ่งขึ้น ผลของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ คือ ได้ผลิตภัณฑ์สาหร่ายตากแดดแห้งที่สะอาด สีใกล้เคียงธรรมชาติ และเก็บได้นานขึ้น สาหร่ายอบแห้งบดหยาบ (ใช้สำหรับการทำอาหารและเป็นอาหารสัตว์) ยำสาหร่ายแช่เย็นพร้อมบริโภค ข้าวเกรียบเสริมสาหร่ายกึ่งสำเร็จรูป และวุ้นสกัด โดยวุ้นที่สกัดได้สามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่ให้พลังงานต่ำ มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วุ้นมะพร้าว วุ้นลูกตาลโตนด และเต้าฮวยฟรุตสลัด ข้อมูลที่ศึกษาได้สามารถใช้เป็นทางเลือกใหม่ในการบริโภคหรือประกอบอาชีพและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชุมชน ซึ่งการศึกษาได้บรรลุเป้าหมายเนื่องจากได้มีการคำนึงถึงศักยภาพและข้อจำกัดของชุมชน การคงไว้ให้มีการพัฒนาที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตของคนในชุมชน สภาพเศรษฐกิจและพืชท้องถิ่นที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารของจังหวัดปัตตานีต่อไป
คำสำคัญ: กราซิลาเรีย วุ้น สาหร่ายแห้ง ผลิตภัณฑ์สาหร่าย

คำนำ

สาหร่ายทะเลสีแดงสกุลกราซิลาเรียมีแพร่กระจายทั่วโลก ชนิดที่พบในเมืองไทย เช่น สาหร่ายผมนาง มีทัลลัสเป็นเส้นสายขนาดเล็กยาวและมีสีคล้ำจนเกือบดำ โดยพบในอ่าวปัตตานีและทะเลสาบสงขลา ได้แก่ สาหร่ายผมนางเส้นใหญ่ และสาหร่ายผมนางเส้นเล็ก (Ruangchuay และคณะ, 2007) เป็นแหล่งของโปรตีน แร่ธาตุ วิตามินต่างๆ รวมทั้งมีปริมาณเส้นใยสูง สาหร่ายชนิดนี้จึงมีศักยภาพนำไปใช้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มที่มีคุณค่าโภชนาการ แต่ให้พลังงานต่ำ (ระพีพร และคณะ, 2549; Norziah และ Ching, 2000) ใช้ป้องกันและรักษาโรคต่างๆ การบริโภคนิยมนำมาทำยำ ผักลวกจิ้มน้ำพริก สำหรับในระดับอุตสาหกรรมใช้สาหร่ายเป็นวัตถุดิบในการผลิตวุ้น นอกจากนี้ยังนำมาทำอาหารสัตว์น้ำสำหรับเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ ปูม้า และปูทะเล ส่วนในทางการเกษตรนำไปใช้ทำปุ๋ย (Armisen, 1995)

อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายผมนางของประชากรในพื้นที่บริเวณอ่าวปัตตานียังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด และไม่เต็มศักยภาพเท่าที่ควร โดยมีการจำหน่ายสาหร่ายสดราคากิโลกรัมละ 6-10 บาท ส่วนการแปรรูป เช่น ทำสาหร่ายตากแห้งจำหน่ายในกิโลกรัมละ 50-70 บาท และนำไปประกอบอาหาร เช่น ยำสาหร่าย (Figure 1) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์

[1]ภาควิชา เทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000
[1]Department of Technology and Industry, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Muaeng, Pattani, 94000 Thailand

ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่ายผมนางให้กับชุมชนในหลากหลายรูปแบบ เพื่อเป็นทางเลือกในการบริโภค หรือประกอบอาชีพเสริมให้กับประชากรในพื้นที่อ่าวปัตตานีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่ายผมนางให้กับชุมชน ดำเนินการโดย

1. การสร้างความคิดผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่าย

ศึกษาข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายผมนางที่ชาวบ้านทำมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์กลุ่มชาวประมง เกษตรกรผู้เลี้ยงสาหร่าย และกลุ่มแม่บ้าน รวมทั้งนักวิชาการส่วนราชการในจังหวัดปัตตานี เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอยะหริ่ง และอำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี

2. ศึกษาและประยุกต์วิธีการผลิตที่เหมาะสมกับกลุ่มชุมชน (สามารถใช้อุปกรณ์ เครื่องมือที่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรมีใช้อยู่แล้ว) พัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3. ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (AOAC, 1995) และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา (BAM, 2001) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบ (ระดับคะแนน 1 ถึง 7)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาการสร้างแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่ายผมนางให้กับชุมชน ได้ข้อสรุป คือ

1.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำแห้ง ที่ชาวบ้านหรือชุมชนทำเพื่อจำหน่ายหารายได้อยู่แล้ว ให้มีรูปแบบความหลากหลายมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน ได้แก่ สาหร่ายตากแห้ง อบแห้ง พร้อมปรุง และอบแห้งบดหยาบ (Figure 2) โดยการตากแดดหรืออบแห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส บรรจุในถุงพลาสติก oriented polypropylene (OPP) เพื่อป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซ ทั้งนี้ในกระบวนการผลิตประยุกต์ใช้หลักการสุขอนามัยที่ดี เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เก็บรักษาไว้ได้นาน และสามารถนำมาจำหน่ายหรือใช้ในช่วงฤดูกาลที่ไม่มีสาหร่าย นอกจากนี้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จะให้ความสะดวกในการจัดการ การขนส่ง รวมทั้งการนำไปใช้ ผู้บริโภคที่ซื้อจะนำสาหร่ายไปใช้ในการประกอบอาหารหรือแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และยังนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอาหารสัตว์

1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความเป็นเอกลักษณ์โดยใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นมาแปรรูป งบประมาณในการลงทุนไม่สูงนัก และควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโอกาสสร้างรายได้ให้กับชุมชน ได้แก่ การสกัดวุ้น โดยเริ่มจากนำสาหร่ายสดมาล้างทำความสะอาด ตากแดดจนสาหร่ายมีสีซีด นำไปต้มกับน้ำให้เดือด โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วนำมากรองแยกกาก วุ้นที่สกัดได้ให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยร้อยละ 40 และมีความแข็งแรงของเจลวุ้น 163 g/cm^2 (ระพีพร และคณะ, 2549) และสามารถนำมาทำขนมวุ้นต่างๆ โดยเติมผลไม้ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น ได้แก่ วุ้นมะพร้าว วุ้นลูกตาล เต้าฮวยฟรุตสลัด หรือวุ้นผลไม้อื่นๆ นอกจากนี้อาจใช้วุ้นเป็นส่วนผสมทำให้เกิดความข้นหนืดหรือความคงตัวในผลิตภัณฑ์ เช่น แยม น้ำสลัด ฯลฯ และมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ อาทิ เช่น ยำสาหร่ายแช่เย็นพร้อมบริโภค สาหร่ายแผ่นปรุงรส และข้าวเกรียบเสริมสาหร่าย (Figure 3) ตามวิธีการผลิตที่รายงานโดย ระพีพร และคณะ (2549)

2. จากการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สาหร่าย (Table 1) เช่น สาหร่ายทำแห้งรูปแบบต่างๆ และข้าวเกรียบเสริมสาหร่าย พบว่า มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530) โดยผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำกว่า ร้อยละ 10 วอเตอร์แอคทิวิตีต่ำกว่า 0.6 ปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์และรา น้อยกว่า 10^4 และ 100 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ การวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบและยำสาหร่ายแช่เย็น พบว่า ระดับคะแนนอยู่ระหว่างชอบเล็กน้อย (คะแนน 5.5) ถึงค่อนข้างชอบมาก (คะแนน 6.3)

Table 1 Quality of some seaweed products.

Products	Moisture content	Water activity	Total viable count (CFU/g)	Yeast and mold (CFU/g)
Dried seaweed	6.54	0.40	1,002	25.0
Ground dried seaweed	7.58	0.45	527.5	12.5
Seaweed added cracker	6.62	0.46	1,610	20.0

Values are the average of three determinations

สรุปผล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria* spp.) ให้กับชุมชนบริเวณอ่าวปัตตานี คือ พัฒนาผลิตภัณฑ์เดิมที่ชาวบ้านหรือชุมชนทำเพื่อหารายได้อยู่แล้วให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความเป็นเอกลักษณ์โดยใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นมาแปรรูป งบประมาณในการลงทุนไม่สูงนัก และควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโอกาสสร้างรายได้ให้กับชาวบ้านและชุมชน ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากศึกษาสามารถนำไปถ่ายทอดความรู้แก่ชุมชนและผู้สนใจ เพื่อนำสาหร่ายไปใช้บริโภคหรือเป็นทางเลือกในการประกอบอาชีพของชุมชนบริเวณอ่าวปัตตานีต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนงบดำเนินการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ประจำปี 2548

เอกสารอ้างอิง

ระพีพร เรืองช่วย โชคชัย เหลืองธุวปราณีต นิรัติศัย เพชรสุภา อมมี คุณอารี และพายัพ มาศนิยม, 2549, การเลี้ยงสาหร่ายผมนางเพื่อเป็นอาชีพทางเลือกใหม่สำหรับชาวประมงพื้นบ้านในอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี, รายงานการวิจัย, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ, 138 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมข้าวเกรียบ, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 13 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสาหร่ายทะเลอบ, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 6 หน้า.

AOAC, 1995, Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Armisen, R., 1995, World-wide Use and Importance of *Gracilaria*, Journal of Applied Phycology, 7: 231–243.

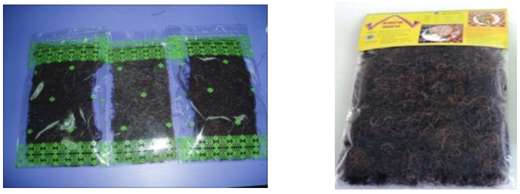
BAM, 2001, Bacteriological Analytical Manual Online, Food and Drug Administation, USA.

Norziah, M.H. and Ching, C.Y., 2000, Nutritional Composition of Edible Seaweed *Gracilaria changgi*, Food Chemistry, 68: 69–76.

Ruangchuay, R., Lueangthuwapranit, C. and Pianthumdee, N., 2007, Apparent Characteristics and Taxonomic Study of Macroalgae in Pattani Bay, Songklanakarin Journal of Science and Technology, 29: 893–905.

(a) Fresh *Gracilaria* spp. (b) Dried seaweed (c) Seaweed salad

Figure 1 Fresh *Gracilaria* spp. and seaweed consumptions in Pattani communities.

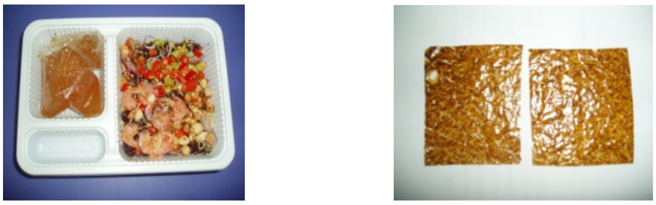


(a) Dried seaweed (for ready to cook)

(b) Dried seaweed (c) Ground-dried seaweed (d) Pale dried seaweed

Figure 2 Development of dried seaweeds.

(a) Extracted agar and agar products (palm jelly, coconut jelly and milk jelly added fruit salad)



(b) Refrigerated seaweed salad (c) Seasoned seaweed sheet product

(d) Fruit and vegetable crackers with added seaweed

Figure 3 Development of value-added products from *Gracilaria* spp.

การปรับปรุงการงอกเมล็ดพันธุ์แฟงที่พักตัวด้วยวิธี Scarification

Improvement of Germination of Dormant Wax Gourd Seed by Scarification

ณกัญญา พลเสน[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1]

Ponsen, N.[1], Photchanachai, S.[1], Uthairatanakij, A.[1] and Boonyaritthongchai, P.[1]

Abstract

A study of scarification on germination improvement of dormant wax gourd seeds with initial of 19.5% germination, 5.8% abnormal seedlings and 6.3% dead seeds was conducted. Cutting at the edge of outer testa and peeling outer testa increased germination to be 50.0 and 48.0% whereas the seeds soaking in hot water at 50°C for 30 min, scrubbing with sandpaper, soaking in distilled water for 7 h with air circulation every hour for 45 min, soaking in hot water for 30 min combined with hot air oven for 16 h and hot air oven at 50°C for 16 h had 33.3, 32.3, 30.3, 25.0 and 23.8% germination, respectively. The seeds scarified by hot air oven at 50°C for 16 h and soaking in hot water for 30 min combined with hot air oven for 16 h exhibited the highest dead seeds and abnormal seedlings compared to the other scarification treatments. Our results suggest that cutting at the edge of outer testa would be an appropriated method for further application.

Keywords: wax gourd seed, dormancy, seed germination, *Scarification*

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้วิธี scarification เพื่อปรับปรุงการงอกของเมล็ดพันธุ์แฟงที่พักตัว โดยมีความงอกร้อยละ 19.5 เมล็ดผิดปกติร้อยละ 5.8 และเมล็ดตายร้อยละ 6.3 พบว่า การตัดเปลือกและการแกะเปลือกเมล็ดทำให้เมล็ดมีร้อยละความงอก ร้อยละ 50.0 และ 48.0 ส่วนการแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาที, การขัดด้วยกระดาษทราย, การแช่น้ำกลั่น 7 ชั่วโมงร่วมกับการให้อากาศผ่านน้ำ 45 นาที ทุกชั่วโมง, การแช่น้ำอุ่น 50 องศาเซลเซียส 30 นาที ร่วมกับการอบลมร้อน 16 ชั่วโมง, การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมง มีความงอกร้อยละ 33.3, 32.3, 30.3, 25.0 และ 23.8 ตามลำดับ การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมง และการแช่น้ำอุ่น 50 องศาเซลเซียส 30 นาที ร่วมกับการอบลมร้อน 16 ชั่วโมง ทำให้มีจำนวนต้นกล้าที่ผิดปกติและปริมาณเมล็ดเน่าสูงกว่าการใช้วิธี scarification อื่นๆ จากงานวิจัยนี้อาจกล่าวได้ว่า การตัดปลายเมล็ดเป็นวิธีที่เหมาะสม สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเมล็ดพันธุ์แฟงได้

คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์แฟง การพักตัว ความงอก วิธีกล

คำนำ

แฟงเป็นพืชผักที่สำคัญอย่างหนึ่ง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง และนำไปประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน หรือแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหารได้ (กระยาทิพย์, 2542) ทั้งผลสดและแห้งมีสรรพคุณทางยา ดังนั้นแฟงจึงเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ยังคงมีความต้องการอย่างกว้างขวาง โดยทั่วไปการขยายพันธุ์แฟงนิยมใช้เมล็ดพันธุ์ปลูกโดยตรง อย่างไรก็ตามพบว่า เมล็ดพันธุ์แฟงมีปัญหาการพักตัว ทำให้มีร้อยละความงอกต่ำ โดยเฉพาะเมล็ดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ สาเหตุการพักตัวที่แท้จริงของเมล็ดแฟงและพืชในตระกูลแตงนั้น ยังไม่มีรายงานที่แน่ชัด แต่มีรายงานว่า เกิดจากสาเหตุเปลือกของเมล็ดหนาและแข็งหรืออาจเกิดจากเยื่อหุ้มคัพภะ หรือทั้งสองสาเหตุรวมกัน เนื่องจากทั้งเปลือกและเยื่อหุ้มคัพภะไม่ยอมให้น้ำ และออกซิเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านได้ (Vilela และ Ravetta, 2001) ซึ่งได้มีการศึกษาการกระตุ้นการงอกเมล็ดในพืชตระกูลแตงและถั่วด้วยการทำ scarification หลายวิธีอาทิเช่น พบว่า เดือนเต็ม และคณะ (2552) ได้ตัดปลาย และแกะเปลือกช่วยให้เมล็ดมีความการแทงรากเพิ่มขึ้นร้อยละ 96.0 และ 95.5

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียน-ชายทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 49 Soi Teintalay 25 Bangkhuntein-Chaytalay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein, Bangkok, 10150

เช่นเดียวกับ Nerson (2002) พบว่า เมล็ดพันธุ์ watermelon ที่ลอกเปลือกหุ้มเมล็ดออกสามารถกระตุ้นทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และอัตราการงอกมากกว่าร้อยละ 50 เมื่อนำเมล็ดบวบเหลี่ยม แฟง และมะระ แช่ในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้น 65-89 เปอร์เซ็นต์(ภานุมาศ และปิยดา, 2550) เมล็ดฟักเขียวที่แช่ในน้ำพร้อมกับการให้อากาศผ่านน้ำ ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น 99.0 เปอร์เซ็นต์ (นาฏญา, 2548) ส่วนเมล็ดถั่วที่มีปัญหาการงอกนำมาขัดด้วยกระดาษทรายช่วยทำให้เมล็ดงอกเพิ่มขึ้นและงอกเร็วกว่าวิธีการอื่น (Ortega และคณะ, 2002) นอกจากนี้ยังมีวิธี scarification อื่นๆ เช่น วิธีการอบเมล็ดด้วยลมร้อนเป็นต้น แม้ว่าสามารถปรับปรุงการงอกของเมล็ดแฟงที่พักตัวได้เพิ่มขึ้น แต่ความงอกยังค่อนข้างต่ำ

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการงอกของเมล็ดแฟงที่พักตัวด้วยวิธี scarification ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดแฟงที่ซื้อจากบริษัทเมล็ดพันธุ์ตราสิงห์มาศึกษาการกระตุ้นการงอกของเมล็ดโดยการทำ scarification 7 วิธี ได้แก่ การตัดเปลือกเมล็ด, การแกะเปลือกเมล็ด, การขัดด้วยกระดาษทราย, การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง, การแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที, การแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ร่วมกับการอบลมร้อนอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง, การแช่น้ำกลั่น 7 ชั่วโมงร่วมกับการให้อากาศผ่านน้ำ 45 นาที ทุกชั่วโมง แล้วนำมาตรวจสอบลักษณะต่างๆ ได้แก่ ร้อยละความงอก (Germination percentage) ตามมาตรฐานของ ISTA (2007) ความแข็งแรงของเมล็ดทดสอบโดยวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling growth rate; SGR) ดัชนีการงอก (Germination index; GI) และค่า Days to emergence (DTE) ซึ่งทำการทดลอง 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด และนำทดสอบความมีชีวิตโดยวิธี Tetrazolium test (TZ) วางแผนการทดลองแบบ Complete randomized design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการใช้วิธี scarification เพื่อปรับปรุงการงอกของเมล็ดพันธุ์แฟงที่มีการพักตัวพบว่า scarification ทุกวิธีทำให้ร้อยละความงอกของเมล็ดแฟงเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยวิธีการตัดปลายและแกะเปลือกเมล็ดกระตุ้นให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น (50-48 เปอร์เซ็นต์) ดีกว่าวิธีการอื่นๆ (Table 1) ในขณะที่การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกต่ำสุด (23.8 ร้อยละ) นอกจากนี้การแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที, การขัดด้วยกระดาษทราย, การแช่น้ำกลั่น 7 ชั่วโมงร่วมกับการให้อากาศผ่านน้ำ 45 นาที ทุกชั่วโมง และการแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ร่วมกับการอบลมร้อนอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 33.3, 32.3, 30.0 และ 25.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) การตัดปลายและแกะเปลือกเมล็ดยังทำให้ดัชนีการงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้ามีค่าสูง แต่ให้ผลไม่แตกต่างกันกับวิธีอื่นๆ (Table 1) เดือนเต็ม และคณะ (2552) รายงานว่า การตัดปลายและการแกะเปลือกเมล็ดพันธุ์ฟักและแฟงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การแทงรากมีค่า 96.0 และ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มสูงกว่าชุดควบคุม เนื่องจากองค์ประกอบโครงสร้างเปลือกเมล็ดแฟงส่วนใหญ่เป็น cellulose (β-glucan) และเซลล์มีการจัดเรียงตัวกันอย่างหนาแน่น (Yim และ Bradford,1998) โดยลักษณะโครงสร้างเปลือกของเมล็ดพันธุ์แฟงมีสารประกอบจำพวก wax และ suberin ซึ่งเป็นชั้นที่ป้องกันการซึมผ่านของน้ำและอากาศในส่วน outer membrane (Welbaum และ Branford, 1990) ดังนั้นเมื่อนำเมล็ดมาตัดปลาย หรือแกะเปลือกจึงทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านเข้าไปในส่วน outer membrane ส่งผลให้เมล็ดแฟงมีความงอกเพิ่มสูงขึ้นกว่า scarification วิธีอื่น (Table 1) เช่นเดียวกับ สรายุทธ์ และคณะ (2550) กล่าวว่า การตัดเปลือกหุ้มเมล็ดโดยใช้ใบมีดผ่าตัด หรือใช้กรรไกรตัดเล็บในเมล็ดพันธุ์ถั่วคาวาลเคด ถั่วไมยรา ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วฮามาต้า ช่วยให้เมล็ดสามารถงอกได้ดีขึ้นกว่า scarification วิธีอื่น การทำ scarification โดยตัดปลายและแกะเปลือกเมล็ดทำให้มีต้นกล้าผิดปกติ (15.8 และ17.8 เปอร์เซ็นต์) และมีเมล็ดเน่าน้อยที่สุด (12.5 และ 12.0 เปอร์เซ็นต์) (Table 1) ส่วนการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง และการแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ร่วมกับการอบลมร้อนอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง มีต้นกล้าผิดปกติ 25.0 และ 28.5 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดเน่ามีค่า 30.0 และ 25.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าวิธี scarification อื่นๆ นอกจากนี้ทั้ง 2 วิธี DTE มีค่า 5.7 และ 4.4 ซึ่งสูงสุด (Table 1) เมื่อนำเมล็ดที่มีการดูดน้ำแต่ไม่งอก ไปทดสอบ

ความมีชีวิตด้วยวิธี TZ พบว่า ชุดควบคุมมีค่า 94.0 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเมล็ดแฟงที่ผ่านการทำ scarification ทุกวิธี การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง และการแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ร่วมกับการอบลมร้อนอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง ความมีชีวิตมีค่าน้อยที่สุด 71.0 และ 72.5 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) ดังนั้นเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ scarification ย่อมได้รับความเสียหายน้อยกว่าเมล็ดที่ผ่านการทำ scarification การตัดปลายและแกะเปลือก เมล็ดได้รับความกระทบกระเทือนน้อยที่สุด ส่วนการให้ความร้อนทุกวิธีทำให้เมล็ดตายและต้นกล้าผิดปกติสูงเพราะอุณหภูมิที่สูงอาจจะไปมีผลโดยตรงต่อปฏิกิริยาเคมี ส่งเสริมให้กิจกรรมทางเมตาบอลิซึมภายในเมล็ดหยุดชะงักชั่วคราวหรือถาวร และอาจไปมีผลทำให้ส่วนของ radical ได้รับความเสียหาย ส่งผลให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้ (วัลลภ, 2540; Velempini และคณะ, 2003) ซึ่งสังเกตได้จากจำนวนเมล็ดที่เน่า ต้นกล้าผิดปกติ และการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ด (Table 1) ส่วน scarification วิธีอื่นๆ เช่น การแช่น้ำกลั่น 7 ชั่วโมงร่วมกับการให้อากาศผ่านน้ำทุก 45 นาที น้ำและอากาศอาจจะซึมผ่านเยื่อหุ้มคัพภะได้น้อย จึงส่งผลให้เมล็ดแฟงไม่สามารถงอกได้ (Yang และคณะ, 2007; ลัดดาวัลย์ และคณะ, 2549)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าเมล็ดแฟงที่ทำ scarification มีความงอกและดัชนีการงอกเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุม แต่ความงอกยังค่อนข้างต่ำอยู่ ดังนั้นการพักตัวของเมล็ดแฟงน่าจะมีสาเหตุอื่นรวมอยู่ด้วย อาจเป็นไปได้ว่าการพักตัวเกิดจากเปลือกของเมล็ดสารยับยั้งการงอก และคัพภะมีการพักตัว หรือทั้งสองอย่างรวมกัน ที่เป็นสาเหตุสำคัญ ซึ่งขณะนี้ผู้วิจัยกำลังดำเนินการทดลองเพิ่มเติมเพื่อที่จะทำให้ทราบถึงสาเหตุการพักตัวที่แท้จริง และวิธีการที่เหมาะสมที่มีประสิทธิภาพต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตรต่อไป

Table 1 Effect of scarification on germination percentage, abnormal seeds, dead seeds, germination index, days to emergence and seedling growth rate.

Treatment	Germination (%)	Abnormal seeds (%)	Dead seeds(%)	Germination index (GI)	DTE	SGR (mg/plant)	TZ (%)
ชุดควบคุม	19.5d	5.8e	6.3e	3.0c	5.8	24.3	94.0a
แกะเปลือก	48.0a	15.8d	12.5d	4.5a	4.0	25.5	85.0ab
ตัดเปลือก	50.0a	17.8cd	12.0d	4.6a	3.7	25.4	85.0ab
ขัดด้วยกระดาษทราย	32.3b	21.5bc	25.0b	4.3ab	4.1	24.6	76.3bc
อบลมร้อน 50°C 48 ชม.	23.8c	25.0ab	30.0a	3.2c	5.7	24.5	71.0c
แช่น้ำอุ่น 50°C 30 นาที	33.3b	20.0bcd	19.3c	4.4ab	4.2	24.6	80.0bc
แช่น้ำอุ่น 50°C + อบลมร้อน 16 ชม.	25.5c	28.5a	25.0b	4.0abc	4.4	24.7	72.5c
แช่ในน้ำกลั่น 7 ชั่วโมง+อากาศผ่านน้ำทุก 45 นาที	30.0b	17.5cd	20.0c	3.8bc	4.2	25.1	80.0bc

Means in the column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's New Multiple Range Test at P =0.05

สรุปผล

เปลือกเมล็ดเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการพักตัวของเมล็ดแฟงซึ่งจะป้องกันการผ่านของน้ำและออกซิเจน ดังนั้นการทำ scarification เมล็ดแฟงด้วยการตัดปลายและการแกะเปลือกเมล็ดออก จึงสามารถช่วยปรับปรุงการงอกของเมล็ดแฟงให้มีความงอกเพิ่มขึ้นและให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดตายและต้นกล้าผิดปกติต่ำกว่าการอบลมร้อนและการแช่น้ำร้อน

เอกสารอ้างอิง

กระยาทิพย์ เรือนใจ, 2542, คุณค่านานาผักเพื่อสุขภาพ, บริษัท ยูโรปาเพรส จำกัด, กรุงเทพฯ, 144 หน้า.

กัญจนา ดีวิเศษ ไฉน น้อยแสง นัยนา สิทธิประเสริฐ สมชาย ช้างแก้วมณี และอุไรวรรณ รอดจันทร์, 2542, ผักพื้นบ้านภาคกลาง, โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ, 279 หน้า.

เดือนเต็ม ลอยมา ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ภานุมาศ ฤทธิไชย และกนก รัตนะกนกชัย, 2552, ผลของ scarification ต่อการ กระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ Benincasa hispida (Thunb.) Cogn. Seeds, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(1): 333-336.

นาฎญา โสภา, 2548, การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวโดยวิธี Hydropriming, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, 54 หน้า.

ภานุมาศ ฤทธิไชย และปิยดา บูรการ, 2550, ผลของการแช่น้ำอุ่นที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบวบเหลี่ยม, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6): 204-207.

ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา ทักษอร บุญชู และทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, 2550, การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวโดยการใช้ ethephon, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6): 283-286.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2538, สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 213 หน้า.

วัลลภ สันติประชา, 2540, เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา, 227 หน้า.

สรายุทธ์ ไทยเกื้อ ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา และพิมพาพร พลเสน, 2550, รายงานผลการวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2550, กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 35-50.

ISTA, 2007, International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Nerson, H. and Govers, A., 1985, Salt Priming of Muskmelon Seeds for Low-temperature Germination. Scientia Horticulture, 28: 85-91.

Ortega, B.P., de Vianaand, M.L. and Suhring, S., 2002, Germination in Prosopis Ferox Seeds: Effects of Mechanical Chemical and Biological Scarificators, Arid Environments, 50: 185–189.

Velempini, P., Riddoch, I. and Batisani, N., 2003, Seed Treatments for Enhancing Germination of Wild Okra (Corchorus olitorius), Agronomy, 39: 441-447.

Vilela, A.E. and Ravetta, D.A., 2001, The Effect of Seed Scarification and Soil-media on Germination Growth Storageand Survival of Seedlings of Five Species of Prosopis L. (Mimosaceae), Arid Environments, 48: 171–184.

Welbaum, G.E. and Bradford, K.J., 1990, Water Relation of Seed Development and Germination in Muskmelon (Cucumis melon L.). IV. Characteristics of Perisperm during Seed Development, Plant Physiology, 92: 1038-1045.

Yang, Q., Wan-Hui, Y. and Xiao-Juan, Y., 2007, Dormancy and Germination of Areca Triandra Seeds, Scientia Horticulturae, 108: 107–111.

Yim, K.O. and Bradford, K.J., 1998, Callose Deposition is Responsible for Apoplastic Semipermeability of the Endosperm Envelope of Muskmelon Seeds, Plant Physiology, 118: 83–90.

ความเกี่ยวข้องของ antioxidant enzymes และ lipid peroxidation กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ hydropriming

Involvement of Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation on Seed Vigour of Maize Seeds cv. Suwan 5 Through Hydropriming

ภภัสสร วัฒนกุลภาคิน[1] คิน เลย์ คู[1] กนก รัตนะกนกชัย[1] ภาณุมาศ ฤทธิชัย[2] และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[3]*

Wattanakulpakin, P.[1], Kyu, K.L.[1], Ratanakhanokchai, K.[1], Ritthichai, P.[2] and Photchanachai, S.[3]*

Abstract

Maize seeds (*Zea mays* L.) ‘Suwan 5’ from Nation Corn and Sorghum Research Center (NCSRC) was hydroprimed for 6-18 h at 25°C. Hydropriming did not effect to seed germination compared to the control seeds. Hydropriming for 6 and 12 h improved the seed vigour as indicated by a higher germination percentage after seed ageing at 42°C and 100% RH for 96 h. However, the longer hydropriming times by 18 h significantly reduced seed vigour compared to the seeds primed for 6 and 12 h. While, the declined malondialdehyde (MDA) content in seeds primed for 18 h was significantly different to the other treatments. Hydropriming for 12 and 18 h decreased the superoxide dismutase (SOD) activity compared to the control seeds. Ascobate (APX) activity was independent by the different priming treatments. The experiment suggests that the seed vigour of maize primed seeds do not involve with lipid peroxidation but declining seed vigour may be related to a reduction of SOD activity.

Keywords: seed vigour, priming, antioxidant enzymes, lipid peroxidation

บทคัดย่อ

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 จากสถานีวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่ hydropriming เป็นเวลา 6-18 ชม. ที่อุณหภูมิ 25°C พบว่า hydropriming ไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ hydropriming เป็นเวลา 6 และ 12 ชม. มีความแข็งแรงสูงขึ้นเมื่อทดสอบโดยการเร่งอายุที่ 42°C ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 96 ชม. แต่ hydropriming เป็นเวลา 18 ชม. ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่ hydropriming เป็นเวลา 6 และ 12 ชม. และพบว่าปริมาณ malondialdehyde (MDA) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ในขณะที่กิจกรรมของ superoxide dismutase (SOD) ของเมล็ดข้าวโพดที่ hydropriming เป็นเวลา 12 และ 18 ชม. ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่ hydropriming ไม่มีผลต่อกิจกรรมของ ascobate peroxidase (APX) จากผลการทดลองพบว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ hydropriming ไม่มีความเกี่ยวข้องกับ lipid peroxidation แต่การลดลงของความแข็งแรงอาจมีความสัมพันธ์กับการลดลงของกิจกรรม SOD

คำสำคัญ: ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์, priming, antioxidant enzymes, lipid peroxidation

[1]สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 49 ม.8 ถ.เทียนทะเล 25 แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม.10150

[1]Division of Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 49 Moo. 8,Tientalay 25 Rd., Thakham, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand.

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 99 ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

[2]Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technolog, Thammasat University Rangsit Center, 99 Paholyothin Rd., Klongluang, Patumtani 12121, Thailand.

[3]หลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 49 ม.8 ถ.เทียนทะเล 25 แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม.10150

[3]Postharvest Programme, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 49 Moo. 8, Tientalay 25 Rd., Thakham, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand.

Introduction

Priming has been widely used to improve seed germination and vigour in many crop species. The advantages of priming, improved seed vigour, are reported to involve with the repair and build up of nucleic acids, the increased synthesis of proteins as well as the repair of membranes (McDonald, 1999). Priming also enhances the activities of scavenging enzymes and reduces lipid peroxidation, indicating by MDA content, result to the increase in seed germination and vigour in purple coneflower (Chiu *et al*., 2006) and bitter gourd seeds (Wang *et al*., 2003). However, improper priming processes, due to the unfavorable imbibitions and re-drying steps, generate reactive oxygen species (ROS) such as superoxide radical (O_2^-), hydrogen peroxide (H_2O_2) and hydroxyl radical (Leprince *et al*., 1994). ROS can initiate injurious degradation causing lipid peroxidation, membrane deterioration, protein and nucleic acids degradation leading to reduce seed vigour and cell death (McDonald, 1999).The poorer longevity of primed *sh-2* sweet corn seeds than unprimed seeds was found (Chang and Sung, 1998). The effect of priming on seed vigour and biochemical mechanisms is depended on seed species and priming methods (McDonald, 1999). The aim of this research was to study the involvement of antioxidant enzymes and lipid peroxidation on seed vigour of maize seeds cv. Suwan 5 through the variations of hydropriming times.

Material and Methods

Maize seeds (*Zea mays* L.) 'Suwan 5', harvested in December, 2008, was purchased from Nation Corn and Sorghum Research Center (NCSRC). The seeds were hydroprimed by placing them on metal wire sieve container laying on distilled water surface for 6-18 h at 25°C. Thereafter, the imbibed seeds were immediately dried at 40°C for 24 h to reduce the moisture content down to initial moisture content. The unprimed seeds were used as a control sample. Moisture content (%), germination (%), vigour test (accelerated ageing test at 42°C and 100%RH for 96 h) of primed and unprimed seeds was investigated followed by ISTA rule (2007). The lipid peroxidation was explained in term of malondialdehyde (MDA) content in the seeds (Tamagnone *et al*., 1998). Superoxide dismutase (SOD) (Beauchamp and Fridovish, 1971) and ascobate peroxidase (APX) (Nakano and Asada, 1987) were analyzed. The experiment was arranged as a completely randomized design (CRD) with four replications. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and significant differences among means were determined by Duncan's New Multiple Range Test at $P<0.05$ using SAS statistical software (SAS, 1986).

Results and Discussion

The moisture content and germination of seeds primed for 6-18 h at 25°C were not significantly different from unprimed seeds (Table 1). However, the significantly improved seed vigour, determined by germination after accelerated ageing, was observed by hydropriming for 6 and 12 h when compared with the other treatments (Table 1). Whereas, the longer hydropriming for 18 h significantly reduced seed vigour compared to seeds primed for 6 and 12 h (Table 1). MDA content in the seeds primed for 6 and 12 h was not different from the control seed that was 6.05-6.68 μmol/g DW, but it was significantly decreased about two times in the seeds primed for 18 h (Table 1). This data suggests that MDA value may not relate to increased maize primed seed vigour. Our results are different from the data obtained by El-Araby and Hegazi (2004) on tomato seeds and Chiu *et al*. (2003) on *sh-2* sweet corn seeds. They reported that the increased seed vigour of those primed seeds may be related to the decrease in lipid peroxidation, indicated by the reduction of MDA content. The previous research suggested that the declined MDA content may accompany by antioxidant enzymes (Chiu *et al*., 2003; Wang *et al*., 2003) and by seed repairing membrane during imbibition (Qun *et al*., 2007) and the priming process (McDonald, 1999). Priming enhanced seed vigour related to a rise of antioxidant levels (Wang *et al*., 2003) found in cotton (Goel *et al*., 2003) and bitter gourd seeds (Yeh *et al*., 2005). In this study, hydropriming for 6 h did not affect to SOD activity but hydropriming for 18 h significantly decreased SOD activity compared to the control seeds (Table 1). The APX

activity was independent by the different hydropriming times (Table 1). The experiment suggests that the reduced seed vigour by hydropriming for 18 h may relate to the decline in SOD activity but these two enzymes did not involve with the increased seed vigour.

The reduction of SOD activity may lead to accumulate MDA content in the seeds priming for longer period. The comprehensive understanding of the relationship between MDA content and seed vigour by longer hydropriming was investigated. Germination of primed seeds (24 and 30 h) decreased significantly compared to control samples, nevertheless, the MDA content remained unchanged (Fig. 1). Thus, the reduction of vigour of primed maize seed is not related to lipid peroxidation. Unlike our results, the decrease of the germination rate as well as seed vigour correlated to an increase of the MDA content found in sunflower (Corbineau *et al*., 2002) and cotton seeds (Goel *et al*., 2003). Non-enzymatic antioxidants or protein degradation may contribute to the reduction of the maize primed seed vigour.

Table 1 Moisture content (%MC), germination (%G), germination after accelerated ageing (%AA), MDA content and the activities of SOD and APX in maize seeds 'Suwan 5' hydroprimed for 6-18 h at 25^{o}C.

Priming times (h)	MC (%)	G (%)	AA (%)	MDA μmol/g DW	SOD unit/kernel	APX unit/mg protein
0	11.2	96ab	84b	6.68a	5.099ab	13.01
6	11.5	99a	90a	6.27a	5.388a	13.11
12	11.5	98a	92a	6.05a	4.427b	9.29
18	11.4	92b	80b	3.29b	3.130c	11.29

The different mean in column separated by small letters indicate statistical significance according to the Duncan's New Multiple Range Test ($P < 0.05$)

.

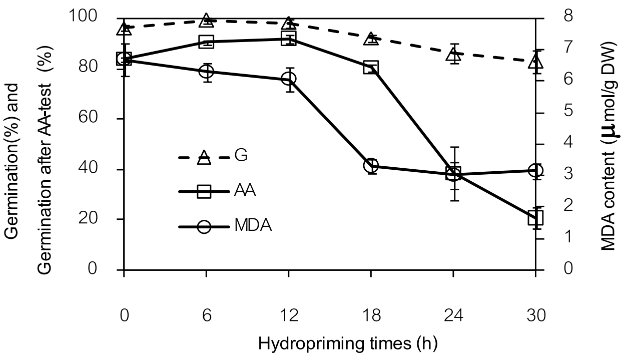


Figure 1 %Germination (G), %germination after accelerated ageing (AA) and MDA content in maize seeds 'Suwan 5' hydroprimed for 6-30 h at 25^{o}C. Error bars represent ±S.E.

Summary

Hydropriming for 6 and 12 improved maize seed vigour. The high seed vigour did not associate with MDA content (lipid peroxidation) and the activity of SOD and APX. Hydropriming for 18 h reduced seed vigour which may relate to decline in SOD activity. In this study, however, lipid peroxidation did not involve with primed maize seed vigour.

Acknowledgement

This research was supported by a grant under the program Strategic Scholarships for Frontier Research Network for the Ph.D. Thai Doctoral degree Program from the Commission on Higher Education, Thailand.

Literature cited

Beauchamp, C.O. and Fridovich, I., 1971, Superoxide Dismutase: Improved Assays and an Assay Applicable to Acrylamide Gels, Analytical Biochemistry, 44: 276-287.

Berno Bernal-Lugo, I. and Leopold, A.C., 1995, Seed Stability during Storage: Raffinose Content and Seed Glassy State, Seed Science Research, 5: 75–80.

Chiu, K.Y., Chen, C.L. and Sung, J.M., 2003, Partial Vacuum Storage Iimproves the Longevity of Primed *sh-2* Sweet Corn Seeds, Scientia Horticulturae, 98: 99–111.

Chiu, K.Y., Chuang, S.J. and Sung, J.M., 2006, Both Anti-oxidation and Lipid-carbohydrate Conversion Enhancements are Involved in Priming-improved Emergence of Echinacea purpurea Seeds that Differ in Size, Scientia Horticulturae, 108: 220–226.

Chang, S.M. and Sung, J.M., 1998, Deteriorative Changes in Primed Sweet Corn Seeds During Storage, Seed Science Technology, 26: 613–626.

Corbineau, F., Gay-Mathieu, C., Vinel, D. and Come, D., 2002, Decrease in Sunflower (*Helianthus annuus*) Seed Viability Caused by High Temperature as Related to Energy Metabolism, Membrane Damage and Lipid Composition, Physiologia Plantarum, 116: 489–496.

El-Araby, M.M. and Hegazi, A.Z., 2004, Responses of Tomato Seeds to Hydro- and Osmo-priming, and Possible Relations of Some Antioxidant Enzymes and Endogenous Polyamine Fractions, Egyptian Journal of Biology, 6: 81-93.

Goel, A., Goe, A.K. and Sheoran, I.S., 2003, Changes in Oxidative Stress Enzymes During Artificial Aging in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Seeds, Journal of Plant Physiology, 160: 1093–1100.

ISTA, 2007, International Rules for Seed Testing Edition, Published by The International Seed Testing Association, Switzerland.

Leprince, O., Atherton, N.M., Deltour, R. and Hendry, G.A.F., 1994, The Involvement of Respiration in Free Fadical Processes During Loss of Desiccation Tolerance in Germinating *Zea mays* L. An Electron Paramagnetic Resonance Study, Plant Physiology, 104: 1333–1339.

McDonald, M.B., 1999, Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment, Seed Science Technology, 27, 177–237.

Nakano, Y. and Asada, K., 1987, Purification of Ascorbate Peroxidase in Spinach Chloroplasts: Its Inactivation in Ascorbatedepleted Medium and Reactivation by Monodehydroascorbate Radical, Plant and Cell Physiology, 28: 131–140.

Qun, S., Jim-hua, W. and Bao-qi, S., 2007, Advances on Seed Vigour Physiological and Genetic Mechanisms. Agricultural Sciences in China, 6: 1060-1066.

Tamagnone, L., Merida, A., Stacey, N., Plaskitt, K., Parr, A., Chang, C.F., Lynn, D., Dow, J.M., Roberts, K. and Martin, C., 1998, Inhibition of Phenolic Acid Metabolism Results in Precocious Cell Death and Altered Cell Morphology in Leaves of Transgenic Tobacco Plants, Plant Cell, 10: 1801–1816.

Wang, H.Y., Chen, C.L. and Sung, J.M., 2003, Both Warm Water Soaking and Solid Priming Treatments Enhance Antioxidation of Bitter Gourd Seeds Germinated at Sub-optimal Temperature, Seed Science Technology, 31: 47–56.

Yeh, Y.M., Chiu, K.Y., Chen, C.L. and Sung, J.M., 2005, Partial Vacuum Extends the Longevity of Primed Bitter Gourd Seeds by Enhancing Their Anti-oxidative Activities During Storage, Scientia Horticulturae, 104: 101–112.

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟท์ของพืชในวงศ์ *Stemonaceae* ในการควบคุมแบคทีเรียทำให้เกิดโรคในพืช : สูตรอาหารที่เหมาะสม

Bioactive Compounds from Endophytic Fungi of *Stemona* spp. for Plant Pathogenic Bacteria Control : Medium Optimization

ชัยวัฒน์ บุญมากาศ[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] ศันสนลักษณ์ รัชฎาวงศ์[1] และ ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล[1]

Boonmakard, C.[1], Photchanachai, S.[2], Rachadawong, S.[1] and Vichitsoonthonkul, T.[1]

Abstract

Fusarium sp. L LSB49-1, an endophytic fungus, isolated from *S. burkillii* leave, produced antibacterial activity in M1D medium against *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas solanacearum* biovar.2, *Pseudomonas solanacearum* biovar.4, and *Xanthomonas citri*. Production of bioactive compounds from *Fusarium* sp. L LSB49-1 was optimized in different substrates including carbon sources and nitrogen sources. Fructose, glucose, sucrose, molasses, and cassava starch were used as carbon sources. Ammonium tartrate, ammonium chloride, ammonium sulphate and urea were used as nitrogen sources in M1D medium. Sucrose and ammonium tartrate could enhance antibacterial compound production in *Fusarium* sp. LLSB49-1 at 28°C,150 rpm.

Keywords: antiphyotogenic bacteria compounds, fungal endophyte, *Stemona* spp, medium optimization

บทคัดย่อ

Fusarium sp. LLSB49-1 ที่แยกได้จากใบ ของ *Stemona burkillii* สามารถสร้างสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในพืชเศรษฐกิจของไทย 3 ชนิดได้แก่ *Erwinia carotovora, Pseudomonas solanacearum*, และ *Xanthomonas citri* วัตถุประสงค์ของงานนี้คือการหาสารอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ของ *Fusarium* sp. LLSB49-1 ได้แก่แหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน พบว่าเมื่อใช้ซูโครส, ฟรุคโตส, กลูโคส, กากน้ำตาล และแป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอน และใช้แอมโมเนียมทาร์เทรท, แอมโมเนียมคลอไรด์, แอมโมเนียมซัลเฟต และยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจนในอาหาร พบว่า *Fusarium* sp. LLSB49-1 สามารถสร้างสารที่ยับยั้งแบคทีเรียได้ดีที่สุดเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลซูโครสและแอมโมเนียมทาร์เทรทเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนตามลำดับ เมื่อเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที

คำสำคัญ: สารต้านแบคทีเรียทำให้เกิดโรคในพืช ราเอนโดไฟท์ พืชในวงศ์ *Stemonaceae* สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม

Introduction

Fusarium sp. L LSB49-1, an endophytic fungus isolated from *S. burkillii* leave, was reported as a high capacity producer of active metabolites against some bacterial plant pathogens (*i.e. E. caratovora, X. citri,* and *P. solanacearum*) (Boonmakard, 2009). Antimicrobial compounds are secondary metabolites and their production is regulated by culture condition and medium components such as carbon sources, nitrogen sources, phosphate, and trace elements (Betina, 1994). Carbon and nitrogen sources which are favorable for growth may not be beneficial to secondary metabolite production (Demain, 1992). The aim of this work is to optimize carbon sources and nitrogen sources for antibacterial compound production by *Fusaium* sp. L LSB49-1.

[1]สายวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150

[1]Division of Biotechnology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok 10150

[2]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150

[2]Division of Post Harvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok 10150

Materials and Methods

Carbon source in 100 ml of M1D medium (Stroble *et al.*, 2002) was replaced individually by evaluated C sources, namely, glucose, fructose, molasses, sucrose, and starch at a concentration of 30 g/L. Four different sources of nitrogens were used, *i.e.* ammonium chloride (NH_4Cl), ammonium sulfate ($(NH_4)_2SO_4$), ammonium tartrate and urea. The nitrogen content of each source was equivalent to the amount of nitrogen in original ammonium tartrate concentration in M1D medium. Spore suspension of *Fusarium* sp. L LSB49-1 was inoculated at a final concentration of 10^6 spores/ml of medium. The cultures were incubated at 28°C, 150 rpm. Biomass, sugar residual, pH of culture broth and antibacterial activity were determined as described in Boonmakard (2009).

Results and Discussion

There were significant differences in growth, sugar consumption and pH change in the culture of *Fusarium* sp. L LSB49-1 when various C sources were supplemented separately in growth medium as shown in Fig 1. Cassava starch produced least biomass (1.7 g/L) and antibacterial agent was not detected in this medium. This could be due to low efficient enzyme(s) in starch metabolism and/or high pH of the medium. Fructose, glucose and molasses were more rapidly metabolized and less antibacterial agent production by *Fusarium* sp. L LSB49-1 when compared to sucrose medium. This negative effect on secondary metabolism could be the result of carbon catabolite repression (CRC) of rapidly utilizable C sources which has been found in fungal secondary metabolism such as in penicillin biosynthesis by *Penicillium chrysosporium* (Ravilla *et al.*,1984). Sucrose was a more beneficial C source since it had to be converted to glucose and fructose before assimilation. As a result, it was metabolized more slowly than that of other sugars used in this study.

Four tested nitrogen sources were all favorable to fungal growth (Figure 3) but they exhibited different effects on antibacterial compound production (Figure 4). Highest antibacterial activities was obtained in ammonium tartrate medium (Figure 4). The results also revealed that rapid assimilation of sucrose in the media containing $(NH_4)_2SO_4$ and NH_4Cl resulting in high growth rates and inhibitory effect on secondary metabolite formation (data not shown). It has been known that culture condition providing high specific growth rate usually suppresses secondary metabolism in fungi (Demain, 1986). However, urea also favoured high growth rate but it exerted lower level of interference to antibacterial agent production in *Fusarium* sp. L LSB49-1 because the antibacterial activities were detectable with delayed time course when compared to those found in ammonium tartrate medium (Figure 4). It should be noted that the pH value in urea medium was as high as 9.1 at day 0 as a result of urea hydrolysis during sterilization process and dropped to about 6.1 at day 4 and then gradually rose to 8.0 at the end of experiment. In contrast, pH of $(NH_4)_2SO_4$ and NH_4Cl media markedly decreased with the consumption sucrose (Figure 4) from the initial pH value of 4.3 and 4.7 to pH 2.3 and 2.2, respectively, at day 2. External pH has been found to affect expression of many secondary metabolism genes in fungi. *pcb*C and *ipn*A , structural genes in penicillin biosynthesis in *P. chrysosporium* and *A. nidulans* , respectively, are suppressed by low pH (Espeso *et al.*, 1993) where as structural genes in aflatoxin and sterigmatocystin biosynthesis in *Aspergillus* spp.are induced by acidic pH (Keller *et al.*, 1997). These results suggested that the environment factor like pH, were found to have profound influence on antimicrobial compound production in *Fusarium* sp. L LSB49-1.

Summary

Bioactive compound production in *Fusarium* sp. LLSB49-1 is subjected to C and N sources in the medium. Sucrose and ammonium tartrate could enhance antibacterial compound production in this fungus. The pH of culture broth seems to play impotant role in secondary metabolism in this endophytic fungi.

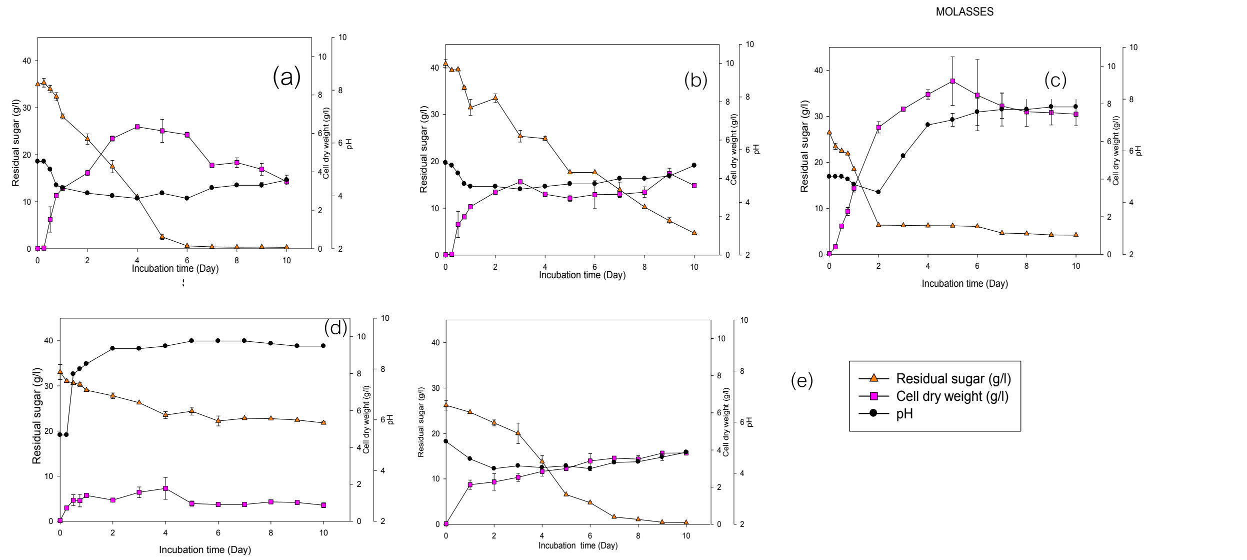


Figure 1 Effects of various carbon sources *i.e.* (a) glucose, (b) fructose, (c) molasses, (d) cassava starch and (e) sucrose on the growth, pH and residual sugar of culture of *Fusarium* sp. L LSB49-1.

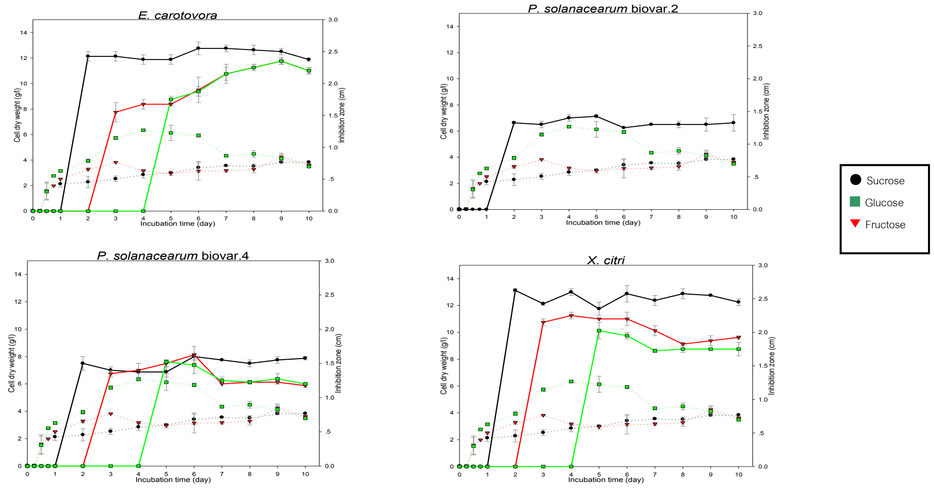


Figure 2 Effects of various carbon sources on growth and bioactive compound production of *Fusarium* sp. L LSB49-1 in different antibacterial activity against bacterial plant pathogen (·····, cell dry weight; — , inhibition zone).

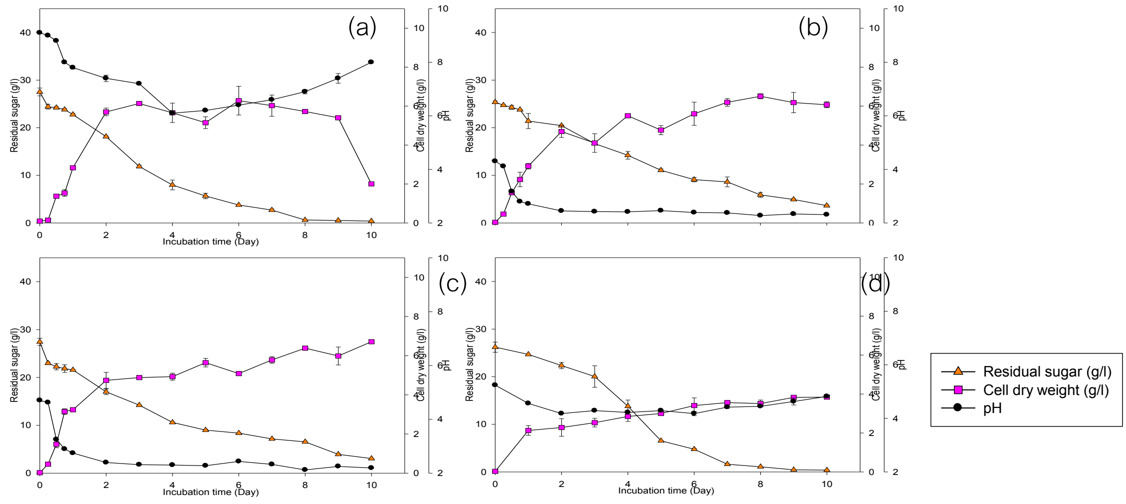


Figure 3 Effects of various nitrogen sources *i.e.* (a) urea, (b) $(NH_4)_2SO_4$, (c) NH_4Cl and (d) ammonium tartrate on the growth obtained by biomass, pH and residual sugar of culture of *Fusarium* sp. L LSB49-1.

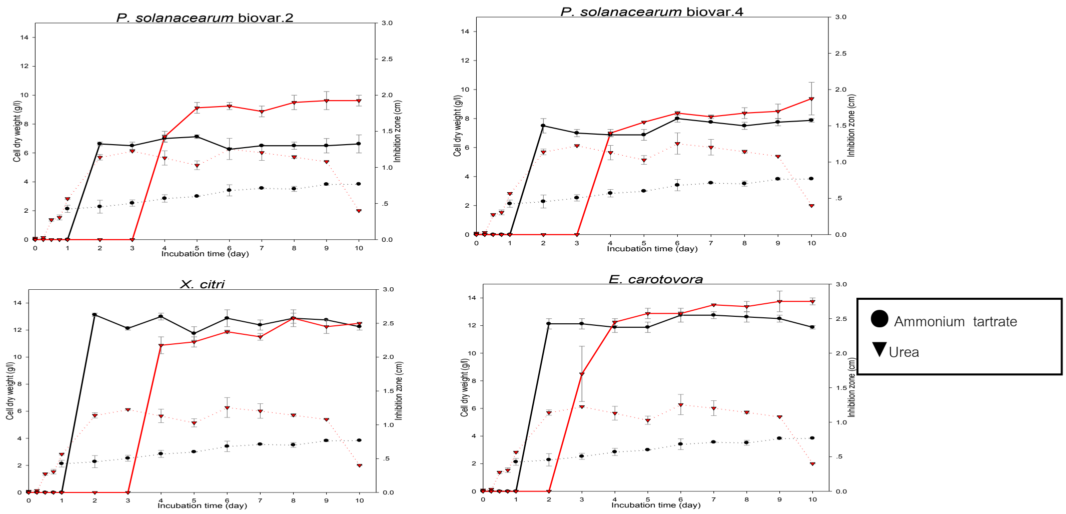


Figure 4 Effects of various nitrogen sources on growth and bioactive compound production of *Fusarium* sp. L LSB49-1 in different antibacterial activity against bacterial plant pathogen (·····, cell dry weight; — , inhibition zone).

Literature cited

Betina, V., 1994, Physiological Regulation of Secondary Metabolism, In: Betina V., editor. Bioactive secondary metabolite of microorganisms: process in industrial microbiology. Vol 30. Amsterdam & New York , Elsevier Science, p. 66-80.

Boonmakard, C., 2009, Screening for Bioactive Compounds from Endophytic Fungi of *Stemona* spp. for Plant Pathogenic Bacteria Control, M. Sc.Thesis, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

Demain, A.L., Microbial Secondary Metabolism: a New Theoretical Frontier for Academia, a New Opportunity for Industry, In : Chadwick, D.J., Whealan, D., editors. Secondary Metabolites: Their Function and Evolution. Chichester, UK: John Wiley & Sons; 1992. p. 9.

Espeso, E.A., Tilburn, J., Arst, H.N. and Penalva., M.A., 1993, pH Regulation is a Major Determinant in Expression of a Fungal *Penicillin* Biosynthesis Gene, EMBO Journal, 12: 3947-3956.

Keller, N.P., Nesbit, C., Sarr, B., Phillips, T.D. and Burrow, G.B., 1997, pH Regulation of Sterigmatocystin and Aflatoxin Biosynthesis in *Aspergillus* spp., Phytopathology, 87: 643-648.

Revilla, G., Villanueva, J.R., Leungo, J.M. and Martin, J.F., 1984, Carbon Catabolite Repression of Penicillin Biosynthesis by *Penicillium chrysosporium*, Journal of Antibiotics, 37: 781-789.

การศึกษาการใช้น้ำร้อนและการฉายรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ # 4

Studies on Hot Water Treatment and Gamma Irradiation on Physiological Changes of 'Nam Dok Mai #4' Mango

ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] และ วาริช ศรีละออง[1]
Srilaong, V.[1], Jitareerat, P.[1], Uthairatanakij, A.[1] and Potchanachai, S.[1]

Abstract

According to the regulation of exporting mangoes to the USA, fruits must be irradiated with gamma ray at 400 Gy. However, irradiation causes unripen mangoes. This research was aimed to study the effect of heat treatment on qualities of 'Nam Dok Mai #4' mangoes. Fruit were dipped in prochloraz solution at 500 ppm, hot water at 50°C for 10 min and 55°C for 5 min and then irradiated with gamma ray at 400-1000 Gy. Fruit soaked in prochloraz solution at 500 ppm after dipping in hot water at 55°C for 5 min but without irradiation was served as a comparison sample. The treated mangoes were stored at 13°C for 21 days. Hot water at 55°C for 5 min in combination with irradiation was the best treatment to delay disease incidence and brown stain and blackening vascular of mangoes. However, total soluble solids, fruit firmness and peel colour (Hue value) were not different among the other tested fruits. The lowest firmness of the mongoes dipping in prochloraz solution after heated with hot water at and 55°C for 5 min but without was observed. Therefore, mangoes pretreated with hot water before irradiation would be an application method for American market.

Keywords: mango, gamma radiation, hot water, physiological changes

บทคัดย่อ

เนื่องจากการส่งมะม่วงไปยังตลาดอเมริกานั้น จำเป็นต้องฉายรังสีแกมมาในปริมาณไม่ต่ำกว่า 400 เกรย์ แต่การฉายรังสีทำให้คุณภาพของมะม่วงสุกไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลของการใช้น้ำร้อนที่มีต่อคุณภาพของมะม่วงฉายรังสี โดยนำมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ # 4 จุ่มสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซ 500 ppm, แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C นาน 10 นาที และ 55°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ 400-1000 เกรย์ เปรียบเทียบกับมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีตามด้วยการจุ่มโปรคลอราซ 500 ppm แต่ไม่ฉายรังสี หลังจากนั้นนำมะม่วงทั้งหมดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีร่วมกับการฉายรังสีชะลอการเกิดโรค และลดอาการปื้นสีน้ำตาล และอาการท่อลำเลี้ยงน้ำ-อาหารดำของมะม่วงได้ดีที่สุด แต่มีค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความแน่นเนื้อ และค่า Hue ของสีเปลือกใกล้เคียงกับมะม่วงใน treatments อื่น ๆ ยกเว้น มะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีตามด้วยการจุ่มโปรคลอราซแต่ไม่ฉายรังสีที่มีความแน่นเนื้อต่ำกว่าเล็กน้อย ดังนั้น การแช่มะม่วงในน้ำร้อนก่อนนำไปฉายรังสีน่าจะเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการส่งมะม่วงไปยังประเทศอเมริกาได้

คำสำคัญ: มะม่วง รังสีแกมมา น้ำร้อน การเปลี่ยนแปลงทางสรีระ

คำนำ

จากการเจรจาข้อตกลงทางการค้าระหว่างรัฐบาลไทยและสหรัฐอเมริกา ทำให้ผู้ส่งออกผักและผลไม้ไทยสามารถส่งผลไม้ฉายรังสี 6 ชนิด ได้แก่ มะม่วง มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ สับปะรด และเงาะ ไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกาได้ อย่างไรก็ตาม การส่งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมาไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกาในเดือนพฤศจิกายน 2550 ที่ผ่านมา ผู้ส่งออกประสบปัญหาด้านคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โดยเฉพาะ การเน่าเสียที่เกิดจากโรคภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น โรคแอนแทรคโนส ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โรคขั้วผลเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia*

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Prachauthit Rd., Bangmod, Thungkhru, Bangkok 10140

theobromae โรคผลเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Dothiorella dominicana* และ *Rhizopus stolonifer* (จากปรากฏระเบียบวาระการประชุมของคณะทำงานสนับสนุนการส่งออกผลไม้ฉายรังสีไปสหรัฐอเมริกา ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2550) นอกจากนี้ยังมีปัญหาเสี้ยนดำ (ท่อลำเลียงน้ำ-อาหาร บริเวณผิวเปลือกเป็นสีน้ำตาล-ดำ; blackening vascular) การเกิดปื้นสีน้ำตาลที่ผิวเปลือก (brown stain) มะม่วงไม่สุก และมีอายุการวางจำหน่ายสั้น ดังนั้น การลดความเสียหายของมะม่วงโดยเฉพาะพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ภายหลังการเก็บเกี่ยวระหว่างการขนส่ง และวางจำหน่ายนั้น จำเป็นต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน (combination treatments) ซึ่งจากการสำรวจเอกสารพบว่า การแช่มะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50-55°C เป็นเวลา 5-10 นาทีชะลอการสุกของมะม่วงและลดการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชที่กล่าวข้างต้นได้ (Fallik, 2004) ดังนั้น การแช่มะม่วงในน้ำร้อนก่อนนำไปฉายรังสีน่าจะเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการส่งมะม่วงฉายรังสีไปยังตลาดสหรัฐอเมริกาได้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ #4 เก็บเกี่ยวและคัดเลือกที่มีความแก่ทางการค้า (และคัดเลือกความแก่อีกครั้งด้วยการแช่น้ำ) และปราศจากตำหนิหรือการเข้าทำลายของโรคและแมลง ล้างทำความสะอาดด้วย sodium hypochlorite ความเข้มข้น 80-150 ppm นำมาจุ่มสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซ 500 ppm, แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C นาน 10 นาที และ 55°C นาน 5 นาที หลังจากนั้นลดอุณหภูมิของผลมะม่วงให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง บรรจุมะม่วงลงในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วนำไปฉายรังสีแกมมาที่ 400-1000 เกรย์ เปรียบเทียบกับมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีและลดอุณหภูมิของผลมะม่วงให้เท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำไปจุ่มโปรคลอราซ 500 ppm แต่ไม่ฉายรังสี นำมะม่วงทั้งหมดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 21 วัน ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 4 กล่อง (แต่ละกล่องบรรจุมะม่วง 13-15 ผล) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design สุ่มตัวอย่างมะม่วงมาตรวจสอบ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (% disease incidence), การเกิดปื้นสีน้ำตาล (brown stain) และเสี้ยนดำ (blackening vascular) ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความแน่นเนื้อ และค่า Hue ของสีเปลือกในวันที่ 1, 5, 14 และ 21 ของการเก็บรักษา ตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan'S New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

โรคส่วนใหญ่ที่ปรากฏบนผลมะม่วงมี 2 โรค ได้แก่ โรคแอนแทรกโนส ที่เกิดจากเชื้อรา *C. gloeosporiodes* และโรคขั้วผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *L. theobromea* จาก Table 1 พบว่า มะม่วงทุกทรีตเมนต์เกิดโรคตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา ยกเว้นมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีและฉายรังสี (T3) และการเข้าทำลายของโรคเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษามีจำนวนมะม่วงที่มีโรคเข้าทำลายเพิ่มมากว่า 22% และในวันที่ 21 มะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาที และฉายรังสี (T3) พบการเข้าทำลายของโรคน้อยที่สุด (58.73%) รองลงมา คือ มะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50°C นาน 10 นาทีฉายรังสี (T 2) , มะม่วงที่จุ่มน้ำร้อน 55°C นาน 5 นาที แล้วตามด้วยสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซ ความเข้มข้น 500 ppm แต่ไม่ฉายรังสีแกมมา (T4), และมะม่วงที่จุ่มสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซ ความเข้มข้น 500 ppm (T1) ตามลำดับ เพราะอุณหภูมิน้ำร้อนที่ 55°C และระยะเวลาในการจุ่ม 5 นาทีซึ่งมีรายงานว่าลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุของโรคแอนแทรคโนสได้ (Sangchote และ Chayasombat, 1986) จากผลการทดลองนี้ยังพบว่า การแช่น้ำร้อนและ/หรือสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อราทั้ง 2 ชนิดได้บางส่วนเท่านั้น

สำหรับอาการปื้นสีน้ำตาลและเสี้ยนดำให้ผลเช่นเดียวกันกับการเกิดโรคคือ มะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีและฉายรังสี (T3) แสดงอาการดังกล่าวน้อยที่สุดและใกล้เคียงกับมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนแต่ไม่ฉายรังสี (T4) อย่างไรก็ตาม พบว่า มะม่วงทั้งที่ฉายรังสี (T1-T3) และไม่ฉายรังสี (T4) เมื่อเก็บรักษานานมากขึ้นพบอาการทั้ง 2 เพิ่มขึ้น (Table 2) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลในการกระตุ้นในเกิดอาการนี้ได้เช่นเดียวกันกับการฉายรังสี

ลักษณะการสุกของมะม่วงที่สังเกตจากค่า hue ของสีเปลือก ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Table 3-5) พบว่า มะม่วงทั้งหมดสุกได้ตามปกติใกล้เคียงกันตั้งแต่วันที่ 14 ของการเก็บรักษา ถึงแม้ว่าค่า hue ของสีเปลือกของมะม่วงฉายรังสี (T1-T3) สูงกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสี (T4) อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 21 มะม่วงในทุกทรีตเมนต์สุกได้ตามปกติ วัน ฉะนั้นการฉายรังสีชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกมะม่วง แต่การจุ่มมะม่วงในน้ำร้อนทำให้สีเปลือกพัฒนาได้ดีขึ้น

ส่วนความแน่นเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแต่ไม่จุ่มน้ำร้อน (T1) และมะม่วงจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C นาน 10 นาทีและฉายรังสี (T2) ความแน่นเนื้อลดลงช้ากว่ามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีทั้งที่ฉาย (T3) และไม่ฉายรังสี (T4) ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุจาก การฉายรังสีทำให้เนื้อมะม่วงสุกมีลักษณะคล้ายเจล (สังเกตจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสซึ่งไม่ได้

แสดงข้อมูล และผู้ทดสอบบางคนชอบลักษณะการเกิดเจลนี้) ส่วนมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีและฉายรังสี (T3) มีความแน่นเนื้อน้อยกว่า น่าจะมีสาเหตุจากอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาในการจุ่มทำให้การสุกของมะม่วงพัฒนาได้ปกติเช่นเดียวกับลักษณะสีเปลือก

สรุปผล

การฉายรังสีทำให้มะม่วงเกิดปื้นสีน้ำตาลและเสี้ยนดำมากกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสี และเมื่อเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 13°C นานมากขึ้นอาการจะชัดเจนมากขึ้น การจุ่มมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55°C นาน 5 นาทีก่อนนำไปฉายรังสีทำให้มะม่วงเกิดโรคน้อยลง และทำให้มะม่วงสุกได้ตามปกติ การฉายรังสีทำให้เนื้อมะม่วงสุกมีลักษณะคล้ายเจล

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ กองนโยบายมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Fallik, E., 2004, Prestorage Hot Water Ttreatments (Immersion, Rinsing and Brushing): Review Article, Postharvest Biological Technology, 32: 125–134.

Sangchote, S. and Chayasombat, A., 1986, Relationship between Physiological Changing and Anthracnose Incidence on ‘Nam Dok Mai’ Mango Fruit, Kasetsart Journal, 20: 280-284.

Table 1 Effects of gamma irradiation, heat treatments and prochloraz on disease incidence of ‘Nam Dok Mai #4’ mangoes peel, stored at 13°C for 5, 14 and 21 days.

Treatment	Before irradiated	Disease incidence (%)			
		Days after irradiation			
		D1	D5	D14	D21
500 ppm Prochloraz + Irradiated	0.00	21.43	3.45	38.10	84.13
50°C HWT, 10 min + Irradiated	0.00	6.67	8.33	30.00	74.17
55°C HWT, 5 min + Irradiated	0.00	0.00	5.15	22.33	58.73
55°C HWT, 5 min + 500 ppm Prochloraz Non-irradiated	0.00	7.14	17.94	38.43	75.00

Table 2 Effects of gamma irradiation, heat treatments and prochloraz on brown stain and blackening vascular of ‘Nam Dok Mai #4’ mangoes peel, stored at 13°C for 5, 14 and 21 days.

Treatment	Before irradiated	Brown stain and blackening vascular (%)			
		Days after irradiation			
		D1	D5	D14	D21
500 ppm Prochloraz + Irradiated	0.00	6.25	29.96	34.42	47.54
50°C HWT, 10 min + Irradiated	0.00	53.33	30.83	34.05	47.17
55°C HWT, 5 min + Irradiated	0.00	20.00	21.56	19.69	32.81
55°C HWT, 5 min + 500 ppm Prochloraz Non-irradiated	0.00	0.00	19.07	21.54	34.66

Table 3 Effects of gamma irradiation, heat treatments and prochloraz on Hue angle of 'Nam Dok Mai #4' mangoes peel, stored at 13°C for 5, 14 and 21 days.

Treatment	Before irradiated	Hue angle of mango peel			
		Days after irradiation			
		D1	D5	D14	D21
500 ppm Prochloraz + Irradiated	107.37	101.35	96.17^{bc}	84.62^{a}	87.68^{a}
50°C HWT, 10 min + Irradiated	107.37	99.22	98.71^{ab}	86.88^{a}	85.99^{a}
55°C HWT, 5 min + Irradiated	107.37	100.89	92.97^{c}	85.67^{a}	85.05^{a}
55°C HWT, 5 min + 500 ppm Prochloraz Non-irradiated	107.37	100.53	100.21^{a}	85.20^{a}	80.58^{b}

Table 4 Effects of gamma irradiation, heat treatments and prochloraz on firmness of 'Nam Dok Mai #4' mangoes, stored at 13°C for 5, 14 and 21 days.

Treatment	Before irradiated	Firmness (N)			
		Days after irradiation			
		D1	D5	D14	D21
500 ppm Prochloraz + Irradiated	221.34	140.12^{a}	105.96^{a}	10.35^{a}	2.70^{a}
50°C HWT, 10 min + Irradiated	221.34	102.59^{b}	89.64^{ab}	10.39^{a}	2.17^{b}
55°C HWT, 5 min + Irradiated	221.34	112.34^{b}	63.37^{b}	11.05^{a}	3.03^{a}
55°C HWT, 5 min + 500 ppm Prochloraz Non-irradiated	221.34	107.17^{b}	67.84^{b}	13.05^{a}	2.54^{ab}

Table 5 Effect of gamma irradiation, hot water treatments and prochloraz on total soluble solids of 'Nam DoK Mai #4' mangoes, stored at 13°C for 5, 14 and 21 days.

Treatment	Before irradiated	Total soluble solids (°Brix)			
		Days after irradiation			
		D1	D5	D14	D21
500 ppm Prochloraz + Irradiated	10.40	11.25^{b}	13.22^{a}	15.60^{a}	12.85^{a}
50°C HWT, 10 min + Irradiated	10.40	11.96^{a}	8.89^{b}	14.40^{a}	13.05^{a}
55°C HWT, 5 min + Irradiated	10.40	11.08^{b}	10.00^{b}	16.30^{a}	14.95^{a}
55°C HWT, 5 min + 500 ppm Prochloraz Non-irradiated	10.40	10.91^{b}	8.77^{b}	12.33^{a}	11.83^{a}

การยืดอายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยบรรจุภัณฑ์ชนิด Clamshell
Prolonging Storage Life of Rambutan Fruit cv. 'Rong-Rien' with Clamshell boxes

ดุษฎี ทรัพย์บัว[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1] วาริช ศรีละออง[1] และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1]
Sapbua, D.[1], Jitareerat, P.[1], Srilaong, V.[1] and Uthairatanakij, A.[1]

Abstract

Rambutan fruit are sensitive to water loss after harvesting since there are many stomata on the peel and spintern of rambutan fruit, this is the major cause of rapid wilt and dehydration. The aim of this study was to prolong the storage life of rambutan cv. Rong-Rien with clamshell boxes. Six fruit were packed in clamshell box which had the different numbers of holes on the top and base; 0+4 (top+ base), 4+4 and 9+4 holes, compared with the unpacked fruit (control). The fruit packed in perforated clamshell boxes with 0+4 and 4+4 holes showed the lowest weight loss, followed by the fruit packed in perforated clamshell boxes with 9+4 holes and unpacked fruit, respectively. Three types of perforated clamshell boxes had ability to delay the change of spintern color from orange-red to dark brown, and also extended the storage life of fruit for 15 days whereas, the control was only 9 days. However, disease incidence, relative water content and the appearance score of rambutan fruit packed in three types of perforated clamshell boxes were not significant differences with that of control.

Keywords: quality, Rambutan, package, storage life

บทคัดย่อ

เงาะเป็นผลไม้ที่มีการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากบริเวณเปลือกและขนของเงาะมีปากใบจำนวนมากทำให้ขนเหี่ยวและแห้งอย่างรวดเร็ว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยการใช้กล่องพลาสติกชนิด Clamshell ทำการบรรจุผลเงาะจำนวน 6 ผลลงในกล่อง clamshell ที่มีการเจาะรู (Ø 0.5 เซนติเมตร) บริเวณด้านบน+ด้านล่างของกล่อง จำนวน 0+4, 4+4 และ 9+4 รู เปรียบเทียบกับผลเงาะที่ไม่บรรจุกล่อง (ชุดควบคุม) จากนั้นทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าผลเงาะที่บรรจุในกล่องเจาะรูแบบ 0+4 และแบบ 4+4 มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด รองลงมาคือกล่องเจาะรูแบบ 9+4 และเงาะที่ไม่บรรจุในกล่องตามลำดับ การบรรจุเงาะในกล่อง clamshell ที่เจาะรูทั้ง 3 แบบ ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีขนของเงาะจากส้ม-แดงเป็นสีน้ำตาลดำได้และมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 15 วัน ขณะที่ผลเงาะที่ไม่บรรจุกล่องมีอายุการเก็บรักษาเพียง 9 วัน อย่างไรก็ตาม พบว่าเงาะที่บรรจุในกล่อง clamshell ที่เจาะรูทั้ง 3 แบบ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ปริมาณความชื้นในเปลือก (Relative water content) และคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างจากเงาะในชุดควบคุม

คำสำคัญ: คุณภาพ เงาะ ภาชนะบรรจุ อายุการเก็บรักษา

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien Campus, Bangkok 10150, Thailand

คำนำ

เงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีความสวยงามและรสชาติอร่อย และเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เพราะเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศซึ่งจะเห็นได้จากมูลค่าการส่งออกเงาะสดที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วง 5 ปีที่ผ่านมานี้โดยในปีนี้ (ม.ค. - พ.ค. 2553) มีปริมาณการส่งออก 5,134 ตัน มูลค่าถึง 56.8 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2553) แต่เนื่องจากเงาะผลสดจะมีระยะเวลาที่จะคงความสดอยู่ได้ไม่นานนัก จึงเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการส่งออก (กรมวิชาการเกษตร,2551) เนื่องจากโครงสร้างของผิวเปลือกด้านนอกที่คล้ายกับ Trichome เรียกว่า spintern ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการคายน้ำ และขนเงาะยังมีปากใบ (stomata) มากกว่าบนผิวของผลถึง 5 เท่า ดังนั้นจึงทำให้ผลเงาะสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว (สายชล, 2538) การใช้ภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ สามารถลดการสูญเสียน้ำของผลิตผลได้ จากรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2551) ทำการทดสอบส่งผลเงาะสดบรรจุในถุง LDPE (low density polyethylene) และเก็บรักษาในตู้ขนส่งที่ควบคุมอุณหภูมิ 14°C ไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีนโดยใช้เวลาขนส่งทางเรือ 6-11 วัน เมื่อถึงปลายทางพบว่าคุณภาพผลเงาะยังคงสดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การเก็บเงาะโรงเรียนในภาชนะ PE-1 (OTR = 7,000 cc/m^2/d) ทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงทำให้ขนเงาะเป็นสีดำและเก็บได้ 12 วัน ส่วน PE-2 (OTR = 12,000 cc/m^2/d) สามารถเก็บเงาะได้นานสุด 18 วัน (Pongsai และคณะ, 2009) Ponrat และคณะ (2006) รายงานว่าการใช้ PVC และ LLDPE ห่อหุ้มผลเงาะสามารถลดการสูญเสียน้ำและความแน่นเนื้อของเปลือกผลได้ นอกจากนี้ การจุ่มเงาะในสาร ABA และ Salicylic acid สามารถชะลอการสูญเสียแอนโธไซยานินและยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Siriphollakul และคณะ, 2006) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยการใช้กล่องพลาสติกชนิดClamshell เจาะรู

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวเงาะพันธุ์โรงเรียนวัย 4-5 (อายุ 19-22 วันหลังการเปลี่ยนสี) (สมคิด, 2553) จากสวนเกษตรกรใน อ.ขลุง จ.จันทบุรี โดยคัดเลือกขนาดผลใกล้เคียงกัน และปราศจากตำหนิจากโรคและแมลง ตัดก้านขั้วยาว 0.5 ซม. จุ่มสารด้วยโพรคลอราซ (prochloraz) ความเข้มข้น 500 ppm ที่มีอุณหภูมิ 18-20°C หลังจากนั้นผึ่งผลเงาะให้สะเด็ดน้ำ แล้วทำการบรรจุผลเงาะจำนวน 6 ผลลงในกล่อง clamshell ที่มีการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. บริเวณด้านบน+ด้านล่างของกล่อง จำนวน 0+4 4+4 และ 9+4 รู เปรียบเทียบกับผลเงาะที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกที่คลุมด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ (ชุดควบคุม) จากนั้นขนส่งด้วยรถห้องเย็นที่อุณหภูมิ 10 °C และนำมาเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิที่ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) แต่ละการทดลองมี 4 ซ้ำ ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 วัน เพื่อตรวจสอบคุณภาพได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีขน โดยให้คะแนน 1-5 คะแนน 1 = สีขนเงาะปกติ 5 = สีขนเงาะดำทั้งหมดตามวิธีของ อรษา (2536) เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ปริมาณความชื้นในเปลือก (Relative water content) ตามวิธีของ Turner (1981) และคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏโดยใช้ 9 point hedonic scale

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าเงาะพันธุ์โรงเรียนที่บรรจุในกล่องเจาะรูแบบ 0+4 และแบบ 4+4 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยเท่ากับ 3.04 และ 5.99 รองลงมาคือกล่องเจาะรูแบบ 9+4 และเงาะที่ไม่บรรจุในกล่องเท่ากับ 9.60 และ 18.8 ตามลำดับ (Figure 1) การบรรจุเงาะในกล่อง clamshell ที่เจาะรูทั้ง 3 แบบ ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีขนของเงาะจากส้ม-แดงเป็นสีน้ำตาลดำได้ (Figure 2A) และมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 15 วัน ขณะที่ผลเงาะที่ไม่บรรจุกล่องมีอายุการเก็บรักษาเพียง 9 วัน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสีขนเป็นสีน้ำตาลดำมากกว่า 50% ของความยาวเส้นขนถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา ซึ่งเงาะพันธุ์โรงเรียนที่ไม่ได้บรรจุในกล่องนั้นมีการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงสีขนมากที่สุด ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ สายชล (2537) ได้ทำการบรรจุเงาะพันธุ์โรงเรียนในกล่องกระดาษลูกฟูกที่กรุด้วย PVC และ PE ปรากฏว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสีขนและการสูญเสียน้ำน้อยกว่าเงาะที่ไม่มีวัสดุใดรองรับ และความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำของผลเงาะนั้นมีผลชักนำให้เกิดสีน้ำตาลของเงาะพันธุ์โรงเรียนในระหว่างการเก็บรักษา (Srilaong, 2002) อย่างไรก็ตาม พบว่าเงาะที่บรรจุในกล่อง clamshell ที่เจาะรูทั้ง 3 แบบ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (Figure 3A) ปริมาณความชื้นในเปลือก (Figure 3B) และคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ (Figure 2B) ไม่แตกต่างจากเงาะในชุดควบคุม อาจเนื่องมาจากผลผลิตเพิ่งย้ายออกจากห้องเก็บรักษาที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อย้ายเงาะมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 1 วันพบว่า ขนเงาะชุดควบคุมเกิดสีน้ำตาลมากกว่าผลเงาะที่บรรจุกล่อง Clamshell อย่างมีนัยสำคัญ และกล่องที่เจาะรูทุกทรีตเมนต์ยังมีการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ (ข้อมูลไม่ได้แสดง)

สรุปผล

การบรรจุเงาะพันธุ์โรงเรียนชนิด Clamshell ที่มีการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. จำนวน 0+4 4+4 และ 9+4 รู ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสีขนของเงาะและมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 15 วัน ขณะที่ผลเงาะที่ไม่บรรจุกล่องพลาสติกมีอายุการเก็บรักษาเพียง 9 วัน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2551, เก็บรักษาผลเงาะสดอย่างไรให้ยาวนาน, จดหมายข่าว ผลิใบ ก้าวใหม่กับการวิจัยและพัฒนาการเกษตร, 5: 1-4.

นิรนาม, 2533, ระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลการเกษตรปีการเพาะปลูก 2529/30-2531/32 โครงการพิเศษ กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ,155 น.

สมคิด โพธิ์พันธุ์, 2553, ดัชนีการเก็บเกี่ยวเงาะเพื่อการส่งออก [สืบค้น],
http://www.doae.go.th/library/html/detail/loggan/index.html.[July 9, 2010]

สายชล เกตุษา, 2537, ผลกระทบของการใช้ฟิล์มพลาสติกกรุภาชนะบรรจุและอุณหภูมิต่ำที่มีต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน, วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.), 2: 149-160.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553. สถิติการส่งออกเงาะสด. [สืบค้น],
http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php.[July 9, 2010]

อรษา แกล้วเกษตรกรณ์, 2536, ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวและอิทธิพลของบรรยากาศดัดแปลงการห่อด้วยพลาสติกฟิล์มการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในความเข้มข้นสูงในระยะเวลาสั้นก่อนการเก็บรักษาและอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,หน้า 1-60.

Pongsai, P., Tongchitpakdee, S., Fuongfuchat, A. and Chonhenchob, V., 2009, Effect of High Gas Permeable Materials on Quality and Shelf Life of Rambutan cv. 'Rong Rian', Kasetsart Journal Natural Science, 43: 275-281.

Ponrot, W., Niyomlao, W. and Kanlayanarat, S., 2006, Modified Atmospheres Affect the Quality and Storage Life of Rambutan Fruit (*Nephellium lappaceum* L.), Acta Horticulturae, 712: 667-669.

Siriphollakul, P., Niyomlao, W. and Kanlayanarat, S., 2006, Antitranspirants Maintain Freshness and Improve Storage life of Rambutan (*Nephellium lappaceum* L.) Fruit, Acta Horticulturae, 712: 611-616.

Srilaong, V., Kanlayanarat, S. and Tatsumi, Y., 2002,Changes in Commercial Quality of ‘Rong Rein’ Rambutan in Modified Atmosphere Packing, Food Science and Technology Research, 8: 337-341.

Turner, N.C., 1981, Techniques and Experimental Approaches for the Measurement of the Plant Water Status, Plant Soil, 58: 339-366.

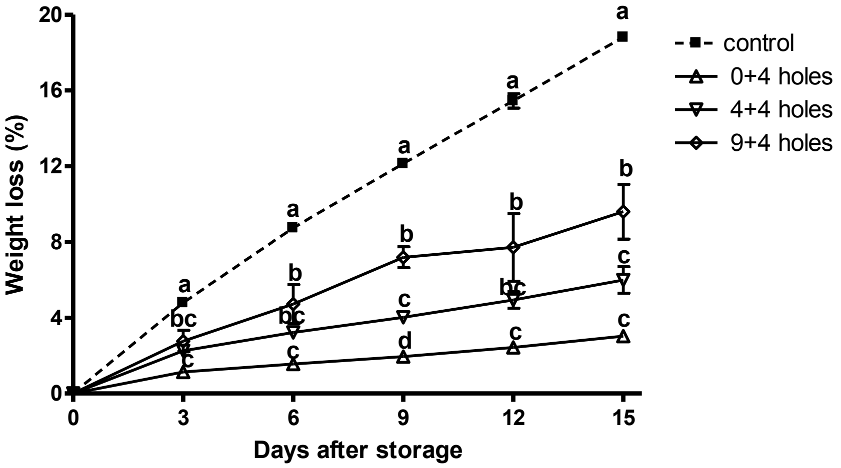


Figure 1 Weight loss of ‘Rong-rein’ rambutan packaged in clamshell box which had the different numbers of holes on the top and base and stored at 13°C.

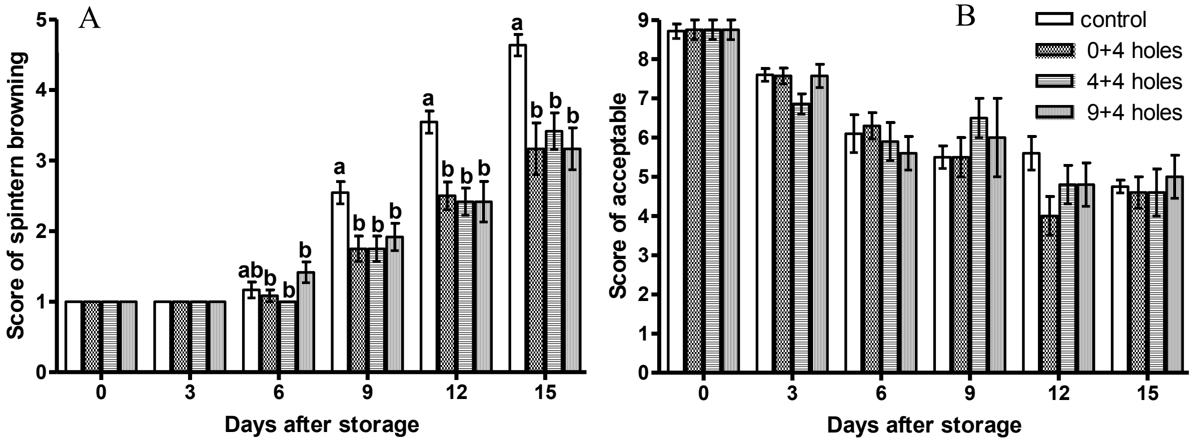


Figure 2 Score of spintern browning (A) and of visual acceptance (B) of 'Rong-rein' rambutan packaged in clamshell box which had the different numbers of holes on the top and base and stored at 13°C.

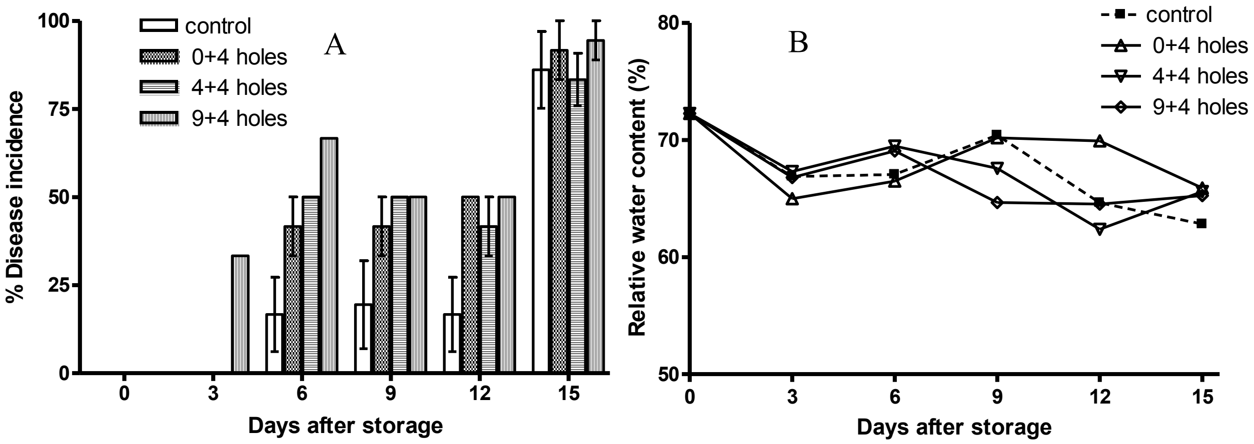


Figure 3 Disease incidence (A) and relative water content (B) of 'Rong-rein' rambutan packaged in clamshell box which had the different numbers of holes on the top and base and stored at 13°C.

การสำรวจการยอมรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ # 4ฉายรังสีของชาวอเมริกัน

Sensory Survey of American Residents on Irradiated Mango 'Nam Dok Mai No. 4'

วาริช ศรีละออง[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Srilaong, V.[1], Jitareerat, P.[1], Uthairatanakij, A.[1], Potchanachai, S.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

The study of American consumer acceptance on gamma irridiated mango and gamma irridiated mango in combination with hot water treatment or hot prochloraz solution was conducted in Los Angeles area. The un-trainned panelists were divided into 3 groups of native American, Mexican-American and Thai/Asian consumers. The number of panelist was 168 persons which women were 64.88% and men were 35.12%. The survey revealed that most of the panelists from 3 groups (80-100%) preferred the external appearrance of mango from each treatment. The sensory evaluation of flesh mango indicated that the panelists from 3 groups (75.68-100%) gave the excellent score. The mango without heat treatments before gamma irradiation process had more sweet scores than that of heat treated fruit. The decision for consumer to buy mango from Thailand was also evaluated from an external quality and sensory test. Thai/Asian and Native American consumers were agreeable to buy mango from each treatment, while 60% Mexican-American consumer accepted hot prochloraz solution treated fruit about 60%. The expected price per fruit from all panelists was 1.88-2.74 US$. The hot prochloraz solution treated fruit got the highest price at 2.4-2.74 US$ per fruit whereas hot water treated fruit got the lowest price at 1.88 US$ per fruit.

Keywords: mango, gamma radiation, consumer acceptance, quality

บทคัดย่อ

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคชาวอเมริกันในรัฐลอสแองเจลลิสต่อมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาเพียงอย่างเดียว และการฉายรังสีแกมมาร่วมกับการจุ่มน้ำร้อนหรือจุ่มน้ำร้อนผสมสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซ โดยทำการทดสอบกับผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มตัวผู้บริโภคชาวอเมริกัน กลุ่มผู้บริโภคชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน และกลุ่มผู้บริโภคชาวไทย/ชาวเอเชีย โดยแบ่งเป็นเพศหญิง 109 คน (64.88 เปอร์เซ็นต์) และเป็นเพศชาย 59 คน (35.12 เปอร์เซ็นต์) จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่ทดสอบมะม่วงในชุดการทดสอบต่างๆ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จากกลุ่มผู้บริโภคทั้ง 3 กลุ่ม (80-100 เปอร์เซ็นต์) ให้การยอมรับลักษณะปรากฏของมะม่วงที่ผ่านการเตรียมจากทั้ง 3 วิธีการ สำหรับการทดสอบการยอมรับด้านเห็นว่ารสชาติของมะม่วงที่ผ่านการเตรียมจากทั้ง 3 วิธีการพบว่าผู้ทดสอบ75.68-100 เปอร์เซ็นต์ ให้คะแนนอยู่ในระดับที่ดีเยี่ยม โดยมะม่วงที่ไม่จุ่มสารใดๆ ก่อนนำมาฉายรังสีแกมมามีความหวานมากกว่าวิธีการอื่นๆ ส่วนการตัดสินใจของผู้บริโภคในการซื้อมะม่วงจากลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติของมะม่วง พบว่าผู้บริโภคชาวไทย/ชาวเอเชียและชาวอเมริกันส่วนมากยินดีซื้อมะม่วง ยกเว้นผลที่จุ่มน้ำร้อนผสมสารกำจัดเชื้อราซึ่งกลุ่มผู้บริโภคชาวเม็กซิกัน-อเมริกันระบุว่าซื้อ 60 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการสำรวจในด้านราคาที่ผู้บริโภคคาดหวังพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จะซื้อมะม่วงในราคา 1.88-2.74 ดอลลาร์สหรัฐต่อผล ผู้บริโภคทั้ง 3 กลุ่ม ให้ราคามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนผสมโปรคลอราซสูงกว่ามะม่วงในวิธีการอื่นๆ โดยให้ราคามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนผสมโปรคลอราซที่ 2.4-2.74 ดอลลาร์สหรัฐต่อผล ส่วนมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนเพียงอย่างเดียว มีราคาต่ำสุดคือ 1.88 ดอลลาร์สหรัฐต่อผล

คำสำคัญ: มะม่วง รังสีแกมมา การยอมรับของผู้บริโภค คุณภาพ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

คำนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งออกมะม่วงไปยังต่างประเทศเป็นจำนวนมากทั้งในรูปแบบผลิตผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดต่างๆ ปี 2549 ไทยส่งออกมะม่วงสดและผลิตภัณฑ์มะม่วงกระป๋อง ปริมาณ 23,603 ตัน สำหรับพันธุ์ของมะม่วงสดที่มีการส่งออกมาก ได้แก่ เขียวเสวย หนังกลางวัน โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ แรด และอกร่อง โดยมีประเทศคู่ค้าที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น มาเลเซีย เกาหลีใต้ ฮ่องกง สิงคโปร์ ส่วนมะม่วงกระป๋องมีการส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ฮ่องกง แคนาดา เป็นต้น โดยมูลค่าการส่งออกมะม่วงสดคิดเป็นร้อยละ 36.13 และมะม่วงกระป๋องคิดเป็นร้อยละ 63.87 (สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป, 2550) จะเห็นได้ว่าปริมาณการส่งออกมะม่วงสดยังมีอยู่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงแปรรูป ซึ่งเป็นผลมาจากการสูญเสียคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยว จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่ามะม่วงมีการส่งออกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาในลักษณะแปรรูปเป็นส่วนใหญ่ ในขณะการส่งมะม่วงสดไปยังประเทศสหรัฐอเมริกายังมีปริมาณน้อย ซึ่งอาจเกิดจากการที่ประเทศสหรัฐอเมริกามีข้อกำหนดในเรื่องของการฉายรังสีผลิตผลสดทางการเกษตรก่อนการนำเข้า ซึ่งจากอดีตที่ผ่านมาพบว่ามะม่วงสดมีความเสียหายจากการฉายรังสีที่เกิดในระหว่างการขนส่งเป็นระยะทางไกล ดังนั้นจึงทำให้ถูกปฏิเสธที่จะรับซื้อจากคู่ค้า ณ ตลาดปลาย จากปัญหาที่ได้กล่าวมานี้จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้ส่งออกไม่มีความมั่นใจในการส่งมะม่วงฉายรังสีไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา จากปัญหาความเสียหายของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาจึงได้มีความพยายามที่จะศึกษาวิธีการในการลดความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยการใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวร่วมกับการฉายรังสีแกมมา แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีต่างๆ ที่ใช้อาจมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีร่วมกับวิธีการต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 จากสวนของเกษตรกร แล้วขนส่งไปยังโรงคัดบรรจุของบริษัทเอกชนโดยการใช้รถห้องเย็น หลังจากนั้นตัดแต่งขั้วผล แล้วคัดคุณภาพของผลมะม่วงอีกครั้งหนึ่งให้มีขนาดสม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิ และมีระยะความสุกใกล้เคียงกัน ล้างมะม่วงที่ผ่านการคัดคุณภาพแล้วโดยการใช้น้ำที่มีส่วนผสมของคลอร็อกซ์ แล้วแบ่งมะม่วงที่เตรียมได้ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นมะม่วงที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ ก่อนการฉายรังสี กลุ่มที่ 2 เป็นมะม่วงที่จุ่มในสารละลายโปรคลอราซ 210 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และกลุ่มที่ 3 นำมะม่วงที่เตรียมได้จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที โดยมะม่วงที่ผ่านกระบวนการต่างๆ แล้ว จะถูกบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อการส่งออก แล้วนำไปฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 400 เกรย์ ขนส่งมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแล้วไปยังสนามบินสุวรรณภูมิเพื่อรอการขนส่งไปยังลอสแองเจลลิส แคลิฟอเนีย สหรัฐอเมริกา เมื่อมะม่วงถึงตลาดปลายทางบ่มให้สุกแล้วนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยแบ่งผู้บริโภคออกเป็น 3 กลุ่ม คือชาวอเมริกัน ชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน และชาวไทย/ชาวเอเชีย จำนวน 168 คน แบ่งเป็นเพศหญิง 109 คน และเป็นเพศชาย 59 คน ทดสอบด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ รสชาติ การตัดสินใจซื้อ และราคาที่คาดว่าจะซื้อไปบริโภค

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะปรากฏของมะม่วง (Table 1)

ผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคชาวอเมริกันและชาวไทย/ชาวเอเชีย 100 เปอร์เซ็นต์ ให้การยอมรับลักษณะปรากฏของมะม่วงฉายรังสีแกมมาที่ไม่ได้จุ่มสารใดๆ สำหรับมะม่วงฉายรังสีแกมมาที่จุ่มน้ำร้อนผสมสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที พบว่าผู้บริโภคทั้ง 3 กลุ่ม ยอมรับลักษณะปรากฏของมะม่วงในกลุ่มนี้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การยอมรับจากผู้บริโภคชาวอเมริกัน ชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน และชาวไทย/ชาวเอเชีย เท่ากับ 100, 80 และ 83.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที พบว่าผู้บริโภคชาวอเมริกัน ชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน และชาวไทย/ชาวเอเชีย ยอมรับลักษณะปรากฏของมะม่วงในวิธีการทดสอบนี้เท่ากับ 95.24, 95.00 และ 98.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคทั้ง 3 กลุ่ม มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ให้การยอมรับลักษณะปรากฏของมะม่วงผ่านการฉายรังสีกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีและมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีร่วมกับการใช้ความร้อนและสารป้องกันเชื้อรา สามารถวางจำหน่ายในตลาดลอสแองเจลลิสได้

รสชาติของมะม่วง (Table 2)

ผลการสำรวจความชอบด้านรสชาติของมะม่วงที่ไม่จุ่มสารใดๆ พบว่าผู้บริโภคชาวอเมริกันและชาวไทย/ชาวเอเชียส่วนใหญ่เห็นว่ารสชาติของมะม่วงอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม สำหรับมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนผสมสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซที่อุณหภูมิ 50 องศา

เซลเซียส นาน 10 นาที พบว่าชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน 100 เปอร์เซ็นต์ ระบุว่ารสชาติของมะม่วงในวิธีการทดสอบนี้ดีเยี่ยม ในขณะที่ชาวอเมริกันและชาวไทย/ชาวเอเชีย จำนวน 75.68-78.57 เปอร์เซ็นต์ ที่เห็นว่ามะม่วงมีรสชาติดีเยี่ยม สำหรับมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จากทั้ง 3 กลุ่ม เห็นว่ามะม่วงในวิธีการทดสอบนี้มีรสชาติดีเยี่ยม (81.82-90.48 เปอร์เซ็นต์) จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการฉายรังสีและการฉายรังสีร่วมกับการใช้ความร้อนและสารป้องกันเชื้อราไม่มีผลต่อรสชาติของมะม่วงเมื่อสุก

การตัดสินใจซื้อมะม่วง (Table 3)

การตัดสินใจของผู้บริโภคในการซื้อมะม่วงโดยให้ผู้ทดสอบพิจารณาจากลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วงที่ผู้บริโภคได้มองเห็นและด้านรสชาติของมะม่วง พบว่า มะม่วงที่ไม่จุ่มสารใดๆ ได้รับคะแนนจากผู้บริโภคชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน 100 เปอร์เซ็นต์ ระบุว่ายินดีซื้อ ในขณะที่ผู้บริโภคชาวไทย/ชาวเอเชีย 85.17 เปอร์เซ็นต์ ระบุว่ายินดีซื้อ ส่วนมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนผสมสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที พบว่าผู้บริโภคชาวอเมริกันยินดีซื้อมะม่วงในชุดการทดสอบนี้ 85.71 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผู้บริโภคชาวเม็กซิกัน-อเมริกัน 60 เปอร์เซ็นต์ ระบุว่ายินดีซื้อ เนื่องจากมีความกังวลในเรื่องของสารเคมีที่ใช้ สำหรับมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที พบว่าผู้บริโภคชาวชาวเม็กซิกัน-อเมริกันและชาวไทย/ชาวเอเชียมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ระบุว่ายินดีซื้อ และส่วนผู้บริโภคชาวอเมริกัน 76.19 เปอร์เซ็นต์ ยินดีซื้อ

ราคาที่คาดหวังของผู้บริโภค (Table 4)

ผลการสำรวจพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะซื้อมะม่วงในราคา 1.88-2.74 ดอลลาร์สหรัฐ โดยเฉพาะผู้บริโภคทั้ง 3 กลุ่ม ให้ราคามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนผสมโปรคลอราซสูงกว่ามะม่วงในวิธีการทดสอบอื่นๆ คือ 2.4-2.74 ดอลลาร์สหรัฐ ส่วนมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนเพียงอย่างเดียว มีราคาต่ำสุดคือ 1.88 ดอลลาร์สหรัฐต่อผล

Table 1 Appearance of gamma irradiated mango fruit treated with hot water at 55°C for 5 min or hot water with 250 ppm prochloraz at 50°C for 10 min compared with gamma irradiated mango.

Treatment		Appearance		
		Accept	Moderate accept	Reject
Irradiation	American	100.00	0.00	0.00
	Mexican	ND	ND	ND
	Thai	100.00	0.00	0.00
Irradiation+hotwater	American	100.00	0.00	0.00
	Mexican	80.00	20.00	0.00
	Thai	83.78	16.22	0.00
Irradiation+prochloraz	American	95.24	4.76	0.00
	Mexican	95.00	5.00	0.00
	Thai	98.18	0.00	1.82

Table 2 Taste of gamma irradiated mango fruit treated with hot water at 55°C for 5 min or hot water with 250 ppm prochloraz at 50°C for 10 min compared with gamma irradiated mango.

Treatment		Taste			
		Excellent	Good	Like	Cannot justify
Irradiation	American	80.00	20.00	0.00	0.00
	Mexican	ND	ND	ND	ND
	Thai	90.00	10.00	0.00	0.00
Irradiation+hotwater	American	78.57	21.43	0.00	0.00
	Mexican	100.00	0.00	0.00	0.00
	Thai	75.68	24.32	0.00	0.00
Irradiation+prochloraz	American	90.48	9.52	0.00	0.00
	Mexican	85.00	15.00	0.00	0.00
	Thai	81.82	16.36	1.82	0.00

ND = no data

Table 3 Decision to buy of gamma irradiated mango fruit treated with hot water at 55°C for 5 min or hot water with 250 ppm prochloraz at 50°C for 10 min compared with gamma irradiated mango.

Treatment		Decision to buy tasted mango		
		Yes	Maybe	No
Irradiation	American	100.00	0.00	0.00
	Mexican	ND	ND	ND
	Thai	85.17	14.29	0.00
Irradiation+hotwater	American	85.71	14.29	0.00
	Mexican	60.00	20.00	20.00
	Thai	81.08	18.92	0.00
Irradiation+prochloraz	American	76.19	23.81	0.00
	Mexican	90.00	10.00	0.00
	Thai	87.27	10.91	1.82

Table 4 Accepted price of gamma irradiated mango fruit treated with hot water at 55°C for 5 min or hot water with 250 ppm prochloraz at 50°C for 10 min compared with gamma irradiated mango.

Panelists	Price ($ per fruit)		
	T1	T2	T3
American	2.20	ND	2.40
Mexican	2.08	1.88	2.74
Thai	2.07	1.88	2.50

Remark: ND = no data

T1 = Gamma irradiated at 400 Grays

T2 = Dip in hot prochloraz at 50°C for 10 min + Gamma irradiated at 400 Grays

T3 = Dip in hot water at 55oC for 5 min + Gamma irradiated at 400 Grays

สรุปผล

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่ทดสอบมะม่วงในชุดการทดสอบต่างๆ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จากกลุ่มผู้บริโภคทั้ง 3 กลุ่ม (80-100 เปอร์เซ็นต์) ให้การยอมรับลักษณะปรากฏของมะม่วงที่ผ่านการเตรียมจากทั้ง 3 วิธีการ และยินดีซื้อมะม่วงจากวิธีการต่างๆ ยกเว้นมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนผสมสารกำจัดเชื้อราซึ่งกลุ่มผู้บริโภคชาวเม็กซิกัน-อเมริกันยินดีซื้อน้อยกว่าผู้บริโภคกลุ่มอื่นๆ ส่วนราคาที่ผู้บริโภคคาดว่าราคาควรเป็น 1.88-2.74 ดอลลาร์สหรัฐต่อผล

เอกสารอ้างอิง

สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป, 2550, สถานการณ์สินค้ามะม่วงและผลิตภัณฑ์, สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 573-576 (2010) ว. วิทย์. กษ. 40(3/1)(พิเศษ): 573-576 (2553)

ผลของสารสกัดจากมะเขือพวงในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค Escherichia coli, Staphylococcus aureus และ *Salmonella typhimurium*

Effect of Plate brush (*Solanum torvum* Sw.) Crude Extract on the Inhibition of Pathogenic Bacteria (*Escherichia coli, Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium*)

ศรัญญา พรศักดา[1] มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย[1] กิตติ ศรีสะอาด[1] มัณฑนา นครเรียบ[2] ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ[3] ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล[4] และทรงศิลป์.พจน์ชนะชัย[4*]

Pornsakda, S.[1], Plainsirichai, M.[1], Srisaeard, K.[1], Nakornreab, M.[2], Laopraserd, P.[3], Vichitsoonthonkul, T.[4] and Photchanachai, S.[4*]

Abstract

Apart from using plate brush (*Solanum torvum* Sw.) to increase flavour and taste in Thai food, it is also used as folk remedies. However, there is no report on plate brush application as diarrhea control. This research studied the inhibition of plate brush crude extract onfood-borne pathogenic bacteria. Plate brush was harvested from a farm at Thung Khru, Bangkok. Dried and fresh plate brush samples were extracted by 95% ethanol for 48 hours. The crude exacts were used to test for inhibitory effect of three bacteria, *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium* by agar diffusion method. The result demonstrated that crude extracts from both fresh and dried plate brush inhibited growth of the tested pathogenic bacteria, but the crude extract from dried plate brush revealed greater antibacterial activity. Therefore, crude extract from dried and fresh plate brush has potential to control food-borne pathogenic bacteria human.

Keywords: crude extract, food-borne pathogenic bacteria, plate brush

บทคัดย่อ

มะเขือพวง (plate brush; *Solanum torvum* Sw.) นอกจากจะใช้ในการประกอบอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นและรสในอาหารไทยแล้ว ยังถูกนำมาใช้รักษาโรค แต่ยังไม่มีรายงานการนำมาใช้ในการควบคุมโรคท้องร่วง งานวิจัยนี้ศึกษาการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคที่พบบ่อยในอาหาร โดยใช้มะเขือพวงที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งเดียวกัน คือ แปลงเกษตรกรในเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร โดยนำตัวอย่างแห้งและสดของมะเขือพวงมาสกัดในเอธานอล (95%) นาน 48 ชั่งโมง จากนั้นนำสารสกัดหยาบมาทดสอบการยับยั้งแบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhimurium* บนอาหาร เลี้ยงด้วยวิธี agar diffusion พบว่า มะเขือพวงที่สกัดจากตัวอย่างสดและแห้ง สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่นำมาทดสอบได้ใกล้เคียงกันทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นมะเขือพวงที่สกัดจากตัวอย่างแห้งและสด จึงมีศักยภาพใน นำมาประยุกต์ใช้ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในคน แต่สารสกัดหยาบจากมะเขือพวงแห้งมีประสิทธิภาพดีกว่า

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบ แบคทีเรียก่อโรคในอาหาร มะเขือพวง

คำนำ

Escherichia coli, Staphylococcus aureus และ *Salmonella typhimurium* เป็นแบคทีเรียก่อโรคที่พบบ่อยในอาหาร ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ การรักษานิยมใช้ยาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจเกี่ยวกับสมุนไพรมากยิ่งขึ้นทั้งในด้านที่ใช้เป็นยารักษาโรค อาหาร และเครื่องดื่ม นอกจากนี้สมุนไพรยังถูกนำมาใช้ในการบำบัดโรคเนื่องจากก่อให้เกิดอาการเป็นพิษและอาการข้างเคียงน้อยกว่าสารสังเคราะห์และไม่ทำให้เกิดการดื้อยาเมื่อเทียบกับสาร

[1]สายวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000
[1]Division of Agricultural Technology, Department of Agricultural Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000
[2]สายวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000
[2]Division of Chemistry, Department of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000
[3]สายวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000
[3]Division of Public Health Department of Public Health, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000
[4]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[4]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Thonburi, Bangkok 10150

สังเคราะห์ การนำสมุนไพรมาใช้เป็นยารักษาโรคยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อยาสำเร็จรูปจากต่างประเทศได้ (จารุพันธ์, 2540) จึงมีการนำพืชหลายชนิดมาใช้บำบัดโรค อย่างไรก็ตามการนำมะเขือพวงมาใช้ในการควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อ *E. coli, S. aureus* และ *S. typhimurium* ยังไม่ได้รับความสนใจทั้งที่มะเขือพวงเป็นผักที่คนไทยบริโภคเป็นประจำ มะเขือเป็นทั้งพืชสมุนไพรและผักที่นิยมนำมาประกอบอาหารของคนไทย มีคุณค่าทางอาหารสูง มีสารประกอบที่สำคัญ คือ ฟีนอลิก (Phenolic) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) (สุธาทิพ, 2551) มีรายงานการศึกษาปริมาณฟีนอลิกในมะเขือ 16 ชนิดหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ามะเขือพวงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด โดยเปลือกมะเขือพวงมีค่าตั้งแต่ 109.63 ถึง 458.19 มิลลิกรัม gallic ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด โดยส่วนเนื้อมะเขือพวงมีค่าตั้งแต่ 47.61 ถึง 184.52 มิลลิกรัม gallic ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และทั้งผลมีค่าตั้งแต่ 67.98 ถึง 248.10 มิลลิกรัม gallic ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ชนิกาญจน์ และคณะ, 2551) ดังนั้นจึงน่าจะมีความเป็นไปได้ในการใช้สารสกัดจากมะเขือพวงเพื่อควบคุมเชื้อแบคทีเรีย

สำหรับฤทธิ์การต้านจุลชีพจากพืชชนิดต่าง ๆ พบว่าสารสกัดจากหอมใหญ่และกระเทียมสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *E.coli* และ *S.aureus* ได้ (พนมพร และสาวิตรี, 2545) ในขณะที่สารสกัดจากใบสาบเสือและดอกรักเร่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางในการยับยั้ง (clear zone) เท่ากับ 17.5 และ 14 มิลลิเมตร ตามลำดับ (เปรมฤดี และสินินาฏ, 2546) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียจากมะเขือพวง ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *E. coli, S. aureus* และ *S. typhimurium* ที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงอย่างรุนแรงในคนจากมะเขือพวง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนายาชนิดใหม่จากผักพื้นบ้านไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

มะเขือพวงที่นำมาทดสอบเก็บเกี่ยวในระยะรับประทานสดจากแปลงเกษตรกรในเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร นำมาล้างทำความสะอาดแล้วนำมาสกัดทั้งแบบสดและแห้ง หลังจากนั้นนำสารสกัดหยาบมาศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli, S. aureus* และ *S. typhimurium* ด้วยวิธี agar diffusion ตามวิธีของ Kostecki และคณะ (2004) โดยนำเชื้อแบคทีเรียก่อโรคดังกล่าวมาเลี้ยงในอาหารเหลว สำหรับ *E. coli* และ *S. aureus* เลี้ยงในอาหารเหลว (Luria bertani broth, miller; LB) สำหรับ *S. typhimurium* เลี้ยงในอาหารเหลว (Nutrient Broth; NB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำเชื้อแบคทีเรียที่บ่มไว้มา streak ลงใน plates สำหรับ *E. coli* และ *S. aureus* เลี้ยงบนอาหาร NA สำหรับ *S. typhimurium* เลี้ยงบนอาหาร NB จากนั้นใช้ cock borer เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรเจาะลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นจำนวน 3 หลุม (นำชิ้นวุ้นที่เจาะทิ้งไป) แล้วดูดสารสกัดหยาบมะเขือพวง ความเข้มข้น 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ลงในหลุม โดยมี Control คือ น้ำกลั่นปลอดเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณใส (clear zone) ด้วย vernier caliper จากวงใสขอบซ้ายถึงขวาและจากวงใสขอบบนถึงล่าง แล้วนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีโดยวิธี LSD (Least significant)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli, S. aureus* และ *S. typhimurium* ของสารสกัดหยาบจากมะเขือพวงสดและแห้ง พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่นำมาทดสอบได้ทั้ง 3 ชนิด เป็นเพราะมะเขือพวงจัดเป็นพืชที่มีรายงานว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูง สังเกตได้จากการเกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว (Cao และคณะ, 1996) ซึ่งสารในกลุ่มฟีนอลิกมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี จากการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด พบว่าสารสกัดหยาบจากมะเขือพวงแห้งที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใส เท่ากับ 1.5, 1.6 และ 1.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) และความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใส เท่ากับ 1.35, 1.27 และ 1.22 เซนติเมตร ตามลำดับ สูงกว่าโซนใสของสกัดหยาบจากมะเขือพวงสดความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าสารออกฤทธิ์ในมะเขือพวงมีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโตได้เท่ากันทั้งนี้อาจเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าสารสกัดหยาบจากมะเขือพวงแห้งและสดจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ได้ แต่ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียบางชนิด โดยดูจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใส ยังมีขนาดเล็ก ซึ่งน่าจะเกิดจากสารบางชนิดในมะเขือพวงที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในปริมาณน้อย และขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรีย โดยเฉพาะคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของแบคทีเรีย เช่น คุณสมบัติของผนังเซลล์

จึงทำให้โซนใสมีขนาดเล็ก ซึ่งขณะนี้ผู้วิจัยกำลังดำเนินการทดลองเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณตัวอย่างแห้งและสดในการสกัดด้วยตัวทำละลาย หรือศึกษาตัวทำละลายให้เหมาะสมกับสารที่เราต้องการสกัด เพื่อจะได้สารที่ต้องการให้ออกมามากที่สุด และศึกษาชนิดของมะเขือให้มากขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกสารสกัดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการยับยั้งการเจริญเติบของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค

สรุปผล

สารสกัดหยาบจากมะเขือพวงแห้งและสด มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ทั้ง 3 ชนิด คือ *E. coli, S. aureus* และ *S. typhimurium* ดังนั้นสารสกัดหยาบทั้ง 2 ชนิด จึงมีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในคน อีกทั้งยังเป็นข้อมูลในการวิจัยและแนวทางในการพัฒนาสมุนไพรไทย เพื่อใช้ในงานสาธารณะสุข มูลฐาน ในอุตสาหกรรมยาและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ รวมทั้งการส่งออกต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

จารุพันธ์ อินทรวัตร, 2540, จุลชีววิทยา, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, สุราษฎร์ธานี, 416 หน้า.

ชนิกาญจน์ จันทร์มาทอง จำนงค์ อุทัยบุตร และกอบเกียรติ แสงนิลกิจ, 2551, กิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกและเนื้อของผลมะเขือ, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 39: 384-387.

ทรงพล รติศพงศ์ กรรณิการ์ บุตรเอก และขนิษฐา อัศวชัยณรงค์, 2551, สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compound) โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์และพลังงาน, กรุงเทพฯ, 5 หน้า.

เปรมฤดี มาสู่ และสินินาฏ พันธะชาติ, 2546, การศึกษาการออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ Staphylococcus aureus จากสมุนไพร, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา, 127 หน้า.

พนมพร ภาณุทัต และสาวิตรี วทัญญูไพศาล, 2545, การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในอาหารด้วยสารสกัดจากพืชเครื่องเทศและสมุนไพรไทยบางชนิด, เอกสารการประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ 5, นวัตกรรมผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ นิทรรศการและการประชุมไบเทค, กรุงเทพฯ, หน้า 218-222.

สุธาทิพ ภมรประวัติ, 2551, มะเขือลดน้ำตาลในเลือด. [สืบค้น], http://www.doctor.or.th/ node/5704. 11/ February / 10.

อุษาวดี ชนสุต และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2549, การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลและกิจกรรมของเอนไซม์พอลีฟีนอลออกซิเดสของผลมะเขือ 16 สายพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว, วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, 37: 15-18.

Cao, G., Sofic, E. and Prior, R.L, 1996, Antioxidant Capacity of Tea and Common Vegetables, Journal of Food Chemical, 44: 3426-3431.

Kostecki, K., Engelmeier, D., Pacher, T., Hofer, O., Vajrodaya, S. and Greger, H., 2004, Dihydrophenanthrenes and Other Antifungal Stilbenoids from Stemona of Pierrei, Phytochemistry, 65(1): 99-106.

Martinez, M.V. and Whitaker, R.J., 1995, The Biochemistry and Control of Enzymatic Browning, Journal of Trends in Food Science and Technology, 6: 195-200.

Raigon, M.D., Prohens, J., Muñoz-Falcón, J.E. and Nuez, F., 2008, Comparison of Eggplant Landraces and Commercial Varieties for Fruit Content of Phenolics, Minerals, Dry Matter and Protein, Journal of Food Composition and Analysis, 21: 370– 376.

Table 1 Effect of Crude Extract on the Inhibition of 3 Pathogenic Bacterias (*E. coli*, *S. typhimurium* and *S. aureus*).

Bacteria	Clear zone^{ns} (cm.)			
	Fresh Crude Extract (%)		Dry Crude Extract (%)	
	50	100	50	100
E. coli	1.02	1.15	1.35	1.50
S. typhimurium	1.00	1.10	1.22	1.40
S. aureus	1.00	1.17	1.27	1.60
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.90	10.00	10.60	5.20

^{ns} Values followed by different letter in each column are not significantly different ($p<0.05$)

ฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นของส่วนต่าง ๆ ของผลกาแฟอาราบิก้า และกากกาแฟ

Antioxidant Properties of Different Parts of Arabica Coffee Berry and Spent Coffee Ground

ชุติมณฑน์ พลอยประดับ[1] พุทธพร เจียมศุภกิตต์[1] และ นิรมล ปัญญ์บุศยกุล[1]

Ploypradub, C.[1], Cheamsuphakit, B.[1] and Punbusayakul, N.[1]

Abstract

The main waste in coffee brewing process and the coffee shop business are coffee pulp and spent coffee ground (SCG), respectively, causing significant environmental problems. It is reported that coffee is very rich in anti-oxidative compounds compared to that of some antioxidant rich fruits. However, these compounds are varied depending on the berry parts, plantation area, processing and etc. Up until now, there is no report regarding to those information of Arabica coffee in Chiang Rai Province. The objective of the research, therefore, focused on investigation of antioxidant properties, in the terms of total polyphenol content (TPC), radical scavenging activity by DPPH and FRAP assay, of the whole coffee berries (WC), fresh coffee pulp (FCP), coffee bean (CB), coffee pulp from the industry (CP) and SCG produced in Chiang Rai Province. These will pave to way to add-up value to Arabica coffee waste, consequently reducing the environmental problem. In the experiment, coffee berry, CP and SCG were collected from Doi Chang and coffee shop in Chiang Rai. It was found that CB contained the highest TPC (1.42 %) followed by CP (1.22 %), WC (1.18 %), FCP (0.96 %) and SPC (0.36-0.46 %), respectively. While, the CP exhibited the highest antioxidant activity in terms of DPPH (1,212,621 µmole Trolox/100 g db) and FRAP (0.64 % ascorbic acid w/w db) followed by CB, WC and SCG, respectively.

Keywords: Arabica, antioxidant activity, coffee pulp, spent coffee ground

บทคัดย่อ

วัสดุเหลือทิ้งหลัก ๆ ของกระบวนการผลิตกาแฟอาราบิก้าและธุรกิจกาแฟสด คือ เนื้อผลกาแฟ และกากกาแฟ ตามลำดับ ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม มีรายงานว่ากาแฟมีองค์ประกอบที่มีฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นอยู่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น ๆ โดยองค์ประกอบดังกล่าวจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ส่วนของผลกาแฟ พื้นที่ปลูก กระบวนการผลิต เป็นต้น ซึ่งยังไม่มีข้อมูลดังกล่าวของกาแฟอาราบิก้าที่ผลิตในจังหวัดเชียงราย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นในรูปของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphenol content: TPC) ฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นโดยวิธี DPPH และ FRAP ของผลกาแฟทั้งผล เนื้อผลกาแฟสด เมล็ดกาแฟ เนื้อผลกาแฟจากโรงงานผลิตกาแฟ และกากกาแฟจากร้านกาแฟสดในจังหวัดเชียงราย เพื่อเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกาแฟซึ่งจะสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ โดยเก็บตัวอย่างผลกาแฟจากดอยช้าง และกากกาแฟจากร้านขายกาแฟสดในจังหวัดเชียงราย โดยพบว่าเมล็ดกาแฟ (1.42 %) มีค่า TPC ในรูปของกรดแกลิก (% gallic acid) ต่อน้ำหนักแห้ง สูงที่สุด รองลงมาคือ เนื้อผลกาแฟที่ได้จากโรงงาน (1.22 %) ผลกาแฟ (1.18 %) เนื้อผลกาแฟสด (0.96 %) และกากกาแฟ (0.36-0.42 %) ตามลำดับ โดยเนื้อผลกาแฟที่ได้จากโรงงาน มีฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นที่วิเคราะห์โดยวิธี DPPH (1,212,621 ไมโครโมล โทรล็อก (trolox) ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) และ FRAP (0.64 % กรดแอสคอบิก โดยน้ำหนัก น้ำหนักแห้ง) สูงที่สุด รองลงมาคือ เมล็ดกาแฟ กาแฟทั้งผล และกากกาแฟ ตามลำดับ

คำสำคัญ: อาราบิก้า ฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่น เนื้อผลกาแฟ กากกาแฟ

[1]สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 333 หมู่ 1 ต. ท่าสุด อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

[1]School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University 333 Moo 1 Thasud, Muang, Chiang Rai 57100 Thailand

คำนำ

วัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตกาแฟสดหลัก ๆ ได้แก่ เนื้อผลกาแฟ (coffee pulp) คือ ประมาณร้อยละ 55 ของผลสด (coffee cherry) และเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟ (hull and husk) ประมาณร้อยละ 29 ของผลสด (Shahidi และ Naczk, 2003) ซึ่งโดยทั่วไปส่วนเนื้อผลกาแฟนี้จะถูกนำไปหมักจนเป็นสีดำก่อนที่จะทำเป็นปุ๋ยต่อไป มีนักวิจัยบางกลุ่มศึกษาร่วมกับกลุ่มเกษตรกรดอยช้าง ถึงการใช้ประโยชน์จากเนื้อผลกาแฟ เช่น การผลิตไวน์ หรือเครื่องดื่มจากเนื้อผลกาแฟ แต่ไม่เป็นที่แพร่หลายและนิยมมากนัก กลุ่มเกษตรกรจึงมักจะทิ้งให้เนื้อผลกาแฟหมักเองตามธรรมชาติ และนำไปทำเป็นปุ๋ยสำหรับต้นกาแฟในไร่ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า ปุ๋ยที่ได้จากการหมักเนื้อผลกาแฟให้ผลได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากในเนื้อผลกาแฟมีสารประกอบบางชนิด เช่น สารประกอบ ฟีนอล คาเฟอีน และสารแทนนิน อยู่ (Ramirez-Martinez, 2006) ซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ช่วยในการหมักปุ๋ย นอกจากนี้การนำเศษเหลือทิ้งของเนื้อผลกาแฟไปใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ เช่น โคและสุกร เป็นต้น มีข้อจำกัด เนื่องจากเนื้อผลกาแฟมีองค์ประกอบของผนังเซล และสารประกอบฟีนอล คาเฟอีน และแทนนิน ในปริมาณสูง ซึ่งจะไปยับยั้งการดูดซึมสารอาหารของสัตว์ ทำให้สัตว์ไม่สามารถใช้สารอาหารในเนื้อผลกาแฟได้เต็มที่ (Rojas และคณะ, 2002) มีรายงานว่าเนื้อผลกาแฟเป็นหนึ่งในแหล่งของสารต้านออกซิเดชั่นที่สำคัญ (Dimitrios, 2006) เนื้อผลกาแฟมีสารประกอบฟีนอลเป็นองค์ประกอบในรูปของกรดคลอโรจีนิก (chlorogenic acid) และสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์อยู่สูง (Spiller, 1998) โดยพบว่า สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเนื้อผลกาแฟ มีกรดคลอโรจีนิก และอิพิแคธิชิน (epicatechin) อยู่สูงถึง 42.2 และ 21.6 % ตามลำดับ (Ramirez-Martinez, 2006) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าแอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นสารสีชนิดหนึ่งที่มีมากใน เนื้อผลกาแฟ ที่มีสมบัติดังกล่าวด้วยเช่นกัน (Prata และ Oliveira, 2007)

โดยมีรายงานว่าเครื่องดื่มกาแฟ มีฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นสูงกว่าในชา หรือไวน์แดง ถึง 10 เท่า (Borrelli และคณะ, 2002) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสารสกัดจากผลกาแฟทั้งผล มีความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (Oxygen radical antioxidant capacity, ORAC) มากกว่าวิตามินอีถึง 15,000 เท่า ซึ่งมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ที่มีสารต้านออกซิเดชั่นชนิดอื่น ๆ เช่น บลูเบอรรี่ (ORAC = 14) และสตรอเบอรี่ (ORAC = 15.4) เป็นต้น (Futureceuticals, 2009) และมีค่า ORAC สูงกว่าในชาถึง 15 เท่า (Shamitko, 2010) ปัจจุบันยังไม่มีรายงานการศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญ และฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นในผลกาแฟ และส่วนต่าง ๆ ของผลกาแฟ และวัสดุเหลือทิ้งจากร้านกาแฟที่ผลิตในประเทศไทย โดยเฉพาะกาแฟพันธุ์อะราบิก้าที่ปลูกในพื้นที่เชียงราย ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการปลูกกาแฟสายพันธุ์ดังกล่าวมากที่สุดในประเทศไทย (อภิชาต, 2552) ดังนั้นดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphenol content; TPC) และฤทธิ์การต้านการออกซิเดชั่นของส่วนต่าง ๆ ของผลกาแฟ และกากกาแฟจากธุรกิจจำหน่ายเครื่องดื่มกาแฟสดในเขตจังหวัดเชียงราย เพื่อเป็นแนวทางในการหาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานผลิตเมล็ดกาแฟสด และธุรกิจจำหน่ายเครื่องดื่มกาแฟสด เพื่อผลิตสารออกฤทธิ์สำคัญในทางการค้า และความเป็นไปได้สำหรับการใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตอาหารเสริมสุขภาพ ยาและอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะสามารถลดปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกาแฟอาราบิก้าแล้ว ยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมการผลิตกาแฟได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างผลกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica)* และเนื้อผลกาแฟ เก็บจากพื้นที่ผลิตกาแฟ ตำบลวาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ในเดือนตุลาคม ปี 2552 โดยเนื้อผลกาแฟ (coffee pulp) ในการทดลองนี้ หมายถึง ส่วนของเปลือก (exocarp) และส่วนของเนื้อผลกาแฟ (pericarp) รวมกัน ที่ได้จากขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิตกาแฟ หลังจากแยกส่วนของเมล็ดกาแฟออกไปเพื่อนำไปผ่านกระบวนการผลิตกาแฟต่อไป ส่วนตัวอย่างกากกาแฟได้จากร้านค้ากาแฟสดในจังหวัดเชียงรายในปีเดียวกัน ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ผลกาแฟสด (whole coffee berry: WC) เนื้อผลกาแฟสด (fresh coffee pulp: FCP) เมล็ดกาแฟ (coffee bean: CB) เนื้อผลกาแฟ (coffee pulp: CP) จากโรงงานผลิตกาแฟในพื้นที่ดอยช้าง ตำบลวาวี จังหวัดเชียงราย และตัวอย่างกากกาแฟสด (spent ground coffee: SGC) จากร้านจำหน่ายเครื่องดื่มกาแฟสด 2 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาสกัดและวิเคราะห์ต่อไป

วิเคราะห์ความชื้นของตัวอย่าง โดยวิธี AOAC (2000) และนำตัวอย่าง 20 กรัม มาสกัดด้วยน้ำกลั่น โดยปั่นกับน้ำกลั่น และกรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman no.4) และปรับปริมาตรของสารละลายที่กรองได้ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 250 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphenol content; TPC) ในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดกาลิก (gallic acid) โดยน้ำหนักแห้ง โดยวิธี Folin Ciocateu method (Singleton และ Rosi, 1965) และฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่น โดย

วิธี DPPH Radical scavenging activity (DPPH assay: Brand-Williams และคณะ, 1995) ในรูปของไมโครโมลของสารโทรลอกซ์ (Trolox equivalent) ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 100 กรัม และ Ferric reducing antioxidant power (FRAP assay: Benzie และ Strain, 1996) ในรูปเปอร์เซ็นต์กรดแอสคอบิก (% ascorbic acid: w/w) โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างโดยใช้โปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Table 1 แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง) และค่า TPC ในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดแกลิกน้ำหนักแห้ง (% gallic acid, dw) และฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นของตัวอย่างทั้งหมด ที่วิเคราะห์โดยวิธี DPPH และ FRAP assay จากการทดลองพบว่า เนื้อผลกาแฟมีความชื้นประมาณ 78-85 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง โดยเมล็ดกาแฟมีความชื้นอยู่ประมาณ 54 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ขณะที่ตัวอย่างกากกาแฟที่มีการสกัดไปทำเครื่องดื่มกาแฟสดแล้วจะมีความชื้นเพียง 8-15 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ นอกจากนี้ยังพบกว่า เนื้อผลกาแฟที่ได้จากโรงงานผลิตกาแฟ มีปริมาณ TPC 1.22 เปอร์เซ็นต์ในรูปของกรดกาลิก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเนื้อผลกาแฟที่ปลูกในประเทศอินเดียที่มีปริมาณ TPC อยู่ประมาณ 1.48 เปอร์เซ็นต์ในรูปของกรดกาลิก (Murthy และ Naidu, 2010) ที่รายงานว่าเนื้อผลกาแฟมีปริมาณ TPC ประมาณ 1.48 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าพี่พบในเนื้อผลกาแฟสดที่มีอยู่เพียง 0.96 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นของเนื้อผลกาแฟทั้งที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี DPPH และ FRAP assay ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของเอนไซม์เซลลูเลสตามธรรมชาติ หรือจากจุลินทรีย์ในธรรมชาติย่อยสลายผนังเซลล์ในระหว่างที่เก็บตัวอย่างเนื้อผลกาแฟไว้ที่โรงงานซึ่งเป็นระบบเปิด และจุลินทรีย์สามารถปนเปื้อนทำให้เกิดกิจกรรมการย่อยสลายในสภาพธรรมชาติดังกล่าวขึ้นได้ ทำให้เนื้อผลกาแฟจากโรงงานมีปริมาณสารโพลีฟีนอลในสารสกัดมากกว่าเนื้อผลกาแฟสดที่ได้จากการแยกเนื้อผลกาแฟในห้องทดลองและนำมาสกัดตัวอย่างทันที (Pinelo และคณะ, 2007)

Table 1 Moisture content, TPC and antioxidant activities in terms of DPPH and FRAP assay of different parts of coffee berry and spent coffee ground produced in Chiang Rai, Thailand.

Samples	Moisture content (% w/w db)	TPC (% gallic acid w/w db)	Antioxidant activity	
			DPPH (μmol Trolox/100 g db)	FRAP (% ascorbic acid w/w db)
FCP	78.55	0.96^{c}	904903^{e}	0.471^{b}
CB	54.03	1.42^{f}	435959^{c}	0.534^{c}
WB	67.62	1.18^{d}	596776^{d}	0.533^{c}
CP	84.97	1.22^{e}	1212621^{f}	0.635^{d}
SGC1	8.63	0.36^{a}	216448^{a}	0.157^{a}
SGC2	14.62	0.42^{b}	250808^{b}	0.155^{a}

* * Means with different letters indicate significantly different (P<0.05)

นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างกากกาแฟยังคงมีสารโพลีฟีนอลทั้งหมดหลงเหลืออยู่ประมาณ 0.36-0.42 เปอร์เซ็นต์ในรูปของกรดกาลิก ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนต่าง ๆ ของผลกาแฟก็ตาม พบว่าเนื้อผลกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกในเชียงรายมีค่าอยู่ระหว่าง 1212621 และ 904903 ไมโครโมลโทรลอกซ์ ต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง ซึ่งมีค่าสูงกว่าวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตกาแฟในประเทศอินเดีย ถึงประมาณ 1000 เท่า (Pinelo และคณะ, 2007)

สรุปผล

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าเนื้อผลกาแฟเป็นส่วนของผลกาแฟที่มีสารสำคัญที่มีฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นอยู่ในปริมาณสูง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์สำคัญได้ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเนื้อผลกาแฟได้ นอกจากนี้ยังสามารถสรุปได้ว่า กากกาแฟยังคงมีสารออกฤทธิ์สำคัญ รวมทั้งมีฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นเหลืออยู่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกเช่นกัน

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณชยพล กู่แก้วเกษม ผู้สนับสนุนวัตถุดิบสำหรับการทำวิจัย รวมทั้งให้ข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกกาแฟในเขตพื้นที่ดอยช้าง จังหวัดเชียงราย ขอขอบคุณ คุณศุภชัย โพธิสุวรรณ ผู้ให้แนวคิด และติดต่อประสานงานกับทางเกษตรกรและผู้ผลิตกาแฟอาราบิก้าในเขตพื้นที่ดอยช้าง จังหวัดเชียงราย และขอขอบคุณ ดร. ธีรพงษ์ เทพกรณ์ หัวหน้าสถาบันชา และ ดร. สุทธิวัลย์ สีทา อาจารย์ประจำ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่ให้คำแนะนำ รวมทั้งสนับสนุนสารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลองสำหรับงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

อภิชาต จงสกุล, 2552, สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2551, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 185 หน้า.

Benzie, I.F.F. and Strain, J.J., 1996, The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": the FRAP Assay, Analytical Biochemistry, 239: 70–76.

Borrelli, R.C., Visconti, A., Mennella, C., Anese, M. and Fogliano, V., 2002, Chemical Characterization and Antioxidant Properties of Coffee Melanoidins, Journal of Agricultural Food Chemistry, 50: 6527-6533.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C., 1995, Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Food Science and Technology, 28: 25–30.

Futureceuticals, 2009, Coffee berry. [online], Available: http://www.futureceuticals.com/pdfs/product_section/coffeeberry_page/coffeeberry/coffeeberry_marketing_sheet.pdf [June 12, 2010].

Murthy, P.S. and Naidu, M.M., 2010, Recovery of Phenolic Antioxidants and Functional Compounds from Coffee Industry By-products, Food Bioprocess Technology, DOI: 10.1007/s11947-010-0363-z, p1-7.

Pinelo, M., Tress, A.G., Pedersen, M., Arnous, A. and Meyer, A.S., 2007, Effect of Cellulases, Solvent Type and Particle Size Distribution on the Extraction of Chlorogenic Acid and Other Phenols from Spent Coffee Grounds, American Journal of Food Technology, 2: 641-651.

Ramirez-Martinez, J.R., 2006, Phenolic Compounds in Coffee Pulp: Quantitative Determination by HPLC, Journal of the Science of Food and Agriculture, 43: 135-144.

Rojas, J.B.U., Verreth, J.A.J., van Weerd, J.H. and Huisman, E.A., 2002, Effect of Different Chemical Treatments on Nutritional and Antinutritional Perperties of Coffee Pulp., Animal Feed Science and Technology, 99: 195-204.

Shahidi, F. and Naczk, M., 2003, Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications, CRC Press, 576 p.

Shamitko, N., 2010, De-xidize with Coffee-berry [online], Available: http://www.needs.com/product/NDNL-0607-02/a_Antioxidants [June 12, 2010].

Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolibdic Phosphotungstic Acid Reagent, American Journal of Enology Viticulture, 16: 144-158.

Spiller, G.A., 1998, Caffeine, CRC Press, USA, 377 p.

ผลของการจุ่มน้ำร้อนและระยะสุกแก่ต่อคุณภาพมะเขือเทศอินทรีย์พันธุ์ทับทิมแดง

Effects of Hot Water and Maturity on Quality of Organic Tomato cv. Tup-tim-dang

ปิระมิด จิตรมาตร[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์[1] และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1]
Jitmart, P.[1], Jitareerat, P.[1] and Uthairatanakij, A.[1]

Abstract

The objective of this research was to study the effect of hot water treatment and maturity on postharvest quality of organic tomato cv. Tup-tim-dang. Fruit were harvested at two stages of maturity; mature green and breaker, then fruit were dipped into hot water at 40°C for 0, 15, 30 or 60 min. Thereafter, they were packaged in plastic boxes and stored at 13°C. Dipping time and maturity had significant effect on physico-chemical changes. Breaker tomato had lower weight loss than mature green tomato, but mature green tomato contained higher vitamin C than that of breaker stage. Hot water treatments for 15 and 30 min reduced weight loss and delay colour changes, but did not reduce loss of vitamin C. Carbon dioxide in the package of tomato dipped hot water for 15 min was highest (0.28%CO_2), but oxygen concentration in the package was lowest (19.47% O_2). Therefore, mature green tomato dipped at 40°C for 15 min was the best treatment for preventing loss of weight and vitamin C content.
Keywords: grape tomato, heat treatment, mature green, breaker

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจุ่มน้ำร้อน และระยะสุกแก่ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดงที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ โดยทำการเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศ 2 ระยะ คือ ระยะ mature green และระยะ breaker แล้วนำมาจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที จากนั้นนำไปบรรจุกล่องพลาสติกใสและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่า ระยะการสุกของมะเขือเทศ และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มน้ำร้อนมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) โดยมะเขือเทศระยะ breaker มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่ามะเขือเทศระยะ mature green แต่มะเขือเทศระยะ mature green มีการสูญเสียวิตามินซีน้อยที่สุด ในขณะที่การจุ่มน้ำร้อนเป็นเวลา 15 และ 30 นาที ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสด ชะลอการเปลี่ยนแปลงสี แต่ไม่สามารถลดการสูญเสียวิตามินซี และมะเขือเทศที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 15 นาที ทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์สูง (0.28%) และปริมาณออกซิเจนต่ำ (19.47%) ดังนั้นมะเขือเทศเก็บเกี่ยวระยะ mature green ที่จุ่มน้ำร้อน 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด (1.35%) และมีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 6.85 mg/100g FW
คำสำคัญ: มะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง การใช้ความร้อน ระยะ mature green ระยะ breaker

คำนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นำมารับประทานได้ในรูปผลสด และแปรรูปในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น ปัจจุบันมีการบริโภคมะเขือเทศในรูปผลสดและส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปเพิ่มขึ้น จึงจัดได้ว่ามะเขือเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก (เกียรติ เกษตร, 2541) แต่เนื่องจากมะเขือเทศมีปัญหาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ผลเกิดการอ่อนตัวอย่างรวดเร็ว เน่าเสียได้ง่าย ความเสียหายดังกล่าวจึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น สาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดจากมะเขือเทศมีการสร้างเอทิลีนขึ้น ส่งผลให้มะเขือเทศเข้าสู่ระยะการสุก และเกิดการสูญเสียคุณภาพเร็วขึ้น (จริงแท้, 2541) ซึ่งส่งผลเร่งการสุกให้เร็วขึ้น มะเขือเสื่อมสภาพเร็วขึ้น จากรายงานวิจัยของ Yang และคณะ (2009) พบว่า การจุ่มน้ำร้อน 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำได้ และการใช้น้ำร้อนหรือลมร้อนยังสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและคงความสดของมะเขือเทศ (Baloch และคณะ, 2008) นอกจากนี้การใช้น้ำร้อน 54 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีร่วมกับถุงโพลีเอทิลีน ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีและยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศได้ (Akbudak และ Akbudak, 2007)

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

อย่างไรก็ตามการยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศอินทรีย์ยังไม่มีรายงาน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการจุ่มน้ำร้อนและระยะการสุกแก่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดงที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดงอินทรีย์ 2 ระยะ คือ ระยะ mature green และระยะ breaker มาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำมาจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที จากนั้นนำไปบรรจุกล่องพลาสติก PET และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส วางแผนแบบ Factorial in completely randomized design จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งปัจจัยศึกษา ได้แก่ ระยะการสุกของมะเขือเทศ (ระยะ mature green และระยะ breaker) และระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (15, 30 และ 60 นาที) โดยใช้มะเขือเทศที่ไม่ได้จุ่มน้ำร้อนเป็นตัวอย่างควบคุม สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีทุกๆ 4 วัน เป็นระยะเวลา 16 วัน ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ และปริมาณวิตามินซี (AOAC, 1995)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

มะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดงอินทรีย์ที่เก็บเกี่ยวผล ระยะ mature green และระยะ breaker แล้วนำมาจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที พบว่า ความร้อนมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสด ลักษณะปรากฏ (ค่าสี) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ และคุณภาพด้านเคมี (ปริมาณวิตามินซี) ของมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ซึ่งระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ นั้น ขึ้นกับระยะการสุกของมะเขือเทศและระยะเวลาการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยพบว่า มะเขือเทศระยะ breaker มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่ามะเขือเทศระยะ mature green ในขณะที่การจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด (Figure 1) ซึ่งเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Baloch และคณะ (2008) ได้รายงานว่าการใช้ลมร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 และ 30 นาที ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสี (Figure 2) เนื่องจากการจุ่มน้ำร้อนช่วยเพิ่มความทนทาน โดยลดการสังเคราะห์และการสะสมของโปรตีนที่จำเพาะกับความร้อน (specific heat-shock proteins) (Sabehat และคณะ, 1996; Zhang และคณะ, 2005; Yang และคณะ, 2009) อีกทั้งเนื้อเยื่อที่ผิวเปลือกด้านนอก (outer pericarp tissue) ของมะเขือเทศที่จุ่มน้ำร้อนมีปริมาณ phospholipids เพิ่มขึ้น มีปริมาณ sterol และปริมาณกรดไขมันอิ่มลดลงน้อยกว่ามะเขือเทศที่ไม่จุ่มน้ำร้อนจึงช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของมะเขือเทศได้ (Lurie และคณะ, 1997; Soto-Zamora และคณะ, 2005) ในขณะที่มะเขือเทศระยะ mature green มีการสูญเสียวิตามินซีน้อยที่สุด แต่การจุ่มน้ำร้อนไม่สามารถชะลอการสูญเสียวิตามินซีของมะเขือเทศได้ (Figure 5) และมะเขือเทศที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 15 นาที ทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์สูง (0.28%) (Figure 3) และปริมาณออกซิเจนต่ำ (19.47%) (Figure 4) ดังนั้นมะเขือเทศเก็บเกี่ยวระยะ mature green ที่จุ่มน้ำร้อน 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด (1.35%) และมีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 6.85 mg/100g FW (Figure 5)

สรุปผล

ระยะการสุกของมะเขือเทศ และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มน้ำร้อน มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) โดยมะเขือเทศเก็บเกี่ยวระยะ mature green ที่จุ่มน้ำร้อน 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดและชะลอการเสื่อมสภาพของมะเขือเทศได้

เอกสารอ้างอิง

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2541, มะเขือเทศ, สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, 63 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช, 2541, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, 396 หน้า.

นกน้อย ชูคงคา ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ ศิริชัย กัลยาณรัตน์ และวิษณุ นิยมเหลา, 2547, ผลของการจุ่มน้ำร้อนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลแตงเมลอน, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 35(5-6)(พิเศษ): 89-92.

Akbudak, B., Akbudak, N., Seniz, V. and Eris, A., 2007, Sequential Treatments of Hot Water and Modified Atmosphere Packaging in Cherry Tomatoes, Journal of Food Quality, 30(6): 896-910.

AOAC., 1990, Office Method of Analysis, Virgina, Association of Official Analytical Chemists, Inc., 1298 p.

Krishman, M., Ngu Yen, H.T. and Burke, J.J., 1989, Heat Shock Protein Synthesis and Thermal Tolerance in Wheat, Plant Physiology, 90: 140-145.

Lurie, S., Laamim, M., Lapsker, Z. and Fallik, E., 1997, Heat Treatments to Decreasechilling Injury in Tomato Fruit: Effects on Lipids, Pericarp Lesions and Fungal Growth, Physiologia Planatrum, 100: 297-302.

Sabehat, A., Weiss, D. and Lurie, S., 1996, The Correlation between Heat Shock Protein Accumulation and Persistence and Chilling Tolerance in Tomato Fruit, Plant Physiology, 110: 531-537.

Soto-Zamora, G., Yahia, E.M., Brecht, J.K. and Gardea, A., 2005, Effects of Postharvest Hot Air Treatments on the Quality and Antioxidant Levels in Tomato Fruit, Swiss Society of Food Science and Technology, 38: 657-663.

Yang, J., FU, M., Zhao, Y. and Mao, L., 2009, Reduction of Chilling Injury and Ultrastructural Damage in Cherry Tomato Fruits After Hot Water Treatment, Agricultural Sciences, 8(3): 304-310.

Zhang, J.H., Huang, W.D., Pan, Q.H. and Liu, Y.P., 2005, Improvement of Chilling Tolerance and Accumulation of Heat Shock Proteins in Grape Berries (*Vitis vinifera* cv. Jingxiu) by Heat Pretreatment, Postharvest Biology and Technology, 38: 80-90.

Safdar Baloch, M., Morimoto, T. and Hatou, K., 2008, Postharvest Heat Stress Application to Reduce Water Loss and Chilling Injury in Tomato During Storage, Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 7(12): 2582-2598.

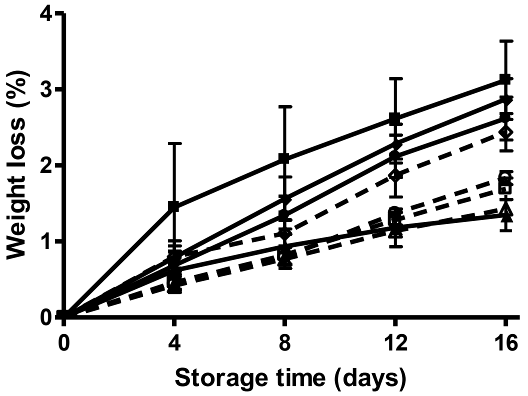


Figure 1 Weight loss value (%) of organic tomato (Tup-tim dang) subjected to heat treatments.

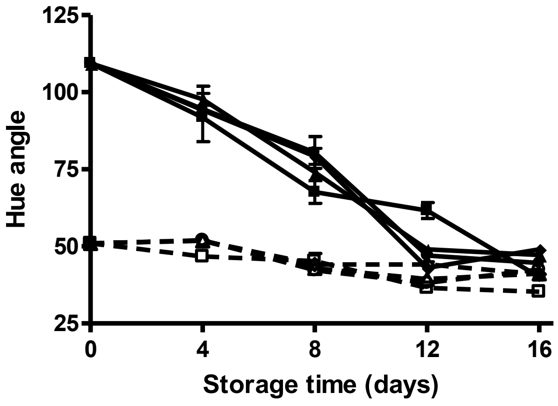


Figure 2 Hue angle of organic tomato (Tup-tim dang) subjected to heat treatments.

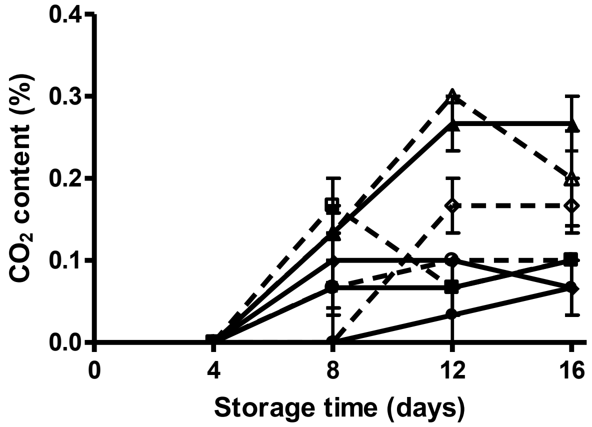


Figure 3 Internal CO_2 content (%) inside package of organic tomato (Tup-tim dang) subjected to heat treatments.

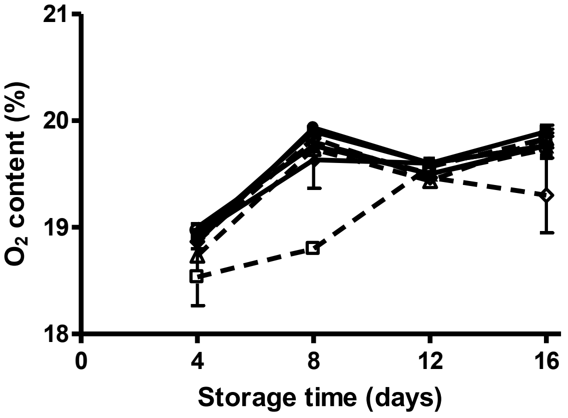
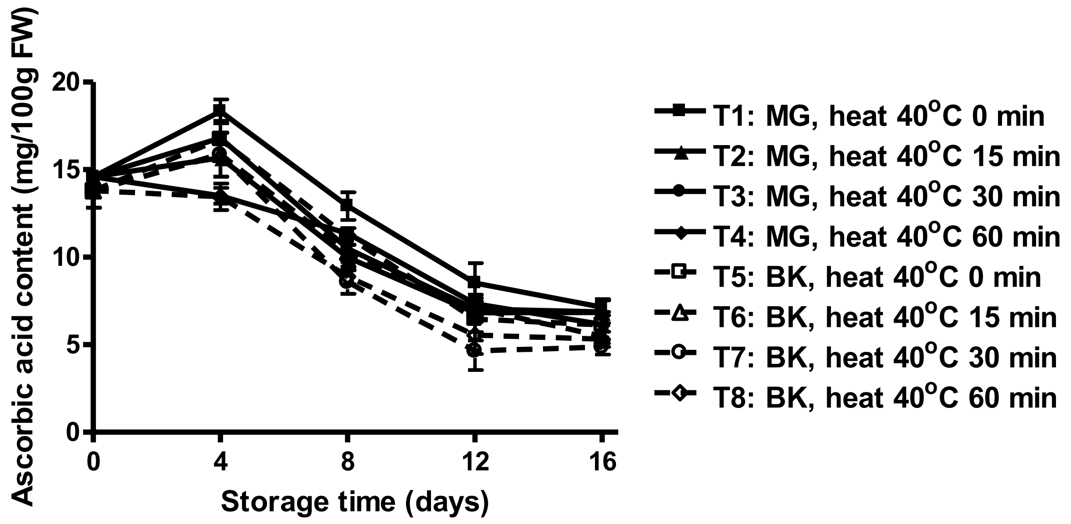


Figure 4 Internal O_2 content (%) inside package of organic tomato (Tup-tim dang) subjected to heat treatments.



*MG = mature green BK = breaker

Figure 5 Vitamin C content (mg/100g FW) of organic tomato (Tup-tim dang) subjected to heat treatments.

การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำธัญพืชกับน้ำนมวัว

The Comparison of Chemical Characteristics between Cereal-milk Yogurt and Cow-milk Yogurt

ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส[1] อุมาพร วรรณเขตร์[1] และ สุริยาพร สารกุล[1]

Phetcharat, P.[1], Wannakhate, U.[1] and Sarakul, S.[1]

Abstract

3 types of cereal milk including soymilk, pearl milk and corn milk were used for yoghurt production. Their chemical quality was then investigated and compared with that of yoghurt from cow milk. Fermentation was carried out using by adding 5% of the mixed cultures of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* into cereal milk added with 10% of milk powder. The mixtures were incubated at 43 °C for 6 h and subsequently refrigerated for 24 h before analyzed for protein content, reducing sugar content and lactic acid contents. The results were compared with those of yoghurt made from cow milk, incubated under similar conditions. It was found that yoghurt from cow milk possessed the highest protein content (2.602 % w/v) then yoghurt from soymilk (2.42% w/v), yoghurt from pearl milk (1.56% w/v) and yoghurt from corn milk (1.39% w/v), respectively. For reducing sugar content analysis, it was found that all samples had similar amount of reducing sugar in the range of 1.04 – 1.05 % w/v. Similar trend was found in the analysis of lactic acid content (0.83 – 0.86% w/v) except the yoghurt from corn milk which contained only 0.75% w/v of lactic acid. This indicated that cereal milks could be used as raw materials for yoghurt production, especially soymilk, since they can provide yoghurt with similar protein content, reducing sugar content and lactic acid content to yoghurt made from cow milk.

Keywords: yoghurt, lactic acid bacteria, cereal

บทคัดย่อ

การใช้น้ำนมธัญพืช 3 ชนิด ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมลูกเดือย และน้ำนมข้าวโพด เพื่อผลิตเป็นโยเกิร์ตและทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีกับโยเกิร์ตจากน้ำนมวัว ได้ทำการหมักโดยใช้หัวเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* โดยใช้น้ำนมธัญพืชที่เติมนมผง 10 เปอร์เซ็นต์ และใช้หัวเชื้อผสมที่เพาะเลี้ยงในน้ำนมวัว 5 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 43 °C นาน 5 ชั่วโมง นำไปเก็บในตู้เย็นจนครบ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณกรดแลคติก เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมวัวที่หมักบ่มในสภาวะเดียวกัน พบว่า โยเกิร์ตจากน้ำนมวัวมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 2.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ โยเกิร์ตจากถั่วเหลือง โยเกิร์ตจากลูกเดือย และโยเกิร์ตจากข้าวโพด โดยมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.42, 1.56 และ 1.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในโยเกิร์ต พบว่า โยเกิร์ตจากน้ำนมวัวและโยเกิร์ตจากน้ำนมธัญพืชทุกชนิดมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 1.04-1.05 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกันกับปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตทุกชนิดที่มีค่าใกล้เคียงกัน ระหว่าง 0.83-0.86 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นโยเกิร์ตจากข้าวโพดที่มีปริมาณกรดแลคติกเพียง 0.75 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าน้ำนมธัญพืชสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำโยเกิร์ตได้ โดยเฉพาะน้ำนมถั่วเหลืองที่มีคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณกรดแลคติกใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมวัว

คำสำคัญ: โยเกิร์ต แบคทีเรียแลคติก ธัญพืช

คำนำ

ในปัจจุบันกระแสการนิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพกำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะเครื่องดื่มจากธัญพืชชนิดต่างๆ เช่น น้ำนมข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมข้าวโพด เป็นต้น น้ำนมธัญพืชเหล่านี้ผลิตจากวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และสารพฤกษเคมีที่มีประโยชน์หลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 34.0 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18.7 เปอร์เซ็นต์ และยังมีแร่ธาตุที่สำคัญคือ แคลเซียมและฟอสฟอรัสสูงในปริมาณ 245 และ 500 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์อีกด้วย นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังอุดมไปด้วยสารอาหารอื่นๆ อีก ได้แก่วิตามิน A, B, B1, B2,

[1]มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000

[1]Udon Thani Rajabhat University, Taharn Rd., Maakkhaeng, Meuang District, Udon Thani 41000

B6, B12, ไนอาซิน และวิตามิน C, D, E อีกด้วย ทั้งยังมี เลซิทิน ช่วยบำรุงสมอง เพิ่มทักษะความจำ ลดไขมัน และลดโคเลสเตอรอลในร่างกายได้อีกด้วย ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 72 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 4 เปอร์เซ็นต์ วิตามินบี 1 และ บี 2 ในปริมาณ 0.08-0.18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ลูกเดือย ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 58-70 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ใยอาหาร 0.23 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสปริมาณสูง และมีวิตามินบี 1 ในปริมาณสูงกว่าข้าวกล้อง (http://www.healthmethai.com/index.php) เมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการของธัญพืชต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว หากได้มีการนำน้ำนมธัญพืชดังกล่าวมาผลิตเป็นโยเกิร์ตโดยใช้หัวเชื้อแบคทีเรียแลคติก ได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งเป็นหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ใช้ในอุตสาหกรรม น่าจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากน้ำนมธัญพืช หรือโยเกิร์ตธัญพืชที่มีประโยชน์ต่อผู้บริโภคได้ โดยในระหว่างการหมักโยเกิร์ตนั้น แบคทีเรียแลคติกจะสร้างกรดแลคติกขึ้นมาช่วยป้องกันการเน่าเสียได้ ช่วยยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษของแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนและแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ และยังเชื่อว่าการบริโภคนมเปรี้ยวช่วยให้อายุยืนอีกด้วย (ดุษณี, 2538)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. **เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก** ได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ได้รับจากศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (MIECEN) 2. **อาหารเลี้ยงเชื้อ** MRS medium (Difco) ใช้สำหรับเพาะเลี้ยงหัวเชื้อแบคทีเรียแลคติก 3. **วิธีการเตรียมน้ำนมธัญพืช** ได้แก่ ถั่วเหลือง ลูกเดือย ใช้วิธีการเดียวกัน คือ นำเมล็ดถั่วเหลืองและเมล็ดลูกเดือย มาแช่น้ำนาน 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดแล้วเติมน้ำสะอาดในอัตราส่วนธัญพืชบดต่อน้ำ เท่ากับ 1:2 คั้นผสมให้เข้ากันดี จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปต้มจนสุกเป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ไฟปานกลาง ส่วนการเตรียมน้ำนมข้าวโพดทำได้โดยนำเมล็ดข้าวโพดดิบมาปั่นให้ละเอียด เติมน้ำสะอาดในอัตราส่วนข้าวโพดบดต่อน้ำ เท่ากับ 1:2 คั้นผสมให้เข้ากันดี จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปต้มจนสุกเป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ไฟปานกลางจะได้น้ำนมธัญพืชที่จะใช้ทำโยเกิร์ต 4. **วิธีการหมักเพื่อผลิตโยเกิร์ต** นำน้ำนมวัว และน้ำนมธัญพืชมาพาสเจอไรซ์ ที่อุณหภูมิประมาณ 70°C นาน 5 นาที เติมนมผงรสจืดลงไปในอัตรา 10 เปอร์เซ็นต์ กวนให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 45°C แล้วเติมหัวเชื้อผสมแบคทีเรียแลคติกลงไปในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ กวนผสมให้เข้ากันดี แล้วจึงแบ่งใส่ถ้วยพลาสติกที่ลวกฆ่าเชื้อแล้ว ถ้วยละ 100 มิลลิลิตร ปิดปากถ้วยให้สนิท แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43°C นาน 5 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำนมเปลี่ยนเป็นโยเกิร์ต นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นจนครบ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณกรดแลคติก 5. **การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน**ในน้ำนมวัวและน้ำนมธัญพืชทั้งก่อนและหลังการหมัก ใช้วิธีการของ Lowry และคณะ (1951) 6. **การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์**ในน้ำนมวัวและน้ำนมธัญพืชทั้งก่อนและหลังการหมัก ใช้วิธีการ 3,5-dinitrosalicylic acid (Miller, 1959) 7. **การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก** ใช้วิธีการไทเทรต

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในน้ำนมวัวและน้ำนมธัญพืชก่อนและหลังการหมัก

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในน้ำนมวัวและน้ำนมธัญพืชก่อนทำการหมัก พบว่า น้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีน 2.61 เปอร์เซ็นต์ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในน้ำนมวัวที่มีอยู่ 2.72 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ในขณะที่น้ำนมลูกเดือยและน้ำนมข้าวโพดมีปริมาณโปรตีน 1.72 และ 1.44 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ตามลำดับ หลังจากที่ทำการหมักน้ำนมเพื่อผลิตโยเกิร์ตด้วยหัวเชื้อผสม แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน พบว่าปริมาณโปรตีนในโยเกิร์ตทุกชนิดลดลงเล็กน้อย คือ โยเกิร์ตจากน้ำนมวัวมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 2.60 เปอร์เซ็นต์ (w/v) รองลงมาได้แก่ โยเกิร์ตจากถั่วเหลือง โยเกิร์ตจากลูกเดือย และโยเกิร์ตจากข้าวโพด โดยมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.42, 1.56 และ 1.39 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ตามลำดับ

2. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำนมวัวและน้ำนมธัญพืชก่อนและหลังการหมัก

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำนมวัวและน้ำนมธัญพืชก่อนทำการหมัก พบว่า น้ำนมวัว น้ำนมลูกเดือย และน้ำนมข้าวโพดมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากันคือ 1.06 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าน้ำนมชนิดอื่นๆ เล็กน้อย คือ มีปริมาณ 1.05 เปอร์เซ็นต์ (w/v) และหลังจากที่ทำการหมักแล้ว พบว่า โยเกิร์ตจากน้ำนมทุกชนิดมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเล็กน้อย โดยโยเกิร์ตจากน้ำนมวัว โยเกิร์ตจากน้ำนมลูกเดือย และโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวโพด มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 1.05 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ส่วนโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 1.04 เปอร์เซ็นต์ (w/v) การที่น้ำตาลรีดิวซ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยนี้อาจเกิดเนื่องจากเชื้อแบคทีเรียแลคติกมีการใช้น้ำตาลและเปลี่ยนให้เป็นกรดแลคติกโดยอาศัยกระบวนการหมักแบบแลคติก (ดุษณี, 2538) แต่เนื่องจากการหมักบ่มที่ 43°C ใช้เวลาเพียง 6 ชั่วโมง และ

โยเกิร์ตที่นำมาวิเคราะห์มีอายุเพียง 24 ชั่วโมง จึงเป็นไปได้ว่าหัวเชื้อแบคทีเรียแลกติกอาจจะเจริญได้ในปริมาณไม่มากนัก จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลไปเป็นกรดแลคติกก็มีปริมาณน้อยตามไปด้วย

3. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างและการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ต

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างและการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตทุกชนิด แสดงใน Table 1

Table 1 The Quantity of lactic acid and Acidity of Yoghurt.

ชนิดของโยเกิร์ต	ปริมาณกรดแลคติก (%w/v)	ค่า pH
โยเกร์ตจากน้ำนมวัว	0.86	4.2
โยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลือง	0.83	4.5
โยเกิร์ตจากน้ำนมลูกเดือย	0.84	4.5
โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวโพด	0.75	4.5

จะเห็นได้ว่า ปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตทุกชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.83-0.86 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ยกเว้นโยเกิร์ตจากข้าวโพดที่มีปริมาณกรดแลคติกเพียง 0.75 เปอร์เซ็นต์ (w/v) และเมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างจะเห็นได้ว่าโยเกิร์ตจากน้ำนมวัวมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ มี pH เท่ากับ 4.2 ในขณะที่โยเกิร์ตจากน้ำนมธัญพืชทุกชนิดมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากัน คือ มี pH เท่ากับ 4.5 ซึ่งค่า pH ที่วัดได้นี้สอดคล้องกับปริมาณกรดแลคติกที่วิเคราะห์ได้ กล่าวคือ ในโยเกิร์ตจากน้ำนมมีปริมาณกรดแลคติก 0.86 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่ากรดแลคติกที่วิเคราะห์ได้จากโยเกิร์ตอื่นๆ จึงทำให้โยเกิร์ตจากน้ำนมวัว มีความเป็นกรดมากที่สุด

สรุปผล

เมื่อทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมธัญพืช 3 ชนิด ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมลูกเดือย และน้ำนมข้าวโพด เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมวัว โดยทำการหมักด้วยหัวเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* โดยใช้น้ำนมธัญพืชที่เติมนมผง 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้หัวเชื้อผสมที่เพาะเลี้ยงในน้ำนมวัวปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 43°C นาน 6 ชั่วโมง นำไปเก็บในตู้เย็นจนครบ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณกรดแลคติก เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมวัวที่หมักบ่มในสภาวะเดียวกัน พบว่า โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองก่อนหมักมีปริมาณโปรตีน 2.61 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในน้ำนมวัวที่มีอยู่ 2.72 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ในขณะที่น้ำนมลูกเดือยและน้ำนมข้าวโพดมีปริมาณโปรตีน 1.72 และ 1.44 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ตามลำดับ และเมื่อนำโยเกิร์ตหลังการหมักบ่มแล้วมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน พบว่าปริมาณโปรตีนในโยเกิร์ตทุกชนิดลดลงเล็กน้อย คือ โยเกิร์ตจากน้ำนมวัวมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 2.602 เปอร์เซ็นต์ (w/v) รองลงมาได้แก่ โยเกิร์ตจากถั่วเหลือง โยเกิร์ตจากลูกเดือย และโยเกิร์ตจากข้าวโพด โดยมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.42, 1.56 และ 1.39 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ตามลำดับ ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในวัตถุดิบทุกชนิดก่อนการหมัก พบว่า น้ำนมวัว น้ำนมลูกเดือย และน้ำนมข้าวโพดมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากันคือ 1.06 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าน้ำนมชนิดอื่นๆ เล็กน้อย คือ มีปริมาณ 1.05 เปอร์เซ็นต์ (w/v) และหลังจากที่ทำการหมักแล้ว พบว่า โยเกิร์ตจากน้ำนมทุกชนิดมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเล็กน้อย โดยโยเกิร์ตจากน้ำนมวัว โยเกิร์ตจากน้ำนมลูกเดือย และโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวโพด มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 1.05 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ส่วนโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 1.04 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตทุกชนิด พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.83-0.86 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ยกเว้นโยเกิร์ตจากข้าวโพดที่มีปริมาณกรดแลคติกเพียง 0.75 เปอร์เซ็นต์ (w/v) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ต พบว่าโยเกิร์ตจากน้ำนมวัวมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ มี pH เท่ากับ 4.2 ในขณะที่โยเกิร์ตจากน้ำนมธัญพืชทุกชนิดมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากัน คือ มี pH เท่ากับ 4.5 ดังนั้น จะเห็นได้ว่า น้ำนมธัญพืชสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำโยเกิร์ตได้โดยเฉพาะน้ำนมถั่วเหลืองที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณกรดแลคติกใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมวัว

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการวิจัยและพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ได้ให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ตลอดวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ดุษณี ธนะบริพัฒน์, 2538, จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 270 หน้า.

http://www.healthmethai.com/index.php [22/ June /10].

Lowry, O.H., Rosbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1951, Protein Measurement with the Folin-Phenol Reagent, Journal Biological Chemistry, 193: 265-275.

Miller, G.L., 1959, Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar, Analytical Chemistry, 31: 426–428.

การเปลี่ยนแปลงสารอาหาร และสารพฤษเคมีในถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมัก

Changes of Nutrition and Bioactive Compounds of Fermented Soybean

อิงฟ้า คำแพง[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Khampang, E.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

Development process of high nutritional qualities of cereals for domestic food consumption and cosmetic products was conducted by fermented 'SJ 2' soybean with *Lactobacillus* sp. The nutritional values of fermented soybean incubated for 3 days at 35°C were determined included proximate analysis (lipid, fiber, carbohydrate, ash), vitamin B1, gamma amino butyric acid (GABA), phytic acid, isoflavone (daidzein and genistein) and antioxidant activity (DPPH). Results showed that fermented soybean had a high vitamin B1 increased about 23 fold, compared to control soybean which its vitamin B1 was at 23.7 mg/100g. However, GABA content of fermented soybean increased about 13 fold, compared to GABA of the control was at 44.4 mg/100g. It was also found that daidzein and genistein, of fermented soybean increased about 30 and 39 fold which theirs contents were 63.17 and 78.38 mg/100g, respectively.

Keywords: soybean, vitamin B1, gamma amino butyric acid (GABA), isoflavones

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาธัญพืชเพื่อให้มีคุณภาพสูงสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอาง โดยใช้กระบวนการหมัก เมื่อนำถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 2 หมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus* sp. โดยหมักนาน 3 วัน ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางสารอาหาร ได้แก่ proximate analysis (ไขมัน โปรตีน เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต และ เถ้า) วิตามินบี 1, gamma amino butyric acid (GABA) ไฟติค ไอโซฟลาโวนส์ (daidzein และ genistein) และ ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่า เมื่อนำถั่วเหลืองหมักมีปริมาณวิตามินบี 1 เพิ่มขึ้นประมาณ 23 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก โดยมีค่าเท่ากับ 23.7 mg/100g ปริมาณ GABA เพิ่มมากขึ้นประมาณ 13 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก โดยมีค่าเท่ากับ 44.4 mg/100g สำหรับปริมาณ daidzein และ genistein พบว่า daidzein เพิ่มมากขึ้นถึง 30 เท่า และ genistein เพิ่มมากขึ้นถึง 39 เท่า โดยมีค่าเท่ากับ 63.17 และ 78.38 mg/100g ตามลำดับ

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง วิตามินบี 1 gamma amino butyric acid (GABA) ไอโซฟลาโวนส์

คำนำ

ถั่วเหลือง (soybean; *Glycine max* (L.) Merr) เป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภค เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีสารสำคัญหลายชนิด ได้แก่ isoflavones, โปรตีน, phytic acid และ phytosterols โดยเฉพาะ isoflavones ซึ่งเป็น flavonoid ที่พบมากในถั่วเหลือง เป็นสารจากพืชธรรมชาติที่มีคุณสมบัติคล้ายกับฮอร์โมน estrogen มักเรียกสารเหล่านี้ว่า 'phytoestrogen' (Brzezinski และคณะ, 1997) สารในกลุ่มนี้ที่พบมากคือ genistein และ daidzein ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายประการ ได้แก่ ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด กระตุ้นการสร้างและยับยั้งการสลายคอลลาเจน และป้องกันผิวหนังจากการทำลายของรังสี UV ต้านการเกิดริ้วรอย การเพิ่มคุณค่าสารอาหารในถั่วเหลืองหลังการเก็บเกี่ยวมีหลายวิธี ซึ่งวิธีที่นิยมในปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการหมัก โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ สารอาหารในถั่วเหลืองจะถูกย่อยสลายจากส่วนประกอบที่ร่างกายมนุษย์ย่อยยาก ให้อยู่ในรูปที่ย่อยง่ายและเป็นประโยชน์มากขึ้น อีกทั้งยังช่วยทำลายสาร antinutrition ที่มีอยู่ในเมล็ดถั่วเหลือง เช่น phytic acid ซึ่งสาร phytic นี้สามารถยับยั้งการดูดซึมแร่ธาตุที่จำเป็นเข้าสู่ลำไส้ รวมทั้งทำให้แร่ธาตุ ได้แก่ calcium, magnesium, iron เป็นประโยชน์มากขึ้น พบว่าการหมักถั่วเหลืองโดยใช้เวลาการหมักที่เหมาะสมสามารถลดปริมาณ phytate ในถั่วเหลืองได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ถั่วเหลืองหมักสามารถย่อยง่าย (improved digestibility) ลดปริมาณสารพิษ (removal of antinutrients) แล้วยังสามารถเพิ่มปริมาณสารอาหาร (enhanced nutrition) ใช้ประโยชน์ทางยา

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8, Teintalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

(medicinal benefits) (Cassidy และ Bingham, 1994) ได้ มีรายงานการนำเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium longum* มาใช้ในการหมักถั่วเหลือง พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณของ isoflavones ชนิด aglycones ในถั่วเหลืองหมักได้ (Song และคณะ, 2008)

ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาถั่วเหลืองให้มีคุณค่าทางสารอาหารสูงโดยใช้กระบวนการหมัก โดยศึกษาปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเครต วิตามินบี 1, GABA, phytic acid และ isoflavones เพื่อที่นำมาพัฒนาเป็นอาหารเสริมสุขภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1.นำถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 มาผ่านกระบวนการหมัก ซึ่งใช้เวลาในการหมักนาน 3 วัน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และใช้ความเข้มข้นของเชื้อเท่ากับ 108 CFU/mL ปริมาณเชื้อที่นำไปหมักถั่วเหลือง เท่ากับ 10 mL/200g วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองก่อนและหลังหมัก

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ ได้แก่

2.1 โปรตีนวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl's method โดยชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม นำไปย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใส แล้วกลั่นแอมโมเนียมโดยใช้ชุดกลั่น ใช้ Boric acid 10 mL ที่หยด indicator 4 หยด นำไปวางใต้เครื่องกลั่น รอจนสารละลาย boric เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แล้วนำไปไตเตรท จนเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน จากนั้นนำไปคำนวณร้อยละโปรตีน

2.2 ไขมันโดยวิธี Gravimetric solvent extraction (AOAC, 1990) โดยชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในกระดาษกรองนำไปใส่ในชุดสกัดไขมัน ตวงปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 ml หลังจากสกัดเสร็จ แยกปิโตรเลียมอีเทอร์ออก นำส่วนที่เป็นไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 30 นาที ชั่งน้ำหนักและคำนวณร้อยละไขมัน

2.3 Vitamin B1ดัดแปลงตามวิธีของ Liu และคณะ (2002) ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นเติม Triton และ phenol red เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง

2.4 GABA ดัดแปลงตามวิธีของ KittaoKa และ Nakano (1967) โดยชั่งตัวอย่าง 3 กรัม ละลายใน 80%ethanol เขย่าเป็นเนื้อเดียวกัน กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์1 ตั้งทิ้งไว้จน ethanol ระเหย เติมน้ำกลั่น 3 mL เติม buffer และ phenol เขย่าให้เข้ากัน เติม NaOCl เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้ม 10 นาที ทำให้เย็นทันที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง

2.5 phytic acid ดัดแปลงตามวิธีของ Haug and Lantzsch (1983) ชั่งตัวอย่าง 1 กรัมละลายในกรดไฮโดรคลอริก ปิเปตส่วนใส เติม Ferric solution แล้วนำไปต้ม 30 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำแข็ง 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง

2.6 isoflavones ตามวิธีของ Li-Jun และคณะ (2004) ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 3 กรัม สกัดด้วย 80% methanol 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษขนาด 0.45 ไมโครเมตร นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC สภาวะของเครื่อง ได้แก่ คอลัมน์ Dikma Diamonsil C18 (250×4.6 mm, 5μ m) เฟสเคลื่อนที่ 0.1 % (v/v) acetic acid, flow rate 1.0 mL/min ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส, ความยาวคลื่น 254 nm

2.7 ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (ดัดแปลงวิธีจาก Brand – Williams และคณะ, 1995) เตรียมสารสกัดตามวิธีเดียวกับการเตรียมสารสกัดในหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด เจือจางสารสกัดด้วยเมทานอล จนได้ความเข้มข้น 120 มิลลิกรัมของสารสกัดต่อมิลลิลิตร ผสมสารสกัดที่เจือจางแต่ละความเข้มข้น 0.1 มิลลิลิตร กับสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ในเมทานอล ความเข้มข้น 6 x 10^{-5} โมลาร์ ปริมาตร 3.9 mL แล้วเก็บสารผสมที่ได้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 20.15 เนื่องจากพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นพันธุ์ สจ 2 ซึ่งมีปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำ แตกต่างจากถั่วเหลืองบางพันธุ์ที่มีไขมันสูงถึง ร้อยละ 30-35 แต่อย่างไรก็ตามไขมันในถั่วเหลืองส่วนใหญ่เป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) และกรดโอเลอิก (oleic acid) (Wolf และ Cowan, 1975) ปริมาณโปรตีนในถั่วเหลือง สจ 2 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 35.2 โดยในพืชวงศ์ถั่ว เช่น ถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนเป็นส่วนประกอบสูง และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทุกชนิด ซึ่งโปรตีนในถั่วเหลืองถูกสะสมในเซลล์ของเนื้อเยื่อถั่วเหลืองที่เรียกว่า protein bodies หรือ storage proteins (วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2538) สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลือง เท่ากับร้อยละ 29.80 ปริมาณวิตามินบี 1 มีค่าเท่ากับ 0.292 mg/100 g ปริมาณ GABA ในถั่วเหลือง มีค่าเท่ากับ 3.34 mg/100 g ปริมาณ phytic acid ในถั่วเหลืองเท่ากับ 632.56 mg/100 g โดย phytic acid เป็นองค์ประกอบของเมล็ดถั่ว ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ phytate หรือจับกับโปรตีน

ซึ่ง phytate ถูกสร้าง และสะสมขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตเป็นเมล็ดแก่ เพื่อใช้เป็นแหล่งของฟอสฟอรัส สำหรับใช้ในการสร้างสารที่ให้พลังงานในระหว่างการงอกของเมล็ดถั่ว (Wang และคณะ, 2003) สำหรับปริมาณ isoflavone (diadzein และ genistein) พบว่าถั่วเหลืองมีปริมาณ diadzein และ genistein เท่ากับ 2.26 และ 5.72 mg/100 g และเมื่อนำถั่วเหลืองไปผ่านกระบวนการหมัก พบว่า มีปริมาณ ไขมัน โปรตีน วิตามินบี 1, GABA และ isoflavone เพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณไขมัน มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 24.11 มีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 55.20 ปริมาณวิตามินบี 1 มีค่าเท่ากับ 23.7 mg/100g โดยปริมาณวิตามินบี 1 เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบของวิตามินบางชนิดพบได้ในระหว่างการหมัก เพราะมีจุลินทรีย์บางชนิดสังเคราะห์วิตามินที่จำเป็นต่อการเจริญ จึงทำให้องค์ประกอบของวิตามินในอาหารที่ผ่านการหมักสูงกว่าอาหารที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก (Kleinkauf และ Von Dohrem, 1987) ปริมาณ GABA มีค่าเท่ากับ เท่ากับ 44.4 mg/100g และปริมาณ isoflavones (daidzein และ genistein) มีค่าเท่ากับ 63.17 และ 78.38 mg/100g สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 18.39 และ ปริมาณ phytic acid ลดลงเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 577.81 mg/100g โดยพบว่าการหมักเป็นเวลานานสามารถลดปริมาณ phytate ในถั่วเหลืองได้อย่างมีนัยสำคัญ (สุพัตรา, 2550) (Table 1) ส่วนความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าในถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านกระบวนการงอกมีค่า EC_{50} เท่ากับ 707.33 mg/ml แต่ในถั่วเหลืองหมัก มีค่า EC_{50} เท่ากับ 618.47 mg/ml (โดยตัวอย่างที่มีค่า EC_{50} น้อยแสดงว่าตัวอย่างนั้นมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมาก)

สรุปผล

ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 2 ที่หมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus* sp. นาน 3 วัน ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินบี 1 และ GABA เพิ่มขึ้นประมาณ 23 และ 13 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก โดยมีค่าเท่ากับ 23.7 mg/100g และ 44.4 mg/100g ตามลำดับ สำหรับปริมาณ daidzein และ genistein พบว่า เพิ่ม 30 เท่า และ 39 เท่า โดยมีค่าเท่ากับ 63.17 และ 78.38 mg/100g ตามลำดับ และความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าถั่วเหลืองหมักมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด ซึ่งมีค่า EC_{50} เท่ากับ 618.47 mg/ml ซึ่งสารปริมาณสารอาหารที่สำคัญในถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักพบว่ามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและเครื่องสำอางได้ และควรมีการศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางอาหารอื่นๆ เช่น วิตามินอี และ ไฟโตสเตอรอล และควรมีการศึกษาในธัญพืชชนิดอื่น เช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง และข้าวโพด เป็นต้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัยทุน สกว.-อุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2538, สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 213 หน้า.

สุพัตรา เพิ่มพูนพัฒนา ศิริเพ็ญ สิมพระราช และไชยวัฒน์ ไชยสุต, 2546, การพัฒนาผลิตภัณฑ์แคปซูลถั่วเหลืองชีวภาพที่มีคุณสมบัติขจัดอนุมูลอิสระ, สายวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 48-60.

AOAC., 1990, Official Method of Analysis, 15^{th} ed., Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C., 1298 p.

Brzezinski, A., Adlercreutz, H., Shaoul, R., Rösler, A., Shmueli, A., Tanos, V. and Schenker, J.G., 1997, Short-term Effects of Phytoestrogen-rich Diet on Postmenopausal Women, Menopause, 4: 89-94.

Cassidy, A. and Bingham, S., 1994, Biological Effects of a Diet of Soy Protein Rich in Isoflavones on the Menstrual Cycle of Premenopausal Women, American Journal of Clinical Nutrition, 60: 333-340.

Kleinkauf, H. and Von Döhren, H., 1987, Biosynthesis of Peptide Antibiotics, Annual Review of Microbiology, 41: 259-289.

Song, D.Y., Kim, N.Y., Kwon, E.J., Kim, H.P. and Heo, H.Y., 2008, Antioxidant and Antigenotoxic Activities of Korean Fermented Soybean, Food and Chemical Toxicology, 46: 1184-1189.

Wang, Y.C., Yu, R.C., Yang, H.Y. and Chou, C.C., 2003, Sugar, Acid and B-vitamin Contents in Soymilk Fermented with Lactic Acid Bacteria Alone or Simultaneously with Bifidobacteria, Journal of Food Microbiology, 20: 333–338.

Wolf, W.J. and Cowan, J.C., 1975, Soybeans as a Food Source, CRC Press, Inc., Cleveland, OH.

Table 1 Nutritional values from soybean and fermented soybean.

	fat (%)	protein (%)	carbohydrate (%)	vitamin B1 (mg/100g)	GABA (mg/100g)	phytic acid (mg/100g)	daidzein (mg/100g)	genistein (mg/100g)
soybean	20.15	35.20	29.80	0.292	3.34	632.56	2.26	5.72
fermented soybean	24.11	55.20	18.39	23.70	44.40	577.81	63.17	78.38

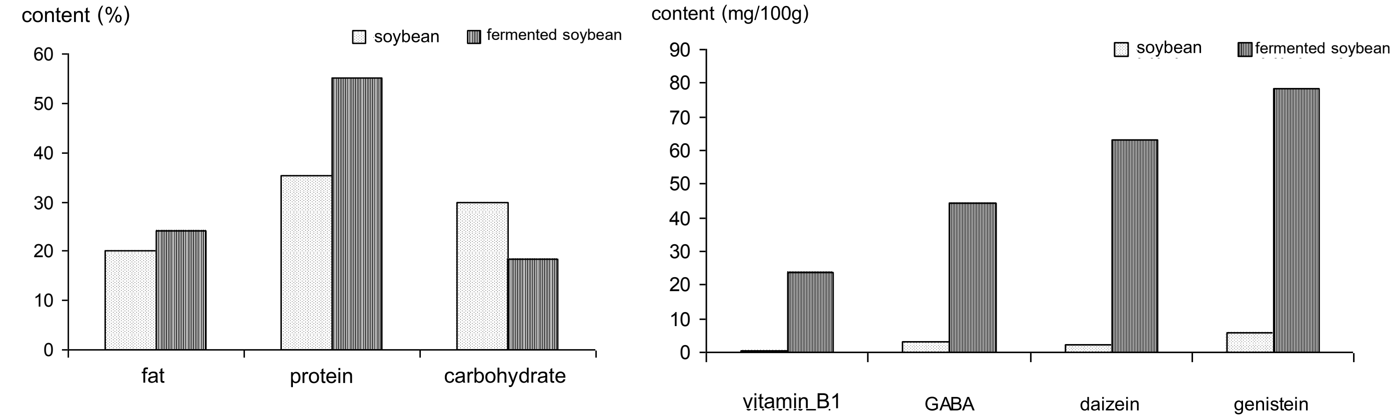


Figure 1 Content of fat, protein, carbohydrate, vitamin B1, GABA, daizein and genistein of soybean and fermented soybean.

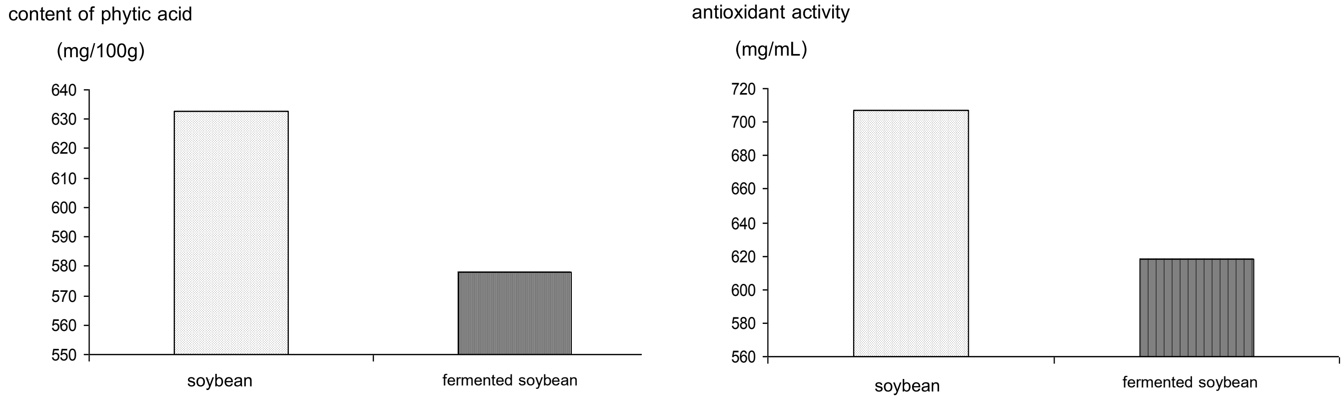


Figure 2 Phytic acid and antioxidant activity (DPPH) of soybean and fermented soybean.

อิทธิพลของ κ-คาร์ราจีแนน ต่อคุณสมบัติทางเชิงกลและการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มแป้ง

Effect of κ-carrageenan on Mechanical Properties and Water Vapor Permeability of Starch-based Film

ภูริสา ทัศวิล[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Tassavil, P.[1], Kerdchoechen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

The objective of this work was to investigate the effect of κ-carrageenan on mechanical properties and water vapor permeability of starch-based film. Blends of k-carrageenan (0, 1, 2, and 3% by volume of water) mixed with 5% starch-based (cassava and rice starch), the ratio was 1:1. Results showed that increasing the κ-carreageenan concentration increases the both starch films' tensile strength, decreases elongation at break and the water vapor permeability. The κ-carrageenan affected on rice starch films more than cassava starch, due to increased the tensile strength of carrageenan-rice starch films up to 3.6-7.2 folds of rice starch films. The less elongation at break of carrageenan cassava and rice starch films, the more carrageenan concentration, from 25.20% to 24.77% in cassava film and 45.40% to 24.87% in rice film. However, the water vapor permeability of rice and cassava was increased when carrageenan was added. Cassava and rice starch-based films blended with 1% carrageenan resulted in the lowest water vapor permeability at 8.53 and 8.40 x 10^{-13} g.m/m^2.s^1.Pa, respectively.

Keywords: edible film; water vapor permeability; mechanical properties; κ-carrageenan

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของ κ-คาร์ราจีแนนต่อคุณสมบัติทางเชิงกล และการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มแป้ง โดยใช้ κ-คาร์ราจีแนน 4 ความเข้มข้น (0, 1, 2, และ 3% ของปริมาตรน้ำกลั่น) ผสมแป้ง (มันสำปะหลัง และข้าวเจ้า) ในอัตราส่วน 1:1 ผลการศึกษาพบว่าเมื่อความเข้มข้น κ-คาร์ราจีแนนเพิ่มขึ้น ฟิล์มแป้งทั้งสองชนิดที่เติมคาร์ราจีแนนมีการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มสูงขึ้น การยืดตัว และการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มลดลง โดย κ-คาร์ราจีแนนส่งผลต่อฟิล์มแป้งข้าวเจ้ามากกว่าฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง เป็นผลทำให้ค่าการต้านแรงดึงขาดของฟิล์มแป้งข้าวเจ้าผสมคาร์ราจีแนนเพิ่มขึ้นประมาณ 3.6-7.2 เท่าของฟิล์มแป้งข้าวเจ้า ส่วนค่าการยืดตัวของฟิล์มแป้งลดลง เมื่อเติมคาร์ราจีแนนความเข้มข้นสูงขึ้น ในฟิล์มแป้งมันสำปะหลังลดลงจาก 25.20% เป็น 24.77% และในฟิล์มแป้งข้าวเจ้า ลดลงจาก 45.40% เป็น 24.87% ในขณะที่การซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มแป้งทั้งสองชนิดนี้ลดลงเมื่อเติม κ-คาร์ราจีแนน โดยฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และข้าวเจ้าผสมคาร์ราจีแนนความเข้มข้น 1% มีค่าการซึมผ่านไอน้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 8.53 และ 8.40 x 10^{-13} g.m/m^2.s^1.Pa ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฟิล์มที่บริโภคได้ การซึมผ่านของไอน้ำ คุณสมบัติทางเชิงกล κ-คาร์ราจีแนน

คำนำ

การเคลื่อนย้ายมวลสารของโมเลกุลน้ำ ก๊าซ สารประกอบกลิ่นรส และสารละลาย ที่เกิดขึ้นระหว่างอาหารและสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพ และการเสื่อมเสียของอาหาร (Karel และ Lund, 2003) การบรรจุอาหารในบรรจุภัณฑ์สามารถป้องกันปัญหาเหล่านี้ ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่บริโภคได้เป็นแนวทางหนึ่งที่นอกจากนำมาใช้สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแล้วยังสามารถลดปัญหาขยะที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามบรรจุภัณฑ์ที่บริโภคได้อาจอยู่ในรูปของฟิล์ม สารเคลือบ หรือแผ่นเยื่อบางๆ สำหรับป้องกันอาหาร และ/หรือสามารถรับประทานได้ วัตถุดิบหลักที่นำมาใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่บริโภคได้ ได้แก่ โปรตีน (โปรตีนเวย์ เคซีน โปรตีนถั่วเหลือง) โพลิแซคคาร์ไรด์ (แป้ง คาร์ราจีแนน และอัลจีเนต) และลิปิด (เรซิน น้ำมันหอมระเหย และอิมัลชัน) (Krochta และ Johnston, 1997) ฟิล์มที่บริโภคได้ที่ผลิตจากแป้ง (starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า เป็นต้น ซึ่งเป็นโพลิแซคคาร์ไรด์ธรรมชาติ ย่อยสลายได้ และมีราคาถูก สมบัติเชิงกลของฟิล์มแป้งขึ้นกับอัตราปริมาณอะมิโลสและอะมิโลเพคติน (Bader และ Goritz, 1994) อย่างไรก็ตามการ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

ประยุกต์ใช้ฟิล์มแป้งในอุตสาหกรรมอาหารยังมีข้อจำกัด ได้แก่ ฟิล์มแตกเปราะง่าย และมีการละลายน้ำและการซึมผ่านของน้ำสูง (มีสารพวก hydrophilic nature สูง) สารพลาสติไซเซอร์ เช่น ซอร์บิทอล กลีเซอรอล จึงถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงสมบัติของฟิล์มแป้ง (Krogars และคณะ, 2003) สำหรับฟิล์มประกอบจากโพลิแซคคาร์ไรด์หลายชนิด อาจส่งผลให้ฟิล์มมีสมบัติดีขึ้น เช่น ฟิล์มแป้งผสมเซลลูโลส (Psomiadou และคณะ, 1996) ไคโตแซน (Bourtoom และChinnan, 2008) และเพคติน (Fishman และคณะ, 1996) เป็นต้น คาร์ราจีแนน (carrageenan) เป็นโพลิแซคคาร์ไรด์ที่สำคัญชนิดหนึ่ง สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เครื่องสำอางค์ และผลิตภัณฑ์ยา (Hambleton และคณะ, 2009) κ-คาร์ราจีแนนมีโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยหน่วยโมเลกุลไดแซคคาร์ไรด์ที่ซ้ำกันของ β-(1,3)-D-galactose-4-sufate และ α-(1,4)-3,6-anhydro-D-galactose ต่อเชื่อมกัน (Piculell, 1995) มีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่ดี และให้ความคงตัวสูง (Lafargue และคณะ, 2007) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของ κ-คาร์ราจีแนน ต่อคุณสมบัติทางเชิงกลและการซึมผ่านของไอน้ำของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้า

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมฟิล์มแป้งที่บริโภคได้: จากแป้ง 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง และข้าวเจ้า โดยใช้แป้ง 5% โดยน้ำหนัก ละลายในน้ำ แล้วให้ความร้อน เติมพลาสติไซเซอร์ คือ ซอร์บิทอล 30% แล้วผสม κ-คาร์ราจีแนน 0, 1, 2, 3% โดยน้ำหนัก (ละลายในน้ำและให้ความร้อน) ผสมสารละลายฟิล์มโดยใช้อัตราส่วนสารละลายแป้งผสมพลาสติไซเซอร์ ต่อสารละลายคาร์ราจีแนนเท่ากับ 1:1 จากนั้นขึ้นรูปฟิล์ม และนำแผ่นฟิล์มแป้งผสมคาร์ราจีแนนมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ ได้แก่ ความหนาของฟิล์ม โดยใช้ micrometer (Fisher Scienific, Pittsburgh, PA) การต้านทานแรงดึงขาด (tensile strength: TS) และการยืดตัว (elongation: E) โดยใช้เครื่อง Instron Universal Testing Machine Model 1000 (ASTM standard D-882, 1964) และการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor permeability: WVTR) โดยใช้ ASTM E96-80 (1990)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะปรากฏของฟิล์มแป้งมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ซึ่งฟิล์มมันสำปะหลังโปร่งใส เรียบ มีความมันวาว ส่วนฟิล์มแป้งข้าวเจ้ามีความโปร่งแสง (ขุ่นกว่าฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง) ผิวทั้งสองด้านต่างกัน ด้านหนึ่งเป็นมันวาว ด้านหนึ่งขรุขระ เมื่อเติมสารละลาย κ-คาราจีแนนทั้ง 3 ความเข้มข้น ลงในสารละลายฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้า ปรากฏว่าฟิล์มแป้งมันสำปะหลังผสมคาร์ราจีแนนมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ โปร่งแสง เรียบมันทั้งสองด้าน อ่อนนุ่ม และยืดหยุ่นได้ แต่ก็ยังมีจุดสีขาวขนาดเล็กๆ ในแผ่นฟิล์ม ส่วนฟิล์มแป้งข้าวเจ้าผสมคาราจีแนนมีลักษณะเรียบ โปร่งแสง ยืดหยุ่นได้ แผ่นฟิล์มทั้งสองด้านมีความแตกต่างกัน ด้านหนึ่งเรียบมัน ส่วนอีกด้านหนึ่งขรุขระ (ลักษณะเป็นปุ่มเล็กๆทั้งแผ่น) (Figure 1) นอกจากนี้ยังพบว่าฟิล์มแป้งทั้งสองชนิดที่ผสมคาราจีแนนความเข้มข้น 3% มีแผ่นฟิล์มเป็นสีเหลืองอ่อน สำหรับความหนาของฟิล์มแป้งผสมคาร์ราจีแนนมีความหนาลดลง (Table 1) ความเข้มข้นของ κ-คาร์ราจีแนนไม่มีอิทธิพลต่อความหนาของฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง มีความหนาประมาณ 85.0 ไมโครเมตร แต่มีอิทธิพลต่อความหนาของฟิล์มแป้งข้าวเจ้า เมื่อเติมคาร์ราจีแนนความเข้มข้นสูงขึ้นความหนาของฟิล์มเพิ่มขึ้น เมื่อนำฟิล์มแป้งผสมคาร์ราจีแนนทั้ง 4 ความเข้มข้น มาวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกล คือ การต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัวของฟิล์มแป้งผสมคาร์ราจีแนน พบว่า ความเข้นข้นของ κ-คาร์ราจีแนนมีอิทธิพลต่อค่าการต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัวของฟิล์มแป้งทั้งสองชนิด (Table 1) โดยฟิล์มแป้งมันสำปะหลังผสมคาร์ราจีแนนมีค่าการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มสูงขึ้นจาก 16.15 KPa เป็น 22.66 KPa (κ-คาร์ราจีแนนความเข้มข้น 1%) ส่วนฟิล์มแป้งมันสำปะหลังผสมคาร์ราจีแนนความเข้นข้น 2 และ 3% มีค่าการต้านทานแรงดึงขาดไม่แตกต่างกัน (ρ> 0.05)

ในขณะที่ฟิล์มแป้งข้าวเจ้าผสมคาร์ราจีแนนทั้ง 4 ความเข้มข้น มีค่าการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มขึ้นถึง 3.6 – 7.2 เท่าของฟิล์มแป้งข้าวเจ้าที่ไม่เติมคาร์ราจีแนน สำหรับการยืดตัวของฟิล์มแป้งพบว่า ฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้าที่ผสมคาร์ราจีแนนความเข้มข้น 1 และ 2% มีค่าการยืดตัวสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มแป้งที่ไม่เติมคาร์ราจีแนน (Table 1) แต่เมื่อเติมคาร์ราจีแนนความเข้มข้น 3% ค่าการยืดตัวลดลงทั้งในฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้า โดยมีค่าเท่ากับ 24.77 และ 24.87% ตามลำดับ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Lafargue และคณะ (2007) ที่ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มแป้งดัดแปลงผสมกับ κ-คาร์ราจีแนน พบว่าค่าการต้านทานแรงดึงขาดของฟิล์มแป้งเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าการยืดตัวของฟิล์มลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากรวมตัวกันเป็นผลึกของสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ของแป้ง เช่น อะมิโลสและอะมิโลแพคติน กับคาร์ราจีแนน ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนของการผสม การขึ้นรูปฟิล์ม และการทำให้ฟิล์มแห้ง

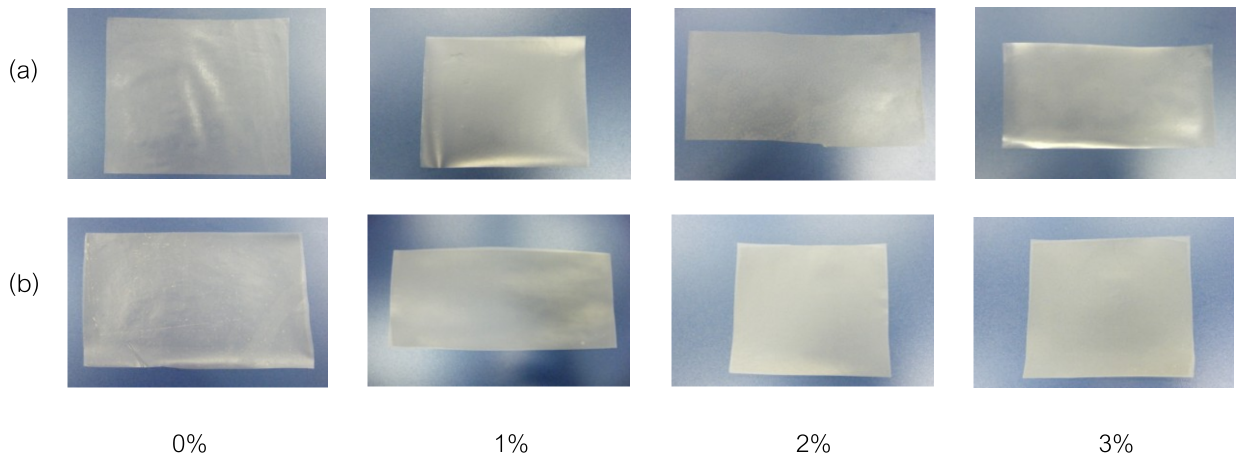


Figure 1 Appearance of starch films blend with the several concentrations of κ-carrageenan; a) cassava starch and b) rice starch.

Table 1 Thickness, mechanical properties and water vapor transmission rate of rice and cassava starch-based films as affected by concentrations of κ-carrageenan.

Starch	Conc. of carrageenan [%]	Thickness [μm]	Mechanical properties		Water vapor transmission rate (10^{-13} g.m/m^2.s^1.Pa)
			Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	
Cassava	0	103.7a	16.15f	25.20de	16.40b
	1	85.0e	21.66e	27.20d	8.53f
	2	85.0e	35.87a	34.23c	9.83e
	3	85.0e	34.86a	24.87e	10.10de
Rice	0	100.0b	4.58g	45.40b	19.50a
	1	88.0d	16.34d	53.23a	8.40f
	2	95.0c	29.09b	45.80b	10.20cd
	3	95.3c	35.34c	24.77f	10.53c
F-test		**	**	**	**
LSD		2.37	6.94	5.10	0.18
C.V.(%)		2.93	2.94	2.50	2.30

Remark: ** Significant at $p \leq 0.001$

a, b, c,… Data in column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

สำหรับการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มแป้ง พบว่าสารละลาย κ-คาร์ราจีแนนส่งผลต่อค่าการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มแป้ง (Table 1) พบว่า ฟิล์มแป้งทั้งสองชนิดที่ผสมคาร์ราจีแนนมีค่าการซึมผ่านไอน้ำลดลง และค่าการซึมผ่านของไอน้ำของฟิล์มแป้งที่ใช้ 3% κ-คาร์ราจีแนนสูงกว่าการใช้คาร์ราจีแนน 2% และ 1% ตามลำดับ โดยฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้าผสมคาร์ราจีแนนความเข้มข้น 1% มีค่าการซึมผ่านไอน้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 8.53 และ 8.40 x 10^{-13} g.m/m^2.s^1.Pa ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยฟิล์มพอลิแซคคาร์ไรด์ผสมโปรตีน หรือพอลิแซคคาร์ไรด์ เช่น แป้ง อัลจิเนต แพคติน โปรตีนถั่วเหลือง โปรตีนเวย์ (Fabra และคณะ, 2008; Coughlan และคณะ, 2004; Parris และคณะ, 1995) และงานวิจัยโดย Fabra และคณะ (2008) ที่รายงานว่าฟิล์มผสมอัลจีเนตและคาร์ราจีแนนส่งผลทำให้ค่าการซึมผ่านต่ำลงกว่าฟิล์มควบคุม เนื่องจากอิทธิพลของพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุล และระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ของอัลจีเนตและ κ-คาร์ราจีแนน ทำให้ช่องว่างระหว่างโมเลกุลขนาดใหญ่ลดลง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการลดลงของการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์ม

สรุปผล

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเติม κ-คาร์ราจีแนนลงในส่วนผสมของฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้า ส่งผลให้ฟิล์มแป้งทั้งสองชนิดมีค่าการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มขึ้น การยืดตัวของฟิล์มและการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มลดลง อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของสารละลาย κ-คาร์ราจีแนนมีอิทธิพลต่อฟิล์มแป้งข้าวเจ้ามากกว่าแป้งมันสำปะหลัง โดยส่งผลให้การต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มขึ้นถึง 3.6-7.2 เท่า รวมทั้งฟิล์มแป้งที่ผสม κ-คาร์ราจีแนนทำให้ฟิล์มแป้งมีความสามารถในการป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

American Standard for Testing and Materials, 1964, Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, ASTM D 1434-82, Annual Book of ATSM Standard, Philadelphia.

American Standard for Testing and Materials, 1990, Standard Test Method for Water Vapor Transmission, ASTM E 96-80, Annual Book of ATSM Standard, Philadelphia.

Bader, H.G. and Goritz, D., 1994, Investigations on High Amylase Corn Starch Films 3: Stress-Strain Behavior, Strarch-Stärke, 46: 435-439.

Bourtoom, T. and Chinnan, M.S., 2008, Preparation and Properties of Rice Starch-Chitosan Blend Biodegradable Film, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 41: 1633-1641.

Coughlan K., Shaw, N.B., Kerry, J.F. and Kerry, J.P., 2004; Combined Effects of Proteins and Polysaccharides on Physical Properties of Whey Protein Concentrate-Based Edible Films, Journal of Food Science, 69(6): 271-275.

Fabra, M.J., Talens, P. and Chiralt, A., 2008, Effect of Alginate and λ-Carrageenan on Tensile Properties and Water Vapour Permeability of Sodium Caseinate-Lipid Based Films, Carbohydrate Polymers, 70: 419-426.

Fishman, M.L., Coffin, D.R, Unruh, J.J. and Ly, T., 1996, Pectin/Starch/Glycerol Films: Blends or Composites, Journal of Macromolecular Science-Pure and Applied Chemistry, 33(5): 639-654.

Hambleton, A., Fabra, M.J., Debeaufort, F., Dury-Brun, C. and Voilly, A., 2009, Interface and Aroma Barrier Properties of Iota-carrageenan Emulsion-Based Films Used for Emcapsulation of Active Food Compounds, Journal of Food Engineering, 93: 80-88.

Karel, M. and Lund, D.B., 2003, Protective Packaging, second ed, Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 514-592.

Krochta, J.M. and Johnston, C.D., 1997, Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities, Food Technology, 51(2): 60-74.

Krogars, K., Heinamaki, J., Vesalahiti, J., Marvola, M., Antikainen, O. and Yliruusi, J., 2003, Extrusion-Spheronization of pH-sensitive Polymeric Metrix Pellets for Possible Colonic Drug Delivery, International Journal of Pharmaceutics, 199(2): 187-194.

Lafargue D., Lourdin, D. and Doublier, J.L., 2007, Film-forming Properties of a Modified Starch/ κ-carrageenan Mixture in Relation to Its Rheological Behaviour, Carbohydrate Polymers, 70: 101-111.

Parris, N., Coffin, D.R., Joubran, R.F. and Pessen, H., 1995, Composition Factors Affecting the Water Vapor Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Films, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43: 1432-1435.

Piculell, L., 1995, Chapter 8: Gelling Carrageenans, In Stephen, A.M. (Ed.), Food Polysaccharides and Their Applications, Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 205-244.

Psomiadou, E., Arvanitoyannis, I. and Yamamoto, N., 1996, Edible Films Made from Natural Resources; Microcrystalline Cellulose (MCC), Methylcellulose (MC) and Corn Starch: Part 2, Carbohydrate Polymers, 31: 193-204

คุณสมบัติของฟิล์มประกอบ Biopolymer จากแป้งและเพคติน

Properties of Biopolymer Composite Films from Starch and Pectin

ภูริสา ทัศวิล[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Tassavil, P.[1], Kerdchoechen, O.[1], and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

Properties of biopolymer composite films from starch and pectin were studied. Composite film was prepared by co-dissolving rice starch and different concentrations (0, 1, 2 and 3%) of pectin. Appearances of composite films were thin sheet, clear, translucent, flexible, different texture on each of the two sides (smooth and rough) and 86.33-95.67 μm of thickness. Tensile strength and elongation of rice starch-pectin films were not significant difference (ρ>0.05). However, water vapor permeability and solubility of composite films decreased, when pectin concentration increased. Water vapor permeability and solubility of composite film from 3% pectin-rice starch film were lowest at 59.20 g/m^{2}day and 40.77%, respectively.

Keywords: rice starch, pectin, composite films, properties of biopolymer films

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มประกอบของแป้งและเพคติน โดยเตรียมสารละลายแป้งข้าวเจ้า และเพคตินที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3) พบว่าลักษณะปรากฏของฟิล์มแป้งผสมข้าวเจ้า-เพกตินเป็นแผ่นบางๆ แผ่นฟิล์มทั้งสองด้านแตกต่างกัน ด้านหนึ่งเรียบ และมันวาว อีกด้านหนึ่งเป็นปุ่มเล็กๆ ขรุขระ มีความหนาของฟิล์มประมาณ 86.33-95.67 ไมโครเมตร การต้านทานแรงดึงขาด และการยืดตัวของฟิล์มประกอบแป้งข้าวเจ้า-เพคติน 3 ความเข้มข้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่การซึมผ่านของไอน้ำและการละลายน้ำของฟิล์มประกอบลดลง เมื่อความเข้มข้นของเพคตินเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะฟิล์มประกอบแป้งข้าวเจ้า-เพคตินความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่าการซึมผ่านไอน้ำ และการละลายน้ำของฟิล์มต่ำที่สุดเท่ากับ 59.20 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และร้อยละ 40.77 ตามลำดับ

คำสำคัญ: แป้งข้าวเจ้า เพคติน ฟิล์มประกอบ คุณสมบัติของฟิล์มโพลิเมอร์ธรรมชาติ

คำนำ

ผู้บริโภคมีความกังวลเพิ่มมากขึ้นเกี่ยวกับปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ง่าย หรือใช้เวลานานในการย่อยสลาย หรือเกิดมลพิษต่อสภาวะแวดล้อมเมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายหรือกำจัด ในขณะที่ความต้องการอาหารที่มีคุณภาพเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนามาจากวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น โพลิแซคคาร์ไรด์ โปรตีน และ/ หรือลิปิด แม้ว่าฟิล์มที่บริโภคได้ไม่มีจุดมุ่งหมายในการทดแทนบรรจุภัณฑ์สังเคราะห์ในท้องตลาดทั้งหมด แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้งานบรรจภัณฑ์สังเคราะห์ พร้อมกับทำหน้าที่ในการควบคุมการเคลื่อนย้ายของความชื้น กลิ่นรส และน้ำมันระหว่างส่วนประกอบในอาหารกับบรรจุภัณฑ์ (Krochta และ Jonhston, 1997) การนำฟิล์มที่บริโภคได้มักขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ ราคา หาง่าย หน้าที่ สมบัติเชิงกล (ความแข็งแรง และความยืดหยุ่น) คุณภาพการมองเห็น (ใส และขุ่น) และการป้องกันการซึมผ่านไอน้ำ ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งลักษณะที่ผู้บริโภคยอมรับเหล่านี้นอกจากเป็นผลมาจากชนิดของวัตถุดิบตามธรรมชาติแล้ว ยังขึ้นกับสภาวะของการผลิตฟิล์ม เช่น ความเข้มข้นของวัตุดิบ ขั้นตอนการผลิต อุณหภูมิ ชนิดและความเข้มข้นของวัตถุเจือปน ได้แก่ พลาสติไซเซอร์ สารป้องกันจุลินทรีย์ สารป้องกันออกซิเดชัน เป็นต้น (Debeaufort และคณะ, 1998; Guilbert และคณะ, 1996)

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตฟิล์มที่บริโภคได้และฟิล์มที่ย่อยสลายได้เน้นการผลิตฟิล์มประกอบที่มีส่วนผสมระหว่างพอลิแซคคาร์ไรด์ โปรตีน และลิปิด เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของฟิล์ม (Garcia และคณะ, 2004) แป้งและเพคตินเป็นพอลิแซคคาร์ไรด์ธรรมชาติ ที่สามารถนำมาผลิตฟิล์มที่บริโภคได้ โดยแป้งข้าวเจ้ามีโครงสร้างที่ประกอบด้วยอะมิโลส และอะมิโลเพคติน ที่

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

สามารถผลิตได้จากการปลูกข้าว เมื่อนำมาผลิตเป็นฟิล์มแล้วสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ส่วนเพคตินเป็นส่วนประกอบหลักของผนังเซลล์พืช พบมากในผลไม้วงศ์ส้ม ประกอบด้วยโครงสร้างโมเลกุลของ β-1,4 D-galacturonic acid และ α-1,4 D-galacturonic acid-α-1,2-rhamnose (Savary และ Nunez, 2004) ถูกนำมาใช้เป็นสารทำให้เกิดเจล และสารให้ความคงตัวในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องสำอาง และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค เช่น มีคลอเลสเตอรอลต่ำ ช่วยรักษาระดับน้ำตาล และลดการเกิดมะเร็ง (Jackson และคณะ, 2007) เพคตินยังถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์หลากหลาย เช่น ฟิล์มที่บริโภคและย่อยสลายได้ สารให้ความเหนียว กระดาษ โฟม และสารพลาสติไซเซอร์ (Mohnen, 2008) งานทดลองนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มประกอบ biopolymer จากแป้งข้าวเจ้าและเพคตินที่ความเข้มข้นต่างๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมฟิล์มที่บริโภคได้จากแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ละลายในน้ำแล้วให้ความร้อน เติมซอร์บิทอล (พลาสติไซเซอร์) ความเข้มข้นร้อยละ 30 แล้วผสมเพคตินความเข้มข้นร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก (ละลายในน้ำและให้ความร้อน) นำสารละลายฟิล์มจากส่วนผสมของสารละลายแป้งผสมพลาสติไซเซอร์ต่อสารละลายเพคตินอัตราส่วนเท่ากับ 1:1 จากนั้นขึ้นรูปฟิล์ม และนำแผ่นฟิล์มแป้งข้าวเจ้าผสมเพคตินมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังนี้ 1) ความหนาของฟิล์ม โดยใช้ micrometer (Fisher Scienific, Pittsburgh, PA) 2) การต้านทานแรงดึงขาด (tensile strength: TS) และการยืดตัว (elongation: E) โดยเครื่อง Instron Universal Testing Machine Model 1000 (ASTM standard D-882, 1964) 3) การซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor permeability: WVTR) โดยใช้ ASTM E96-80 (1990) และ 4) การละลายน้ำได้ของฟิล์ม (solubility of films)(Shin, 1996) และความชื้นของฟิล์ม (moisture content)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะปรากฏของไบโอพอลิเมอร์ฟิล์ม พบว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ โปรงแสง ผิวทั้งสองด้านต่างกัน ด้านหนึ่งเรียบและมันวาว อีกด้านหนึ่งขรุขระและไม่มันวาว ส่วนลักษณะของฟิล์มเพกตินทั้ง 3 ความเข้มข้น มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ โปร่งใส เรียบเนียน มีความมันวาว และยืดหยุ่นได้ดี ขณะที่ฟิล์มแป้งผสมข้าวเจ้า-เพกตินมีลักษณะของแผ่นฟิล์มที่ทั้งสองด้านแตกต่างกัน ด้านหนึ่งเรียบและมันวาว อีกด้านหนึ่งเป็นปุ่มเล็กๆ และขรุขระ สำหรับความหนาของไบโอพอลิเมอร์ฟิล์ม พบว่า ฟิล์มแป้งข้าวเจ้ามีความหนาประมาณ 100.00 ไมโครเมตร ส่วนความหนาของฟิล์มเพคตินประมาณ 42.00-54.00 ไมโครเมตร เมื่อนำสารละลายฟิล์มทั้งสองชนิดมาผสมกัน มีผลทำให้ฟิล์มผสมแป้งข้าวเจ้า-เพคตินมีความหนาของแผ่นฟิล์มลดลงเมื่อเทียบกับฟิล์มแป้งข้าวเจ้า (Table 1)

Table 1 Thickness and appearance of biopolymer films.

<table>
<tr><td>Biopolymer films</td><td>Thickness [μm]</td><td>Appearance</td></tr>
<tr><td>Rice</td><td>100.00a</td><td>Clear, soft, flexible, different texture on each of the two side</td></tr>
<tr><td>1% pectin</td><td>42.00f</td><td>Clear, transparent, thin, smooth, flexible, glossy</td></tr>
<tr><td>2% pectin</td><td>53.33e</td><td rowspan="2">Clear, transparent, smooth, flexible, glossy</td></tr>
<tr><td>3% pectin</td><td>54.00e</td></tr>
<tr><td>Rice + 1% pectin</td><td>86.33d</td><td rowspan="3">Clear, translucent, flexible, different texture on each of the two sides (smooth and rough)</td></tr>
<tr><td>Rice + 2% pectin</td><td>90.67c</td></tr>
<tr><td>Rice + 3% pectin</td><td>95.67b</td></tr>
<tr><td>F-test</td><td>**</td><td></td></tr>
<tr><td>LSD</td><td>1.97</td><td></td></tr>
<tr><td>C.V.(%)</td><td>1.75</td><td></td></tr>
</table>

Remark: ** Significant at $p \leq 0.01$

a, b, c,… Data in each column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาสมบัติของฟิล์ม biopolymer พบว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้ามีการต้านทานแรงดึงขาดต่ำ แต่มีการยืดตัวสูง โดยมีค่าเท่ากับ 4.58 MPa และร้อยละ 45.40 ตามลำดับ ขณะที่ฟิล์มเพคตินทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าการต้านทานแรงดึงเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเพคตินที่เพิ่มสูง โดยมีค่าระหว่าง 10.25 – 38.56 MPa ส่วนการยืดตัวของฟิล์มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ρ>0.05) จาก Table 2 แสดงสมบัติของฟิล์มประกอบแป้ง-เพคตินที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าค่าการต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัวของฟิล์มไม่แตกต่างกัน แต่ว่าสารละลายเพคตินมีอิทธิพลต่อสมบัติทางเชิงกลของฟิล์มแป้งข้าวเจ้า เห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าการต้านทานแรงดึงขาดที่เพิ่มขึ้น 5.9 เท่าของฟิล์มแป้ง และการลดลงของค่าการยืดตัวของฟิล์มเพคตินลดลง 2-5 เท่าของฟิล์มแป้ง เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลแป้งและเพคติน ในฟิล์มประกอบแป้ง-เพคติน โดยเฉพาะการรวมตัวระหว่างโมเลกุลอะมิโลสของแป้งกับเพคติน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นง่ายกว่าสายโซ่แบบกิ่งของอะมิโลเพคติน (Mathew และ Abraham, 2008) สอดคล้องกับความต้านทานแรงดึงขาดที่เพิ่มขึ้น และการยืดตัวลดลงของฟิล์มแป้งข้าวเจ้าผสมไคโตแซน (Bourtoom และ Chinnan, 2008) เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มแป้งข้าวเจ้า

สำหรับการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มพบว่า ฟิล์มแป้งข้าวเจ้ามีค่าการซึมผ่านไอน้ำสูงที่สุด (170.57 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มเพคติน และฟิล์มประกอบแป้ง-เพคติน (Table 2) ซึ่งฟิล์มเพคตินมีค่าการซึมผ่านไอน้ำลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพคตินเพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกับฟิล์มประกอบจากแป้งข้าวเจ้าและเพคติน ที่มีค่าการซึมผ่านไอน้ำลดลงจาก 92.60 เป็น 63.10 และ 59.20 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เมื่อความเข้มข้นของเพคตินเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทางด้านการละลายของฟิล์มพบว่าฟิล์มประกอบทั้ง 3 แบบ มีค่าการละลายน้ำของฟิล์มลดลงเมื่อเทียบกับฟิล์มแป้งและฟิล์มเพคติน โดยมีค่าการละลายน้ำของฟิล์ม ร้อยละ 40.77-58.50 (Table 2) ซึ่งค่าการละลายน้ำนี้ใกล้เคียงกับงานวิจัยเกี่ยวกับฟิล์มประกอบระหว่างพอลิแซคคาร์ไรด์กับโปรตีน หรือพอลิแซคคาร์ไรด์กับพอลิแซคคาร์ไรด์ เช่น แป้ง อัลจิเนต แพคตินโปรตีนถั่วเหลือง โปรตีนเวย์ (Fabra และคณะ, 2008; Lafargue และคณะ, 2007; Coughlan และคณะ, 2004; Parris และคณะ, 1995) รวมทั้งงานวิจัยโดย Lafargue และคณะ (2007) ที่ศึกษาฟิล์มผสมจากแป้งและคาร์ราจีแนน และรายงานว่า ฟิล์มมีค่าการซึมผ่านต่ำลงกว่าฟิล์มควบคุม เนื่องจากอิทธิพลของพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลระหว่างโมเลกุลพอลิเมอร์ของแป้งและ κ-คาร์ราจีแนน ทำให้ช่องว่างระหว่างโมเลกุลขนาดใหญ่ลดลง ซึ่งเป็นตัวการสำคัญต่อการลดลงของการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์ม ขณะที่ความชื้นของฟิล์มประกอบแป้ง-เพคตินมีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับร้อยละ 10.20-11.93 อย่างไรก็ตามค่าความชื้นของฟิล์มประกอบแป้ง-เพคตินต่ำกว่าฟิล์มเพคตินทั้ง 3 ความเข้มข้น

Table 2 Mechanical properties, water vapor transmission rate, solubility and moisture contents of biopolymer films.

Biopolymer films	Mechanical properties		Water vapor transmission rate [g/m^{2}day]	Solubility [%]	Moisture contents [%]
	Tensile strength [MPa]	Elongation [%]			
Rice	4.58e	45.40a	170.57a	93.53b	10.67de
1% pectin	10.25d	13.73c	129.10b	83.53d	14.23a
2% pectin	29.78b	12.60c	127.97bc	86.73c	12.93b
3% pectin	38.56a	12.20c	125.20c	98.80a	13.20b
Rice + 1% pectin	26.93c	25.03b	92.60d	58.50e	11.93c
Rice + 2% pectin	27.03c	23.50b	63.10e	53.87f	10.20e
Rice + 3% pectin	26.63c	24.53b	59.20f	40.77g	10.80d
F-test	**	**	**	**	**
LSD	2.10	2.53	3.57	2.17	0.51
C.V.(%)	5.93	6.01	2.15	1.95	2.81

Remark: ** Significant at $p \leq 0.01$

a, b, c,… Data in each column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

สรุปผล

การศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มประกอบระหว่างแป้งข้าวเจ้าและเพคติน พบว่าฟิล์มประกอบแป้ง-เพคตินมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มที่ทั้งสองด้านแตกต่างกัน ด้านหนึ่งเรียบ และมันวาว อีกด้านหนึ่งเป็นปุ่มเล็กๆ และขรุขระ ความหนาของแผ่นฟิล์มเท่ากับ 86.33-95.67 ไมโครเมตร ส่วนคุณสมบัติทางเชิงกล (การต้านแรงดึงขาด และการยืดตัว) ของฟิล์มแป้ง-เพคตินทั้งสามชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ฟิล์มประกอบแป้งข้าวเจ้า-เพคตินความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่าการซึมผ่านไอน้ำ และการละลายน้ำของฟิล์มต่ำที่สุด

เอกสารอ้างอิง

American Standard for Testing and Materials, 1964, Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, ASTM D 1434-82, Annual Book of ATSM Standard, Philadelphia.

American Standard for Testing and Materials, 1990, Standard Test Method for Water Vapor Transmission, ASTM E 96-80, Annual Book of ATSM Standard, Philadelphia.

Bourtoom, T. and Chinnan, M.S., 2008, Preparation and Properties of Rice Starch-Chitosan Blend Biodegradable Film, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 41: 1633-1641.

Coughlan, K., Shaw, N.B., Kerry, J.F. and Kerry, J.P., 2004, Combined Effects of Proteins and Polysaccharides on Physical Properties of Whey Protein Concentrate-Based Edible Films, Journal of Food Science, 69(6): 271-275.

Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A. and Voilley, A., 1998, Edible Films and Coatings: Tomorrow packaging: A Review, Critical Reviews in Food Science, 38(4): 299-313.

Fabra, M.J., Talens, P. and Chiralt, A., 2008, Effect of Alginate and λ-Carrageenan on Tensile Properties and Water Vapour Permeability of Sodium Caseinate-Lipid Based Films, Carbohydrate Polymers, 70: 419-426.

Guilbert, S., Gontard, N. and Gorris, L.G.M., 1996, Prolongation of Shelf-Life of Perishable Food Products Using Biodegradable Films and Coatings, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 29: 10-17.

Garcia, M.A., Pinotti, A., Martino, M.N. and Zaritzky, N.E., 2004, Characterization of Composite Hydrocolloid Films, Carbohydrate Polymers, 56: 339-345.

Jackson, C.L., Dreaden, T.M., Theobald, L.K., Tran, N.M., Beal, T.L., Eid, M., Gao, M.Y., Shirley, R.B., Stoffel, M.T., Kumar, M.V. and Mohnen, D, 2007, Pectin Induces Apoptosis in Human Prostate Cancer Cells: Correlation of Apoptotic Function with Pectin Structure, Glycobiology, 17: 805-819.

Krochta, J.M. and Johnston, C.D., 1997, Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and opportunities, Food Technology, 51(2): 60-74.

Lafargue, D., Lourdin, D. and Doublier, J.L., 2007, Film-Forming Properties of a Modified Starch/κ-Carrageenan Mixture in Relation to Its Rheological Behaviour, Carbohydrate Polymers, 70: 101-111.

Mathew, S. and Abraham, T.E., 2008, Characterisation of Ferulic Acid Incorporated Starch-Chitosan Blend Films, Food Hydrocolloids, 22: 826-835.

Mohnen, D., 2008, Pectin Structure and Biosynthesis, Current Opinion in Plant Biology, 11: 266-277.

Parris, N., Coffin, D.R., Joubran, R.F. and Pessen, H., 1995, Composition Factors Affecting the Water Vapor Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Films, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43: 1432-1435.

Savary, B.J. and Nunez, A., 2004, Gas Chromatography-Mass Spectrometry Method for Determining the Methanol and Acetic Acid Contents of Pectin Using Headspace Solid-Phase Microextraction and Stable Isotope Dilution, Journal of Chromatography A, 1017: 151-159.

Shin, F.F., 1996, Edible Film from Rice Protein Concentrate and Pullulan, Cereal Chemistry, 73: 406-409.

อิทธิพลของภาวะการทำแห้งที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพ-เคมี ของผงปรุงรสไก่

Influence of Spray Drying Condition on Physicochemical Properties of Chicken Meat Malto-powder

ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]
Sonklin, Ch.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

Chicken flavor by thermal processed flavor of hydrolysable isolated protein mungbean (HIMP) was produced as encapsulated powder by using mini spray dryer. Maltodextrin was applied as coating material. Chicken flavor powder coated with maltodextrin (malto-CFP) at 10, 15 and 25% was dried and hot air inlet temperature of the spray dryer was varied at 140, 150 and 160°C. Results displayed that 25% malto-CFP using hot air inlet at 160°C was the best condition for encapsulated flavor and its chicken flavor predominant odorants were 2-methyl-3-furyl-disulfide and 2-methyl-3-furanthiol. The best malto-CFP received the highest overall acceptance sensory scores (8.0) and its morphological characteristic by scanning electron microscope was round, smooth surface and non-adhesive granule. Malto-CFP had 100% solubility in water and it could be kept in aluminum foil at 25°C for more than 1 month which its flavor profile and appearance did not change.

Keywords: hydrolysed mungbean meal protein isolate, spraydry, maltodextrin, chicken flavor powder

บทคัดย่อ

กลิ่นรสไก่ของโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ผลิตจากโปรตีนไอโซเลตกากถั่วเขียว ที่ผ่านกระบวนการ thermal processed flavor ผลิตให้อยู่ในรูปผง ด้วยวิธี spray dry ใช้ maltodextrin เป็นสารเคลือบ แปรปริมาณ processed flavor กลิ่นไก่ร้อยละ 10, 15 และ 25 (โดยน้ำหนัก) และแปรอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า เท่ากับ 140, 150 และ 160°C พบว่า ผงกลิ่นรสไก่ที่เติมกลิ่นไก่ร้อยละ 25 ใช้อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 160°C เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากพบองค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสไก่ คือ 2-methyl-3-furyl-disulfide และ 2-methyl-3-furanthiol มีคะแนนการยอมรับโดยรวมทางประสาทสัมผัสสูงสุด เท่ากับ 8.0 และเม็ดผงที่ได้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา กลม ผิวเรียบและเม็ดผงกระจายตัวกันมากสุด เมื่อส่องด้วยกล้องอิเลกตรอนแบบส่องกราด มีค่าการละลายน้ำเท่ากับร้อยละ 100 และเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่ 25°C ได้มากกว่า 1 เดือน โดยที่ flavor profile และลักษณะปรากฏไม่เปลี่ยนแปลง

คำสำคัญ: โปรตีนไฮโดรไลเซตจากโปรตีนสกัดจากกากถั่วเขียว การทำแห้งแบบพ่นฝอย มอลโตเดกซ์ตริน ผงปรุงรสไก่

คำนำ

Hydrolysed vegetable protein (HVP) คุณสมบัติในการปรับปรุงและเสริมกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนั้นจึงมีการใช้ HVP ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีสมบัติเสริมหรือปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารได้ดี นื่องจากองค์ประกอบทางเคมีคล้ายกับสารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างการหุงต้ม HVP ผลิตได้จากการย่อยสลาย (hydrolysis) แหล่งโปรตีนที่ได้จากพืช เช่น ถั่วเหลือง ข้าวสาลี ข้าวโพด และถั่วต่าง ๆ เป็นต้น (Weir, 1986) จากงานวิจัยของ ชนิกานต์ และคณะ (2552) พบว่า HVP ที่ได้จากโปรตีนไอโซเตจากกากถั่วเขียวให้กลิ่นรสเนื้อที่ดี อีกทั้งให้กลิ่นรสไก่ที่ดีเมื่อผ่านกระบวนการ thermal processed flavor ซึ่งปฏิกิริยาหลักของการเกิดสารให้กลิ่นรสคือ ปฏิกิริยา Mailard reaction ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยากันภายใต้ความร้อนสูงระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ แต่ HVP ส่วนใหญ่จะอยู่มีลักษณะเป็นของเหลว หรือของแข็งกึ่งเหลว ทำให้ยากแก่การนำไปใช้ การขนย้ายและมีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นการพัฒนาให้อยู่ในรูปผงแห้ง จึงทำให้ง่ายในการประยุกต์ใช้กับอาหาร ง่ายแก่การเก็บรักษา และสะดวกในการขนย้าย ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ในการทำแห้ง คือ การทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dry) นิยมใช้สำหรับการทำแห้งสารละลายอินทรีย์ สารประเภท emulsion และของเหลวชนิดต่างๆ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้อยู่ในรูป

[1]สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 83 หมู่ 8 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150
[1]Division Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkuntien) 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

ของผงแห้ง มักใช้วิธีนี้ในอุตสาหกรรมทางเคมีและอาหาร เช่น ผงเห็ด Shiitake ใช้ maltodextrin และ β-,α-cyclodextrin เป็นสารเคลือบ (Hirokazu และคณะ, 2004) ผง anthocyanin ใช้ maltodextrin เป็นสารเคลือบ (Ersus และ Yurdagel, 2006) และ ผงโอลีโอเรซินกระวาน gum arabic, maltodextrin และ modified starch เป็นสารเคลือบ (Krishnan และคณะ, 2005) เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้ศึกษาหาค่าภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงปรุงรสไก่ด้วยวิธี spray dry โดยมีมอลโตเดกซ์ตรินเป็นสารเคลือบ

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมโปรตีนไฮโดรไลเซตจากโปรตีนไอโซเลตกากถั่วเขียวตามวิธีของ ชนิกานต์ และคณะ (2552) เพื่อเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ thermal processed flavor โดยผสมโปรตีนไฮโดรไลเซต 3.2 g กับ L-cysteine•HCl•H_2O 2.6 g L-glycine 1.4 g น้ำตาลไรโบส 1.5 g น้ำตาลกลูโคส 2.3 g น้ำ 9.1 g และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% ปริมาตร 2 ml ให้ความร้อนที่ 90-95°C เป็นเวลา 2 hr (Manley และคณะ, 1999) ได้ processed flavor กลิ่นไก่ในรูปข้นหนืด จากนั้นเติม processed flavor กลิ่นรสไก่ 10%,15% และ 25% ลงในสารละลายมอลโตเดกซ์ตริน 5% ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และทำแห้งด้วยวิธี spray dry กำหนดขนาด nozzle atomizer เท่ากับ 0.5 ml อัตราในการ feed เท่ากับ 5 ml/min แปรค่าอุณหภูมิอากาศขาเข้าเท่ากับ 140, 150 และ 160°C เก็บผงแห้งที่ได้ (ในที่นี่ใช้คำว่า Chicken flavor powder coated with maltodextrin หรือ malto-CFP นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ 1.) ค่าสี 2.) ปริมาณร้อยละผลผลิต (%yield) และ 3.) การละลาย (%solubility) วางแผนการทดลองแบบ 3x3 factorial in completely randomized design ทดลอง 3 ซ้ำ และ 4.) ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีทดสอบแบบ Qualitative different test ให้คะแนนแบบ 9-point scoring test วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย DMRT ด้วยโปรแกรม SAS (1997) 5.) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphological characteristic) ของสารเคลือบ โดยใช้ SEM โดยศึกษาโครงสร้างภายนอกของของ malto-CFP จากภาวะที่มีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูง โดยนำมาใส่ในแทนบนเครื่อง SEM ถ่ายภาพด้วยความต่างศักย์ 10 kV และ 6.) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของ malto-CFP จากภาวะที่ดีที่สุดในการทำแห้ง ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 1 เดือน บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ วิเคราะห์องค์ประกอบของสารให้กลิ่นรสไก่ทุกๆ สัปดาห์ ด้วย DHS-SPME-HS-CG-MS ไฟเบอร์ที่ใช้คือ 2cm-50/30 µm DVB/Carboxen™ /PDMS StableFlex™ อุ่นสารตัวอย่างปริมาตร 4 ml ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10 min จากนั้นให้ไฟเบอร์ดูดซับไอสารระเหยเป็นเวลา 30 min จากนั้นนำเข้าเครื่อง GC โดยใช้คอลัมน์ DB-WAX และก๊าซฮีเลี่ยมเป็นตัวพา ให้เวลาในการชะสารระเหยออกจากไฟเบอร์เป็นเวลา 20 min โปรแกรมระบบโดยเริ่มจากอุณหภูมิ 55°C คงไว้ 5 min เพิ่มอุณหภูมิเป็น 180°C ด้วยอัตราเร็ว 10°C/min และเพิ่มอุณหภูมิจาก 180 เป็น 200°C ด้วยอัตราเร็ว 20°C/min คงไว้ 10 min วิเคราะห์สารระเหยด้วยเครื่อง MSD (scan rage 35-450 amu) ที่อุณหภูมิ 250°C และแปรผลโดยเทียบกับ Wiley 275 และ NIST library ที่ % quality match ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 และเทียบกับสารละลายมาตรฐานอัลเคน (C_8-C_{20} alkanes)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากทุกภาวะการทำแห้งด้วย spray dry พบว่า malto-CFP เป็นผงละเอียด มีสีเหลืองนวล ซึ่งให้ค่าสี L*, a* และ b* อยู่ระหว่าง 73.25-84.05, -0.2-0.95 และ 24.25-35.90 ตามลำดับ (Table 1) แต่ปริมาณร้อยละ processed flavor และอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าไม่มีผล ($p>0.05$) ต่อ %yield และค่าการละลายของ malto-CFP (Table 1) สามารถละลายได้ 100% เนื่องจาก maltodextrin ที่ใช้เป็นสารเคลือบมี dextrose equivalent (DE) เท่ากับ 14-20 มีคุณสมบัติในการละลายและดูดความชื้นได้ดี (Salgado และคณะ, 2008) แต่มีอิทธิพลร่วมต่อค่าการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยรวมของ malto-CFP อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อปริมาณ processed flavor เพิ่มขึ้น ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวม กลิ่นไก่ เพิ่มขึ้น แต่ต่างกันเล็กน้อยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ โดยที่ปริมาณ processed flavor 25% อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 160°C มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมและกลิ่นไก่สูงสุดเท่ากับ 8.0 และ 7.3 ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณ processed flavor 25% ให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมและกลิ่นรสไก่ที่สูง ถึงแม้มี %yield และร้อยละการละลายไม่ต่างกันกับ malto-CFP ที่ปริมาณ processed flavor 10% และ 15% จึงนำภาวะการทำแห้งที่ใช้ปริมาณ processed flavor ร้อยละ 25 อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 140, 150 และ 160°C มาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาจากกล้อง SEM พบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะกลมมีขนาด 5-30 ไมโครเมตร เมื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าในการทำแห้งให้สูงขึ้น malto-CFP มีการกระจายตัวกันมากขึ้น (Figure 1) ดังนั้น malto-CFP ที่ใช้ปริมาณ processed flavor ร้อยละ 25 อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 160°C มีลักษณะของเม็ด

ที่กระจายตัวกันดีที่สุด จึงนำภาวะการทำแห้งนี้มาวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสด้วย HS-SPME-HS-CG-MS พบองค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสไก่ คือ 2-methyl-3-furyl-disulfide และ 2-methyl-3-furanthiol เมื่อนำมาเก็บรักษา ติดตามการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสไก่ ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าลักษณะของโครมาโทแกรมองค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสใน malto-CFP ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ 25°C ตลอด 4 สัปดาห์ มี flavor profile เหมือนเดิม (Figure 2) สอดคล้องกับผลของการวิเคราะห์ปริมาณสารองค์ประกอบหลักที่ให้กลิ่นรสใน malto-CFP ได้จากปริมาณ peak area ของ 2-methyl-3-furyl-disulfide เริ่มต้นเท่ากับ 1.61×10^7 และหลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มี peak area เท่ากับ 2.08×10^7, 2.68×10^7, 2.91×10^7 และ 2.82×10^7 ตามลำดับ (Table. 2) ซึ่งมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย 2-methyl-3-furyl-disulfide ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน

สรุปผล

ปริมาณ processed flavor 25% อุณภูมิอากาศขาเข้า 160°C เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตผงปรุงแต่งกลิ่นรสไก่โดยวิธี spray dry ซึ่งใช้มอลโตเดกซ์ตรินเป็นตัวเคลือบ และมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ได้นานกว่า 4 สัปดาห์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้โครงงการสร้างกำลังคนเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมระดับปริญญาโท (สกว.สสว), บริษัท หงม่าว จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเอนไซม์โบรมิเลน และบริษัท สิทธินันท์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนกากถั่วเขียว

เอกสารอ้างอิง

ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น, 2552, ผลของเอนไซม์โปรติเอสในการย่อยสลายโปรตีนไอโซเลตจากกากถั่วเขียว, วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, (40): 349-352.

Ersus, S. and Yurdagel, U., 2006, Microencapsulation of Anthocyanin Pigments of Black Carrot(*Daucuscarota L.*) by Spray Drier, Journal of Food Engineering, (80): 805–812.

Hirokazu, Sh., Hidenfumi, Y., Hisashi, O., Masahumi, Y., Takeshi, F., Hiroshige, K., Masaaki, O. and Pekka, L., 2004, Encapsulation of Shiitake (*Lenthinus Edodes*) Flavors by Spray Drying, Bioscience Biotechnology and Biochemistry, (68): 66-71.

Krishnan, S., Kshirsagar, A.C. and Singhal, R.S., 2005, The Use of Gum Arabic and Modified Starch and the Microencapsularion of Food Flavoring Agent, Carbohydrate Polymer, (62): 309-315.

Manley, H.Ch., Choudhury, H.B. and Mazeika, P., 1999, Food flavorings, Ashurst, R.P., 2nd ed., An Asprn Publication, Maryland, 283-323.

Salgado, R.M., Krötzsch, E., Garza, A.S., Roman-Rojas, P.P., Cruz-Castañeda, O. and Elizondo-Vázquez, F., 2008, A Comparative Evaluation of Maltodextrin/Ascorbic Acid *Vs*. Standard Care for the Treatment of Venous Leg Ulcers, Wound Repair and Regeneration, (13): A4-A27.

SAS, 1997, SAS User’s Guide : Statistics, SAS Institute, Inc., North Calorina, 558.

Weir, G.S.D.,1986, Protein hydrolysates as flavourings, In Development in Food Proteins, Hudson, Elsevier Applied Science Publishers, London, New York, 175-217.

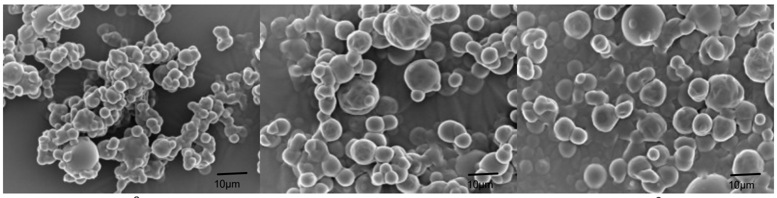


Figure 1 Morphology of CF-mato which used 25% processed flavor and hot air inlet at 140°C, 150°C and 160°C obtained from SEM.

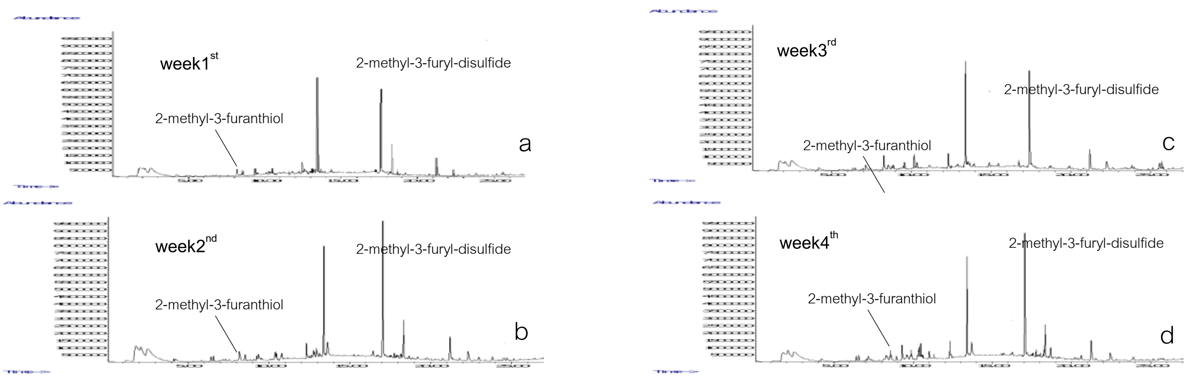


Figure 2 Chromatograms of CF-malto (25% processed flavor, 160°C) were kept in 25°C.

Table 1 L*, a*, b*, %yield and %solubility of CF-malto.

processed flavor (%)	hot air inlet (°C)	L*	a*	b*	%yield	% solubility
10	140	83.45ab	0.50ab	29.10c	17.12	100
	150	84.00 a	0.40b	27.45d	21.02	100
	160	84.05a	0.35bc	27.50d	17.56	100
15	140	81.90bc	-0.15cd	25.80e	20.86	100
	150	82.20abc	-0.2d	24.85ef	19.82	100
	160	82.35abc	-0.15cd	24.25f	21.43	100
25	140	77.60d	0.95a	34.10b	21.88	100
	150	80.55c	0.20bcd	28.05cd	19.93	100
	160	73.25e	0.55ab	35.90a	21.75	100
F-test*		*	*	*	ns	-
C.V(%)		2.26	2.26	2.26	2.26	-
LSD		1.85	0.54	1.51	2.86	-

Table 2 Peak areas of chicken flavor of CF-malto (25% processed flavor, 160°C) were kept in 25°C.

Library/ID	Peak area				
	Begin	week1st	week 2nd	week 3rd	week 4th
2-methyl-3-furanthiol	$1.61x10^{7}$	$1.33 x10^{7}$	$9.66 x10^{6}$	$1.07 x10^{7}$	$1.12 x10^{7}$
2-methyl-3-furyl-disulfide	$2.66 x10^{7}$	$2.08 x10^{7}$	$2.68 x10^{7}$	$2.91 x10^{7}$	$2.82 x10^{7}$
total	$5.49 x10^{7}$	$4.58 x10^{7}$	$5.24 x10^{7}$	$5.53 x10^{7}$	$5.16 x10^{7}$

การพัฒนาฟิล์มบริโภคได้ที่มีคุณสมบัติป้องกันไอน้ำเพื่อเป็นสารเคลือบผลิตภัณฑ์บิสกิต

Development of Edible Film for Vapor Barrier Properties as Coating Material in Biscuit Product

กษิดิศ อิ่มประไพ[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]
Imprapai, K.,[1] Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

This study aimed to develop edible film from cassava starch at 5% (w/v) mixed with 1% chitosan solution for coating biscuit product as water vapor transmission barrier agent. Coating edible materials were applied to biscuit by dipping, brushing, and wrapping as the thin film. Shelf-life of treated biscuit as crispness, moisture and color change was monitored for 10 days. The results showed that on the initial day crispness of the control (uncoated), dipping, brushing, and wrapping biscuit with edible coating materials was 1.3659, 1.3187, 1.3315 and 1.3595 kg-force and moisture content was 6.60, 7.97, 7.49 and 6.65%, respectively. After 10 days of storage, the result showed that crispiness was decreased to 1.1178, 1.2190, 1.2232 and 1.3185 kg-force and moisture content was increased to 8.3, 9.35, 8.65 and 7.98%, respectively. In this study, color of treated biscuit kept for 10 days was not different from the biscuit of the initial day.

Keywords: edible film, shelf-life, biscuit

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลังที่ความเข้มข้น 5% (w/v) ผสมสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% โดยนำฟิล์มบริโภคได้มาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์บิสกิต 3 วิธี ได้แก่ การจุ่ม, การทา และการขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม เปรียบเทียบกับบิสกิตที่ไม่ผ่านกรรมวิธีใดๆ (control) และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ติดตามค่าความกรอบ (crispiness) ความชื้น (moisture content) และสีของบิสกิต พบว่าวันเริ่มต้นการทดสอบ บิสกิต control และบิสกิตที่เคลือบด้วยวิธีการจุ่ม การทา และหุ้มด้วยฟิล์มบริโภคได้ มีค่าความกรอบ เท่ากับ 1.3659, 1.3187, 1.3315 และ 1.3595 กิโลกรัม และมีความชื้น 6.60, 7.97, 7.49 และ 6.65% ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 10 วัน พบว่ามีค่ากรอบลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 1.1178, 1.2190, 1.2232 และ 1.3185 kg-force แต่มีความชื้นเพิ่มขึ้น มีค่าเท่ากับ 8.3, 9.35, 8.65 และ 7.98% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าบิสกิตในวันเริ่มต้นการทดสอบและหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วันมีค่าสีไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ฟิล์มบริโภคได้ อายุการเก็บรักษา บิสกิต

คำนำ

ผลิตภัณฑ์บิสกิตจัดเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีความชื้นต่ำและมีเนื้อสัมผัสกรอบ การสูญเสียความกรอบอันเนื่องมาจากการแพร่ของความชื้นเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ หรือการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีคุณสมบัติป้องกันไอน้ำ และก๊าซ ทำให้บิสกิตไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในปัจจุบันจึงได้นิยมเก็บรักษาบิสกิตด้วยฟิล์มพลาสติก แต่ฟิล์มพลาสติกมีข้อเสียได้แก่ ต้นทุนในการผลิตสูง ย่อยสลายได้ยากและใช้วลานานซึ่งทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเราจึงควรหาบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นที่สามารถย่อยสลายได้ อีกทั้งยังผลิตมาจากวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ในปัจจุบันได้มีแนวทางในการใช้ฟิล์มบริโภคได้มาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท เช่น การใช้ฟิล์มบริโภคได้จากเวย์โปรตีนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาถั่วเมล็ดแห้ง (Javanmard, 2007) การใช้ฟิล์มบริโภคได้จากแป้งข้าวโพดและโปรตีนถั่วเหลืองเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์เครื่องปรุงรสในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (Cho และคณะ, 2010) และการใช้ฟิล์มบริโภคได้จากโพลิแซคคาไรค์เพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำมันในระหว่างการทอดของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (Williams และ Mittal, 1999) โดยฟิล์มบริโภคได้มีข้อดีที่เหนือกว่าฟิล์มพลาสติก คือ สามารถบริโภคได้พร้อมกับอาหาร สามารถย่อยสลายได้ และยังมีคุณสมบัติในการป้องกันก๊าซ และสารละลาย งานวิจัยนี้จึงทำการทดลองฟิล์มบริโภคโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลัก (Martin และคณะ, 2001) ผสมกับไคโตแซน (chitosan) ในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งไคโตแซนเป็นโพลิแซคคาไรค์จากไคติน (chitin) มีโครงสร้างประกอบด้วย 2-amino-2-deoxy-β-D-glucopyranose เรียงตัว

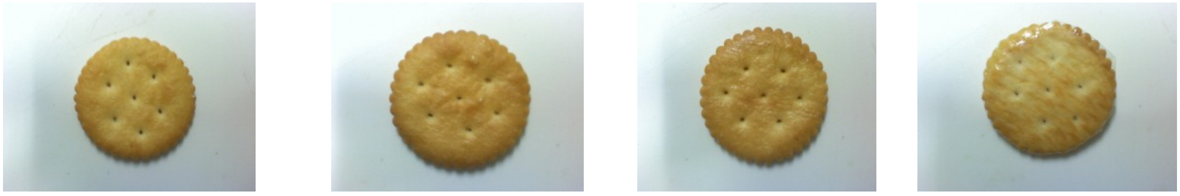
[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

หลายโมเลกุล และยังมีสมบัติเป็นสารต้านจุลินทรีย์ (Khan และคณะ, 2000; No และคณะ, 2001) ไคโตซานความทั้งมีสมบัติในการซึมผ่านไอน้ำที่ต่ำ (Butler และคณะ, 1996) ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการใช้สารเคลือบได้จากแป้งมันสำปะหลังและไคโตแซนและหาวิธีการที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์บิสกิต

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% โดยละลายไคโตซานร้อยละ 1 ในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1% และเตรียมฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลัง และสารละลายไคโตซาน โดยนำแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก (5 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร) ต้มแป้งจนสุกด้วย hot plate กวนด้วยมือจนสารละลายเหนียวและข้นหนืด หลังจากนั้นนำไปผสมกับสารละลายไคโตซานที่เตรียมไว้อัตราส่วน 1:1 ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติมพลาสติไซเซอร์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแป้ง คนให้เข้ากันแล้วกรอง ทดสอบคุณสมบัติทางกล-กายภาพ ได้แก่ ค่าความหนา (thickness) ความใส (opacity) อัตราการซึมผ่านไอน้ำ (water vapor transmission rate, WVTR) การละลาย (solubility) ความทนต่อแรงยืด (tensile strength, TS) และการยืดตัว (elongation, E) นำสารเคลือบที่ได้ไปทดสอบกับบิสกิตด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การจุ่ม (dipping) การทา (brushing) และการเคลือบด้วยฟิล์มขึ้นรูป (wrapping as the thin film) เปรียบเทียบกับบิสกิตที่ไม่ผ่านการเคลือบ (control) และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ทดสอบความชื้น (moisture content) ความกรอบ (crispiness) ด้วย Texture analyzer และวัดค่าสีด้วย calorimeter ในวันที่ 0 3 5 7 และ 10 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ SAS Program (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง



(a) (b) (c) (d)

Figure 1 The various methods use to coat on moisture content and break strength of shelf-life biscuit (a) control, (b) dipping, (c) brushing, (d) coating with film.

จากการศึกษาพบว่าฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีลักษณะใส โปร่งแสง มันวาวและเรียบทั้งสองด้าน ยืดหยุ่นและนุ่ม เนื่องจากเมื่อแป้งเกิดการเจลาติไนซ์ มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดใส และการเติมพลาสติไซเซอร์ทำให้ฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีความอ่อนตัว เนื่องจากพลาสติไซเซอร์เข้าไปแทรกจับยึดกับโมเลกุลสตาร์ช ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสายพอลิเมอร์ที่อยู่ใกล้กันอ่อนลง เกิดการเชื่อมต่อสร้างพันธะที่แข็งแรงจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลพลาสติไซเซอร์กับสายพอลิเมอร์ของแป้งที่อยู่ใกล้เคียงกันเกิดเป็นโครงสร้างของโมเลกุลที่ยืดหยุ่น (ปนัดดา, 2450; Laohakunjit และ Noomhorm, 2004) การเติมไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่ละลายในกรดอะซิติกทำให้ฟิล์มแป้งมีการต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัวสูง เนื่องจากไคโตซานที่ใช้กรดอะซิติกเป็นตัวทำละลายเกิดปฏิกิริยาระหว่างกันทำให้โครงสร้างของฟิล์มมีความแข็งแรงมากกว่าการใช้กรดชนิดอื่น (Rhim และคณะ, 1998; Park และคณะ, 2002; Nadarajah, 2005) ซึ่งฟิล์มที่ได้มีคุณสมบัติทางกลและกายภาพคือ ความหนา (thickness) เท่ากับ 0.042 mm. ความขุ่น (opacity) เท่ากับ 4.74 การซึมผ่านไอน้ำ (water vapor transmission) เท่ากับ 0.0780 g/cm^2/day การละลายน้ำ (water solubility index) เท่ากับ ร้อยละ 18.085 การต้านแรงดึงขาด (tensile strength) เท่ากับ 7.025 MPa และการยืดตัว (elongation) เท่ากับ ร้อยละ 88.37 และเมื่อนำฟิล์มหรือสารเคลือบมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์บิสกิตด้วยวิธีการจุ่ม ทา และหุ้มด้วยฟิล์ม (Figure 1) และเก็บรักษานาน 10 วัน พบว่า สามารถป้องกันความชื้นที่แพร่เข้ามาสู่ผลิตภัณฑ์ได้ โดยวันเริ่มต้นการทดสอบ บิสกิต control และบิสกิตที่เคลือบด้วยวิธีการจุ่ม การทา และหุ้มด้วยฟิล์มบริโภคได้ มีค่าความกรอบ เท่ากับ 1.3659, 1.3187, 1.3315 และ 1.3595 กิโลกรัม และมีความชื้น 6.60, 7.97, 7.49 และ

6.65% ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 10 วัน มีค่าความชื้นเพิ่มขึ้น มีค่าเท่ากับ 8.3, 9.35, 8.65 และ 7.98% มีค่าความกรอบลดลง มีค่าเท่ากับ 1.1178, 1.2190, 1.2232 และ 1.3185 kg-force ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งสาเหตุมาจาก ไคโตซานมีสมบัติในการซึมผ่านไอน้ำที่ต่ำ (Butler และ คณะ, 1996) และปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของแป้งและไคโตซานมีผลทำให้ฟิล์มมีการซึมผ่านไอน้ำลดลง (Xu และคณะ, 2005; Bangyekan และคณะ, 2006) จึงสามารถช่วยรักษาความกรอบของผลิตภัณฑ์และช่วยป้องกันความชื้นที่แพร่เข้ามาสู่ผลิตภัณฑ์ และจากการบันทึกค่าสีพบว่าการเคลือบด้วยวิธีการต่างๆนั้น มีค่าสีที่ไม่แตกต่างกัน

สรุปผล

สารเคลือบบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลังและไคโตซานที่อัตราส่วน 1:1 มีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นที่แพร่เข้ามาและสามารถช่วยรักษาความกรอบของผลิตภัณฑ์บิสกิตได้ โดยวิธีการเคลือบด้วยฟิล์มขึ้นรูปนั้นพบว่ามีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด สามารถรักษาความกรอบและป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดีกว่าสารเคลือบวิธีการอื่น

เอกสารอ้างอิง

ปนัดดา พวงเกษม, 2540, การเตรียมฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลังและแนวทางการใช้ประโยชน์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 3-27.

Bangyekan, C., Aht-Ong, D. and Srikukkit, K., 2006, Preparation and Properties Evaluation of Chitosan-Coated Cassava Starch Films, Carbohydrate Polymers, 63(1): 61-71.

Butler, B.L., Vergano, P.J., Testin, J.M., Bunn, J.M. and Wiles, J.L., 1996, Mechanical and Barrier Properties of Edible Chitosan Films as Affected by Composition and Storage, Journal of Food Science, 61: 953-955.

Cho, S.Y., Lee, S.Y. and Rhee, C., 2010, Edible Oxygen Barrier Bilayer Film Pouches from Corn Zein and Soy Protein Isolate, Journal LWT- Food Science and Technology, xxx: 1-6.

Khan, T.A., Peh, K.K. and Ch'ng, H.S., 2000, Mechanical, Bioadhesive Strength and Biological Evaluations of Chitosan Films for Wound Dressing, The Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 3(3): 303-311.

Laohakunjit, N. and Noomhorm, A., 2004, Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier Properties of Rice Starch film, Starch/Starke, 56(8): 348-356.

Martin, O., Schwach, E., Averous, L. and Couturier, Y., 2001, Properties of Biodegradable Multilayer Films Based on Plasticized Wheat Starch, Starch/Starke, 53: 372-380.

Nadarajah, K., 2005, Development and Characterrization of Antimicrobail Edible Films from Crawfish Chitosan, A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, 152 p

No, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkui, W. and Xu, Z., 2007, Applications of Chitosan for Improvement of Quality and Shelf life of Food: A review, Journal of Food Science, 72: 87-100.

Park, S.Y., Marsh, K.S. and Rhim, J.W., 2002, Characteristics of Differrent Molecular Weight Chitosan Films Affected by Type of Organic Solvents, Journal of Food Science, 67(1): 194-197.

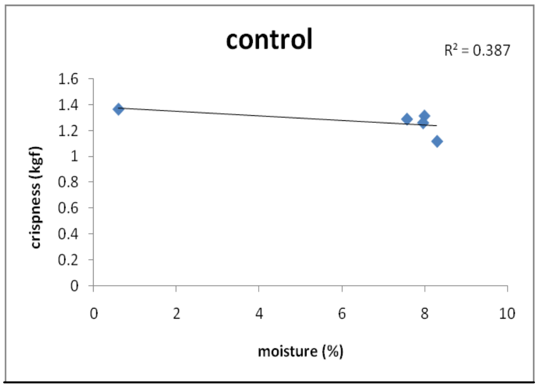
Rhim, J.W., Weller, C.L. and Ham, K.S., 1998, Characteristics of Chitosan Films as Affected by Type of Solvent Acid, Journal of Food Science and Biotechnology, 7(4): 263-268.

Williams, R. and Mittal, G.S., 1999, Water and Fat Transfer Properties of Polysaccharide Films on Fried Pastry Mix, Lebensmittel-Wissenschaft und –Technology, 32: 440-445.

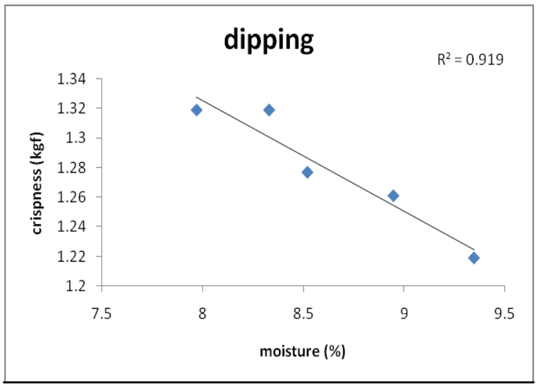
Xu, Y.X., Kim, K.M., Hanna, M.A. and Nag, D., 2005, Chitosan-starch Composite Film: Preparation and Characteristic, Industrial Crops and Products, 21(2): 185-192.

Table 1 Effect of method to coating on moisture content and Break strength of shelf-life biscuit.

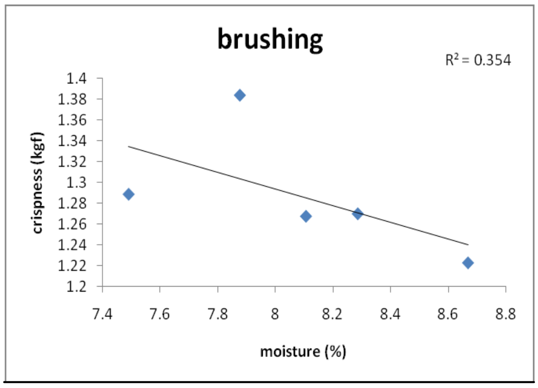
	Moisture content (%)				Break strength (kgf)			
	control	dip	brush	film	control	dip	brush	film
day 0	0.5967^{d}	7.9700^{d}	7.4900^{d}	6.6466^{d}	1.3651^{a}	1.3187^{a}	1.2889^{a}	1.3597^{a}
day 3	7.5707^{c}	8.3300^{c}	7.8767^{c}	7.4533^{c}	1.2888^{a}	1.3187^{a}	1.3837^{a}	1.3321^{a}
day 5	7.9933^{b}	8.5200^{c}	8.1066^{b}	7.5866^{bc}	1.3134^{a}	1.2767^{a}	1.2678^{a}	1.3445^{a}
day 7	7.9600^{b}	8.9467^{b}	8.2866^{b}	7.7133^{b}	1.2608^{a}	1.2609^{a}	1.2702^{a}	1.3273^{a}
day 10	8.3006^{a}	9.3467^{a}	8.6700^{a}	7.9766^{a}	1.1178^{b}	1.2190^{a}	1.2232^{a}	1.3185^{a}
F-test	**	**	**	**	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.6405	1.7253	1.3732	1.6093	5.2239	6.5571	9.4644	10.915
LSD.	0.2364	0.2707	0.2021	0.2189	0.1206	0.1526	0.2216	0.2654



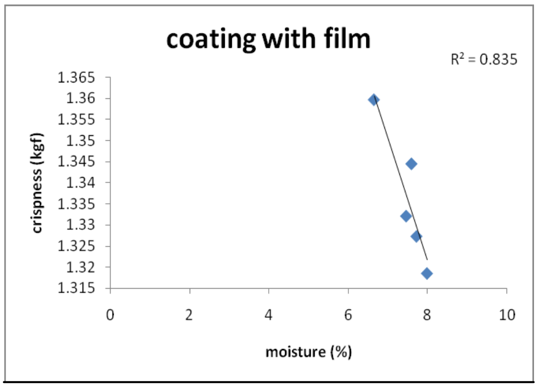
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 2 The Effective method is used to coat on moisture content and break strength of shelf-life biscuit (a) control, (b) dipping, (c) brushing, (d) coating with film.

การศึกษาคุณสมบัติทางกลและกายภาพของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง

Investigation Physical and Mechanical Properties of Edible Film from Cassava Starch and Rice Starch

กษิดิศ อิ่มประไพ[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Imprapai, K.,[1] Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

This study was to investigate the physical properties of edible film from different type of starch; cassava and rice. The edible starch film was prepared from various concentrations of starch at 5, 10 and 15% (w/v) with 30% plasticizers (by starch weight). Films were dried at 50°C for 12 hrs. Properties; thickness, opacity, water vapor transmission rate (WVTR), solubility, tensile strength (TS) and elongation (E) were evaluated. It was found that thickness of cassava and rice films were not different and film thickness was increased at high concentraton of starch. The opacity of cassava films was lower than rice starch films. The WVTR of cassava starch film was lower than rice films and WVTR was increased when concentration of starch was increased. Solubility, TS and E of cassava starch films was greater than those of rice starch films and their values tended to increase by concentrations of starch.

Keywords: edible film, cassava starch, rice starch, physical and mechanical properties

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งต่างชนิด ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้า ความเข้มข้น 5, 10 และ 15% (w/v) โดยเติมพลาสติไซเซอร์ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนักของแป้ง และทำแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทดสอบคุณสมบัติทางกล-กายภาพ ได้แก่ ค่าความหนา (thickness) ความใส (opacity) อัตราการซึมผ่านไอน้ำ (water vapor transmission rate, WVTR) การละลาย (solubility) ความทนต่อแรงยืด (tensile strength, TS) และการยืดตัว (elongation, E) พบว่า ความหนาของฟิล์มจากแป้งทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของแป้งเพิ่มมากขึ้น ความใสของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีค่า opacity ต่ำกว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้า และฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีอัตราการซึมผ่านไอน้ำต่ำกว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้า และเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของแป้งเพิ่มขึ้น สำหรับการละลาย ความทนต่อแรงยืด และการยืดตัวของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีอัตราการละลาย ความทนต่อแรงยืด และการยืดตัวสูงกว่าฟิล์มจากแป้งข้าวเจ้า และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของแป้งเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ฟิล์มบริโภคได้ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า คุณสมบัติทางกลและกายภาพ

คำนำ

จากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งมีสาเหตุมาจากวัสดุที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ก่อให้เกิดมลพิษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงบรรจุภัณฑ์อาหาร ซึ่งบรรจุภัณฑ์อาหารที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือฟิล์มพลาสติก ข้อดีของฟิล์มพลาสติกคือ คุณสมบัติในการป้องกันสารละลาย และแก๊สไม่ให้ผ่านเข้าออกสู่อาหาร จึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น อีกทั้งยังมีความปลอดภัย แต่มีข้อเสียจากปัญหาจากการย่อยสลายได้ยากและใช้ระยะเวลานาน ดังนั้นเพื่อลดผลกระทบดังกล่าวและรักษาสมดุลของสภาพแวดล้อม เราจึงควรศึกษาพัฒนากรรมวิธีในการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่มีส่วนช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษา ผลิตมาจากวัตถุดิบธรรชาติที่ย่อยสลายได้ และยังเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้า เพื่อนำมาใช้ทดแทนฟิล์มพลาสติก เนื่องจากสตาร์ชมีคุณสมบัติในการเกิดฟิล์มได้ดี โดยส่วนประกอบในแป้งได้แก่ โมเลกุลอะมิโลสและโมเลกุลของอะมิโลเพกตินที่สามารถเกิดโครงสร้างตาข่ายเชื่อมโมเลกุลแป้งเข้าด้วยกันและต่อเนื่องกัน ทำให้เกิดฟิล์มที่มีความแข็งแรงมากขึ้น และจากการศึกษาฟิล์มซึ่งผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง (ปนัดดา, 2540) และการศึกษาฟิลม์บริโภคจากแป้งข้าวเจ้า (Wu และ Zhang, 2002) พบว่าแป้ง

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

ทั้งสองชนิดนั้นสามารถนำมาผลิตฟิล์มได้ และเพื่อเลือกฟิล์มบริโภคได้โดยใช้ความเข้มข้นของแป้งที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณสมบัติทางกลและกายภาพที่มีประสิทธิภาพ และมีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง (cassava starch) และฟิล์มแป้งข้าวเจ้า (rice starch) ใช้ความเข้มข้นแป้ง 3 ระดับคือร้อยละ 5, 10 และ 15 (แป้ง 5, 10 และ 15 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร) ต้มแป้งจนสุกบน hot plate กวนจนเหนียวและข้นหนืด ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นนำไปทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และเติมพลาสติไซเซอร์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแป้ง (Laohakunjit และ Noomhorm, 2004) กวนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนกรอง แล้วขึ้นแผ่นฟิล์มโดยเทลงบน acrylic plate ทำแห้งด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 50 ^{0}C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณสมบัติทางกลและกายภาพของฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และฟิล์มแป้งข้าวเจ้า ได้แก่ ความหนา (thickness) (Fisher Scienific, Pittsburg, PA) ความขุ่น (opacity) การซึมผ่านไอน้ำ (water vapor transmission) (ASTM E96-80, 1965) การละลายน้ำ (WSI) (AACC method 56-20) การต้านแรงดึงขาด (tensile strength) และการยืดตัว (elongation) (ASTM, 1989) โดยวางแผนการทดลองแบบ 2×3 factorial in RCBD (randomized complete block design) ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ SAS Program (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลัง และจากแป้งข้าวเจ้าพบว่า ฟิล์มทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติทางกลและกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น การละลายน้ำ การยืดตัว และการต้านแรงดึงขาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 1) อาจเนื่องมาจาก ในแป้งมันสำปะหลังเมื่อได้รับความร้อนเกิดการเจลาติไนซ์ จนเป็นสารละลายที่มีความหนืดและใส ฟิล์มที่ได้จึงใส โปร่งแสง มันวาวและเรียบทั้งสองด้าน ยืดหยุ่นและนุ่ม และนอกจากนั้นเมื่อเติมพลาสติไซเซอร์ทำให้ฟิล์มอ่อนตัวลง เพราะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่อยู่ใกล้กันอ่อนแอลง (ปนัดดา, 2540; Laohakunjit และ Noomhorm, 2004) แต่ฟิล์มจากแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะขุ่น โปร่งแสง ด้านหนึ่งเรียบมันวาวอีกด้านหนึ่งไม่มันวาว เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งข้าวเจ้าที่มีการพองตัวสองชั้น แสดงถึงแรงของพันธะภายในโมเลกุลเม็ดแป้งที่ต่างกัน คือบริเวณผลึกและบริเวณอสัณฐานของเม็ดแป้ง มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสสูง จึงเกิดโครงสร้างร่างแหที่แข็งแรง การละลายน้ำจึงต่ำกว่าแป้งมันสำปะหลัง (Arvanitoyannis และคณะ, 1999) นอกจากนั้นยังพบว่าฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้นแป้งร้อยละ 5 และร้อยละ 15 มีคุณสมบัติทางกลและกายภาพที่ดีกว่าฟิล์มที่ใช้แป้งอื่นๆ โดยมี ความขุ่นเท่ากับ5.62 และ 4.63 การละลายน้ำ ร้อยละ 63.75 และ 52.88 อัตราการซึมผ่านไอน้ำ 0.137 และ 0.710 g/cm^{2}/day การยืดตัวร้อยละ 21.87 และ 50.84 และมีการต้านทานแรงดึงขาด 3.79 และ 9.60 MPa และฟิล์มที่ใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 ละลายน้ำ และมีความต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำที่ดี และที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 ฟิล์มนั้นสามารถยืดตัว และมีความต้านทานต่อแรงดึงขาดที่สูงกว่า ซึ่งมีสาเหตุมาจากในโมเลกุลของแป้งประกอบด้วยอะมิโลส และอะมิโลเพกติน ซึ่งอะมิโลสนั้นไม่ละลายน้ำ เมื่อผสมน้ำอะมิโลสจับตัวกันเป็นตะกอน แต่เนื่องจากโมเลกุลของโมเลกุลอะมิโลสป็นสายยาว จึงมีโอกาสจับคู่กับอะมิโลสอีกโมเลกุลหนึ่ง เป็นสายยาวคู่ขนานเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนกลายเป็นโครงร่างตาข่ายมีขนาดใหญ่ขึ้น (นิธิยา, 2549) ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของแป้งสูงขึ้นจึงทำให้ปริมาณของอะมิโลสที่หลุดออกมาในระหว่างกระบวนการเจลาติไนซ์สูง จึงทำให้มีคุณสมบัติในการละลายน้ำที่ลดลง และในทางกลับกันปริมาณของอะมิโลสที่หลุดออกมามีโอกาสจับกับโมโลกุลของอะมโลสอีกโมเลกุลด้วยพันธะไฮโดรเจนจึงทำให้ฟิล์มที่มีความเข้มข้นของแป้งสูงมีความสามารถในการยืดตัวและทนทานต่อแรงดึงขาดได้ดีขึ้น

สรุปผล

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกลและกายภาพของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้า พบว่า ฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังจคุณสมบัติโดยรวมดีกว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้าได้แก่ ความใส การละลายน้ำ การยืดตัว และการต้านแรงดึงขาด ซึ่งฟิล์มแป้งมันสำปะหลังที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถละลายน้ำและป้องกันการซึมผ่านไอน้ำได้ดีที่สุด และฟิล์มแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้นร้อยละ 15 มีความสามารถในการยืดตัวและการต้านทานแรงดึงสูงงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549, เคมีอาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์โอเดียนสตาร์, หน้า 161-163.

ปนัดดา พวงเกษม, 2540, การเตรียมฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลังและแนวทางการใช้ประโยชน์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 3-27.

AACC method 56-20, 1983, Hydration Capacity of Pregelatinized Cereal Products, In: American Association of Cereal Chemists Approved Methods, Eighth ed, The Association St. Paul, MN, USA.

ASTM, 1989, Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting (ASTM D882-88), Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Philadephia, USA, p. 182-189.

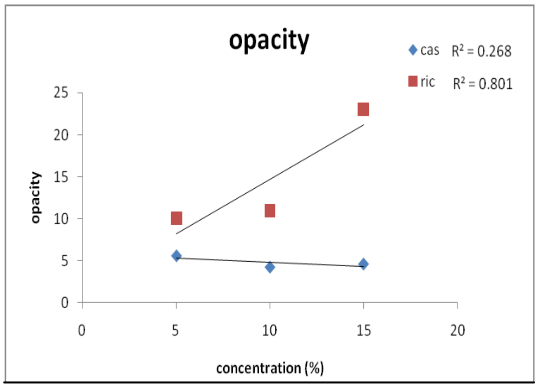
Arvanitoyannis, C.G., Biliaderis, H. and Kawasaki, N., 1999, Biodegradable Films Made From Low Density Polyethylene (LDPE), Rice Starch, and Potato Starch for Food Packaging Applications, Carbohydrate Polymers, 36(2): 89-104.

Laohakunjit, N. and Noomhorm, A., 2004, Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier Properties of Rice Starch film, Starch/Starke, 56(8): 348-356

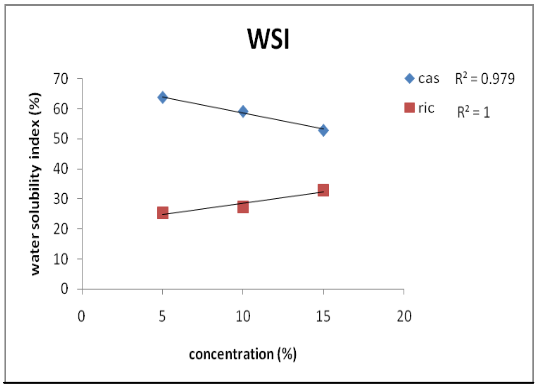
Wu, Y., Weller, L.C., Hamouz, F., Cuppett, S.L. and Schnepf, M., 2002, Multicomponent Edible Coatings and Films, In Advances in Food and Nutrition Research, Taylor, S.L. (Ed.), Acedemic Press an Elsevier Science Imprint, 449p.

Table 1 Effect of Physical and mechanical properties; thickness, opacity, water solubility index, WVTR, elongation and tensile strength of cassava starch and rice starch film.

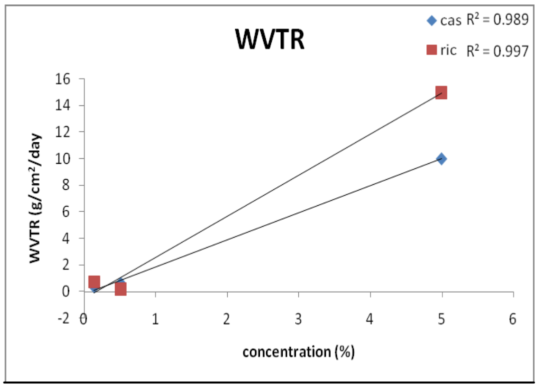
type	conc. (%)	Thickness (mm.)	Opacity	Water Solubility index (%)	WVTR ($g/cm^2/day$)	Elongation (%)	Tebsile Strength (MPa)
Cassava starch	5	0.672[a]	5.6167[c]	63.750[a]	0.1367[e]	21.870[c]	3.7867c
Cassava starch	10	0.1500[b]	4.2467[d]	59.110[b]	0.3367[bc]	17.467[d]	8.4700ab
Cassava starch	15	0.1700[b]	4.6267[d]	52.880[c]	0.7100[a]	50.887[a]	9.6033a
Rice starch	5	0.1220[b]	10.0700[b]	25.390[e]	0.5100[ab]	26.273[b]	2.7767c
Rice starch	10	0.1420[b]	10.9633[b]	27.267[e]	0.5867[a]	27.997[b]	3.4767c
Rice starch	15	0.1690[b]	23.0633[a]	32.897[d]	0.1667[c]	6.117[c]	7.2367b
F-test		ns	**	**	**	**	*
C.V.(%)		86.2735	5.4962	4.8375	31.1861	9.5925	17.1688
LSD.		0.3645	0.9541	3.7478	0.2262	4.2836	1.7995



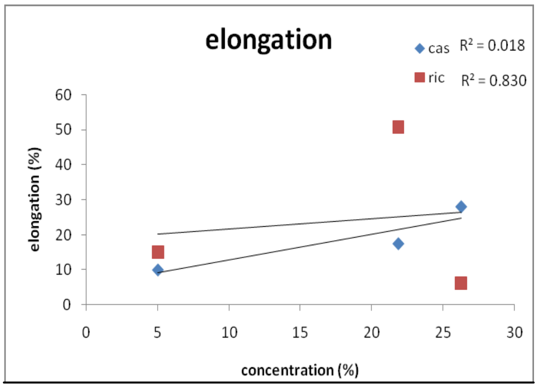
(a)



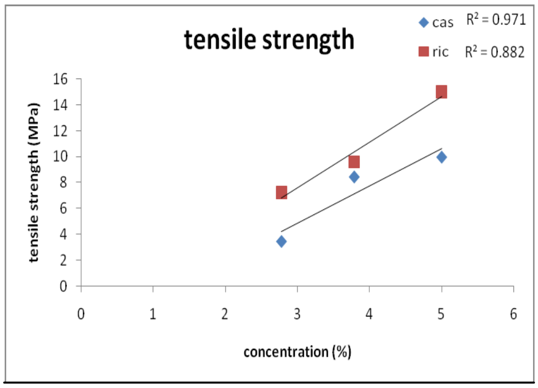
(b)



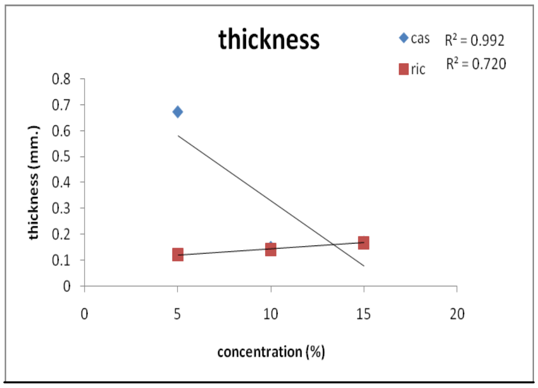
(c)



(d)



(e)



(f)

Figure 1 The physical and mechanical properties of cassava starch and rice starch film (a) opacity, (b) water solubility index, (c) water vapor transmission rate, (d) elongation, (e) tensile strength, (f) thickness.

สารประกอบฟีนอลิคจากสารสกัดเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา

Phenolic Compounds from Peel and Seed Extracts of 'White Malaka' Grape

ธีระพงษ์ ขันทเจริญ[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Khunthajaroen, T.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

Total phenolic compounds from peel and seed extracts of 'White Malaka' grape was studied by Folin Ciocataue method. Results showed that seed extracts had total phenolic compounds more than peel extracts. Total phenolic compounds of seed and peel extracts were 67.43 and 10.43 mgGAE/g DW, respectively. The quantities of resvoratrol were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). It was also found that resveratrol content in peel extracts was greater than in seed extracts. However, the 2,2'-azino-bis (3-ethylbenthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) scavenging activity assay was determined the antioxidant capacity. The antioxidant capacity from seed extract was 4,213.50 mg/L TE/ g DW but capacity of peel extract was only 828.97 mg/L TE/ g DW.

Keywords: phenolic compounds, 'White Malaka' grape, antioxidant, resvoratrol

บทคัดย่อ

จากการศึกษาปริมาณของสารฟีนอลิคจากสารสกัดเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา โดยวิธี Folin Ciocaltaue พบว่าสารสกัดจากเมล็ดมีปริมาณฟีนอลิคมากกว่าสารสกัดจากเปลือก สารสกัดจากเมล็ดมีปริมาณฟีนอลิค 67.43 mg GAE/g DW และสารสกัดจากเปลือกมีปริมาณฟีนอลิค 10.43 mg GAE/g DW ปริมาณเรสเวอราทรอลวิเคราะห์โดย High-performance liquid chromatography (HPLC) พบว่าส่วนของเปลือกมีปริมาณเรสเวอราทรอลมากกว่าในเมล็ด เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) หรือ ABTS พบว่าสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ 4,213.50 mg/L TE/ g DW และสารสกัดจากเปลือกมีประสิทธิภาพเท่ากับ 828.97 mg/L TE/ g DW

คำสำคัญ: สารประกอบฟีนอลิค องุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา สารต้านอนุมูลอิสระ เรสเวอราทรอล

คำนำ

องุ่น (*Vitis vinifera*) เป็นพืชที่มีการปลูกมากกว่า 5000 ปีแล้ว ส่วนในประเทศไทยเริ่มนำองุ่นเข้ามาปลูกเมื่อประมาณ 50 ปี ซึ่งนำมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาและทวีปยุโรป และมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน ในผลองุ่นมีสารพฤกษเคมี (phytochemical) สารเหล่านี้ทำหน้าที่ เป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ หรือแอนติออกซิแดนท์ สามารถช่วยป้องกันโรคร้ายแรงต่างๆได้ เช่น โรคมะเร็ง, เนื้องอก, โรคหัวใจ, ป้องกันการอักเสบ สารประกอบฟีนอลิคจัดอยู่ในกลุ่มของสารพฤกษเคมี ซึ่งองุ่นพบสารประกอบฟีนอลิคหลายชนิดส่วนใหญ่เป็นสารที่อยู่ในกลุ่ม flavonoids เช่น gallic acid, catechin, epicatechin, quercetin, rutin, anthocyanin และอยู่ในกลุ่ม stilbenoids เช่น resveratrol (Lacopini และคณะ,2008; Katalinic และคณะ, 2010) ซึ่ง resveratrol นั้นนิยมนำมาใส่ในอาหารเสริมเนื่องจากมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สูง ส่วนใหญ่จะพบในปริมาณสูงที่เปลือกและเมล็ด (Malovana และคณะ, 2001; Kim และคณะ, 2009) องุ่นพันธุ์ไวท์มะละกาเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากในประเทศไทย โดยพื้นที่ที่ปลูกมากได้แก่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี อำเภอสามพราน อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร องุ่นพันธุ์นี้มีผล 2 แบบคือ ชนิดผลกลมและผลยาว เปลือกมีสีเหลืองอมเขียว เป็นองุ่นที่นิยมนำมาบริโภคสดเนื่องจากมีรสหวานแหลม เปลือกหนาและเหนียว ในผลหนึ่งๆ มี 1-2 เมล็ด เนื่องจากองุ่นพันธุ์ไวท์มะละกาเป็นพันธุ์ที่นิยมนำมาบริโภคสูง งานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นศึกษาถึงปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่อยู่ในเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา และศึกษาปริมาณของสารเรสเวอราทรอลและประสิทธิภาพในการเป็นสารต้าน

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

อนุมูลอิสระด้วย เพื่อเป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้มีการนำองุ่นพันธุ์ไวท์มะละกาไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์มากขึ้นและเป็นการเพิ่มมูลค้าสินค้าทางการเกษตร ตลอดจนทำให้เกษตรมีรายได้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

แยกเปลือกและเมล็ดจากผลขององุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา นำส่วนเปลือกและส่วนของเมล็ดมาบดแล้วสกัดด้วย 80% เอธานอล โดยชั่งเปลือก 1 กรัมต่อ เอธานอล 3 mL และชั่งเมล็ด 0.1 กรัมต่อ ethanol 3 mL นำมาบดด้วย motar ปั่นเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 1200 rpm เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนใสไปวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยวิธี Folin–Ciocalteau ตามวิธีของ Singleton และคณะ (1965) คำนวนปริมาณของสารประกอบฟีนอลิคเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid และวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) วิธี DPPH ใช้สารตัวอย่าง 40 μL กับสารละลาย 0.1 mM DPPH 4 mL ตั้งทิ้งให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ส่วนวิธี ABTS ใช้สารตัวอย่าง 40 μL กับสารละลาย ABTS 4 mL ตั้งทิ้งให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดเป็นเวลา 6 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ การคำนวนประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเทียบจากกราฟมาตรฐานของ Trolox (0-50 mg/L) สำหรับการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์เรสเวอราทรอล โดยชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม นำมาบดแล้วสกัดด้วย 80%เอธานอล 5 ml ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำส่วนใสไปวิเคราะห์โดย High-performance liquid chromatography (HPLC)(บริษัท Agilent Technologies รุ่น LC 1200 series) คอลัมน์ที่ใช้ ZURBUAX Eclipse XDB-C18 reverse phase (4.6 mm x 150 mm, 5μm) condition ที่ใช้วิเคราะห์เป็น isocratic elution system มี mobile phase 2 ชนิด โดย mobile phase A คือ glacial acetic acid in water 52.6:900 (v/v) และ mobile phase B คือ 20% phase A และ 80%acetonitile (ACN) โดยอัตราส่วนของ A:B คือ 0 min, 83.5% A, 16.5% B; 13 min, 82.0% A, 18.0% B; 15 min, 82.0% A, 18.0 B; 17 min 77.0% A, 23.0% B, flow rate 0.5 mL/min นาน 20 นาที ใช้ตัวอย่างปริมาณ 5 μL ใช้ UV-visible diode-array ความยาวคลื่น 306 nm วิเคราะห์ปริมาณเทียบกับกราฟมาตรฐานเรสเวอราทรอล

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิคจากสารสกัดเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา โดยใช้ 80% เอธานอลเป็นตัวทำละลาย เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน gallic acid พบว่าสารสกัดจากเปลือกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิค 10.43 mg GAE/g DW และสารสกัดจากเมล็ดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิค 67.43 mg GAE/g DW (Table 1) แสดงให้เห็นว่าองุ่นพันธุ์ไวท์มะละกามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในเมล็ดมากกว่าในเปลือก เมื่อวิเคราะห์ปริมาณเรสเวอราทรอลโดย HPLC พบว่าสารสกัดจากเปลือกมีปริมาณเรสเวอราทรอลสูงกว่าสารสกัดจากเมล็ด โดยในส่วนของเปลือกมีปริมาณ 13.19 μg/g DW และในเมล็ดมีปริมาณ 5.31 μg/g DW ดังแสดงใน chromatogeams Figure 1b และ c เทียบกับ standard เรสเวอราทรอล Figure 1a สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดย วิธี DPPH พบว่าสารสกัดจากเปลือกมีประสิทธิภาพ 977.03 mg/L TE/ g DW และสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพ 4517.58 mg/L TE/ g DW วิธี ABTS สารสกัดจากเปลือกมีประสิทธิภาพ 828.97 mg/L TE/ g DW และสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพ 4,213.50 mg/L TE/ g DW (Table 1) ซึ่งประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทั้ง 2 วิธีแสดงให้เห็นว่าในสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าในสารสกัดจากเปลือกซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของสารประกอบฟีนอลิคคือ ในสารสกัดจากเมล็ดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคสูงซึ่งสารประกอบฟีนอลิคมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจึงทำให้สารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในสารสกัดจากเปลือกซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคน้อยกว่า (Lacopini และคณะ, 2008)

สรุปผล

สารสกัดจากเมล็ดขององุ่นพันธุ์ไวท์มะละกามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคและมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทั้งโดย DPPH และ ABTS สูงกว่าในสารสกัดจากเปลือก ส่วนปริมาณเรสเวอราทรอลในสารสกัดจากเปลือกมีมากกว่าในสารสกัดจากเมล็ด

เอกสารอ้างอิง

Katalinic, V., Smole Mozina, S., Skroza, D., Generalic, I., Abramovic, H., Milos, M., Ljubenkov, I., Piskernik, S., Pezo, I., Terpinc, P. and Boban, M., 2010, Polyphenolic Profile, Antioxidant Properties and Antimicrobial Activity of Grape Skin Extracts of 14 *Vitis vinifera* Varieties Grown in Dalmatia (Croatia), Food Chemistry, 119: 715–723.

Kim, T.J., Silva, J.L., Weng, W.L., Chen, W.W., Corbitt, M., Jung, Y.S. and Chen, Y.S., 2009, Inactivation of *Enterobacter sakazakii* by Water-Soluble Muscadine Seed Extracts, International Journal of Food Microbiology, 129: 295–299.

Lacopini, P., Baldi, M., Storchi, P. and Sebastiani, L., 2008, Catechin, Epicatechin, Quercetin, Rutin and Resveratrol in Red Grape: Content, in Vitro Antioxidant Activity and Interactions, Journal of Food Composition and Analysis, 2: 589– 598.

Malovana, S., Garcia Montelongo, F.J., Perez, J.P. and Rodriguez-Delgado, M.A., 2001, Optimisation of Sample Preparation for the Determination of *trans*-Resveratrol and Other Polyphenolic Compounds in Wines by High Performance Liquid Chromatography, Analytica Chimica Acta, 428: 245–253.

Poudel, P.R., Tamura, H., Kataoka, I. and Mochioka, R., 2008, Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Skins and Seeds of Five Wild Grapes and Two Hybrids Native to Japan, Journal of Food Composition and Analysis, 21: 622-625.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent, American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.

Xu, C., Zhang, Y., Cao, L. and Lu, J., 2010, Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Different Grape Cultivars Grown in China, Food Chemistry, 119(4): 1557-1565.

Table 1 Total phenolics content (mg GAE/g DW), resvoratrol content (mg/g DW)and antioxidant capacity content (mg/L Trolox equivalent/g DW) of peel and seed extracts from 'White Malaka' grape.

	total phenolic(mg GAE/g DW)	resvoratrol(μg/g DW)	antioxidant capacity (mg/L TE/ g DW)	
			DPPH	ABTS
peel	10.43 ±0.32b	13.19±3.29a	977.03 ±63.91b	828.90 ±26.65b
seed	67.43 ±2.78a	5.31 ±0.49b	4517.58 ±90.56a	4213.50 ±86.20a
F-test	**	**	**	**
LSD	4.49	5.34	179.55	144.76
C.V.(%)	5.08	25.46	2.88	2.53

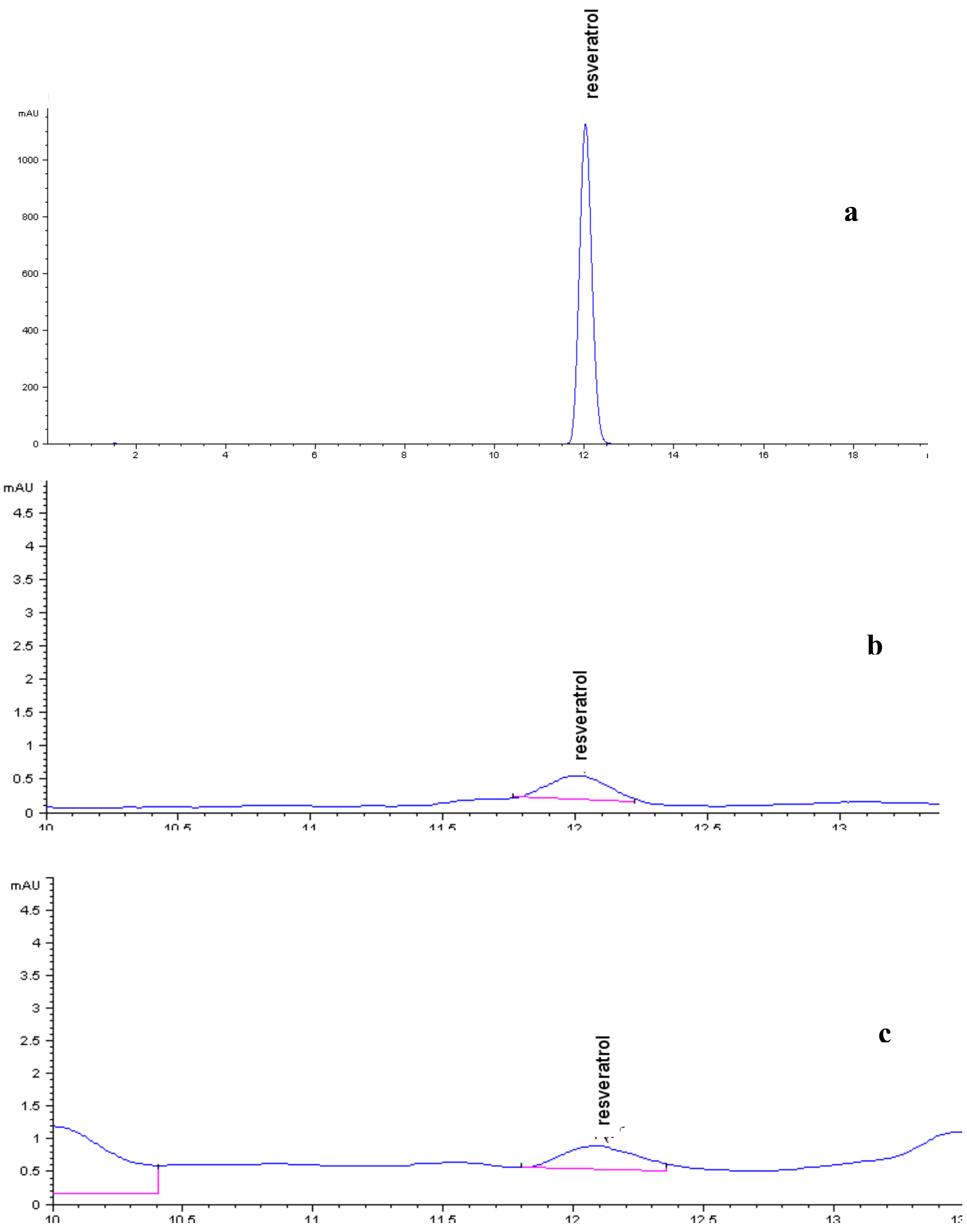


Figure 1 HPLC chromatogeams of resveratrol (a) standard (b) peel extracts (c) seed extracts at 306 nm.

ประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์คาร์ดินัล

Antioxidant Capacity from Peel and Skin Extracts of 'Cadinal' Grape

ธีระพงษ์ ขันทเจริญ[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]
Khunthajaroen, T.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

This research was to study the antioxidant capacity from 'Cadinal' grape extracts. The 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazone-6-sulphonic acid) (ABTS) scavenging activity assays were monitored. Results disclosed that seed extracts had a greater antioxidant capacity than peel extracts. The result also showed that seed extract exhibited the highest antioxidant capacity at 4,313.63 mg/L TE/g DW while peel extract was at 1,470.43 mg/L TE/g DW by ABTS scavenging activity assays. Phenolic compounds analyzed by Folin Ciocaltaue, were found greater in seed extracts than in peel extract. However, resveratrol by high-performance liquid chromatography (HPLC) in peel extracts (278.53 μg/g DW) was higher than in seed extracts (47.24 μg/g DW).

Keywords: antioxidant, phenolic compounds, resvoratrol, 'Cadinal' grape

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดและเปลือกขององุ่นพันธุ์คาร์ดินัล โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) พบว่าสารสกัดจากเมล็ดให้ประสิทธภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าสารสกัดจากเปลือก ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธี ABTS พบว่าสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ 4,313.63 mg/L TE/g DW และสารสกัดจากเปลือกมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1,470.43 mg/L TE/g DW เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยวิธี Folin Ciocaltaue พบว่าสารสกัดจากเมล็ดมีปริมาณฟีนอลิคสูงกว่าสารสกัดจากเปลือก ส่วนผลการวิเคราะห์เรสเวอราทรอล โดยใช้ High-performance liquid chromatography (HPLC) พบว่าสารสกัดจากเปลือก (278.53 μg/g DW) มีปริมาณเรสเวอราทรอลมากกว่าสารสกัดจากเมล็ด (47.24 μg/g DW)

คำสำคัญ: สารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิค เรสเวอราทรอล องุ่นพันธุ์คาร์ดินัล

คำนำ

องุ่น (*Vitis vinifera*) เป็นพืชที่นิยมปลูกกันมากในหลายประเทศโดยเฉพาะในแถบทวีปยุโรปและอเมริกาเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายได้แก่ บริโภคสด ผลิตไวน์ ผลิตน้ำองุ่น เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆเช่น แยม น้ำมันจากเมล็ดองุ่น อาหารเสริมในรูปของสารสกัดจากเมล็ด และยังใช้สารสกัดจากองุ่นผสมลงในเครื่องสำอางด้วย เนื่องจากในผลองุ่นมีสารประกอบฟีนอลิคสูงซึ่ง สารเหล่านี้มีคุณสมบัติ เป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ หรือแอนติออกซิแดนท์ ซึ่งสามารถช่วยป้องกันโรคร้ายแรงต่างๆได้ เช่น โรคมะเร็ง เนื้องอก โรคหัวใจ เป็นต้น (Malovana และคณะ, 2001; Kim และคณะ, 2009) ส่วนใหญ่จะพบในปริมาณสูงที่เปลือกและเมล็ด ปริมาณของสารขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม, สายพันธุ์, กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว และจีโนไทป์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณสารที่แตกต่างกันในองุ่น (Poudel และคณะ, 2008; Xu และคณะ, 2010) ในประเทศไทยองุ่นพันธุ์คาร์ดินัลเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ปลูกง่ายและให้ผลผลิตสูง ลักษณะทั่วไปคือ ผลกลมค่อนข้างใหญ่ มีสีแดงหรือม่วง รสหวาน กรอบ จึงนิยมบริโภคสด และมีเปลือกบาง ในผลหนึ่งมีเมล็ด 1-3เมล็ด เนื่องจากองุ่นพันธุ์คาร์ดินัลเป็นพันธุ์ที่นิยมนำมาบริโภคสูง งานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นศึกษาถึงประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดขององุ่นพันธุ์คาร์ดินัล ประกอบกับศึกษาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณของสารเรสเวอราทรอลด้วย ซึ่งในปัจจุบันสารเรสเวอราทรอลเป็นที่สนใจอย่างมากเนื่องจากเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูล

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

อิสระสูงและพบเฉพาะในองุ่นเท่านั้น และเพื่อเป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้มีการนำองุ่นพันธุ์คาร์ดินัลไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์มากขึ้นและเป็นการเพิ่มมูลค้าสินค้าทางการเกษตร ตลอดจนทำให้เกษตรมีรายได้มากขึ้นด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง

แยกเปลือกและเมล็ดจากผลขององุ่นพันธุ์คาร์ดินัล นำส่วนเปลือกและส่วนของเมล็ดมาสกัดด้วย 80% เอธานอล โดยชั่งเปลือก 1 กรัมต่อ เอธานอล 3 mL และชั่งเมล็ด 0.1 กรัมต่อ ethanol 3 mL นำมาบด motar ปั่นเหวี่ยง ที่ 1200 rpm เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนใสไปวิเคราะห์วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิค ส่วนการเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์เรสเวอราทรอล ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ต่อ 80%เอธานอล 5 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำส่วนใสไปวิเคราะห์

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระใช้วิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) โดยวิธี DPPH ใช้สารตัวอย่าง 40 μL กับสารละลาย DPPH (0.1 mM) 4 mL ตั้งทิ้งให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ส่วนวิธี ABTS ใช้สารตัวอย่าง 40 μL กับสารละลาย ABTS 4 mL ตั้งทิ้งให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดเป็นเวลา 6 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ การคำนวนประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเทียบจากกราฟมาตรฐานของ Trolox (0-50 mg/L)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิค

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยใช้วิธี Folin–Ciocalteau ตามวิธีของ Singleton และคณะ (1965) คำนวนปริมาณของสารประกอบฟีนอลิคเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid

การวิเคราะห์ปริมาณเรสเวอราทรอล

วิเคราะห์ปริมาณเรสเวอราทรอลใช้เทคนิค High-performance liquid chromatography (HPLC) (บริษัท Agilent Technologies รุ่น LC 1200 series) คอลัมน์ที่ใช้ ZURBUAX Eclipse XDB-C18 reverse phase (4.6 mm x 150 mm, 5μm) condition ที่ใช้วิเคราห์เป็น isocratic elution system มี mobile phase 2 ชนิด โดย mobile phase A คือ glacial acetic acid in water 52.6:900 (v/v) และ mobile phase B คือ 20%phase A และ 80%acetonitile (ACN) โดยอัตราส่วนของ A:B คือ 0 min, 83.5% A, 16.5% B; 13 min, 82.0% A, 18.0% B; 15 min, 82.0% A, 18.0 B; 17 min 77.0% A, 23.0% B flow rate 0.5 mL/min นาน 20 นาที ใช้ตัวอย่างปริมาณ 5μL ใช้ UV-visible diode-array ความยาวคลื่น 306 nm วิเคราะห์ปริมาณเทียบกับกราฟมาตรฐานเรสเวอราทรอล

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทั้ง 2 วิธีพบว่า วิธี DPPH สารสกัดจากเปลือกมีประสิทธิภาพ 1434.35 mg/L TE/ g DW และสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพ 4784.32 mg/L TE/ g DW วิธี ABTS สารสกัดจากเปลือกมีประสิทธิภาพ 1470.43 mg/L TE/ g DW และสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพ 4313.63 mg/L TE/ g DW (Table 1) ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคพบว่าสารสกัดจากเปลือกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิค 27.20 mg GAE/g DW และสารสกัดจากเมล็ดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิค 70.01 mg GAE/g DW (Table 1) จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิคแสดงให้เห็นว่าในสารสกัดจากเมล็ดมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าในสารสกัดจากเปลือกโดยแปลผันตามปริมาณของสารประกอบฟีนอลิค ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Poudle และคณะ (2008) พบว่าสารประกอบฟีนอลิค และประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเปลือกและเมล็ดขององุ่นมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ และประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระนั้นจะแปรผันตามปริมาณสารประกอบฟีนอลิค ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณเรสเวอราทรอลซึ่งวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่าสารสกัดจากเปลือกมีปริมาณเรสเวอราทรอล 278.53 μg/g DW และในเมล็ดมีปริมาณ 47.24 μg/g DW (Table 1) จากลผการวิเคราะห์ปริมาณเรสเวอราทอลแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากเปลือกมีปริมาณเรสเวอราทรอลมากกว่าสารสกัดจากเมล็ด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Casas และคณะ (2010)

สรุปผล

ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในสารสกัดจากเมล็ดขององุ่นพันธุ์คาร์ดินัลมีปริมาสูงกว่าในสารสกัดจากเปลือกส่วนปริมาณเรสเวอราทรอลพบว่าในสารสกัดจากเปลือกมีปริมาณสูงกว่าในสารสกัดจากเมล็ด

เอกสารอ้างอิง

Casas, L., Mantell, C., Rodr.guez, M., Mart.nez de la Ossa, E.J., Rold.n, A., De Ory, I., Caro, I. and Blandino, A., 2010, Extraction of Resveratrol from the Pomace of Palomino Fino Grapes by Supercritical Carbon Dioxide, Journal of Food Engineering, 96: 304-308.

Katalinic, V., Smole Mozina, S., Skroza, D., Generalic, I., Abramovic, H., Milos, M., Ljubenkov, I., Piskernik, S., Pezo, I., Terpinc, P. and Boban, M., 2010, Polyphenolic Profile, Antioxidant Properties and Antimicrobial Activity of Grape Skin Extracts of 14 *Vitis vinifera* Varieties Grown in Dalmatia (Croatia), Food Chemistry, 119: 715–723.

Kim, T.J., Silva, J.L., Weng, W.L., Chen, W.W., Corbitt, M., Jung, Y.S. and Chen, Y.S., 2009, Inactivation of *Enterobacter sakazakii* by Water-Soluble Muscadine Seed Extracts, International Journal of Food Microbiology, 129: 295–299.

Malovana, S., Garcia Montelongo, F.J., Perez, J.P. and Rodriguez-Delgado, M.A., 2001, Optimisation of Sample Preparation for the Determination of *trans*-Resveratrol and Other Polyphenolic Compounds in Wines by High Performance Liquid Chromatography, Analytica Chimica Acta, 428: 245–253.

Poudel, P.R., Tamura, H., Kataoka, I. and Mochioka, R., 2008, Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Skins and Seeds of Five Wild Grapes and Two Hybrids Native to Japan, Journal of Food Composition and Analysis, 21: 622-625.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent, American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.

Xu, C., Zhang, Y., Cao, L. and Lu, J., 2010, Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Different Grape Cultivars Grown in China, Food Chemistry, 119(4): 1557-1565.

Table 1 Antioxidant capacity content (mg/L trolox equivalent/g DW) total phenolics content (mg GAE/g DW) and resvoratrol content (mg/g DW) of peel and seed extracts from ‘Cadinal’ grape.

	antioxidant capacity (mg/L TE/ g DW)		total phenolic	Resvoratrol
	DPPH	ABTS	(mg GAE/g DW)	(µg/g DW)
peel	1434.35 ±66.33b	1470.43 ±113.96b	27.20 ±0.97b	278.53 ±40.75a
seed	4784.32 ±71.82a	4313.63 ±36.09a	70.01 ±2.69a	47.24 ±3.02b
F-test	**	**	**	**
LSD	166.71	191.62	4.58	65.5
c.v.(%)	2.22	2.92	4.16	17.74

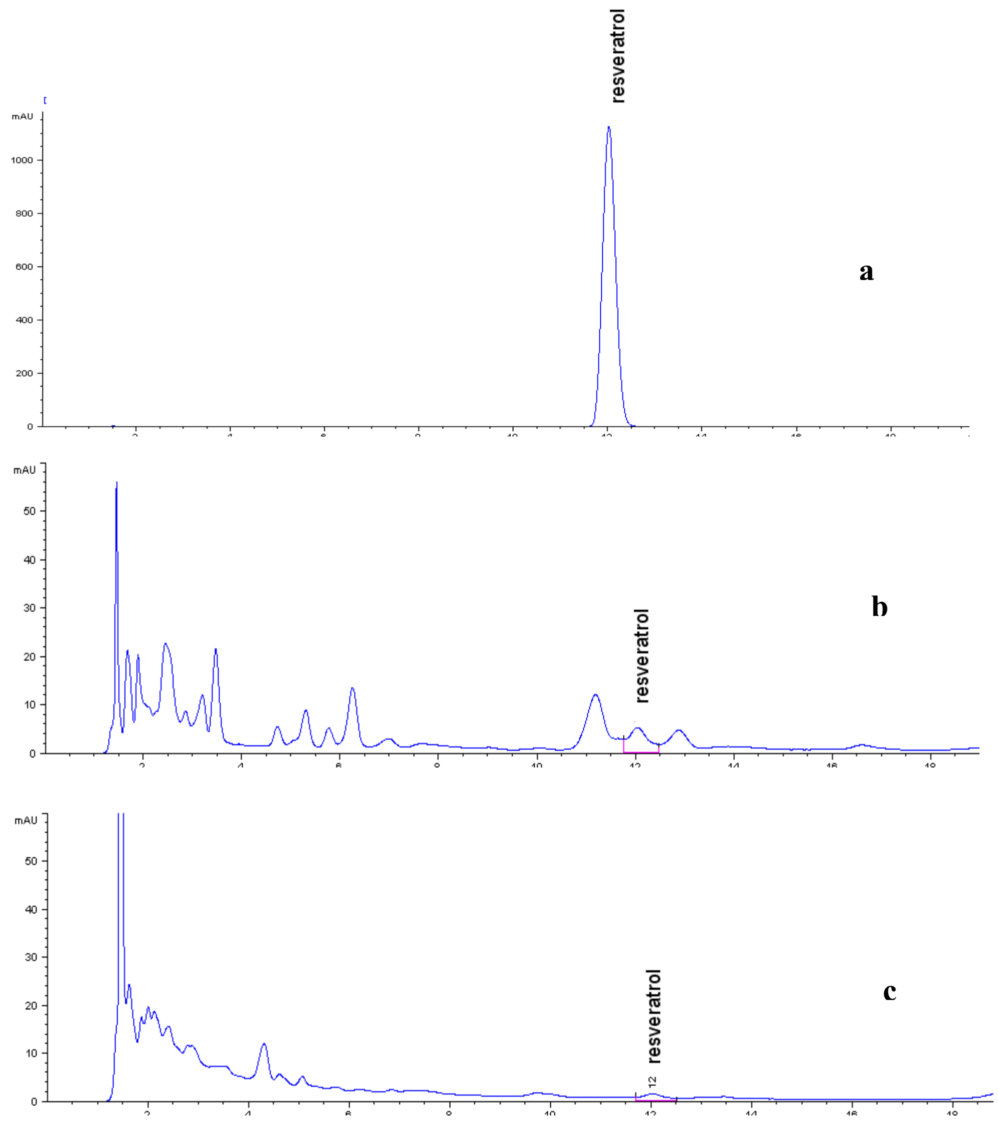


Figure 1 HPLC Chromatogeams of resveratrol (a) standard (b) peel extracts (c) seed extracts at 306 nm.

สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากชะคราม (*Suaeda maritima*)

Antioxidant Capacity and Total Phenolics of Plant Extract from Annual Seablite (*Suaeda maritima*)

วริศรา ชื่นอารมย์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Chuenarom, V.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

Annual seablite (*Suaeda maritima*) is a plant belonging in Chenopodiaceae family. Leaves are succulent and liner and flattened at 1 - 6 cm of length. Young or newly leaves are green and they turn to purplish-red when reach maturity. Annual seablite is a domestic of various region of Thailand including Bangkhuntein District, Southern part of Bangkok. They were consumed as the food stuff and a few reported the finding of phenolic compounds in annual seablite functional as antioxidant capacity. This study aimed to investigate antioxidant capacity by using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azinobis(3-ethlbenzothaiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) methods of the extract from fresh green-young (FGY) and red-mature (RM) leaves and green flower of annual seablite. Extraction procedure was the usage of two solvents; ethanol and petroleum ether. The result showed that the plant extract from FGY of annual seablite leaves with petroleum ether had the highest anitoxidant capacity of DPPH and ABTS at 401.30 and 174.96 mg/L Trolox equivalent/ g DW, respectively. Total phenolic compounds of annual seablite analyzed by Folin-Ciocalteu Phenol Test were averaged at 107.59 mg GAE/ 100 g DW.

Keywords: annual seablite (*Suaeda maritima*), total phenolic compounds, antioxidant

บทคัดย่อ

ชะคราม (*Suaeda maritima*) เป็นพืชในวงศ์ Chenopodiaceae ที่มีลักษณะใบสีเขียวอวบน้ำ เมื่อแก่มีสีแดงอมม่วง รูปร่างของใบเรียวยาว 1-6 เซนติเมตร พบได้ทั่วไปตามป่าชายเลนที่มีดินเค็มและชื้น และเป็นพืชท้องถิ่นในหลายท้องที่ของประเทศไทย รวมทั้ง เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร เป็นต้น ชะครามนิยมนำมาใช้ทำอาหารหลายชนิด และมีงานวิจัยพบว่ามีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) มีสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสกัดสารจากใบชะครามที่มีสีแดงและสีเขียว และจากดอกสีเขียว ด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอล และปิโตรเลียมอีเธอร์ นำมาวิเคราะห์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ 2,2'-azinobis(3-ethlbenzothaiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) พบว่า สารสกัดชะครามจากส่วนใบสีเขียวด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ให้ค่า DPPH และ ABTS เท่ากับ 401.30 และ 174.96 mg/L Trolox equivalent/g DW ตามลำดับ สำหรับปริมาณสาร ฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolics) โดยวิธี Folin-ciocalteau Phenol Test ของสารสกัดชะคราม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ107.59 mg GAE/ 100 g DW

คำสำคัญ: ชะคราม สารฟีนอลิคทั้งหมด สารต้านอนุมูลอิสระ

คำนำ

อนุมูลอิสระ (free radical) เป็นสารซึ่งมีอิเล็คตรอนไม่ครบคู่อยู่ในวงรอบของอะตอม จัดเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการทำลายโมเลกุลอื่นๆต่อเนื่องกันเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ อันเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคความจำเสื่อม เป็นต้น (Yuan และ Walsh, 2006) ทำให้ปัจจุบันบทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่พบได้จากพืชชนิดต่างๆมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น (รัตนา, 2545) ในประเทศไทยมีพืชท้องถิ่นตามป่าชายเลน 33 ชนิดที่สามารถรับประทานได้ โดยชะคราม (Figure 1) เป็นพืชท้องถิ่นในป่าชายเลนชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาประกอบอาหาร และมีงานวิจัยพบว่ามีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิค (phenolic compounds) มีสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (นันทวัน และคณะ, 2545) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสกัดสารจากใบชะครามที่มีสีแดงและสีเขียว และจากดอกสีเขียว ด้วยตัว

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

ทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอล และ ปิโตรเลียมอีเธอร์ นำมาวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolics) ด้วยวิธี Folin-ciocalteau Phenol Test และความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ 2,2'-azinobis(3-ethlbenzothaiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS)

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัดจากชะคราม

ชะครามจากส่วนของใบแดง ใบเขียว และดอก มาล้างทำความสะอาด และนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น แช่ในตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอล และ ปิโตรเลียมอีเธอร์ นาน 48 ชั่วโมง นำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator เก็บสารสกัดในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 °C

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ของสารสกัดจากชะคราม ด้วยวิธี Folin-ciocalteau Phenol Test ตามวิธีของ Singleton และคณะ (1965) คำนวณปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด เทียบจากกราฟมาตรฐานของ gallic acid (200-1000 mg/L)

การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ 2,2'-azinobis(3-ethlbenzothaiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Devi และคณะ (2008) โดยวิธี DPPH ทำโดยผสมสารสกัดจากชะคราม 40 µL กับ สารละลาย DPPH 3 mL ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 517 nm และนำมาคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Trolox (10-50 mg/L) ส่วนวิธี ABTS ทำโดยผสมสารสกัดจากชะคราม 40 µL กับ สารละลาย ABTS 3 mL ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 6 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 734 nm และนำมาคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Trolox (10-50 mg/L)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย (LSD) ของข้อมูล ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 95% ด้วยโปรแกรม SAS (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สารสกัดจากใบชะครามที่มีสีแดงและสีเขียว และจากดอกเขียวด้วยตัวทำละลายเอทานอล และปิโตรเลียมอีเธอร์ พบว่าสารสกัดจากใบชะครามสีแดงที่ผ่านการเอาตัวทำละลายออกแล้วจะให้สารสกัดที่มีลักษณะข้นหนืดสีแดง ส่วนสารสกัดจากใบชะครามสีเขียว และจากดอกเขียว จะให้สารสกัดที่มีลักษณะข้นหนืดสีเขียวเข้ม เนื่องจากใบชะครามสีแดงมีรงควัตถุสีแดงของสารเบต้าแคโรทีน ส่วนใบชะครามสีเขียว และดอกเขียวมีรงควัตถุสีเขียวจากคลอโรฟิลล์ และเบต้าแคโรทีน (นันทวัน และคณะ, 2545) โดยสารสกัดจากใบชะครามสีเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเธอร์มีค่าเฉลี่ยปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมดที่มากกว่าสารสกัดจากใบชะครามที่มีสีแดงและจากดอกเขียวด้วยตัวทำละลายเอทานอล (Table 1) เนื่องจากคุณสมบัติการมีขั้วและไม่มีขั้วของตัวทำละลายมีผลต่อการสกัดสารสำคัญ เช่น สารประกอบฟีนอลิค จากชะครามได้แตกต่างกัน โดยตัวทำละลายที่มีขั้วเล็กน้อยน้อย เช่น ปิโตรเลียมอีเธอร์ จะให้ปริมาณสารฟินอลิคทั้งหมดมากกว่าตัวทำละลายที่มีขั้วมาก (Moure และคณะ, 2001; Xu และคณะ, 2004) ดังนั้นปิโตรเลียมอีเธอร์จึงมีเหมาะสมที่สุดในการสกัดสารฟีนอลิคทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกันกับประสิทธิภาพความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่พบว่าโดยสารสกัดจากใบชะครามสีเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเธอร์มีค่าความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าสารสกัดจากใบชะครามที่มีสีแดงและจากดอกเขียวด้วยตัวทำละลายเอทานอล (Table 1) เช่นเดียวกัน เนื่องจากสารสัดจากใบชะครามสีเขียวมีปริมาณคลอโรฟิลล์ และเบต้าแคโรทีนที่จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่งมากกว่าสารสกัดจากใบชะครามสีแดง และดอกสีเขียว (นันทวัน และคณะ, 2545) จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดและประสิทธิภาพความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Figure 2) พบว่าประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและปิโตรเลียมอีเธอร์ แปรผันตามปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด ซึ่งแสดงได้ว่าคุณสมบัติความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเป็นผลมาจากการที่สารสกัดจากชะครามมีปริมาณสารฟีนอลิคมากที่มากขึ้นด้วย

สรุปผล

สารสกัดชะครามจากส่วนใบสีเขียวด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ให้ค่า DPPH และ ABTS สูงที่สุด โดยให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 401.30 และ 174.96 mg/L Trolox equivalent/g DW ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-ciocalteau Phenol Test มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ107.59 mg GAE/ 100 g DW

เอกสารอ้างอิง

นันทวัน บุญยะประภัศร วิมล ศรีสุข อรัญญา จุติวิบูลย์สุข ประพินศรา สอนเล็ก วิไลวรรณ ทองใบน้อย วงศ์สถิต ฉั่วกุล Fong, H.S., Pezzuto, J. และ Kosmeder, J., 2545, ผักพื้นบ้านในป่าชายเลน, วารสารสมุนไพร, 9(1)

รัตนา อินทรานุปกรณ์, 2547, การตรวจสอบและการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

Devi, K.P., Suganthy N., Kesika P. and Pandian, S.K., 2008, Bioprotective Properties of Seaweeds, Malaysian Journal of Nutrition, 8(2): 167-177.

Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domõnguez, J.M., Sineiro, J., Domõnguez, M., Ânez, M.J.N. and Parajo, J.C., 2001, Review: Natural Antioxidants from Residual Sources, Food Chemistry, 72: 145-171.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965, Colorimeter of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent, American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.

Xu, M., Deng, Z., Li, M., Fu, H., Proksch, P. and Lin, W., 2004, Chemical Constituents from the Mangrove Plant, *Aegiceras corniculatum*, Journal of Natural Products, 67: 762-766.

Yuan, Y.V. and Walsh, N.A., 2006, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Extracts from a Variety of Edible Seaweeds, Food and Chemical Toxicology, 44: 1144-1150.

Table 1 Total phenolics content (mg GAE/100 g DW) and antioxidant activity content (mg/L Trolox equivalent/g DW) of plant extract from Annual Seablite.

Treatment	total phenolics (mg GAE/100 g DW)	antioxidant capacity (mg/L Trolox equivalent/g DW)	
		DPPH	ABTS
Red mature (RM) leaves with ethanol	38.58±5.81[d]	385.67±1.74[b]	161.91±1.26[b]
Fresh green-young (FGY) leaves with ethanol	66.91±16.32[bc]	387.84±0.57[b]	163.39±0.47[b]
Green flower with ethanol	59.25±3.82[c]	386.59±1.52[b]	161.93±1.44[b]
Red mature (RM) leaves with petroleum ether	76.74±10.11[b]	399.05±3.10[a]	173.08±2.56[a]
Fresh green-young (FGY) leaves with petroleum ether	107.59±5.00[a]	401.30±1.51[a]	174.96±1.25[a]
Green flower with petroleum ether	95.06±2.50[a]	400.57±2.44[a]	174.38±2.02[a]
F-test	**	**	**
% C.V.	11.68	0.50	0.97
LSD	15.38	3.52	2.91

Figure 1 Annual Seablite (*Suaeda maritima*)

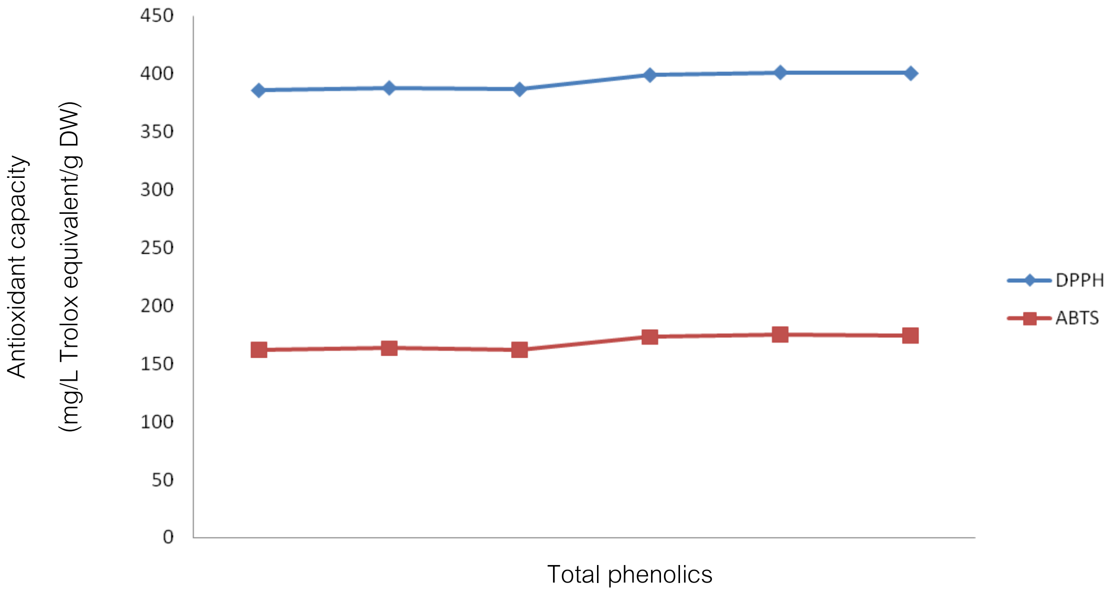


Figure 2 Relationship between total phenolic compound and DPPH or ABTS of antioxidant capacity.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 625-628 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 625-628 (2553)

การใช้น้ำมันหอมระเหยเพื่อยับยั้งเชื้อราที่เจริญบนวัสดุที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสูง

The Use of Natural Essential Oils for Antifungal on High Cellulose Materials

วริศรา ชื่นอารมย์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป[2]

Chuenarom, V.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1] and Tungsangprateep, S.[2]

Abstract

This research was aimed to study the efficiency of 4 natural essential oils; eucalyptus, vetiver, kiffer lime and cinnamon for antifungal properties. Four fungi; *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* and *Penicillium* sp., which contaminated on high cellulose materials such as pulp and wood products were tested. The efficiency of essential oils (Eos) for antifungal by disc diffusion method was varied at concentration of 0 (control), 100 and 200 ppm and ten µL of Eos was dropped into filter paper disc, which its diameter was 6 mm Result showed that the cinnamon oil at concentration at 200 ppm could inhibit the maximum growth of *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* and *Penicillium* sp. which their average inhibition zone were 20.00, 16.83, 22.00 and 20.67 mm, respectively.

Keywords: essential oils, high-cellulose materials, disc diffusion method, inhibition zone

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืช 4 ชนิด คือ ยูคาลิปตัส (eucalyptus) แฝก (vetiver) มะกรูด (kiffer lime) และอบเชย (cinnamon) ในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ซึ่งเป็นเชื้อราที่เจริญได้ดีในวัตถุที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสูง เช่น เยื่อไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ โดยศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งเชื้อราด้วยวิธี Disc diffusion method โดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 0 (control), 100 และ 200 ppm ปริมาตร 10 µL หยดลงบนกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ความเข้มข้น 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp.ได้ดีที่สุด คือ มีค่า Inhibition zone เฉลี่ยเท่ากับ 20.00, 16.83, 22.00 และ 20.67 mm ตามลำดับ

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย วัตถุที่มีเซลลูโลสสูง disc diffusion method, inhibition zone

คำนำ

ปัจจุบันการใช้เยื่อไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ซึ่งเป็นวัสดุที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสูง นิยมนำมาใช้ทางอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย แต่เนื่องจากเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. สามารถเจริญได้ดีในวัสดุที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ (Cheng และคณะ, 2008; Matan และคณะ, 2009) อีกทั้งประเทศไทยมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงทำให้เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดี มักใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อรา เช่น creosote และ pentachorophenol ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Cheng และคณะ, 2008) ทำให้สารสกัดจากธรรมชาติหรือน้ำมันหอมระเหยได้มีบทบาทในการนำมาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราหลายชนิด เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น มักมีกลิ่นหอมและระเหยได้ โดยพืชสร้างน้ำมันหอมระเหยและสะสมในเซลล์พิเศษเป็นต่อมหรือท่อที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บกักน้ำมันหอมระเหย และพืชใช้น้ำมันหอมระเหยนี้เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากศัตรูพืช เช่น แมลง และจุลินทรีย์ต่างๆ (รัตนา, 2547) ประเทศไทยจัดว่ามีความหลากหลายของพืชพื้นบ้านและพืชท้องถิ่น เช่น ยูคาลิปตัส (eucalyptus) แฝก (vetiver) มะกรูด (kiffer lime) และอบเชย (cinnamon) ซึ่งสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ อีกทั้งมีรายงานการวิจัยพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชดังกล่าวทั้ง 4 ชนิดมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.,

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150
[2]ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย (ศบท.), สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) 196 พหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2]Thai Packing Centre (TPC), Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) 196 Phaholyothin Rd., Ladyao Chatuchak Bangkok 10900

Eurotium repen, *Lenzites betulina, Laetiporus sulphureus* และ *Rhizopus stolonifer* โดยใช้วิธี disc diifusion method (Matan และคณะ, 2005; Cheng และคณะ, 2008; Matan และคณะ, 2009) มาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหย ทำให้งานวิจัยนี้จึงได้นำน้ำมันหอมระเหยของพืชท้องถิ่นของไทยทั้ง 4 ชนิด (ยูคาลิปตัส แฝก มะกรูด และอบเชย) มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ที่เจริญบนวัสดุที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเชื้อรา

นำเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ปริมาตร 0.1 mL มา spread บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 3 วัน และนำน้ำกลั่นปริมาตร 5 mL ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง autoclave เทบนอาหาร PDA ขูดเชื้อให้ละลายในน้ำกลั่น และใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายปริมาตร 0.1 mL. และนำไปทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธี disc diffusion method ต่อไป

การเตรียมน้ำมันหอมระเหย

นำน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส แฝก มะกรูด และอบเชย ที่ซื้อจากบริษัท Perfumery world Ltd. มาเตรียมที่ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm ด้วย dimethyl sulfoside (DMSO) โดยใช้ชุดควบคุม (control) เป็น DMSO ที่ไม่ผสมกับน้ำมันหอมระเหย (0 ppm)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี disc diffusion method

นำน้ำมันหอมระเหยในแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมไว้ปริมาตร 10 µL หยดใส่กระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 mm และนำกระดาษกรองที่หยดน้ำมันหอมระเหยแล้ววางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่มีเชื้อที่เตรียมไว้ บ่มที่อุณหภูมิ 25°C นาน 3 วัน บันทึกขนาดของ clear zone หน่วยเป็น mm

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย (LSD) ของข้อมูล ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 95% ด้วยโปรแกรม SAS (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จาก Table 1 พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยความเข้มข้น 100 ppm สามารถยับยั้งเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ด้วยค่า Inhibition zone ได้ไม่ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.33 mm ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูด ยูคาลิปตัส และแฝก ไม่สามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ได้ และที่ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย 200 ppm พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ได้ดีที่สุดโดยมีค่า Inhibition zone เท่ากับ 20.00, 16.83, 22.00 และ 20.67 mm ตามลำดับ (Figure 1) น้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp. และ *Rhizopus stolonifer* โดยมีค่า Inhibition zone เท่ากับ 11.67, 7.33 และ 19.67 mm ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสสามารถยับยั้งเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* โดยมีค่า Inhibition zone เท่ากับ 8.00 mm และ น้ำมันหอมระเหยจากแฝกสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp. และ *Rhizopus stolonifer* โดยมีค่า Inhibition zone เท่ากับ 7.00, 24.00 และ 24.00 mm ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Matan และคณะ (2005) Rodriguez และคณะ (2007) Cheng และคณะ (2008) และ Matan และคณะ (2009) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีองค์ประกอบของ cinnamaldehyde ที่สามารถจับบริเวณ ergosterol ของเชื้อราที่ 4 ชนิด ทำให้เซลล์ของเชื้อราเกิดรอยรั่วและตายลงในที่สุด ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส แฝก และมะกรูดมีองค์ประกอบของ eucalyptol, terpinene, limonene และ linalool ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม oxide volatile oils และ terpene volatile ซึ่งมีประสิทธิภาพเข้าจับกับบริเวณ ergosterol ของเชื้อราได้น้อยกว่า cinnamaldehyde ซึ่งจัดกว่าอยู่ในกลุ่ม aldehyde volatile oils (Matan และคณะ, 2005; Cheng และคณะ, 2008; Matan และคณะ, 2009) ทำให้เซลล์ของเชื้อราตายได้น้อย จึงมีค่า inhibition zone ที่น้อยกว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย

สรุปผล

น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ความเข้มข้น 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ได้ดีที่สุดด้วยค่า Inhibition zone เฉลี่ยเท่ากับ 20.00, 16.83, 22.00 และ 20.67 mm ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โครงการสร้างภาคีในการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก ระหว่างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

เอกสารอ้างอิง

รัตนา อินทรานุปกรณ์, 2547, การตรวจสอบและการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

Cheng, S.S., Liu, J.Y., Chang, E.H. and Chang, S.T., 2008, Antifungal Activity of Cinnamaldehyde and Eugenol Congeners Against Wood-rot Fungi, Bioresource Technology, 99: 5145–5149.

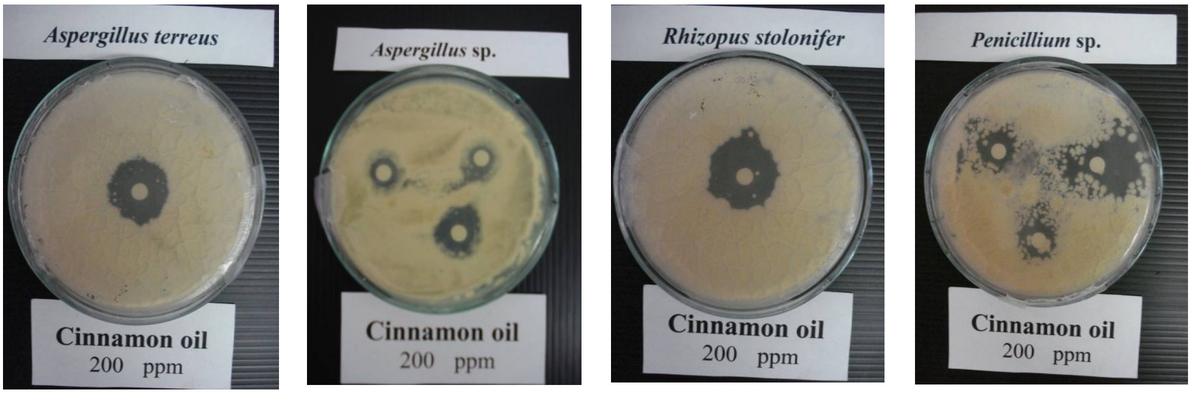
Matan, N., Rimkeeree, H., Mawson, A.J., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V. and Parker, M., 2005, Antimicrobial Activity of Cinnamon and Clove Oils Under Modified Atmosphere Conditions, International Journal of Food Microbiology, 107: 180 – 185.

Matan, N., Woraprayote, W., Saengkrajang, W., Sirisombat, N. and Matan, N., 2009, Durability of Rubberwood (Hevea brasiliensis) Treated with Peppermint Oil, Eucalyptus Oil, and Their Main Components, International Biodeterioration and Biodegradation, 63: 621–625.

Rodriguez, R., Batlle, R. and Nerin, C., 2007, The Use of Natural Essential Oils as Antimicrobial Solution in Paper Packaging. Part II, Progress in Organic Coating, 60: 33-38.

Table 1 Efficiency of 4 essential oils; cinnamon, kiffer lime, eucalyptus and vertiver for antifungal *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* and *Penicillium* sp.

Essential oils	concentrate	Inhibition zone of antifungal (mm)			
		A. terreus	*Aspergillus* sp.	*R. stolonifer*	*Penicillium* sp.
control (DMSO)	0	0	0	0	0
cinnamon	100	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{c}	7.33±1.44^{c}	7.33±0.58^{b}
	200	20.00±3.60^{a}	16.83±6.11^{a}	22.00±2.64^{ab}	17.67±2.52^{a}
kiffer lime	100	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{c}
	200	11.67±1.53^{a}	7.33±0.58^{b}	19.67±1.53^{b}	0.00±0.00^{c}
eucalyptus	100	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{c}
	200	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{c}	8.00±10.00^{c}	0.00±0.00^{c}
vetiver	100	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{c}
	200	7.00±0.00^{c}	7.00±0.00^{c}	24.00±3.60^{a}	0.00±0.00^{c}
F-test		**	**	**	**
% C.V.		28.64	71.83	17.60	29.21
LSD		2.40	3.75	3.08	1.58



(a) (b) (c) (d)

Figure 1 Appearance of inhibition zone of (a) *Aspergillus terreus* (b) *Aspergillus* sp. (c) *Rhizopus stolonifer* (d) *Penicillium* sp. from cinnamon oil at 200 ppm.

เทคนิคการเอนแคปซูเลชั่นกลิ่นรสไก่จากโปรตีนไฮโดรไลเซต

Encapsulation Technique of Chicken Flavor from Protein Hydrolysate

ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]

Sonklin, Ch.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

The present research was to study the production of chicken flavor powder by encapsulation technique. Hydrolysate protein mungbean isolated from mungbean meal was the precursor of encapsulated flavor. Chicken flavor powder (CFP) at 20, 30 and 40% was coated with rice flour and was dried by spray dryer which hot air inlet temperature was varied at 160, 180 and 200°C. Results showed that 30% CFP and hot air inlet temperature at 180 °C received the highest overall acceptance sensory scores. Its morphological characteristic by scanning electron microscope (SEM) was non-adhesive, round and smooth granule. It could be solute completely (100%) in water. This condition was the best condition for chicken meat flavor rice powder production. However, chicken flavor predominant odorants in encapsulated CFP were 2-methyl-3-furyl-disulfide and 2-methyl-3-furanthiol and its appearance did not change when kept in aluminium foil at 25°C for longer than 4 weeks.

Keywords: hydrolysed mungbean meal protein, spray dry, rice flour, chicken meat flavor powder

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตผงกลิ่นรสไก่ของโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ผลิตจากโปรตีนไอโซเลตกากถั่วเขียว โดยใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชั่น ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเคลือบ แปรปริมาณกลิ่นไก้ร้อยละ 20, 30 และ 40 (โดยน้ำหนัก) และแปรอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย เท่ากับ 160, 180 และ 200°C พบว่าการเอนแคปซูเลชั่นที่เติมกลิ่นไก้ร้อยละ 30 ใช้อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 180°C ได้คะแนนการยอมรับโดยรวมทางประสาทสัมผัสสูงเท่ากับ 7.0 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเม็ดผงเมื่อส่องด้วยกล้องอิเลกตรอนแบบส่องกราด (SEM) มีการกระจายตัวกัน บริเวณผิวไม่ย่น หรือเหนียวติดกันเป็นกลุ่มก้อน มีค่าการละลายในน้ำเท่ากับร้อยละ 100 เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุด พบองค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสไก่ คือ 2-methyl-3-furyl-disulfide และ 2-methyl-3-furanthiol ยังคงอยู่ และลักษณะปรากฏไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่ 25°C ได้นานกว่า 4 สัปดาห์

คำสำคัญ: โปรตีนไฮโดรไลเซตจากโปรตีนสกัดจากกากถั่วเขียว การทำแห้งแบบพ่นฝอย แป้งข้าวเจ้า ผงปรุงรสไก่

คำนำ

ไมโครเอนแคปซูเลชั่น (microencapsulation) เป็นการใช้สารห่อหุ้ม (wall material) มาหุ้มหรือเคลือบสารภายใน (core material) มีขนาด 0.2-5000 ไมโครเมตร ซึ่งสารที่ถูกหุ้มอาจมีสถานะเป็นของเหลว ของแข็ง หรือก๊าซ มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา อย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้สารให้กลิ่นรส (flavor) หรือสารที่ใช้ปรุงแต่งหรือส่วนประกอบของอาหารสูญเสียได้ง่าย เนื่องจากแสง ออกซิเจน น้ำ ความร้อน และกรด (Bhandari และคณะ, 1992) สามารถช่วยปลดปล่อยสารอย่างช้า ๆ ตามช่วงเวลาหรือตามที่ต้องการ เช่น ในช่วงการแปรรูป การขนส่ง หรือระหว่างการขบเคี้ยว (Gouin, 2004) ตลอดจนยับยั้งการระเหยหรือป้องกันไม่ให้สารให้กลิ่นรสและส่วนประกอบแต่ละชนิดทำปฏิกิริยากัน บดบังกลิ่นรสต่าง ๆ รวมทั้งเป็นการเปลี่ยนสารจากสภาพที่เป็นของเหลวให้เป็นของแข็งหรือผง ซึ่งโปรตีนไฮโดรไลเซตจากโปรตีนไอโซเลตจากกากถั่วเขียว (ชนิกานต์ และคณะ, 2552) ที่ผ่านกระบวนการ thermal processed flavor นั้นมีลักษณะเป็นของเหลวข้นเหนียว ทำให้ยากแก่การนำไปใช้และการเก็บรักษา จึงพัฒนาให้อยู่ในรูปผง เพื่อง่ายในการประยุกต์ใช้กับอาหารและง่ายแก่

[1]สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 83 หมู่ 8 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

[1]Division Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkuntien) 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

การเก็บรักษา อีกทั้งพัฒนากลิ่นรสให้พึงพอใจแก่ผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้ศึกษาหาค่าภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงปรุงรสไก่ด้วยวิธี spray dry โดยมีแป้งข้าวเป็นสารเคลือบ

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมโปรตีนไฮโดรไลเซตจากโปรตีนสกัดจากกากถั่วเขียว ตามวิธีของ ชนิกานต์ และคณะ (2552) เพื่อเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ thermal processed flavor โดยผสมโปรตีนไฮโดรไลเซต 3.16 g กับ L-cysteine•HCl•H_2O 2.6 g L-glycine 1.4 g น้ำตาลไรโบส 1.5 g น้ำตาลกลูโคส 2.3 g น้ำ 9.1 g และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% ปริมาตร 2 mL ให้ความร้อนที่ 90-95°C เป็นเวลา 2 hr (Manley และคณะ, 1999) ได้เป็น processed flavor กลิ่นไก่ในรูปข้นหนืด จากนั้นเติม processed flavor กลิ่นรสไก่ 20%,30% และ 40% ลงในสารละลายแป้งข้าวเจ้า 2.5% ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และทำแห้งด้วยวิธี spray dry กำหนดขนาด nozzle atomizer เท่ากับ 0.5 mL อัตราในการ feed เท่ากับ 5 mL/min แปรค่าอุณหภูมิอากาศขาเข้าเท่ากับ 160°C 180°C และ 200°C เก็บผงแห้งที่ได้ (ในที่นี่จะใช้คำว่า Chicken flavor powder หรือ CFP) นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ 1.) ค่าสี 2.) ปริมาณร้อยละผลผลิต (%yield) และ 3.) การละลาย (%solubility) วางแผนการทดลองแบบ 3x3 factorial in completely randomized design ทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย DMRT ด้วยโปรแกรม SAS (1997) 4.) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphological characteristic) ของสารเคลือบ โดยใช้ SEM โดยศึกษาโครงสร้างภายนอกของของ CFP 5.) วิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของสารให้กลิ่นรสไก่ ด้วย DHS-SPME-HS-CG-MS ไฟเบอร์ที่ใช้คือ 2cm-50/30 µm DVB/Carboxen™ /PDMS StableFlex™ อุ่นสารตัวอย่างปริมาตร 4 mL ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10 min จากนั้นให้ไฟเบอร์ดูดซับไอสารระเหยเป็นเวลา 30 min จากนั้นนำเข้าเครื่อง GC โดยใช้คอลัมน์ DB-WAX และก๊าซฮีเลี่ยมเป็นตัวพา ให้เวลาในการชะสารระเหยออกจากไฟเบอร์เป็นเวลา 20 min โปรแกรมระบบโดยเริ่มจากอุณหภูมิ 55°C คงไว้ 5 min เพิ่มอุณหภูมิเป็น 180°C ด้วยอัตราเร็ว 10°C/min และเพิ่มอุณหภูมิจาก 180 เป็น 200°C ด้วยอัตราเร็ว 20°C/min คงไว้ 10 min วิเคราะห์สารระเหยด้วยเครื่อง MSD (scan rage 35-450 amu) ที่อุณหภูมิ 250°C และแปรผลโดยเทียบกับ Wiley 275 และ NIST library ที่ % quality match ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 และเทียบกับสารละลายมาตรฐานอัลเคน (C_8-C_{20} alkanes) 6.) นำ CFP จากภาวะที่ให้กลิ่นรสไก่ที่ดีมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีทดสอบแบบ Qualitative different test ให้คะแนนแบบ 9-point scoring test และ 7.) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของ CFP จากภาวะที่ดีที่สุดในการทำแห้ง ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 1 เดือน โดยเก็บตัวอย่างในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ วิเคราะห์องค์ประกอบของสารให้กลิ่นรสไก่ทุกๆ สัปดาห์ ด้วย DHS-SPME-HS-CG-MS ตามวิธีที่ข้างต้น

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

พบว่า CFP จากทุกภาวะมีลักษณะเป็นผงละเอียด มีสีเหลืองนวล ปริมาณร้อยละ processed flavor และอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าไม่มีผล (p>0.05) ต่อ ค่าสี %yield และค่าการละลายของ CFP (Table 1) แป้งข้าวที่ใช้เป็นสารเคลือบมีขนาดเล็ก 60 µm ใช้ในปริมาณน้อย (2.5%) และผ่านการต้มทำให้เกิดเจลมาก่อน จึงทำให้สามารถละลายน้ำได้ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาจากกล้อง SEM พบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะกลมมีขนาด 2-10 µm ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ CFP ที่เติม processed flovor 20% ลักษณะของเม็ดผงมีการกระจายตัวกัน มีรูปร่างกลม บริเวณผิวโดยรอบย่น (Figure 1) เมื่อเพิ่มปริมาณ processed flavor เป็น 30% ลักษณะของเม็ดกลมเต่ง บางเม็ดผิวย่นเล็กน้อย กระจายตัว เมื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า (Figure 1) เม็ดผงมีการกระจายตัวกันมากขึ้น แต่ผิวย่นมากขึ้นด้วย ส่วน processed flavor 40% เม็ดผงมีการเกาะกันเป็นก้อน ไม่กระจายตัว มีลักษณะชื้น (Figure 1) เนื่องจากปริมาณ processed flavor เพิ่ม ทำให้ปริมาณ core material มากขึ้น ปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้น อากาศร้อนไม่สามารถพาไอน้ำที่ผิวของเม็ดผงออกมาได้หมด อีกทั้งมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่า glass transition temperature (Tg) ลดลง อุณหภูมิที่สูงของอากาศร้อนจึงทำให้สารเคลือบอ่อนตัวลง เหนียว เกาะติดกันเป็นกลุ่มก้อน นื่องจากอุณหภูมิอากาศร้อนมากกว่าค่า Tg ของสารเคลือบ ที่ภาวะการทำแห้งนั้นๆ จะทำให้สารเคลือบเปลี่ยนสถานะแก้ว (ลักษณะแข็งแต่เปราะ) ไปเป็นของเหลว (Descamps และคณะ, 2009) พบองค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสไก่ คือ 2-methyl-3-furanthiol และ 2-methyl-3-furyl-disulfide (Table 2) เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ processed flavor แต่ลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงทำให้เกิดสารสูญเสียสารไประหว่างกระบวนการทำแห้ง ซึ่ง processed flavor 30% เป็นปริมาณที่ให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพบปริมาณรวมขององค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสไก่สูง แตกต่างกับ 40% เพียงเล็กน้อย และ CFP ที่เติม processed flavor 30 % เมื่อ

อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 160, 180 และ 200 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมทางประสาทสัมผัส ไม่แตกต่างกัน คือ 7.33, 7.00 และ 7.67 ตามลำดับ ดังนั้น พบว่า CFP ที่เติมปริมาณ processed flavor 30% อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 180°C เป็นภาวะที่เหมาะสม เนื่องจากให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกลิ่นรสที่ดี และสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิ 25°C ตลอด 4 สัปดาห์ โดยที่ flavor profile ไม่เปลี่ยนแปลง (Figure 2) สอดคล้องปริมาณองค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรสไก่ (Table 3) ปริมาณ 2-methyl-3-furyl-disulfide หลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 แตกต่างกันเล็กน้อย คือ 4.56 x10^7, 4.44 x10^7, 4.77 x10^7 และ 4.54 x10^7 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณเริ่มต้น คือ 4.38 x10^7 ซึ่งปริมาณ 2-methyl-3-furyl-disulfide ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน

สรุปผล

CFP ที่เติมปริมาณ processed flavor 30% อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 180°C เป็นภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วย spray dry โดยใช้ข้าวเจ้าเป็นสารเคลือบ เนื่องจากให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกลิ่นรสที่ดี และสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิ 25°C ตลอด 4 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น, 2552, ผลของเอนไซม์โปรติเอสในการย่อยสลายโปรตีนไอโซเลตจากกากถั่วเขียว, วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, (40): 349-352.

Bhandari, B.R., Dumarlin, E.D., Richard, H.M.J, Noleau, I. and lebert, A.M., 1992, Flavor Encapsulation by Spray Drying : Application to Citral and Linalyl Acetate, Journal of Food Science, (57): 217-221.

Descamps, N., Palzer, S. and Zuerch, U., 2009, The Amorphous State of Spray-Dried Maltodextrin: Sub–Sub-Tg Enthalpy Relaxation and Impact of Temperature and Water Annealing, Carbohydrate Research, 344: 85–90.

Gouin, S., 2004, Microencapsulation : Industrial Appraisal of Existing Technologies and Trends, Trends in Food Science and Technology, (15): 330-347.

Manley, H.Ch., Choudhury, H.B. and Mazeika, P., 1999, Food flavorings, Ashurst, R.P., 2nd ed., An Asprn Publication, Maryland, 283-323.

SAS, 1997, SAS User's Guide : Statistics, SAS Institute, Inc., North Calorina, 558.

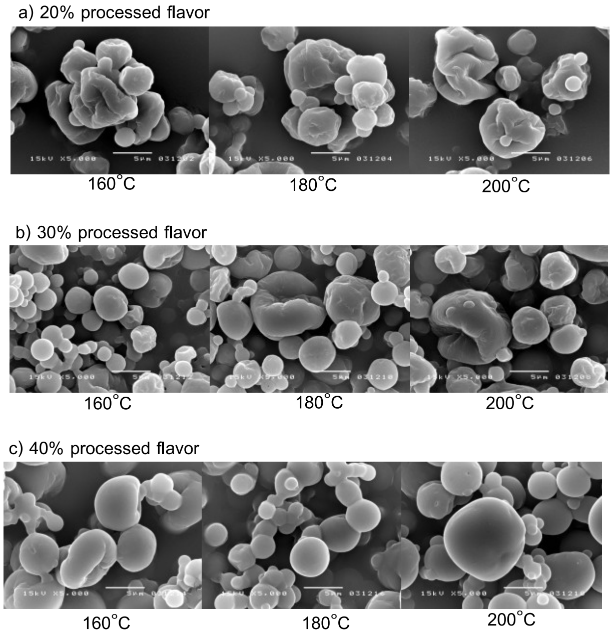


Figure 1 Morphology of CFPs obtained from SEM.

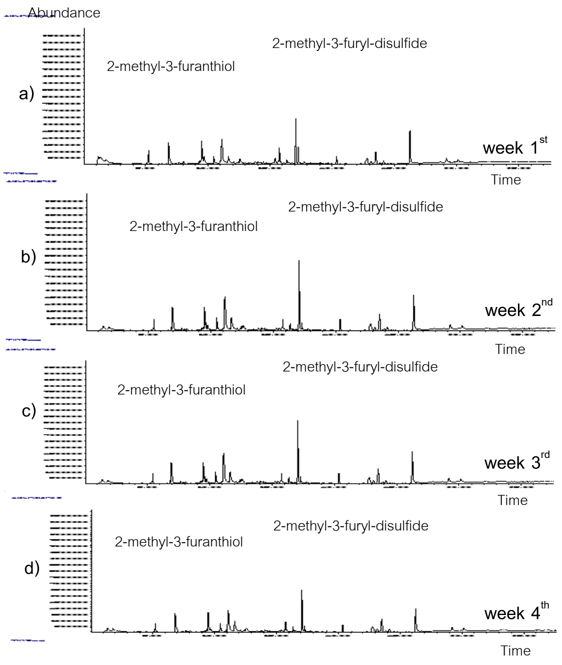


Figure 2 Chromatograms of CFP (30% processed flavor, 180°C) were kept in 25°C.

Table 1 L*, a*, b*, %yield and %solubility of CFP.

processed flavor (%)	hot air inlet (°C)	L*	a*	b*	%yield	%solubility
20	160	79.60	4.47	27.37	18.83c	100
	180	79.4	5.23	28.13	21.02c	100
	200	79.73	4.57	20.32	19.95c	100
30	160	80.20	8.23	26.43	25.80b	100
	180	81.20	5.57	26.50	27.12b	100
	200	79.50	5.63	29.93	29.14b	100
40	160	81.37	2.87	29.00	35.20a	100
	180	81.30	3.03	29.40	32.29a	100
	160	80.77	2.73	29.47	38.20a	100
F-test*		ns	ns	ns	*	ns
C.V(%)		1.41	1.41	1.41	1.73	-
LSD		1.02	1.87	1.23	2.91	-

Table 2 Chicken predominant flavor content of CFPs.

process flavor (%)	hot air inlet (°C)	Peak are of chicken predominant odorant	
		2-methyl-3-furanthiol	2-methyl-3-furyl-disulfide
20	160	6,447,449	55,354,902
	180	7,344,636	44,948,486
	200	7,145,442	51,259,809
30	160	51,939,413	386,723,531
	180	87,598,453	286,792,348
	200	35,093,675	44,948,486
40	160	124,642,468	227,535,086
	180	160,112,425	231,357,707
	200	120,747,310	198,696,836

Table 3 Peak areas of chicken predominant flavor of CFP(30% processed flavor, 180°C) were kept in 25°C.

Library/ID	Peak area				
	Begin	week 1th	week 2nd	week3rd	Week 4 th
2-methyl-3-furanthiol	4.38×10^{7}	4.56×10^{7}	4.44×10^{7}	4.77×10^{7}	4.54×10^{7}
2-methyl-3-furyl-disulfide	5.06×10^{7}	4.85×10^{7}	4.63×10^{7}	4.73×10^{7}	4.91×10^{7}
total	9.94×10^{7}	9.41×10^{7}	9.17×10^{7}	9.50×10^{7}	9.45×10^{7}

องค์ประกอบทางเคมีและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหย 5 ชนิด

Chemical Composition and Antibacterial Activity of five Essential Oils

ดวงฤดี หวั้นหนู[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป[2]

Wannu, D.[1], Kerdchoechuen, O.[1] Laohakunjit, N.[1] and Tungsangprateep, S.[2]

Abstract

Chemical composition of five commercial essential oil (EOs); holy basil, sweet basil, mint, cardamom and turmeric were identified by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). Essential oils of plant belonging in Lamiaceae; holy basil, sweet basil and mint, consisted of eugenol, carvacrol, menthol and limonene. The chemical compositions of oils from Zingiberaceae family; cardamom and turmeric, were eucalyptus, linalool and tumerone. Antimicrobial activity of five EOs against four bacterial species: *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid, Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus aureus* was tested by disc diffusion method. Various concentrations of EOs were varied at 0, 100, 500, 1,000 and 2,000 ppm. It was found that all concentrations of sweet basil oil could inhibit the maximum growth of bacterial strains; *B. cereus*, *L. mesenteroid, L. plantarum* and *S. aureus*. The greatest inhibition zone was from sweet basil oil at 2,000 ppm which their inhibition zone against four fungi was 27.26, 17.50, 16.43 and 15.10 mm, respectively.

Keywords: essential oils, holy basil, sweet basil, mint, cardamom, turmeric, bacteria

บทคัดย่อ

ผลจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยกระเพรา โหระพา สะระแหน่ กระวานและขมิ้นชัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยกระเพรา โหระพา และสะระแหน่ซึ่งเป็นพืชในวงศ์กระเพรามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญตัวอย่างเช่น eugenol, carvacrol, menthol และ limonene ส่วนน้ำมันหอมระเหยกระวาน ขมิ้นชัน ที่เป็นพืชในวงศ์ขิงมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญตัวอย่างเช่น eucalyptus, linalool และ tumerone สำหรับผลจากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid, Lactobacillus plantarum* และ *Staphylococcus aureus* ที่ความเข้มข้น 0, 100. 500, 1,000 และ 2,000 พีพีเอ็ม โดยวิธี disc diffusion method พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดได้ดีที่สุดทุกความเข้มข้น และให้ค่าเฉลี่ย zone of inhibition ของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดสูงที่สุดเมื่อใช้ความเข้มข้น 2,000 พีพีเอ็ม เท่ากับ 27.26, 17.5, 16.43 และ 15.10 มิลลิเมตรตามลำดับ

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย กระเพรา โหระพา สะระแหน่ กระวาน ขมิ้นชัน เชื้อแบคทีเรีย

คำนำ

ข้าวและธัญพืชส่งออกของไทยมักเกิดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งมาจากแหล่งต่างๆ เช่น น้ำ ฝุ่น แมลง ดิน หรือ แม้แต่กระทั่งจากมูลของสัตว์ โดยเชื้อแบคทีเรียที่มักพบในข้าวและธัญพืช ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Salmonella enteritidis, Listeria monocytogenes* และ *Lactobacillus plantarum* (Laca และคณะ, 2005) สาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในข้าวและธัญพืชเนื่องจากว่า หลังการเก็บเกี่ยวความชื้นของข้าวและธัญพืชมักอยู่ที่ประมาณ 18-20% จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เชื้อแบคทีเรีย (Bluma และ Etcheverr, 2008) gเจริญได้จึงมีการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อแบคทีเรียแต่ทำให้ผลิตผลไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจและห่วงใยใน มีงานวิจัยหลายชิ้นที่พยายามนำสารสกัดจากพืชนำมาใช้เป็นสาร antimicrobial แทนสารเคมี ซึ่งสารสกัดธรรมชาติที่นำมาใช้ในการเป็นสาร antimicrobial แทนสารเคมีนั้นมักมาจากพืช โดยเฉพาะการใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดพืชสมุนไพรของไทย เช่น กระเพรา โหระพา สะระแหน่ และขมิ้นชัน เป็นต้น

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalya Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

[2]ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900

[2]Packaging Center of Thailand, Science and Technology Research Institute of Thailand, Jatujak, Bangkok 10900

มีสารสำคัญได้แก่ linalool, eugenol, carvacrol diallyl sulfide, cis-piperitone epoxide และ turmerone (Kumar และคณะ, 2009; Hussain และคณะ, 2008; Gulluce และคณะ, 2007; Changa และคณะ, 2006) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญเหล่านี้พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งสามารถการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้หลากหลายชนิด ดังนั้นการใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรไทยประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีต่อไปในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมน้ำมันหอมระเหย: โดยใช้น้ำมันหอมระเหยกระเพรา โหระพา สะระแหน่ กระวาน และขมิ้นชันที่มีจำหน่าย (PerfumersWorld Ltd.) มาทำการเจือจางให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 100, 500, 1000 และ 2000 พีพีเอ็ม ตามลำดับโดยใช้ dimethy sulfoxide (DMSO) เป็นตัวทำละลาย จากนั้นหยดสารละลายลงบนกระดาษกรอง (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร) ปริมาตร 30 ไมโครลิตร

การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย: ทำการ streak เชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid*, *Lactobacillus plantarum* และ *Stapphylococcus aureus* ลงบนอาหาร Nutrient Agar (NA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้ลูปเขี่ยโคโลนีเดี่ยวของเชื้อแต่ละชนิดลงในอาหาร Nutrient Broth (NB) นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 240 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับสารละลาย Mcfarland เบอร์ 5 ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร โดยให้ค่าที่วัดได้อยู่ระหว่าง 0.8-1 เก็บไว้เพื่อนำไปทดสอบในการหาประสิทธิภาพในขั้นต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิด ด้วยวิธี disc diffusion method โดยนำไม้พันสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้วมา spread เชื้อที่เตรียมไว้ลง Muller Hinton Agar (MHA) ให้ทั่ว ทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นวางกระดาษที่หยดน้ำมันหอมระเหยที่ต้องการทดสอบวางลงบนอาหารเลี้ยง ที่มีเชื้ออยู่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกต clear zone ทดลอง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิด ทำการวิเคราะห์โดยใช้ Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จาก Table 1 แสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิด พบว่าน้ำมันหอมระเหยกระเพรามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ eugenol คิดเป็นร้อยละ 13.867 และ caryophyllene ร้อยละ 30.324 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumar และคณะ (2009) ที่พบว่า eugenol และ caryophyllene เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่พบได้ในน้ำมันหอมระเหยกระเพรา ส่วนน้ำมันหอมระเหยโหระพามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ eucalyptol ร้อยละ 0.52 และ 3-methoxycinnamaldehyde ร้อยละ 2.34 และพบว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญได้แก่ limonene ร้อยละ 0.40 และ menthol ร้อยละ 99.60 พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gulluce และคณะ (2007) ที่พบว่า limonene, menthol เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ส่วนน้ำมันหอมระเหยกระวาน พบว่ามี eucalyptol ร้อยละ 59.94 นอกจากนี้ยังพบว่ามี linalool และ bete-pinene ร้อยละ 0.15 และ 0.13 ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันประกอบด้วย turmerone เป็นองค์ประกอบสำคัญ ร้อยละ 50.08 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Changa และคณะ (2006) และประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิด พบว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *B.cereus*, *L.mesenteroid*, *L.plantarum* และ *S.aureus* มากที่สุดที่ทุกความเข้มข้น โดยพบว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ความเข้มข้น 2000 พีพีเอ็ม โดยให้ค่าเฉลี่ย zone of inhibition เท่ากับ 27.26, 17.5, 16.43 และ 15.1 9 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันกระเพรา ให้ค่าเฉลี่ย zone of inhibition ที่ความเข้มข้น 2000 พีพีเอ็ม เท่ากับ 21.1, 16.43, 16.13 และ 12.03 มิลลิเมตร ตามลำดับ

สรุปผล

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยกระเพรา โหระพา และสะระแหน่ ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Laminaceae เช่นเดียวกันจะพบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ eugenol, eucalyptol, limonene และ menthol เป็นต้น ส่วนองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยกระวานและขมิ้นชัน ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ eucalyptol และ termurone ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ

เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด พบว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 4 ชนิด ได้มากที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยกระเพรา กระวาน และสะระแหน่ ส่วนน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันพบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื่อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้น้อยที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และ ดร. ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยโครงการ การพัฒนาฟิล์มบริโภคได้ผสมน้ำมันหอมระเหยสำหรับยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียในบรรจุภัณฑ์ข้าวและธัญพืช

เอกสารอ้างอิง

Bluma, R. and Etcheverry, M., 2008, Application of Essential Oils in Maize Grain: Impact on *Aspergillus* Section Flavi Growth Parameters and Alfatoxin Accumulation, Food Micrology, 25: 324-334.

Changa, L.H., Jong, T.T., Huang, H.S., Nien, Y.F. and Chang, C.M.J., 2006, Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Turmeric Oil from *Curcuma longa* Linn and Purification of Turmerones, Separation and Purification Technology, 47: 119-125.

Gulluce, M., Sahin, F., Sokmen, M., Ozer, H., Daferera, D., Sokmen, A., Polissiou, M., Adiguzel, A. and Ozkan, H., 2007, Antimicrobial and Antioxidant Properties of the Essential Oils and Methanol Extract from Mentha longifolia L. ssp. Longifolia, Food Chemistry, 103: 1449-1456.

Kumar, A., Shukla, R., Singh, P. and Dubey, N.D., 2009, Chemical Composition, Antifungal and Antiaflatoxigenic Activities of *Ocimum sanctum* L. Essential Oil and Its Safety Assessment as Plant Based Antimicrobial, Food and Chemical Toxicology, 1-29.

Hussain, A.I., Anwar, F., Sherazi, S.T.H. and Przybylski, R., 2008, Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Basil (*Ocimum basilicum*) Essential Oils Depends on Seasonal Variations, Food Chemistry, 108: 986-995.

Laca, A., Mousia, Z., Dıaz, M., Webb, C. and Pandiella, S.S., 2006, Distribution of Microbial Contamination within Cereal Grains, Journal of Food Engineering, 32: 332-338.

Table 1 Chemical composition of holy basil oil, sweet basil oil, mint oil, cardamom oil and turmeric by GC-MS.

Chemicai composition	%Relative area				
	Holy basil oil	Sweet basil oil	Mint oil	Cardamom oil	Turmeric oil
caryophyllene	30.32	-	-	-	0.44
eugenol	13.87	-	-	-	-
eucalyptol	-	0.52	-	59.94	-
3-methoxycinnamaldehyde	-	2.34	-	-	-
Limonene	-	-	0.40	-	-
menthol	-	-	99.60	-	-
Linalool	-	-	-	0.15	-
beta-pinene	-	-	-	0.13	-
gamma-curcumene	-	-	-	-	0.2
turmerone	-	-	-	-	50.08
Ar-turmerone	-	-	-	-	28.72

Table 2 Antibacterial activity of holy basil oil, sweet basil oil, mint oil, cardamom oil and turmeric oil for antibacterial *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid*, *Lactobacillus plantarum* and *Stapphylococcus aureus*.

Essestial oil	Concentration	Inhibition Zone (mm.)			
		B.cereus	*L.mesenteroid*	*L.plantarum*	*S.aureus*
Control (DMSO)	0	0	0	0	0
Holy basil oil	100	9.2^{jk}	10.67^{ghi}	7.33^{g}	8^{l}
	500	10^{hij}	11.77^{efgh}	13^{f}	10.2^{ghij}
	1000	14.67^{de}	13.97^{bcde}	15.23^{abcd}	11.7^{cd}
	2000	21.1^{b}	16.43^{a}	16.13^{ab}	12^{b}
Sweet basil oil	100	9.37^{jk}	11.33^{fghi}	7.67^{g}	10^{hijk}
	500	11.33^{ghi}	12.57^{edfg}	13.3^{ef}	10.7^{efg}h
	1000	14.7^{de}	14.1^{bcd}	15.7^{abc}	12.7^{b}
	2000	27.26^{a}	17.5^{a}	16.43^{a}	15.1^{a}
Mint oil	100	8.53^{jk}	9.23^{ij}	7^{g}	7.33^{m}
	500	9.33^{jk}	11.67^{fgh}	12.83^{f}	9.67^{k}
	1000	12.27^{fg}	13.1^{edf}	14.5^{cde}	10.5^{fghi}
	2000	15.67^{cd}	15.43^{abc}	15.76^{ab}	10.9^{defg}
Cardamom oil	100	8.9^{jk}	10^{hi}	7^{g}	7.67^{m}
	500	9.67^{ijk}	11.73^{fgh}	12.87^{f}	9.76^{ijk}
	1000	13.43^{ef}	13.27^{cdef}	15.17^{bcd}	11.1^{def}
	2000	16.73^{c}	15.6^{ab}	15.9^{ab}	11.4^{cde}
Turmeric oil	100	8.07^{k}	7.67^{j}	7^{g}	7^{m}
	500	8.33^{jk}	11.53^{fgh}	12.17^{f}	9.3^{k}
	1000	10h^{ij}	12.27^{edfg}	14.27^{de}	10.2^{ghij}
	2000	11.67^{gh}	13.23^{cdef}	15.37^{abcd}	10.8^{efg}

$^{A,b,c,...}$ Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different ($p<0.05$)

ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชะคราม (*Suaeda maritima*)

Efficacy of Annual Seablite (*Suaeda maritima*) Extract on Antimicrobial

ดวงฤดี หวั้นหนู[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป[2]

Wannu, D.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1] and Tungsangprateep, S.[2]

Abstract

Efficacy of annual seablite (*Suaeda maritime*) extract by two solvents; petroleum ether and ethanol, for antimicrobial activity was conducted. Seven microbial; *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid, Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus niger*, *Penicillum* sp. and *Rhizopus solani* was monitored the efficiency of plant extracts by disc diffusion method. Annual seablite extract at 0.1 g/ml diluted with dimethyl sulfoxide was used for testing antimicrobial activity. It was found that annual seablite extract from green flower could inhibit the growth of bacterial strains; *B. cereus*, *L. mesenteroid, L. plantarum* and *S. aureus* which their inhibition zone were 13.25, 16.00, 19.55 and 15.65 mm, respectively. However the annual seablite extract did not have any antifungal property against *A. niger*, *Penicillum* sp. and *R. solani*.

Keywords: annual seablite (*Suaeda maritima*), solvent extraction, bacteria, fungi

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดจากชะครามที่สกัดได้จากส่วนใบและดอก โดยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ ปิโตรเลียมอีเธอร์และเอทานอลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ 7 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid, Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus niger*, *Penicillum* sp. และ *Rhizopus solani* โดยใช้ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งปรับความเข้มข้นโดยใช้ dimethyl sulfoxide ก่อนนำไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี disc diffusion method พบว่าสารสกัดชะครามที่สกัดได้จากส่วนของดอกที่มีสีเขียว และใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์ เป็นตัวทำละลายในการสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus*, *L. mesenteroid, L. plantarum* และ *S. aureus* ให้ค่าเฉลี่ย zone of inhibition เท่ากับ 13.25, 16.00, 19.55 และ 15.65 มิลลิเมตรตามลำดับ แต่ไม่พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. niger*, *Penicillum* sp. และ *R.* solani

คำสำคัญ: ชะคราม (*Suaeda maritima*) การสกัดด้วยตัวทำละลาย เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา

คำนำ

ชะคราม (*Suaeda maritima*) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Chenopodiaceae เป็นพรรณไม้พุ่มเตี้ย ขึ้นบริเวณป่าชายเลนจะพบ ขึ้นทั่วไปในบริเวณแดดจัด ทุ่งโล่ง ลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 1 เมตร ลำต้นเดี่ยว เป็นพุ่มแพร่กระจาย มีลักษณะใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ เบียดแน่น ยาวประมาณ 1-6 เซนติเมตร ใบอวบน้ำมีสีเขียวสดในฤดูแล้งจะเปลี่ยนเป็นสีแดง ส่วนดอกจะออกที่ปลายยอด ช่อดอกยาว 3-18 เซนติเมตร พบขึ้นอยู่ทั่วไปในพื้นที่โล่ง ริมชายป่าละเมาะ ดินเหนียว เช่นเขตพื้นที่อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา มีประโยชน์ในการนำส่วนใบและก้านมาต้มกินกับน้ำพริก และยังเป็นแหล่งของอาหารสัตว์ตามธรรมชาติสำหรับโค กระบือ และยังพบว่ามีสรรพคุณสามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรคได้อีกด้วย (นันทวัน บุญยะประภัศร และคณะ, 2545) นอกจากคุณสมบัติต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วยังพบว่าพืชชนิดอื่นๆที่อยู่ในวงศ์ Chenopodiaceae เช่นเดียวกับชะคราม ตัวอย่างเช่น *Aegiceras corniculatum* มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วย (Xu และคณะ, 2004) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากชะครามและสารสกัดที่ได้จากพืชในวงศ์นี้ ตัวอย่างเช่น Chaenopodium botrys มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย (Deeviputh และคณะ, 1984; Maksimovic และคณะ, 2004)

[1]**คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150**

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalya Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

[2]**ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900**

[2]Packaging Center of Thailand, Science and Technology Research Institute of Thailand, Jatujak, Bangkok 10900

และยังพบว่ามีประโยชน์ในด้านอื่นๆอีก ได้แก่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืช (Tapondijon และคณะ, 2002) หรือมีฤทธิ์ในการต้านทานอาการเจ็บปวด (Ibrahim และคณะ, 2007) ได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัดชะคราม: นำชะครามส่วนของใบที่มีแดง สีเขียว และส่วนของดอกสีเขียว ทำการบดให้ละเอียด จากนั้นนำมาสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ ปิโตรเลียม อีเธอร์และเอทานอล ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำการระเหยเอาตัวทำละลายออก แล้วนำมาทำการเจือจางด้วย dimethy sulfoxide (DMSO) เพื่อให้ได้สารสกัดที่มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บไว้เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ต่อไป

การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์: เชื้อแบคทีเรียทำโดยการ streak เชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid*, *Lactobacillus plantarum* และ *Stapphylococcus aureus* ลงบนอาหาร Nutrient Agar (NA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้ลูปเขี่ยโคโลนีเดี่ยวของเชื้อแต่ละชนิดลงในอาหาร Nutrient Broth (NB) นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 240 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับสารละลาย Mcfarland เบอร์ 5 ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร โดยให้ค่าที่วัดได้อยู่ระหว่าง 0.8-1 เก็บไว้เพื่อนำไปทดสอบในการหาประสิทธิภาพในขั้นต่อไป ส่วนเชื้อรานำน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วปริมาณ 5 มิลลิลิตร มาละลายเชื้อรา *Aspergillus niger, Penicillium* sp. และ *Rhizopus solani*. ที่อยู่บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) ขูดเชื้อให้ละลายกับน้ำกลั่น เติม tween 20 เล็กน้อยเก็บไว้เพื่อนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดชะครามด้วยวิธี disc diffusion method โดยนำไม้พันสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้วมา spread เชื้อที่เตรียมไว้ลง Muller Hinton Agar (MHA) สำหรับเชื้อแบคทีเรีย และ spread เชื้อที่เตรียมไว้ลง Potato Dextrose Agar (PDA) สำหรับเชื้อรา ให้ทั่ว ทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นวางกระดาษที่หยดน้ำมันหอมระเหยที่ต้องการทดสอบวางลงบนอาหารเลี้ยงที่มีเชื้ออยู่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกต clear zone ทดลอง 3 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จาก Table 1 แสดงถึงประสิทธิภาพของสารสกัดจาดชะครามที่สกัดได้จากส่วนดอกสีเขียว ใบที่มีสีเขียว และใบที่มีสีแดง โดยการใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ ปิโตรเลียม อีเธอร์ และเอทานอล พบว่าสารสกัดจากชะครามที่สกัดได้จากส่วนของดอกสีเขียวที่ใช้ปิโตรลียม อีเธอร์ เป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid*, *Lactobacillus plantarum* และ *Stapphylococcus aureus* มากที่สุด ให้ค่าเฉลี่ย zone of inhibition เท่ากับ 13.25, 16.00, 19.55 และ 15.65 มิลลิเมตรตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัดจากชะครามที่ได้จากส่วนดอกสีเขียวที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ให้ค่าเฉลี่ยของ zone of inhibition เท่ากับ 13.03, 12.7, 14.4, 14.33 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากชะครามที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด น้อยที่สุด คือ สารสกัดส่วนที่ได้จากใบที่มีสีแดง โดยเฉพาะสารสกัดที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ให้ค่าเฉลี่ย zone of inhibition เท่ากับ 11.2, 10.5, 13.1 และ 10.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Deeviputh และคณะ (1984) และ Kaisalpong และคณะ (1986) ที่พบว่าสารสกัดจากชะครามมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ แต่ถึงอย่างไรก็ตามกลับไม่พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus niger, Penicillium* sp. และ *Rhizopus solani*. ในการศึกษาครั้งนี้

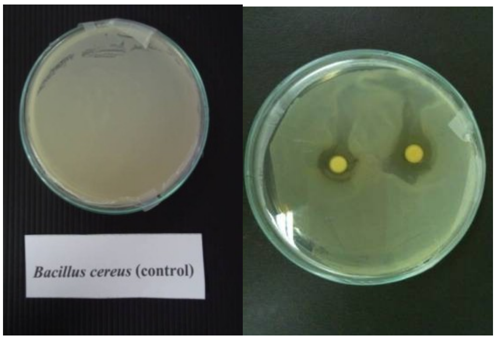
สรุปผล

สารสกัดจากชะครามที่สกัดโดยการใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ ปิโตรเลียม อีเธอร์ และเอทธานอล พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid*, *Lactobacillus plantarum* และ *Stapphylococcus aureus* ซึ่งสารสกัดจากชะครามที่สกัดได้จากส่วนดอกสีเขียวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดมากที่สุด รองลงมา คือ สารสกัดจากชะครามที่สกัดได้จากส่วนใบที่มีสีเขียว และสารสกัดจากชะครามที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด น้อยที่สุด คือ สารสกัดที่ได้จากส่วนใบที่มีสีแดง และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดที่ได้จากส่วนต่างๆ พบว่าสารสกัดที่ได้จากส่วนเดียวกันถ้าผ่านการสกัดโดยใช้ปิโตรเลียม อีเธอร์ เป็นตัวทำละลายจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด มากว่าสารสกัดที่ได้จากส่วนเดียวกันที่สกัดโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด ดังนั้น สารสกัดจากชะครามที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด มากที่สุด คือ สารสกัดที่ได้จากส่วนดอกที่มีสีเขียวและใช้ปิโตรเลียม อีเธอร์เป็นตัวทำละลาย

ในการสกัด ส่วนสารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดน้อยที่สุด คือ สารสกัดที่ได้จากส่วนใบที่มีสีแดง และใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด แต่ถึงอย่างไรก็ตามกลับไม่พบว่าสารสกัดจากชะครามมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus niger, Penicillium* sp. และ *Rhizopus solani*

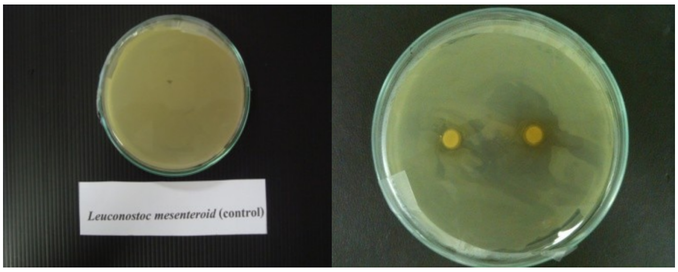
Table 1 Antibacterial activity of Annual Seablite (*Suaeda maritima*) extract for antibacterial *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroid*, *Lactobacillus plantarum* and *Stapphylococcus aureus*.

Solvent	Part of use	Inhibition Zone (mm.)			
		B.cereus	*L.mesenteroid*	*L.plantarum*	*S.aureus*
Petroleum ether	Red leaf	12.37	13.7	13.5	12.13
	Green leaf	12.67	14.1	15.8	14.3
	Green flower	13.25	16	19.55	15.65
Ethanol	Red leaf	11.2	10.5	13.1	10.7
	Green leaf	11.83	11.7	13.97	13.93
	Green flower	13.03	12.7	14.4	14.33



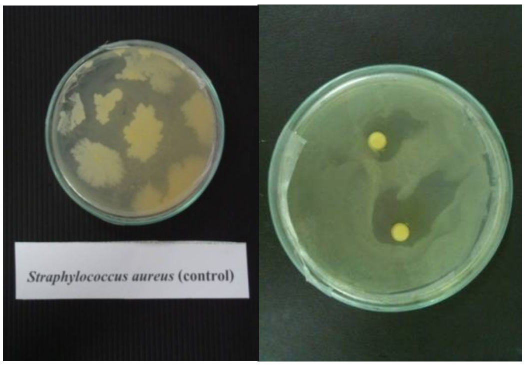
1 2

(a)



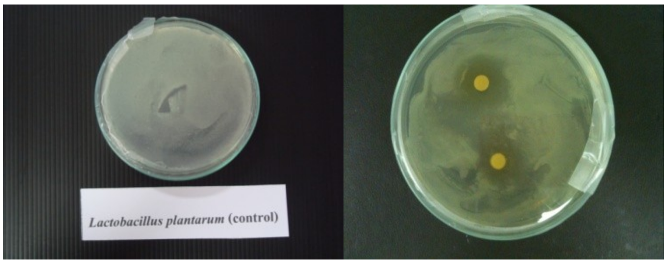
1 2

(b)



1 2

(c)



1 2

(d)

Figure 1 Appearance of (a) control (1) and inhibition zone of antibacterial *B.cereus* (2), (b) control (1) and inhibition zone of antibacterial *L.mesenteroid* (2), (c) control (1) and inhibition zone of antibacterial *S.aureus* (2), (d) control (1) and inhibition zone of antibacterial *L.plantarum* (2) from Annual Seablite (*Suaeda maritima*) extract which extracted by petroleum ether.

เอกสารอ้างอิง

นันทวัน บุญยะประภัศร วิมล ศรีสุข อรัญญา จุติวิบูลย์สุข ประพินศรา สอนเล็ก วิไลวรรณ ทองใบน้อย วงศ์สถิต ฉั่วกุล Fong, H.S., Pezzuto, J. และ Kosmeder, J., 2545, ผักพื้นบ้านในป่าชายเลน, วารสารสมุนไพร, 9(1)

Deeviputh, Y., Kungsawad, M. and Kokpol, U., 1984, Chemistry and Utilization of Suaede Martima, www.sc.chula.ac.th/dapartment/chemistry/npru/6senior/Abs-senior.html

Ibrahim, L.F., Kawashty, S.A., Ayman, R., Bainomy, M. and Snabana, M., 2007, A Comparative Study of Flavonoids and Some Biology Activities of Two Chenopodium Species., Chemistry of Natural Compounds, 43(1)

Kaisalpong, W., Jiarvarakul, R., Kokpol, U., 1986, Chemical Constituent of *Suaeda maritime* (L.) Dum., www.sc.chula.ac.th/dapartment/chemistry/npru/6senior/Abs-senior.html.

Maskimovic, Z.A., Dordevic, S. and Mraovic, M., 2005, Antimicrobial Activity of Chaenopodium Botrys Essential Oil, Fitoterapia, 76: 112-114.

Xu, M., Deng, Z., Li, M., Fu, H., Proksch, P. and Lin, W., 2004, Chemical Constituents from the Mangrove Plant, Aegiceras Corniculatum, Journal of Natural Products, 67: 762-766.

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 641-644 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 641-644 (2553)

การวิเคราะห์องค์ประกอบของ *Michelia alba* DC. ด้วยเทคนิค Solid-Phase Micro Extraction Head Space Gas Chromatography Mass Spectrometry

Identification of Components *Michelia alba* DC. Essential Oil by Solid-Phase Micro Extraction Head Space Gas Chromatography Mass Spectrometry

อาภาพรรณ ชัฏไพศาล[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]

Chatpaisarn, A.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

This study aimed to identify volatile components of champaka essential oil extracted by Simultaneous Distillation and Extraction. %Yield of essential oil was 0.1696 by weight. Essential Oil have light yellow color and relative index 1.462. Major compound of champaka flower oil was linalool 49.32% while the minor component was 1,8-cineole 7.78%, cis-linalool oxide 3.12%, trans-linalool oxide 3.09% and beta-elemene 0.70% by head space gas chromatography mass spectrometry techniques (HS-GC-MS). Whereas the major components identified by solid-phase micro extraction head space gas chromatography mass spectrometry (SPME-HS-GC-MS) was linalool, beta-elemene, trans-linalool oxide, cis-linalool oxide, caryophyllene oxide, methyl eugenol, methyl 2-methylbutyrate and indole (35.54%, 17.85%, 6.74%, 5.48%, 2.84%, 7.73%, 3.32% and 0.25%, respectively).

Keywords: *Michelia alba* DC., gas chromatography mass spectrometry (GC-MS), solid-phase micro extraction head space (SPME)

บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยดอกจำปี ด้วยวิธีการกลั่นพร้อมสกัด พบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยมี %yield 0.1696 โดยน้ำหนัก น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีสีเหลืองอ่อน และค่าดัชนีการหักเหของแสง เท่ากับ 1.462 วิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเทคนิค head space gas chromatography mass spectrometry (HS-GC-MS) พบว่าองค์ประกอบหลักของกลิ่นจำปี คือ linalool 49.20% รองลงมาเป็น 1,8-cineole 7.78% cis-linalool oxide 3.21% trans-linalool oxide 3.09 % และ beta-elemene 0.70% และเมื่อวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค solid-phase micro extraction head space gas chromatography mass spectrometry (SPME-HS-GC-MS) พบว่าองค์ประกอบหลักของกลิ่นจำปี ได้แก่ linalool, beta-elemene, trans-linalool oxide, cis-linalool oxide, caryophyllene oxide, methyl eugenol, methyl 2-methylbutyrate และ indole (35.54%, 17.85%, 6.74%, 5.48%, 2.84%, 7.73%, 3.32% และ 0.25% ตามลำดับ)

คำสำคัญ: *Michelia alba* DC. แก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC-MS) solid-phase micro extraction (SPME)

คำนำ

Michelia alba DC. เป็นไม้ดอกอยู่ในวงศ์ Magnoliaceae มีถิ่นกำเนิดในประเทศ จีน มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เป็นไม้ยืนต้นสูง 10-20 เมตร ใบหนาแข็ง ดอกเป็นดอกเดี่ยวมีกลีบเลี้ยงเหมือนกลีบดอก มี 8-12 กลีบ ออกดอกตลอดปี กลิ่นหอมตั้งแต่ตอนเย็น หอมแรงช่วงค่ำ (วชิรพงศ์, 2544) เป็นดอกไม้หอมชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในประเทศ มีการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง มีการใช้ดอกจำปีแห้งในการรักษาแบบแพทย์แผนไทย เพื่อบำรุงหัวใจ บำรุงประสาท และลดอาการคลื่นไส้อาเจียน (Bunyapraphatsara, 1996) สามารถนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยได้หลายวิธี มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยดอกจำปีสด *Michelia alba* DC. ที่กลั่นด้วยไอน้ำ พบสาร linalool เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เฮกเซน องค์ประกอบหลักที่พบ คือ linalool และ 2-methylbutanoic acid ส่วนการสกัดด้วยไขมันเย็นพบว่าองค์ประกอบหลัก คือ indole (Pensuk และคณะ, 2007) การสกัดด้วยไขมันเย็นแม้ว่าจะให้กลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ดีแต่เป็นวิธีที่ยุ่งยากต้องอาศัย

[1]สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

[1]Division of Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

แรงงาน ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เป็นวิธีที่มีราคาแพงแต่อาจมีสารเคมีปนเปื้อน แม้ว่าการกลั่นด้วยน้ำจะเป็นวิธีที่ง่ายแต่กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีกลิ่นต้ม และยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการกลั่นพร้อมสกัดดอกจำปี ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์นำดอกจำปีมาสกัดด้วยวิธีการกลั่นพร้อมสกัด โดยศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยด้วยเทคนิค SPME-HS-GC-MS เพื่อเป็นแนวทางในการนำวิธีการสกัด และน้ำมันหอมระเหยที่ได้มาใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำดอกจำปีเฉพาะส่วนกลีบดอก จากสวนเกษตรกรเขตบางบอน กรุงเทพมหานคร จำนวน 2,000 กรัม มาสกัดด้วยวิธี Simultaneous Distillation and Extraction; SDE (Likens และ Nickerson, 1964) โดยใช้น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร และ เฮกเซน 150 มิลลิลิตร สกัดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระเหยตัวทำละลายเฮกเซนออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Buchi Rotavapor R-200, Buchi Heating Bath B-490, Buchi Vacuum Controller V-800, Switzerland) ที่ความดัน 335 บาร์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์ปริมาณสารที่สกัดได้ (%yield) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี เช่น การหักเหของแสง (refractive index; RI) โดยใช้ refractrometer (Hand Refractometer ATAGO รุ่น R-5000, USA) และวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรมิเตอร์ (gas chromatography mass spectrometer; GC-MS) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ไอระเหยของสาร (head space; HS) โดยดูดซับไอระเหยปริมาณ 2000 ไมโครลิตร และเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ด้วย solid-phase micro extraction (SPME) ไฟเบอร์ Stable Flex™ 65 µm PDMS/DVB (Supelco, USA) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นชะสารระเหยออกที่อุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นฉีดตัวอย่างแบบ splitless อุณหภูมิ injector เท่ากับ 240 องศาเซลเซียส คอลัมน์ DB-WAX (length 30 m. x ID 0.32 mm. x film thickness 0.50 µm.) โปรแกรมอุณหภูมิคอลัมน์เริ่มต้น 50 องศาเซลเซียส คงไว้ 2 นาที และเพิ่มขึ้นในอัตรา 5 องศาเซลเซียสต่อนาที จนกระทั่ง 220 องศาเซลเซียส คงไว้นาน 5 นาที อุณหภูมิของ detector 230 องศาเซลเซียส ใช้ฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพา mass range ตั้งแต่ 40-450 m/z แปลผลเทียบกับ library ของ NIST และ Wiley 275 ที่ % quality match ไม่ต่ำกว่า 85% และเทียบกับสารละลายมาตรฐานอัลเคน (C_8-C_{20} alkane)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาน้ำมันหอมระเหยดอกจำปีที่สกัดด้วยวิธี SDE พบว่าเมื่อนำสารสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายเฮกเซนออก ได้น้ำมันหอมระเหย ใส สีเหลืองอ่อน วัดค่า refractive index ได้ 1.462 มี% yield เท่ากับ 0.1696% เมื่อวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยด้วยเทคนิค HS-GC-MS พบสาร 6 ชนิด เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ linalool (49.20%), 3-methyl pentan-1-ol (36.12%), 1,8-cineole (7.78%), cis-linalool oxide (3.21%), trans-linalool oxide (3.09 %) และ beta-elemene (0.70%) เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยดอกจำปีมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SPME-HS-GC-MS พบสารที่เป็นองค์ประกอบ คือ linalool 35.54%, beta-elemene17.85%, trans-linalool oxide 6.74%, cis-linalool oxide 5.48%, caryophylene oxide 2.84%, methyl eugenol 7.73%, methyl 2-methylbutyrate (3.32%) และ indole (0.25%) (Table 1) สอดคล้องกับ Pensuk และคณะ(2007) ที่สกัดน้ำมันหอมระเหยดอกจำปีด้วยเฮกเซน พบสาร trans-linalool oxide 1.14%, cis-linalool oxide 1.43%, linalool 28.92%, methyl benzoate 0.40%, 2-methyl butanoic acid 33.01%, epoxy linalool 0.53%, phenyl ethyl alcohol 4.52%, phenyl-2- methyl benzoate 5.06%, methyl eugenol 3.07% และมีรายงานว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยดอกจำปีที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ คือ สาร linalool (66.94%) (Prabhasanobol, 2005) ซึ่งสารหอมระเหยที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการสกัดที่ต่างกันทำให้ความสามารถในการสกัดสารที่เป็นองค์ประกอบมีความแตกต่างกัน

เห็นได้ว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วย SDE โดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย การสกัดด้วยเฮกเซน และการกลั่นด้วยไอน้ำ คือ linalool ต่างจากองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยด้วยไขมันเย็น คือ indole (Pensuk และคณะ, 2007) ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการสกัดที่มีความใกล้เคียงกันน่าจะมีองค์ประกอบหลักคล้ายกันมากกว่าวิธีการสกัดที่มีตัวทำละลายที่แตกต่างกัน แต่การศึกษาองค์ประกอบในดอกจำปีสดด้วยเทคนิค SPME ของ Shang และคณะ (2002) พบว่าองค์ประกอบหลัก คือ alpha-myrcene, (S)-limonene, (R)-fenchone, linalool, camphor, caryophyllene, germacrene ซึ่งผลการศึกษาที่แตกต่างกันเนื่องจากในการวิจัยนี้เลือกใช้ชนิดของ fiber ชนิดที่มีขั้ว ต่างจาก Shang และคณะที่เลือกใช้ fiber ไม่มีขั้ว และสภาวะที่ใช้แตกต่างกันความสามารถในการดูดซับสารจึงแตกต่างกัน นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าชนิดขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่วิเคราะห์ด้วยวิธี SPME-HS-GC-MS พบมากกว่าการวิเคราะห์

ด้วยวิธี HS-GC-MS เนื่องจากสารหอมระเหยจะถูกดูดซับไว้ที่ fiber ที่อุณหภูมิและเวลาจนอิ่มตัว เมื่อให้ความร้อนสารจึงจะระเหยออกมาจาก fiber ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ จึงทำให้สารที่ได้มีปริมาณองค์ประกอบมากกว่า (Table 1)

สรุปผล

องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยดอกจำปีที่สกัดด้วยวิธี SDE (%yield 0.1696 โดยน้ำหนัก) โดยใช้เทคนิค HS-GC-MS และSPME-HS-GC-MS พบว่ามี linalool เป็นองค์ประกอบมากที่สุด การสกัดด้วยวิธี SDE มีต้นทุนต่ำกว่าการสกัดแบบ solvent extraction เนื่องจากใช้ปริมาณตัวทำลายน้อยกว่า น้ำมันหอมระเหยที่ได้ไม่ต้องนำไปกำจัดไข หรือขี้ผึ้งออก กลิ่นต้มที่มีในน้ำมันหอมระเหยมีน้อยกว่าการกลั่นด้วยน้ำ การเลือกใช้วิธีการสกัดที่ต่างกัน จะทำให้องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่ได้แตกต่างกัน การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่เหมาะสมจะทำให้สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของสารได้ใกล้เคียงกับตัวอย่างที่สกัดได้ จากการศึกษาเทคนิค SPME-HS-GC-MS จึงน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้วิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย โครงการ " การพัฒนากระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชของไทย" และศูนย์เรียนรู้ด้านสารสกัดจากพืชและน้ำมันหอมระเหย คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เอกสารอ้างอิง

วชิรพงศ์ หวลบุตตา, 2544, ดอกไม้หอมสีขาว 1, คู่มือคนรักต้นไม้, บริษัท อมรินทร์พริ้นต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 5 หน้า 20-21.

Bunyapraphatsara, N., 1996, Herbs Plant folklore, Medicinal Plant Information Center, Mahidol University, Bangkok, p. 712.

Likens, S.T. and Nickerson, G.B., 1964, Detection of Certain Hop Oil Constituents in Brewing Product, Process American Society Brewery Chemistry, 157 p.

Pensuk, W., Tanit, P. and Chayan, P., 2007, Comparison of the Chemical Constituents in *Michelia alba* Flower Oil Extracted by Steam Distillation, Hexane Extraction and Enfleurage Method, Journal of Thai Traditional and Alternative Medicine, 5(1): 30-39.

Prabhasanobol, D., 2005, Thai Essential Oil (Part I), Thailand Institute of Scientific and Technological Research, seven Printing Group Ltd, Bangkok, p. 16-21, 51.

Shang, C., Hu, Y., Deng, C. and Hu, K., 2002, Rapid Determination of Volatile Constituents of *Michelia alba* Flowers by Chromatography-Mass Spectrometry with Solid-Phase Microextraction, Journal of Chromatography A, 942, p. 283-288.

Table 1 Comparison between % relative peak area of *Michelia alba* DC. extracted by SDE identified with SPME and HS gas chromatography spectrophotometry.

components	molecular formula	CAS no.	%relative peak area	
			simultaneous distillation and extraction	
			SPME-HS	HS
3-methyl-pentan-1-ol	$C_6H_{14}O$	589-35-5	1.88	36.12
methyl 2-methylbutanoate	$C_6H_{12}O_2$	868-57-5	3.32	7.78
1,8-cineole	$C_{10}H_{18}O$	470-82-6	1.92	-
o-cymene	$C_{10}H_{14}$	527-84-4	0.98	-
cis-linalool oxide	$C_{10}H_{18}O_2$	5989-33-3	5.48	3.12
trans-linalool oxide	$C_{10}H_{18}O_2$	34995-77-2	6.74	3.09
benzaldehyde	C_7H_6O	100-52-7	0.21	-
linalool	$C_{10}H_{18}O$	78-70-6	35.54	49.20
beta-elemene	$C_{15}H_{24}$	33880-83-0	17.85	0.70
2-methyl-butanoic acid	$C_5H_{10}O_2$	116-53-0	3.61	-
beta-bisabolene	$C_{15}H_{24}$	495-61-4	4.81	-
(Z)-geraniol	$C_{10}H_{18}O$	106-25-2	0.54	-
safrene	$C_{10}H_{10}O_2$	94-59-7	0.47	-
(-)-calamenene	$C_{15}H_{22}$	483-77-2	0.23	-
1,3-benzodioxole	$C_7H_6O_2$	274-09-9	0.47	-
benzyl alcohol	C_7H_8O	100-51-6	0.23	-
beta-phenyl ethyl alcohol	$C_8H_{10}O$	60-12-8	1.02	-
phenylacetonitrile	C_8H_7N	140-29-4	0.29	-
butanoic acid, 2-methyl-, 2-phenyl ethyl ester	$C_4H_8O_2$	24817-51-4	0.88	-
caryophyllene oxide	$C_{15}H_{24}O$	1139-30-6	2.84	-
methyl eugenol	$C_{11}H_{14}O_2$	93-15-2	7.73	-
2,6-dimethyl-1,7-octadiene-3,6-diol	$C_{10}H_{18}O_2$	20053-82-1	0.45	-
alpha-cadinol	$C_{15}H_{26}O$	481-34-5	0.72	-
(Z)-methyl isoeugenol	$C_{11}H_{14}O_2$	6380-24-1	0.21	-
(+)-beta-selinene	$C_{15}H_{14}$	17066-67-0	0.30	-
(Z,Z)alpha-farnesene	$C_{15}H_{24}$	502-61-4	0.32	-
trans-longipinocarveol	$C_{15}H_{24}O$	000-00-0	0.52	-
1H-indole	C_8H_7N	120-72-9	0.25	-
3,4-dimethoxy-benzaldehyde	$C_9H_{10}O$	120-14-9	0.20	-

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสาร catechins ของชาอัสสัมที่ได้รับสารโซเดียมซีลีเนตและอะลูมิเนียมซัลเฟต

Changes of Chemical Compositions and Catechins in Assam tea Treated with Sodium Selenate and Aluminium Sulphate

นภาภรณ์ แซ่ลี้[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]
Sae-Lee, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

The effect of sodium selenate (Na_2SeO_4) and aluminium sulphate ($Al_2(SO_4)_3$) at 0, 50, and 500 ppm on preharvested quality improvement of chemical compositions and catechins in Assam tea (*Camellia sinensis* var. Assamica) was conducted. The treated tea was subjected in sandoponic media culture . It was found that chemical compositions (ascorbic acid, total chlorophylls, chlorophyll a, b, carotenoids, phenolics, and proline) were higher in tea subjected in Na_2SeO_4 at 500 ppm and $Al_2(SO_4)_3$ at 50 ppm. Moreover, Na_2SeO_4 and $Al_2(SO_4)_3$ resulted in a higher theanine, gallocatechin (GC), (-)-epigallocatechin (EGC), catechin (C), (-)-epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), gallcatechin gallate (GCG), (-)-epicatechin gallate (ECG), and catechin gallate (CG).

Keywords: sodium selenate (Na_2SeO_4), aluminum sulfate ($Al_2(SO_4)_3$), Assam tea, catechins

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้โซเดียมซีลีเนต (Na_2SeO_4) อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) เข้มข้น 0, 50, 500 ppm ต่อการปรับปรุงคุณภาพชาอัสสัม (*Camellia sinensis* var. Assamica) ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพทางเคมี และสาร catechins การทดลองนี้ปลูกชาอัสสัมในวัสดุปลูกที่เป็นทราย ผลปรากฏว่า Na_2SeO_4 เข้มข้น 500 ppm และ $Al_2(SO_4)_3$ เข้มข้น 50 ppm มีผลต่อปริมาณ ascorbic acid, total chlorophylls, chlorophyll a, b, carotenoids, phenolics และ proline สูงขึ้น นอกจากนี้ Na_2SeO_4 และ $Al_2(SO_4)_3$ ยังมีผลต่อปริมาณสาร gallocatechin (GC), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), gallcatechin gallate (GCG), (-)-epicatechin gallate (ECG), และ catechin gallate (CG)

คำสำคัญ: โซเดียมซีลีเนต (Na_2SeO_4) อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) ชาอัสสัม สาร catechins

คำนำ

ปัจจุบันเครื่องดื่มชากำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เนื่องจากชามีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญคือ polyphenolic compounds สูงร้อยละ 20-35 ซึ่งในชาอัสสัมมีสูงกว่าชาจีน สาร polyphenolic compounds ที่สำคัญโดยเฉพาะ catechins และอนุพันธ์ (GC, EGC, EC,EGCG, GCG, ECG, และ CG) กำลังได้รับความสนใจ เนื่องจากมีคุณสมบัติด้าน antioxidative, antibacterial และ antiallergic activities (Yen และ Chen, 1995; Kumamoto และ Sonda, 1998; Yang และคณะ, 1998) ดังนั้นจึงมีการสกัด catechins จากใบชา มาใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลาย เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว อุตสาหกรรมยา และใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น antiflu air purifier, antiflu masks, catechin candy อาหารสัตว์ เป็นต้น (Fennema และคณะ, 2001) แต่การทำไร่ชาอัสสัมเชิงพาณิชย์ยังไม่แพร่หลายเหมือนชาจีน ผลผลิตชาอัสสัมในประเทศไทยมีคุณภาพต่ำ ปริมาณสาร catechins ไม่สม่ำเสมอ ทำให้ต้องนำเข้าชาจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก มีรายงานการใช้เทคโนโลยีจัดการธาตุอาหารบางชนิด เช่น ซีลีเนียม (selenium) และอะลูมิเนียม (aluminium) ในการเพิ่มสาร antioxidant ในแตงกวาและแตงร้าน (Lao และคณะ, 2000) การใช้ซีลีเนียมความเข้มข้นต่ำสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ (Hartikainen และคณะ, 2000) และซีลีเนียมสามารถเพิ่มสาร polyphenolic compounds โดยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

glutathione peroxidase (GSH-Px) (Rotruck และคณะ,1973) มีรายงานการนำซีลีเนียม และอะลูมิเนียมมาใช้ในการพัฒนาการผลิตชาจีน (*Camellia sinensis*) (Xu และคณะ, 2003; Ghanati และคณะ, 2005; Huang และคณะ, 2005) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นศึกษาอิทธิพลของสารโซเดียมซีลีเนตและอะลูมิเนียมซัลเฟตต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสาร catechins ของชาอัสสัมเพิ่มมูลค่าชาอัสสัมให้มีปริมาณสารสำคัญสูงขึ้น นอกจากใช้เป็นข้อมูลเพื่อส่งเสริมให้มีการนำชาอัสสัมไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์มากขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร ตลอดจนทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ต้นชาพันธุ์อัสสัม อายุ 3 ปี ที่เพาะจากเมล็ด ปลูกในกระถางขนาด 10 ลิตร โดยใช้ระบบไฮโดรโปนิคที่มีทรายเป็นวัสดุปลูก (sand- hydroponics)ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Hewitt (1963) ใส่ธาตุเสริมประโยชน์ (beneficial mineral element) ทั้ง 2 ชนิด โดยใช้ซีลีเนียม ในรูปของ Na_2SeO_4 และอะลูมิเนียม ในรูปของ $Al_2(SO_4)_3$ แปรความเข้มข้น 0, 50 และ 500 ppm วางแผนการทดลองแบบ 2x3 factorial in Randomized complete หลังจากปลูก 20 วัน ติดตามผล ทุก 30 วันนาน 120 วัน นำใบชามาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสาร catechins ดังนี้ ปริมาณ ascorbic acid (วิเคราะห์โดย วิธี 2, 6-dicholorophenolindophenol titration method) ปริมาณ chlorophylls โดยใช้ spectrophotometer ปริมาณ phenolics (วิเคราะห์ในรูปของสารประกอบฟีนอลิคโดยวิธี folin-ciocalteau phenol test) ปริมาณ proline โดยใช้ spectrophotometer ปริมาณ catechins และอนุพันธ์ 7 ชนิด คือ gallocatechin (GC), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), gallcatechin gallate (GCG), (-)-epicatechin gallate (ECG), และ catechin gallate (CG) ด้วย High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (Agilent Technologies รุ่น LC, 1200 series) คอลัมน์ที่ใช้ ZURBUAX Eclipse XDB-C18 reverse phase (4.6 mm x 150 mm, 5 μm) และ condition ที่ใช้วิเคราะห์ คือ isocratic elution system มี mobile phase 2 ชนิด โดย mobile phase A คือ 0.05 M ortho-phosphoric acid และ mobile phase B ใช้ acetonitile (ACN) และใช้สัดส่วนของ A: B เท่ากับ 87:13 (โดยปริมาตร) flow rate ที่ใช้เท่ากับ 0.5 mL/min นาน 60 นาที โดยฉีดตัวอย่างในปริมาณเท่ากับ 20 μL ซึ่งในการวิเคราะห์ใช้ UV-visible diode-array ความยาวคลื่น 231 nm และวิเคราะห์ปริมาณเทียบกับสาร standards (บริษัท Sigma Aldrich, GC grade)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของโซเดียมซีลีเนต (Na_2SeO_4) และอะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) ต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสาร catechins และอนุพันธ์ในชาอัสสัม พบว่า ชาที่ได้รับ Se และ Al มีปริมาณ ascorbic acid สูงกว่าในใบชา control โดยการใช้ Na_2SeO_4 50 ppm และ $Al_2(SO_4)_3$ 500 ppm ทำให้ปริมาณ ascorbic acid สูงที่สุด (Figure 1a) สำหรับปริมาณ chlorophylls พบว่า ปริมาณ total chlorophyll โดยชาที่ได้รับ Na_2SeO_4 และ $Al_2(SO_4)_3$ 500 ppm สูงกว่าการใช้ความเข้มข้นต่ำๆ และมีแนวโน้มสูงกว่าใบชา control (Figure 1b) ปริมาณ chlorophyll a และ b ให้ผลไปในทำนองเดียวกันกับปริมาณ total chlorophyll (Figure 1c และ 1d) ส่วนปริมาณ carotenoids พบว่า ทรีตเมนต์ที่เติม Na_2SeO_4 และ $Al_2(SO_4)_3$ 500 ppm ส่งผลให้ปริมาณ carotenoids ในใบชาเพิ่มขึ้น (Figure 1e) ในการทดลองนี้ พบว่า ปริมาณ phenolics ในใบชาที่ได้รับ Se และ $Al_2(SO_4)_3$ เพิ่มสูงกว่าในใบชา control โดยเฉพาะในใบชาที่ได้รับ Na_2SeO_4 500 ppm มีปริมาณ phenolics เพิ่มสูงถึง 2 – 3% (Figure 1f) ปริมาณ proline พบว่า การเติม Na_2SeO_4 เข้มข้น 500 ppm และ $Al_2(SO_4)_3$ เข้มข้น 50 ppm ส่งผลให้ปริมาณ proline ในส่วนของต้นชาเพิ่มสูงขึ้นสูงสุด (Figure 1g) จะเห็นว่าการใช้ $Al_2(SO_4)_3$ และ Na_2SeO_4 มีผลต่อปริมาณ catechins และสารอนุพันธ์ทั้ง 7 ชนิด (Table 1) โดยสาร GC พบสูงสุดในใบชาที่ให้ Na_2SeO_4 50 ppm และ $Al_2(SO_4)_3$ 500 ppm ปริมาณของสาร GC ที่พบมีค่าเท่ากับ 2.30 - 25.30 mg/ g DW สาร EGC พบสูงสุดในใบชาที่ได้รับ Na_2SeO_4 50 ppm และ $Al_2(SO_4)_3$ 50 ppm และปริมาณของสาร EGC มีค่าเท่ากับ 0.90-16.10 mg/ g DW สำหรับสาร EC พบสูงสุดในใบชาที่ได้รับ $Al_2(SO_4)_3$ 500 ppm และ Na_2SeO_4 50 ppm และปริมาณของสาร EC ในใบชามีค่าเท่ากับ 1.10 – 44.20 mg/ g DW ปริมาณสาร EGCG พบสูงในใบชาที่เติม $Al_2(SO_4)_3$ 50 ppm ซึ่งปริมาณ EGCG ในใบชามีค่าระหว่าง 1.10 – 7.74 mg/ g DW สาร GCG ในใบชาที่เติม Na_2SeO_4 และ $Al_2(SO_4)_3$ สูงกว่าใบชา control ชาที่ได้รับ $Al_2(SO_4)_3$ โดยเฉพาะเข้มข้น 50 ppm ส่งผลให้ปริมาณ GCG สูงกว่าเติมด้วย Na_2SeO_4 และ control ตลอดการทดลอง สาร GCG ที่พบในการทดลองนี้มีค่าระหว่าง 0.10 – 21.40 mg/ g DW สาร ECG ในใบชาพบมากในใบชาที่ได้รับ $Al_2(SO_4)_3$ 50 ppm และ Na_2SeO_4 เข้มข้น 50 ppm โดยชามีปริมาณ ECG ในใบ เท่ากับ 0.10 – 8.49 mg/ g DW สาร CG พบว่า การเติม $Al_2(SO_4)_3$ 50 ppm

ส่งผลให้ปริมาณ CG สูงกว่าในใบชา control โดยชามีปริมาณ CG เท่ากับ 0.10 – 6.47 mg/ g DW จะเห็นว่า Na_2SeO_4 500 ppm และ $Al_2(SO_4)_3$ 50 ppm มีผลต่อการเจริญเติบโต คุณภาพชา ปริมาณ catechins และอนุพันธ์สูงกว่าการใช้ Na_2SeO_4 และ $Al_2(SO_4)_3$ ความเข้มข้นอื่น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hartikainen และคณะ (2000)รายงานการใช้ Na_2SeO_4 ความเข้มข้นต่ำ สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้มีการแตกยอดอ่อนมากขึ้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ไม่สามารถระบุกลไกได้ชัดเจน และ Na_2SeO_4 ทำให้ปริมาณกรดอะมิโน และวิตามินซี เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดย Na_2SeO_4 สามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ glutathione peroxidase (GSH-Px) รวมทั้ง Na_2SeO_4 สามารถป้องกันพืชจากสภาวะ UV-induced oxidative stress ทำให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ (Rotruck และคณะ, 1973) และรายงานของ Xu และคณะ (2003); Huang และคณะ (2005) รายงานว่า Na_2SeO_4 สามารถเพิ่มสาร catechins สาร phenolics ได้ สำหรับ $Al_2(SO_4)_3$ มีรายงานว่าสามารถเพิ่มกิจกรรมของ antioxidant enzyme, เพิ่มความสมบูรณ์ของ membrane ลดการเกิด lignification และชะลอการแก่ของพืช (Ghanati และคณะ, 2005) ซึ่งอาจส่งผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของชาพันธุ์อัสสัม

สรุปผล

การใช้ Na_2SeO_4 และ $Al_2(SO_4)_3$ สามารถปรับปรุงคุณภาพของชาอัสสัมให้มีองค์ประกอบทางเคมี มีการสร้างสาร catechins และอนุพันธ์ (GC, EGC, EC, GCG, ECG และ CG) เพิ่มสูงขึ้นได้ โดย Na_2SeO_4 เข้มข้น 500 ppm และ $Al_2(SO_4)_3$ เข้มข้น 50 ppm มีผลต่อคุณภาพของชาอัสสัมมากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยโครงการ เพิ่มมูลค่าชาอัสสัมก่อนการเก็บเกี่ยวให้มีสารออกฤทธิ์ epigallocatechin gallate (EGCG) และอนุพันธ์สูง

เอกสารอ้างอิง

Fennema, O.R., Karel, M., Sanderson, G.W. and Whitaker, J.R., 2001, Green tea; Health Benefits and Applications. Marcel Dekker, Inc, USA, 252 p.

Ghanati, F., Morita, A. and Yokota, H., 2005, Effects of Aluminum on the Growth of Tea Plant and Activation of Antioxidant System, Plant and Soil, 276: 133-141.

Hartikainen, H., Xue, T. and Piironen, V., 2000, Selenium as an Antioxidant and Pro-oxidant in Ryegrass, Plant and Soil, 225: 193-200.

Huang, Y., Xu, J. and Hu, Q., 2005, Effect of Selenium on Preservation Quality of Green Tea during Autumn Tea Processing Season, Journal of the Science Food and Agriculture, 53: 7444-7447.

Kumamoto, M. and Sonda,T., 1998, Evaluation of the Antioxidative Activity of Tea by an Oxygen Electrode Method, Bioscience Biotechnology Biochemistry, 62: 175-177.

Lao, S.G., Liu, Y.Y., Jiang, B.W., Wu, F.Z. and Chen, Y., 2000, Effect of Selenium on the Biological Antioxidant Activity of Cucumber in Green House, North Horticulture, 132: 10-11.

Rotrock, J., Pope, A., Ganther, A, Swanson, A. Hafeman, D. and Hoekstra, W., 1973, Selenium: Biochemical Role as a Component of Glutathione Peroxidase, Science, 179: 588-590.

Xu, J., Yang, F., Chen, L., Hu, Y. and Hu, Q., 2003, Effect of Selenium on Increasing the Antioxidant Activity of Tea Leaves Harvested during the Early Spring Tea Producing Season, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51: 1081-1084.

Yang, C., Yang, G.Y., Landau, J.M., Kim, S. and Liao, J., 1998, Tea and Tea Polyphenols Inhibit Cell Hyperproliferation, Lung Tumorigenesis and Tumor Progression. Experimental Lung Research, 24: 629-639.

Yen, G.C. and Chen, H.Y., 1995, Antioxidant Activity of Various Tea Extracts in Relation to Their Antimutagenicity, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 43: 27-32.

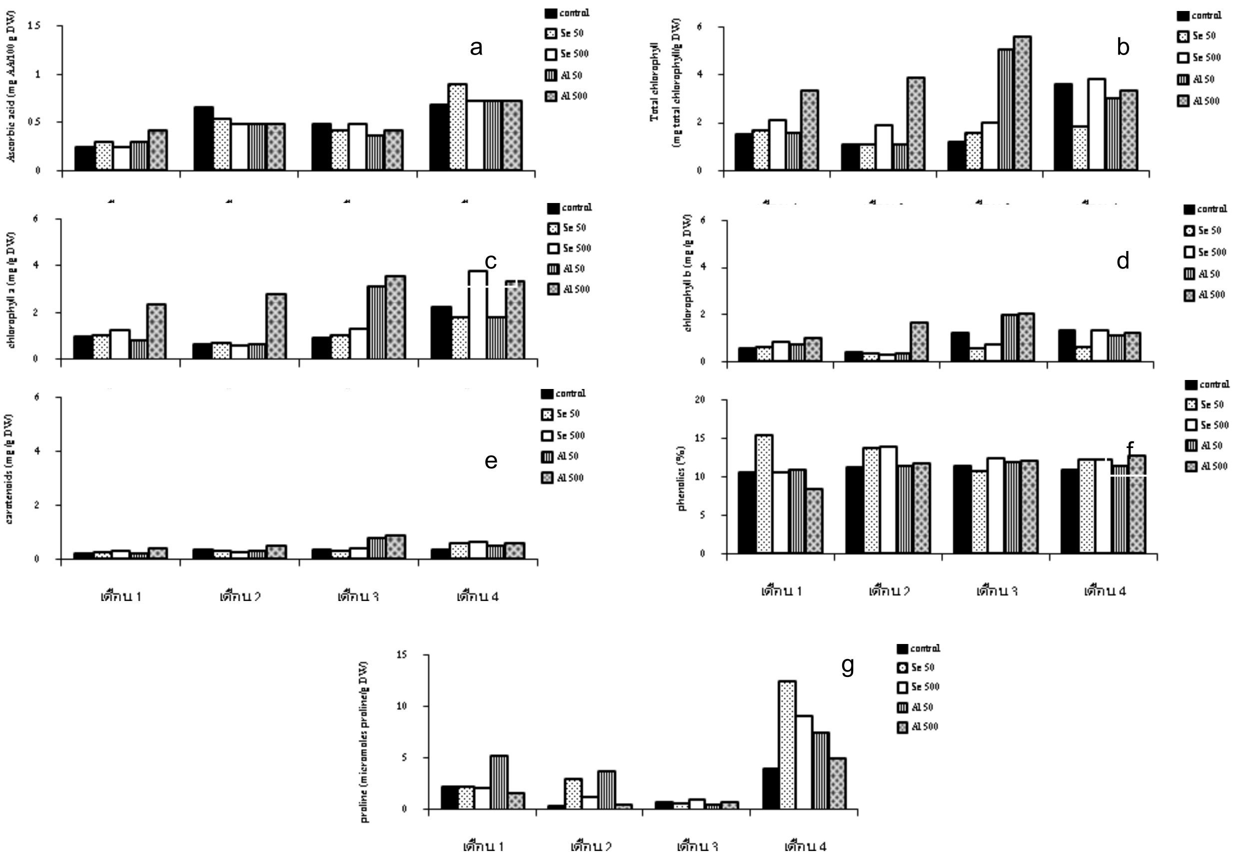


Figure 1 Effect of Na_2SeO_4 and $Al_2(SO_4)_3$ at concentration (0, 50, 500 ppm) on (a) ascorbic acid (mg AA/100g DW) (cm) (b) total chlorophyll (mg total chlorophyll/g DW) (c) chlorophyll a (mg/g DW) (d) chlorophyll b (mg/g DW) (e) carotenoids (mg/g DW) (f) phenolics (%) (g) proline (μmoles proline/g DW).

Table 1 Effect of Na_2SeO_4 and $Al_2(SO_4)_3$ at concentration (0, 50, 500 ppm) on the catechins and its derivatives contents.

Na_2SeO_4-$Al_2(SO_4)_3$ (ppm)	concentration (mg/g of dry weight)						
	GC	EGC	EC	EGCG	GCG	ECG	CG
				Month 1			
Control	10.02	3.10	1.10	1.10	0.10	0.11	0.20
Se 50	21.70	6.24	1.37	3.66	4.73	0.34	0.33
Se 500	11.89	5.86	6.75	3.72	4.43	1.43	1.91
Al 50	12.12	6.24	2.06	3.98	4.52	0.31	0.48
Al 500	2.30	2.30	16.00	1.80	0.40	0.10	0.10
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
				Month 2			
Control	10.04	3.10	14.04	1.71	1.71	0.81	1.50
Se 50	15.09	8.74	16.50	3.83	4.96	2.48	3.01
Se 500	8.78	4.26	9.36	3.64	2.59	1.60	2.59
Al 50	16.15	9.31	4.69	4.96	7.96	1.30	1.33
Al 500	19.90	0.90	10.90	4.50	6.40	2.43	3.70
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
				Month 3			
control	7.84	3.75	7.36	1.87	1.96	2.22	1.92
Se 50	15.90	8.70	17.60	5.40	5.20	4.50	4.80
Se 500	11.92	5.98	14.92	4.20	4.51	4.11	3.61
Al 50	9.23	9.49	16.92	4.33	4.44	8.49	6.47
Al 500	25.30	14.70	13.00	6.70	6.60	2.50	2.90
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
				Month 4			
control	10.66	5.00	2.55	2.51	1.77	1.54	0.54
Se 50	12.60	10.00	44.20	3.73	3.11	6.10	3.60
Se 500	12.80	16.10	14.71	5.82	3.20	1.44	1.39
Al 50	9.15	7.00	6.52	7.74	21.40	2.67	3.24
Al 500	14.40	5.70	8.30	5.11	6.50	2.63	3.80
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remark: Different letters in the same row indicate statistical differences ($p \leq 0.05, 0.01$). Means follow by common letters within each column were not significantly different at 5 % level by DMRT, ns = non significant

อิทธิพลของปุ๋ยยูเรียต่อเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในต้นอ่อนข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Effect of Urea Fertilizer on Biochemical Components of Rice Seedling cv. Khaw Dowk Mali 105

อรทัย ขำค้า[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]
Khumkha, O.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

The objective of this study was to monitor the effect of urea fertilizer on biochemical compounds of rice seedling cv Khaw Dowk Mali 105 for using as the nutraceutical food. Urea fertilizer at 0, 200, and 400 ppm was added to the Knop's solution, and seedling was harvested at 7 days after germination. Results showed that seedling subjected with urea fertilizer at 200 ppm had the greatest fiber and protein content. Total chlorophyll of seedling grown in urea fertilizer at 200 and 400 ppm was lower than the control seedling. Carotenoid and γ-amino–butyric acid (GABA) contents of control rice and seedling received urea fertilizer at 400 ppm were greater than the seedling grown in media with urea fertilizer at 200 ppm. However, rice seedling grown in urea fertilizer at 200 ppm had the highest vitamin C, vitamin B1 and total phenolic contents.

Keywords: urea fertilizer, rice seedling, biochemical component

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยยูเรียต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในต้นอ่อนข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เพื่อนำมาเป็นอาหารเสริมสุขภาพ ในการทดลองนี้ใช้ปุ๋ยยูเรียความเข้มข้น 0 (control), 200 และ 400 ppm ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Knop's และเก็บเกี่ยวต้นข้าวอ่อนเมื่ออายุ 7 วัน พบว่าต้นข้าวอ่อนที่ได้รับยูเรียเข้มข้น 200 ppm ส่งผลให้ปริมาณเยื่อใยและโปรตีนในต้นข้าวอ่อนสูงสุด สำหรับปริมาณ total chlorophyll ของต้นข้าวเจ้าอ่อนที่ได้รับยูเรีย เข้มข้น 200 และ 400 ppm มีปริมาณลดลงต่ำกว่าต้นข้าวอ่อน control และพบว่าปริมาณ carotenoid และ γ-amino–butyric acid (GABA) ในต้นข้าวอ่อนที่ได้รับยูเรียความเข้มข้น 400 ppm มีปริมาณสูงกว่าต้นข้าวอ่อนที่ได้รับยูเรีย เข้มข้น 200 ppm สำหรับปริมาณวิตามินซี วิตามินบี 1 และ total phenolics พบว่าต้นอ่อนข้าวเจ้าที่ได้รับยูเรียความเข้มข้น 200 ppm มีปริมาณสูงกว่าต้นอ่อน control และที่ได้รับยูเรียความเข้มข้น 400 ppm

คำสำคัญ: ปุ๋ยยูเรีย ต้นอ่อนข้าวเจ้า สารชีวเคมี

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและเป็นอาหารหลักของชาวเอเชีย ประชากรมากกว่าครึ่งโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารประจำวัน สำหรับประเทศไทยข้าวคือชีวิตและเศรษฐกิจของชาติ เพราะเป็นอาหารหลักของคนทั้งประเทศและเป็นสินค้าออกที่สำคัญ สามารถนำเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมากมานานนับศตวรรษ ปัจจุบันประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ ผลิตข้าวได้ปีละ 21-23 ล้านตันข้าวเปลือก ในจำนวนนี้ใช้บริโภคภายในประเทศปีละ 12.5-13.5 ล้านตันข้าวเปลือก ที่เหลือส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศประมาณปีละ 5-6 ล้านตันข้าวเปลือก โดยเฉลี่ยคนไทยบริโภคข้าวประมาณคนละ 100 กิโลกรัมข้าวสารต่อปี (ทวี, 2541) อย่างไรก็ตามมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวเจ้าน้อยมาก ซึ่งรูปแบบหนึ่งในการผลิตพืชที่ได้รับความสนใจคือ การปลูกข้าวเจ้าอ่อนแบบไร้ดิน (hydroponic) เนื่องจากสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี และยังสามารถลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้อีกด้วย (โสระยา, 2544) สามารถควบคุมปริมาณธาตุอาหารให้พอดีกับความต้องการของข้าวและมีการควบคุมสภาพแวดล้อมอื่นๆ ทำให้มีการปนเปื้อนของสารพิษจากสารกำจัดแมลงลดลง รวมทั้งปลอดภัยกับผู้บริโภคมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งหันมาสนใจด้านสุขภาพมากขึ้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยยูเรียต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในต้นข้าวอ่อนพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตพืชในระบบไฮโดรโปนิกและนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพ โดยคงรักษาปริมาณสารอาหารที่ได้ไว้ให้มากที่สุด และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่มีมากในประเทศ รวมทั้งทดแทนการนำเข้าเมล็ดข้าวสาลีสำหรับการผลิตข้าวสาลีอ่อนต่อไป

---

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8, Tientalay Rd. Bangkhuntein, Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมสารละลายสำหรับปลูกต้นอ่อนข้าว โดยใช้สารละลายสูตร Knop's เตรียมโดยผสมสาร KNO_3, $Ca(NO_3)_2.4H_2O$, KH_2PO_4, $MgSO_4.7H_2O$ และ $FePO_4$ เท่ากับ 0.2, 0.8, 0.2, 0.2, 0.1 กรัมต่อลิตร ตามลำดับและเติมปุ๋ยยูเรียความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0 ppm (control), 200 ppm และ 400 ppm จากนั้นเพาะเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยแช่น้ำนาน 6 ชั่วโมง ย้ายเมล็ดไปปลูกในกะบะพลาสติกขนาด 15 x 19 cm ที่มีวัสดุปลูก (perlite) 50 กรัม ใช้เมล็ด 100 เมล็ด เมื่อต้นอ่อนงอกมาจนมีใบจริงแล้วจึงเติมสารละลายธาตุอาหาร Knop's ที่เติมยูเรีย 3 ระดับ และเติมสารละลายทุกวัน บันทึกข้อมูลในวันที่ 7 พารามิเตอร์ที่ศึกษาคือ ปริมาณเยื่อใย โดย acid detergent digestion (AOAC, 1990) ปริมาณ total chlorophyll และ carotenoids โดยใช้ spectrophotometry (AOAC, 1990) วิตามินบี 1 (โดยวิธี AOAC, 1990) วิตามินซี (โดยวิธี AOAC, 1990) ปริมาณ total phenolics (Folin Ciocalteau Reagent) และ ปริมาณ GABA

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าต้นอ่อนข้าวเจ้าที่เติมปุ๋ยยูเรียในสารละลายธาตุอาหารสูตร Knop's ความเข้มข้น 200 และ 400 ppm อายุ 7 วัน มีการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมี (Figure 1) เนื่องจากเมื่อเติมสารละลายยูเรียทำให้เกิดปฏิกิริยากับน้ำ (hydrolasis) มีเอนไซม์ยูริเอสร่วมด้วยและปลดปล่อยแอมโมเนียม ซึ่งถูกนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโน สำหรับการเจริญเติบโตของพืชต่อไป (Yoshida และคณะ, 1970) โดยปริมาณโปรตีนในต้นอ่อนข้าวเจ้า พบว่ายูเรียความเข้มข้น 200 ppm ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนสูงขึ้นกว่าการเติมยูเรียความเข้มข้น 400 ppm เนื่องจากการใส่ยูเรียมากเกินไป พืชจะเป็นอันตรายจากความเป็นพิษของแอมโมเนียมจึงทำให้เมื่อเพิ่มความเข้มข้น 400 ppm ปริมาณโปรตีนลดลง (ยงยุทธ, 2546) เช่นเดียวกับปริมาณเยื่อใย เมื่อต้นอ่อนข้าวเจ้าได้รับยูเรียความเข้มข้น 200 ppm ส่งผลให้มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น แต่ลดลงเล็กน้อยเมื่อความเข้มข้น 400 ppm การใช้ไนโตรเจนอัตราสูงทำให้เกิดการขัดขวางการทำงานของทองแดงส่งผลให้เกิดความผิดปกติของผนังเซลล์ปริมาณ (Robson และคณะ,1991) เยื่อใยจึงลดลง สำหรับปริมาณ total chlorophyll ของต้นอ่อนข้าวเจ้าที่ได้รับยูเรียความเข้มข้นที่ 200, 400 ppm มีค่าลดลงกว่าในต้นอ่อน control อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ขณะที่ carotenoid เมื่อต้นอ่อนข้าวเจ้าได้รับยูเรียความเข้มข้น 400 มีปริมาณสูงกว่าการเติมยูเรีย 200 ppm เล็กน้อยแต่ไม่สูงกว่าต้น control โดยมีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากแอมโมเนียมที่พืชได้รับเกินความจำเป็นก่อให้เกิดการขัดขวางในการดูดแคตไอออนอื่น (Marshner, 1995) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่อาจทำให้พืชดูดแมกนีเซียมได้น้อยลง โดยแมกนีเซียมมีบทบาทเป็นองค์ประกอบของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ ซึ่งการเกิดสารตั้งต้นที่ใช้สังเคราะห์คลอโรฟิลล์ คือ กรดอะมิโนไกลซีน และ succinyl CoA ได้มาจากวัฏจักรเครบส์ สารเหล่านี้ทำปฏิกิริยาและผ่านกระบวนการทางชีวเคมีหลายขั้นตอนจนได้ protoporphyrin IX ซึ่งทำปฏิกิริยากับ Mg^{2+} ได้ Mg-protoporphyrin IX กระบวนการสังเคราะห์ดำเนินการต่อไปจนได้คลอโรฟิลล์ (จริงแท้, 2549) และพบว่าต้นอ่อนข้าวเจ้าที่เติมสารละลายยูเรียความเข้มข้น 400 ppm มีปริมาณ GABA สูงกว่าความเข้มข้นอื่น อาจเกิดจากแอมโมเนียมเมื่อถูกนำไปสังเคราะห์กรดอะมิโนในสภาวะที่เป็น water stress ซึ่งในสภาวะนี้ H^+ ไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ glutamate decarboxylase ทำให้เกิดการเปลี่ยน glutamic acid ไปเป็น GABA การ stress นี้สามารถอธิบายการสะสมของ GABA ได้โดยการเกิด stress ทำให้ปฏิกิริยา oxidation ของ succinic semialdehyde เปลี่ยนไปเป็น succinate หากไม่มีการเกิด stress มีผลทำให้ GABA ที่ได้เป็น substrate ของ Kreb Cycle (Shelp และคณะ, 1999) นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมยูเรียความเข้มข้น 200 ppm ในต้นอ่อนส่งผลให้ปริมาณวิตามินบี 1 สูงขึ้นกว่าการเติม ยูเรียความเข้มข้น 400 ppm อาจเนื่องมาจากกลไกการเปลี่ยนแปลงวิตามินบี1 เกิดจากการหายใจของเซลล์พืชได้ ATP ผ่านกระบวนการไกลโคไลสิซความสำคัญต่อการออกซิไดซ์คาร์โบไฮเดรตในพืช จากนั้นถูกเอนไซม์ thiamine phosphate synthase ย่อยสลายเป็น thiamin phosphate และเกิดปฏิกิริยาเติมหมู่ฟอสเฟตโดยเอนไซม์ thiamine phosphate kinase ได้เป็น thiamine pyrophosphate ซึ่งเป็น thiamine ที่อยู่ในรูปพร้อมทำงาน (Begley, 1996) จึงพบว่าคาร์โบไฮเดรตลดลงเพื่อนำไปใช้ในการเพิ่มสารอาหารของพืช เช่นเดียวกับปริมาณวิตามินซีของต้นอ่อนที่ได้รับยูเรียความเข้มข้น 200 ppm มีปริมาณสูงกว่าต้นอ่อนที่ได้รับความเข้มข้นอื่นเช่นเดียวกับปริมาณ total phenolics ในต้นอ่อนข้าวเจ้าที่ได้รับยูเรียความเข้มข้น 200 ppm เพิ่มสูงกว่าในต้น control และต้นอ่อนข้าวเจ้าที่ได้รับยูเรียความเข้มข้น 400 ppm อาจเนื่องจากปริมาณวิตามินซี และปริมาณ total phenolic compounds อาจเกิดจากแอมโมเนียมถูกสังเคราะห์เป็นโปรตีน และมีทองแดงเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 4 อะตอม เป็นเอนไซม์ออกซิเดส ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยพบว่า เอนไซม์ ascobate oxidase ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดแอสคอร์บิก และเอนไซม์ phenoloxidase ทำหน้าที่ปฏิกิริยาออกซิเดชันของฟีนอลในพืช (Hewitt, 1961) เมื่อเติมยูเรียความเข้มข้น 400 ppm ซึ่งเป็นปริมาณไนโตรเจนที่สูง จึงทำให้ไปขัดขวางการ

ทำงานของทองแดง (Hills และคณะ, 1987) การทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวจึงไม่มีประสิทธิภาพเท่าการเติมสารละลายยูเรียความเข้มข้น 200 ppm

สรุปผล

การเติมปุ๋ยยูเรียในสารละลายธาตุอาหารสูตร Knop's ความเข้มข้น 200 ppm มีผลทำให้ปริมาณโปรตีน และเยื่อใยในต้นข้าวเจ้าสูงขึ้นกว่าความเข้มข้นอื่นเล็กน้อย ทั้งนี้ปริมาณ total chlorophyll ของต้นข้าวเจ้าที่ได้รับยูเรียความเข้มข้นที่ 200, 400 ppm มีค่าลดลงกว่าในต้นอ่อน control และพบว่า carotenoid และ GABA ในต้นข้าวที่ได้รับยูเรียความเข้มข้น 400 ppm มีปริมาณสูงขึ้น อย่างไรก็ตามความเข้มข้น 200 ppm มีผลให้ปริมาณวิตามินบี 1 วิตามินซี และ total phenolics ในต้นข้าวสูงกว่าต้นข้าวที่ได้รับความเข้มข้นอื่น

เอกสารอ้างอิง

ทวี คุปต์กาญจนากุล, 2541, ความรู้เรื่องข้าวและเทคโนโลยีการผลิตข้าว เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี โครงการผลิตและจำหน่ายข้าวหอมมะลิของสหกรณ์, กรมวิชาการเกษตรและสหกรณ์, หน้า 1-13.

จริงแท้ ศิริพานิช, 2549, ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม.

ยงยุทธ โอสถสภา, 2546, ธาตุอาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 424 หน้า.

โสระยา ร่วมรังสี, 2544, การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

AOAC, 1990, Official Method of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C., 1298 p.

Begley, P.T., 1996, The Biosynthesis and Degradation of Thiamin (vitaminB1), Natural Product Reports, 177-185.

Hewitt, E.J. and Dickes, G.J., 1961, Spectrophotometric Measurements on Ascorbic Acid and Their Use for the Estimation of Ascorbic Acid and Dehydroascorbic Acid in Plant Tissues, Biochemical Journal, 78: 384–391.

Hills, F.J., Broadbent, F.E. and Fried, M., 1987, Timing and Rate of Fertilizer Nitrogen for Sugarbeets Related to Nitrogen Uptake and Pollution Potential, Journal of Environmental Quality, 7: 368-372.

Robson, R.M., Huiatt, T.W. and Parrish, F.C., 1991, Biochemical and Structural Properties of Titin, Nebulin and Intermediate Filaments of Muscle, Proc. Recip. Meat Conference, 44: 7.

Marschner, H., 1995, Mineral Nutrition of Higher Plants Second Edition, Academic Press, London, 889 p.

Shelp, B.J., Bown, A.W. and Mclean, M.D., 1999, Metabolism and Functions of Gamma-amino Butyric Acid, Trends in Plant Science, 4: 446-452.

Yoshida, R., Oritani, T. and Nishi, A., 1970, Studies on Nitrogen Metabolism in Crop Plants VIII. Occurrence of Kinetin-like Factor in Root Exudate of Rice Plants, Crop Science Society of Japan, 363-369.

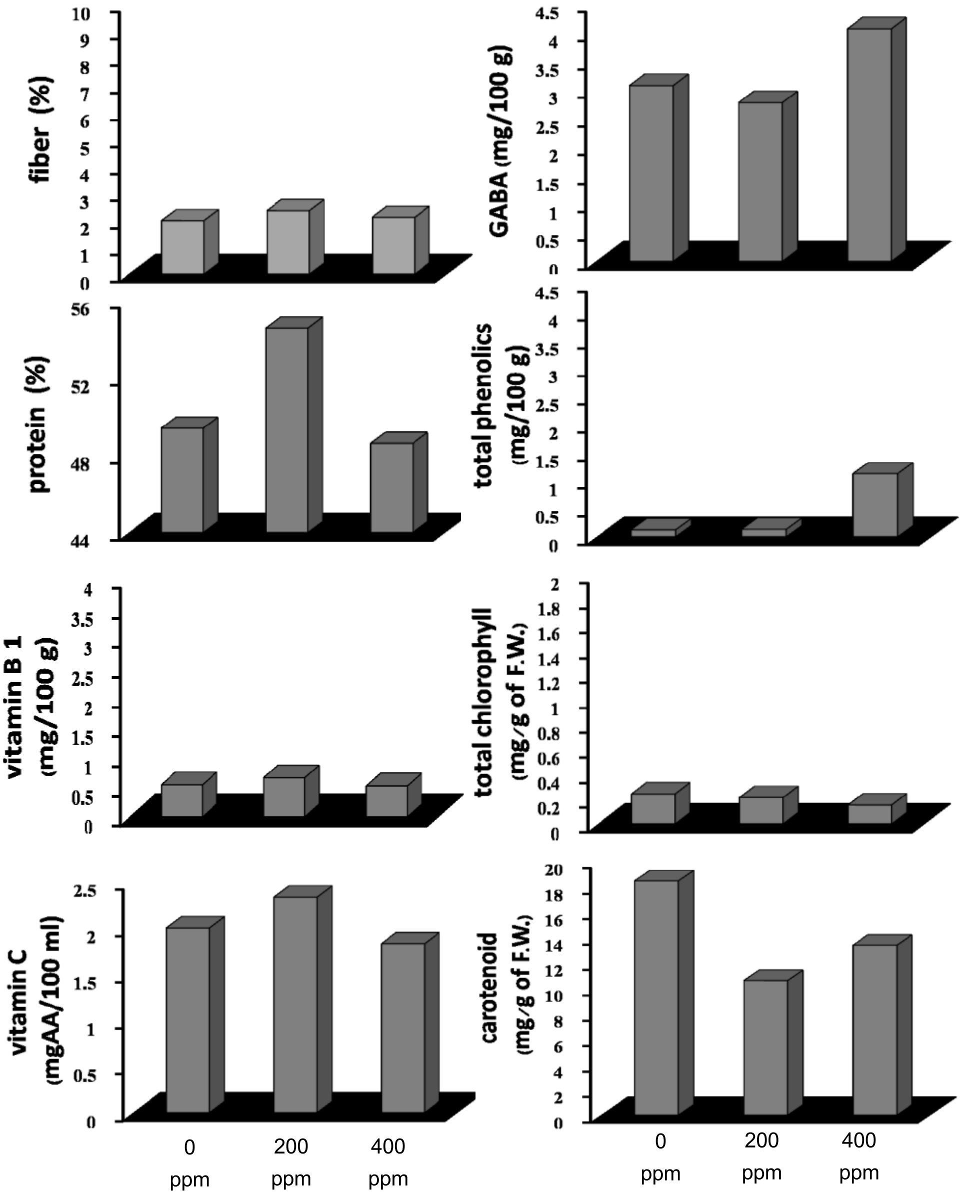


Figure 1 Fiber, protein, vitamin B1, vitamin C, GABA, total phenolics, total chlorophyll and carotenoid contents of rice seedling grown hydroponically of modified - Knop's solution with urea at 200 and 400 ppm.

การเพอร์แวบเพอเรชันสารหอมระเหยของสารสกัดใบเตย

Pervaporation of volatile aroma compound from pandan extract

นริศา เหละดุหวิ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ โศรดา วัลภา[2]
Lehduwi, N.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Vallapa, S.[2]

Abstract

Pervaporations of volatile aroma compound from pandan extract (3-hexanol, 3-methyl 2(5H)-furanone, and 2,4,6 trimethylpyridine) were evaluated with polydimethylsiloxane (PDMS) membrane. The active surface area of membrane was 32.53 cm^2. In this study, the permeate pressure was 0 mmHg and the feed temperature was varied at 28 and 40°C. The binary system feed solution was prepared in 99% ethanol. Flux of 3-hexanol, 3-methyl 2(5H)-furanone and 2,4,6 trimethylpyridine was increased as feed temperature increased. However, the increasing in feed temperature gave the separation factor of 3-methyl 2(5H)-furanone and 2,4,6 trimethylpyridine decreased. 3-Hexanol, high vapor pressure compound, showed constant separation factor.

Keywords: pervaporation, volatile aroma compound, pandan extarct

บทคัดย่อ

การเพอร์แวบเพอร์เรชันสาร 3-hexanol, 3-methyl-2(5H)-furanone, และ 2,4,6, trimethylpyridine ซึ่งเป็นสารหอมระเหยหลักที่พบในสารสกัดกลิ่นใบเตย ใช้เมมเบรนชนิดโพลิไดเมทธิลไซลอกเซน (Polydimethylsiloxane, PDMS) ขนาดพื้นที่ใช้งาน 32.53 cm^2 สภาวะความดันด้านเพอร์มีเอท (permeate pressure) 0 มม.ปรอท แปรอุณหภูมิของสารสกัดกลิ่นใบเตยที่ 28 และ 40°C โดยที่สารหอมระเหยแต่ละชนิดเตรียมโดยละลายใน 99% เอทานอล เป็นระบบ 2 วัฏภาค (binary system) พบว่าค่าฟลักซ์ของ 3-hexanol, 3-methyl 2(5H)- furanone, และ 2,4,6,trimethylpyridine มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่ค่า separation factor ของ 3-methyl 2(5H)-furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่วน 3-hexanol ที่มีค่าความดันไอสูงมีค่า separation factor คงที่

คำสำคัญ: เพอร์แวบเพอร์เรชัน สารหอมระเหย สารสกัดกลิ่นใบเตย

คำนำ

เตย (*Pandanus amaryllifolius*) Roxb. เป็นพืชล้มลุกในเขตร้อน ประชาชนแถบเอเชียนิยมใช้เติมแต่งกลิ่นในอาหารมาแต่โบราณ สารประกอบในการให้กลิ่นใบเตยมีมากกว่า 30 ชนิด (Jiang, 1999; Laohakunjit และ Noomhom, 2004) 2-acetyl-1-pyrroline (ACPY) เป็นสารให้กลิ่นที่สำคัญที่พบในใบเตยและเป็นองค์ประกอบเดียวกับที่พบในข้าวหอมมะลิ 105 (Buttery และคณะ, 1982; Laksanalamai และ Ilangnatileke, 1993) การสกัดสารให้กลิ่นจากใบเตยได้มีการศึกษาไว้หลายวิธีเช่น การใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต (supercritical carbon dioxide extraction) การกลั่นด้วยไอน้ำ และการสกัดด้วยเอทธานอล แต่อย่างไรก็ดีวิธีการเหล่านี้ยังคงมีปัญหาเช่น การกลั่นด้วยไอน้ำหรือต้มกลั่น ทำให้กลิ่นรสของใบเตยมีกลิ่นที่ผิดปกติ (off flavor) ส่วนการสกัดด้วย simultaneously distillation and extraction ต้องมีการปรับให้เป็นกรดและปรับให้เป็นด่าง เพื่อให้กลิ่นปล่อยออกมา (Laohakunjit และ Noomhom, 2004) ถึงแม้ว่าการสกัดด้วยเอทธานอล ได้กลิ่นรสใบเตยที่ดี แต่สารสกัดที่ได้มีรงควัตถุสีเขียวปะปน และยังไม่มีวิธีการแยกสีเขียวออกจากสารให้กลิ่นที่สกัดได้ ซึ่งกระบวนการเพอร์แวบเพอร์เรชัน (pervaporation) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแยกสารระเหยง่ายออกจากของเหลวผสมที่สภาวะอุณหภูมิต่ำ มีรายงานการศึกษาการนำกระบวนการเพอร์แวบเพอร์เรชันในอุตสาหกรรมทั่วไปและใช้ในการ recovery สารให้กลิ่นรส เช่น Yahaya

[1]สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 83 หมู่ 8 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

[1]Division Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkuntien) 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

[2]ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 เทคโนธานี ถ.เลียบคลองห้า ต,คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุทธานี 12120

[2]Food technology department, Thailand institute of sciencetific and techonological research 35 Moo 3 Technopolis, Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Pathum Thani 12120

(2008) เพอร์แวบเพอร์เรชันสารละลายของผสมของ benzene, toluene, ethylbenzene และ xylene ซึ่งเป็นตัวแทนของของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม Huang และคณะ (2009) แยกเอทธานอลช่วงความเข้มข้น 2-10% ออกจากน้ำ Chapman และคณะ (2008) แยกน้ำออกจากสารทำละลาย (solvents)ส่วน Takacs และคณะ (2007) แยกแอลกอฮอล์ออกจากไวน์โดยใช้เพอร์แวบเพอร์เรชัน ยังมีรายงานการนำกลับ (recovery) สารให้กลิ่นรสโดยการเพอร์แวบเพอร์เรชัน เช่น โมเดลสารให้กลิ่นรสของน้ำองุ่น สารให้กลิ่นรสชา น้ำมันหอมระเหยจากมะกรูด โมเดลสารให้กลิ่นรสสตรอเบอรี่ สารให้กลิ่นรสน้ำส้ม สารให้กลิ่นรส billbery (Rajagopalan และ Cheryan, 1995; Kanani และคณะ 2003; Figoli และคณะ, 2006; Isci และคณะ, 2006; Aroujalian และ Raisi, 2007; Diban และคณะ, 2008) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ใช้กระบวนการเพอร์แวบเพอร์เรชัน โดยให้สารประกอบตัวอย่างแพร่ผ่านเมมเบรนและถูกคัดแยกสารให้กลิ่นใบเตยโดยหลักการการเข้ากันได้กับเมมเบรน สารประกอบที่เข้ากันได้กับเมมเบรนจะแพร่ผ่านเมมเบรนและระเหยเป็นกลายเป็นไออีกด้านของเมมเบรน สารประกอบที่สำคัญบางตัวที่มีอยู่ในใบเตยได้ถูกเลือกมาเป็นตัวแทนเพื่อใช้ในการศึกษา ได้แก่ 3-Hexanol, 3-methyl-2(5H)–furanone และใช้ 2,4,6 trimethylpyridine เป็น authentic compound ของสาร ACPY

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียม สารละลายตั้งต้น 3-hexanol, 3-methyl-2(5H)-furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine แต่ละชนิดมีความเข้มข้น 200 ppm ใน 99%เอทธานอล ปริมาตร 600 มิลลิลิตร นำเข้าสู่เพอร์แวบเพอร์เรชันเฟรมที่ตรึงด้วยเมมเบรนชนิด Polydimethylsiloxane (PDMS) ความหนา 7 μm มีพื้นที่ใช้งาน 32.53 cm^2 ด้านล่างของเมมเบรนรองรับด้วยตะแกรง สแตนเลส เพื่อป้องกันการเสียรูปเนื่องจากแรงดูดสูญญากาศ คอลัมน์ควบแน่นหล่อเย็นที่ -13 องศาเซลเซียส โดยใช้เอทธานอล แปรอุณหภูมิการเพอร์แวบเพอร์เรชัน ที่ 28 และ 40 องศาเซลเซียส โดยนำไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ปรับความดันในระบบให้ได้ที่ 0 มม.ปรอท ปั๊มพ์วนตัวอย่างที่ต้องการทำการทดลองด้วยเครื่องสูบจ่ายแบบรีด (imaflex peristaltic metering pump) ที่อัตราการไหล 90 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเพอร์แวบเพอร์เรชัน 1 ชม. ต่อหนึ่งการทดลอง ทำซ้ำ 4 ครั้งต่อตัวอย่าง เก็บตัวอย่างและชั่งน้ำหนักสารละลายตั้งต้น (feed) สารละลายที่คงเหลือที่ภาชนะป้อนเข้าระบบ (retentate) และสารสกัดที่ได้จากการควบแน่นในคอลัมน์ควบแน่น (permeate) นำ feed, retentate และ permeate ของตัวอย่างที่ได้ วิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas chromatography-flame ionization detector (GC FID) (Shimadzu รุ่น 14 B, Japan) ใช้ capillary column, DB wax, column length 30 m, inner diameter 0.25 μm film thickness 0.25 μm และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ค่าฟลักซ์ (flux) คำนวนดังนี้ Flux = น้ำหนักของ Permeate/(พื้นที่ใช้งานของเมมเบรน)(เวลา) (Kanani, et al 2003) ส่วนค่า Seperation factor ตามวิธี Aroujalian และ Raisi (2007) คำนวณดังสูตร Seperation factor = Xpi/Xfi โดยที่ Xpi = mole fraction of component i in permeate และ Xfi = mole fraction of component i in feed

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าฟลักซ์ (flux) และค่า separation factor ของ 3-hexanol, 3-methyl-2(5H)furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine เมื่อทำการเพอร์แวบเพอเรชันที่ ความดัน 0 มม.ปรอท ที่อุณหภูมิ 28 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่าค่าฟลักซ์ของ 3-hexanol, 3-methyl-2(5H) furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดย 3-hexanol มีค่าฟลักซ์เพิ่มขึ้นจาก 0.118 g/m^2.h เป็น 0.457 g/m^2.h., 3-methyl-2(5H) furanone มีค่าฟลักซ์เพิ่มขึ้นจาก 0.057 g/m^2.h เป็น 0.123 g/m2.hr และ 2,4,6 trimethylpyridine มีค่าฟลักซ์เพิ่มขึ้นจาก 0.122 g/m^2.h เป็น 0.145 g/m^2.h (Figure 1) ในขณะที่ separation factor ของ 3-methyl-2(5H) furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine มีค่าลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยที่ 3-methyl-2(5H) furanone มีค่าลดลงจาก 0.439 เป็น 0.268 และ 2,4,6 trimethylpyridine มีค่าลดลง จาก 2.14×10^{-5} เป็น 1.95×10^{-6} (Figure 2) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ค่าความดันไอของ 3-methyl-2(5H) furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine ต่ำกว่าค่าความดันไอของ 3-hexanol (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Takacs และคณะ (2007) ที่พบว่าค่าฟลักซ์สารให้กลิ่นรสของไวน์และเอทธานอล มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่า separation factor มีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่วน 3-hexanol ซึ่งมีสมบัติที่มีค่าความดันไอสูง (Table 1) ให้ค่า seperation factor เท่ากับ 0.894 และ 0.892 ที่อุณหภูมิ 28 และ 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าค่อนข้างคงที่ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จากรายงานของ Huang (1991) Rajagopalan และ Cheryan (1995) และ Isci และคณะ (2006) อธิบายว่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่า separation factor ขึ้นอยู่กับค่าความดันไอสัมพัทธ์ระหว่างตัวทำละลายและตัวถูกละลาย

Table 1 Properrties of volatile model.

Properties	3- Hexanol	3-Methyl-2(5H)-furanone	2,4,6-Trimethylpyridine	Ethanol
Formula	$C_6H_{14}O$	$C_5H_6O_2$	$C_8H_{11}N$	C_2H_6OH
Molecular weight	102.17	98.1	121.18	46
Molar volume (cm^3/mole)	125.4	87.5	131.4	59
Boiling point at 760 mmHg (^{O}C)	134.4	222.4	171	72.6
Vapour pressure at 25^{O}C (mmHg)	3.39	0.102	1.9	82.8
Enthalpy of vaporization (kj/mole)	43.4	45.89	39.87	38.56

ที่มา: www.chemspider.com

สรุปผล

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมีผลให้ฟลักซ์ของ 3-hexanol, 3-methyl-2(5H)furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine มีค่าเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันทำให้ค่า separation factor ของ 3-methyl-2(5H)furanone และ 2,4,6 trimethylpyridine มีค่าลดลง แต่อย่างไรก็ดี แต่ค่า separation factor ของ 3-hexanol มีค่าคงที่ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าseparation factor เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ จะขึ้นกับความแตกต่างระหว่างความดันไอของสารทำละลายและตัวถูกละลาย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการภาคีบัณฑิต สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

Aroujalian, A. and Raisi, A., 2007, Recovery of Volatile Aroma Components from Orange Juice by Pervaporation, Journal of Membrane Science, 303: 154-161.

Buttery, R.G. Ling, L.C. and Juliano, B.O., 1982, 2-Acetyl-1-Pyrroline:and Important Aroma Component of Cooked Rice, Chemistry and Industry, pp. 958-959.

Chapman, P.D., Oliveira, T., Livingston, A.G. and Li, K., 2008, Membranes for the Dehydration of Solvents by Pervaporation, Journal of Membrane Science, 318: 5-37.

Diban, N., Urtiaga, A. and Ortiz, I., 2008, Recovery of Key of Bilberry Aroma using a Commercial Pervaporation Membrane, Desalination, 224: 34-39.

Figoli, A., Danato, L., Carnevale, R., Tundis, R., Statti, G.A. and Menichini, F., 2006, Bergamot Essential Oil Extraction by Pervaporation, Desalination, 193: 160-165.

Huang, R.Y.M., 1991, Pervaporation Membrane Separation Processes. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science

Huang, Y., Zhang, P., Fu, J., Zhou, Y., Huang, X. and Tang, X., 2009, Pervaporation of Ethanol Aqueous Solution by Polydimethylsiloxane/Polyphosphazene Nanotube Nanocomposite Membranes, Journal of Membrane Science, 339: 85 – 92.

Isci, A., Sahin, S. and Sumnu, G., 2006, Recovery of Strawberry Aroma Compounds by Pervaporation, Journal of Food Engineering, 75: 36-42.

Jiang, J., 1999, Volatile Composition of Pandan Leaves (*Pandanus Amaryllifolius*), in Flavor Chemistry of Ethic Foods, Shahidi, F. Ho, CT. (eds) Kluwer Academic/Plenum, New york, pp.105-108.

Kanani, D.M., Nikhade, B.P., Balakrishnan, P., Singh, G. and Pangarkar, V.G., 2003, Recovery of Valuable Tea Aroma Compounds by Pervaporation, Industrial and Engineering Chemistry Research, 42: 6924-6932.

Laksanlamai, V. and Ilangantileke, S., 1993, Comparison of Aroma Compound (2-Acetyl-Pyrroline in Leaves from Pandan (*Pandanus Amaryllifolius*) and Thai Fragrant Rice (Khao Dawk Mali 105), Cereal Chemistry, 70(4): 381-384.

Laohakunjit, N. and Noomhorm, A., 2004, Supercritical Carbon Dioxide Extraction of 2-Acetyl-1-Pyrroline and Volatile Compounds from Pandan Leaves, Flavor and Fragrance Journal, 19: 251-259.

Rajagopalan, N. and Cheryan, M., 1995, Pervaporation of Grape Juice Aroma, Journal of Membrane Science, 104: 243 – 250.

Takacs, L., Vatai, G. and Korany, K., 2007, Production of Alcohol Free Wine by Pervaporation, Journal of Food Engineering, 78: 118 – 125.

Yahaya, G.O., 2008, Seperation of Volatile Organic Compounds (BTEX) from Aqueous Solutions by a Composite Organophilic Hollow Fiber \Membrane-Based Pervaporation Process, Journal of Membrane Science, 319: 82-90.

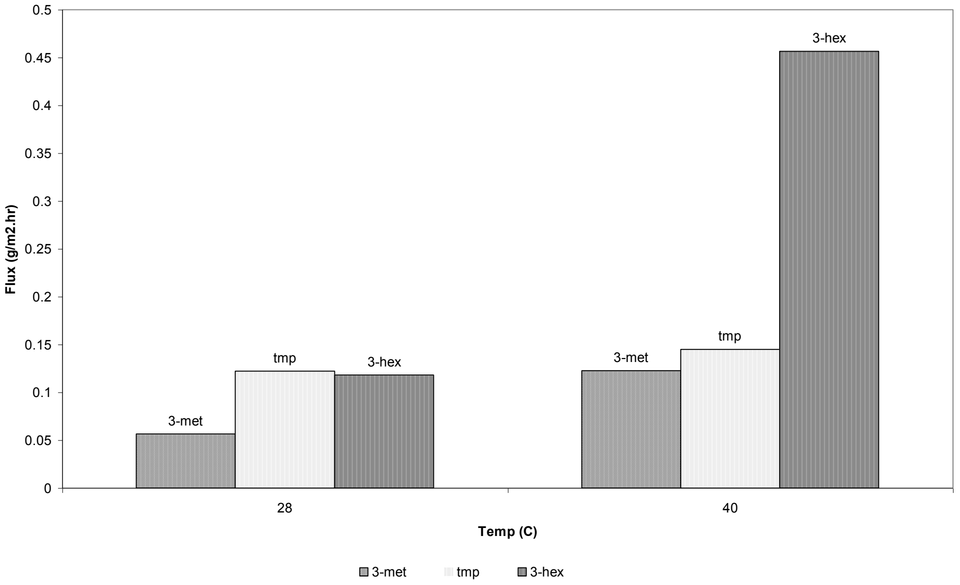


Figure 1 Flux of pandan model flavor.

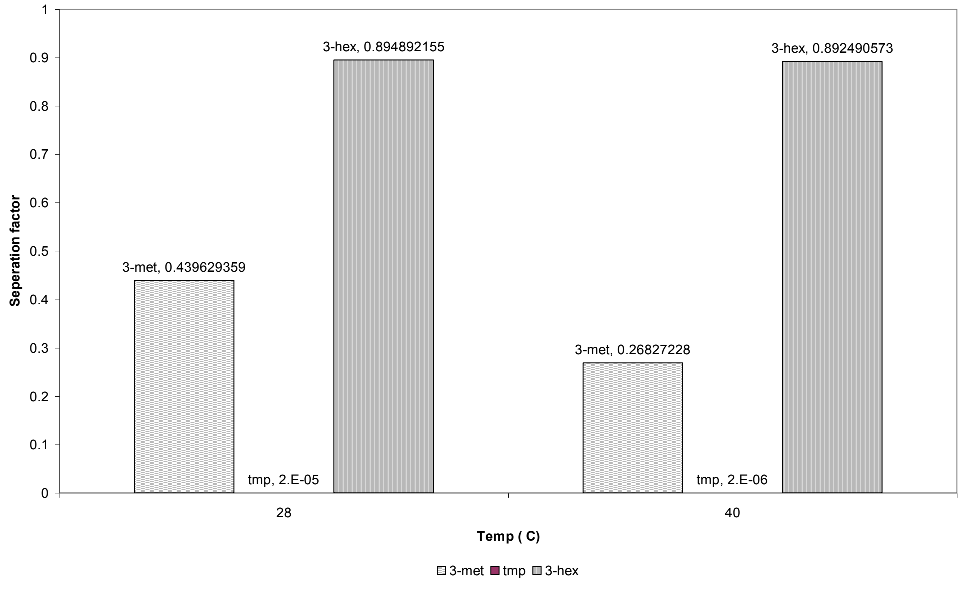


Figure 2 Seperation factor of pandan model flavor.

การวิเคราะห์รงควัตถุของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นของไทย 3 ชนิด

Determination of Pigment Extracts from three Thai Domestic Plants

ปานทิพย์ บุญส่ง[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]
Boonsong, P.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

The physical and chemical properties of plant pigments from 3 domestic plants such as *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., and *Hibiscus sabdariffa* L., was investigated. They were extracted by 3 organic solvents; acetone, methanol, and ethanol. *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., and *Hibiscus sabdariffa* L. from methanol extraction gave the highest yield at 14.5, 26.3, and 40.7% (w/w), respectively. The color measuring was found that *Caesalpinia sappan* L. and *Carthamus tinctorius* L. revealed red-yellow and green-yellow color but *Hibiscus sabdariffa* L. had yellow-red and green-yellow color. All plant extracts absorbed the λ_{max} ranged between 470 and 620 nm and the major components were prasinoxanthin, lutein, alloxanthin and derivative chlorophyll a and b.

Keywords: pigments, *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., *Hibiscus sabdariffa* L

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของรงควัตถุจากสารสกัดพืชท้องถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., และ *Hibiscus sabdariffa* L. สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซิโตน เอทานอล และเมทานอล ผลการวิจัยพบว่า *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., และ *Hibiscus sabdariffa* L. ที่สกัดด้วยเมทานอลให้ %yield สูงสุด เท่ากับร้อยละ 14.5, 26.3, และ 40.7 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อนำไปวัดค่าสีพบว่า พืชทั้ง 2 ชนิดให้สีแดงเหลือง และสีเหลืองเขียว ส่วน *Hibiscus sabdariffa* L. ให้สีแดงเหลือง และสีเหลืองเขียว ส่วนค่า λ_{max} ของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีค่าระหว่าง 470 และ 620 nm และพบสาร prasinoxanthin, lutein, alloxanthin และ อนุพันธ์ของ chlorophyll a และ b

คำสำคัญ: รงควัตถุ *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., *Hibiscus sabdariffa* L.,

คำนำ

รงควัตถุของพืช คือสารให้สีที่สามารถดูดกลืนคลื่นแสงได้ ซึ่งมีมากมายหลายชนิดโดยรงควัตถุแต่ละชนิดสามารถดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่นต่างกันและให้สีที่ต่างกันด้วย (Davies, 2004) แบ่งได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่ม chlorophylls เป็นรงควัตถุสีเขียว พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง พบในพืชและสาหร่ายทุกกลุ่มที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ มีหลายชนิด ได้แก่ chlorophyll a (สีเขียวแกมน้ำเงิน) chlorophyll b (สีเขียวแกมเหลือง) เป็นต้น กลุ่ม carotenoids เป็นรงควัตถุสีแดง ส้ม พบในพืช เช่น แครอท มะเขือเทศ ซึ่งประกอบด้วยรงควัตถุ 2 ชนิด คือ carotene (สีเหลืองส้ม) เป็นสารที่นำไปใช้ในการสร้างวิตามินเอ และxanthophylls (สีเหลือง เหลืองแกมน้ำตาล) กลุ่ม anthocyanins เป็นรงควัตถุสีแดงจนถึงม่วงแดง น้ำเงิน พบในกะหล่ำปลีม่วง กระเจี๊ยบและกลุ่ม betalains เป็นรงควัตถุสีเหลือง ส้ม แดง ม่วง พบในบีทรูท เป็นต้น (Stintzing และ Carle, 2004; Lee และ Schwartz. 2006) ปัจจุบันรงควัตถุในผักและผลไม้ถูกจัดเป็นสารพฤษเคมี (phytochemicals) เป็นสารเคมีในพืชที่ไม่ใช่สารอาหารแต่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายด้านอื่น ได้แก่ สารต้านอนุมูลอิสระ (Kanner และคณะ, 2001) ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ยับยั้งมะเร็ง และใช้ยับยั้งหรือป้องกันโรคได้ (Lazze´ และคณะ, 2003) อย่างไรก็ตามรงควัตถุที่สกัดจากพืชได้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ โดยสามารถนำไปใช้เป็นสีผสมอาหารและสีย้อมผ้า (Davies, 2004; Lee และ Schwartz, 2006) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารงควัตถุคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของรงควัตถุจากสารสกัดพืชท้องถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., และ *Hibiscus sabdariffa* L.

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กทม. 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด โดยวิเคราะห์ค่าสี การดูดกลืนคลื่นแสง และสารสำคัญด้วย high performance liquid chromatography- diode array detection (HPLC-DAD)

อุปกรณ์และวิธีการ

สกัดรงควัตถุจาก *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., และ *Hibiscus sabdariffa* L. โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซิโตน เมทานอล และเอทานอล ในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 เป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองสารละลายออกและสกัดซ้ำโดยใช้สภาวะเช่นเดียวกับข้างต้น นำสารละลายที่สกัดได้ทั้งสองครั้งระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้ rotary evaporator (Büchi Rotavapor R200, Büchi Labortechnik AG, Switzerland) และสกัดเอาไขมันและแว็กซ์ออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ นำสารสกัดรงควัตถุที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดมาคำนวณหาค่า %yield วัดค่าสี L*, a*, b* และค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุด (λ_{max}) (scanning visible range: 400 nm - 700 nm) ด้วยเครื่อง Miniscan ZE (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, USA) นำสารสกัดรงควัตถุที่ได้มาวิเคราะห์ด้วย high performance liquid chromatography- diode array detection (HPLC-DAD) (1200 Series, Agilent Technologies) โดยใช้คอลัมน์ชนิด Eclipse XDB-C18 (4.6 mm ID x 250 mm, 5 μm) ใช้ solvent A คือ เมทานอล/28mM TBA (70/30) และ solvent B คือ เมทานอล (HPLC-grade) เป็น mobile phase และเลือกใช้ความยาวคลื่นของ DAD detector ที่ 450 nm โดยใช้สภาวะของ HPLC เป็น gradient ดังนี้คือ เริ่มที่เวลา 0–22 min, 5-95% B; 22–29 min, 95% B; 29–31 min, 95-5% B; 31–36 min, 5% B ใช้ flow rate 1 ml/min, injection volume 20 μl

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสกัดรงควัตถุจาก *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., และ *Hibiscus sabdariffa* L. โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซิโตน เมทานอล และเอทานอล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L. และ *Hibiscus sabdariffa* L.ที่สกัดด้วยเมทานอลให้ปริมาณ yield สูงสุด เท่ากับร้อยละ 14.5, 26.3 และ 40.7 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมาเป็นการสกัดด้วยเอทานอล และอะซิโตน ตามลำดับ (Table 1) เมื่อนำสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดมาวัดค่าสี (L*, a*, b*) พบว่า *Caesalpinia sappan* L. และ *Carthamus tinctorius* L. ที่สกัดด้วยเมทานอลให้สีแดงเหลือง การสกัดด้วยเอทานอลและอะซิโตนให้สีเหลืองเขียว ส่วน *Hibiscus sabdariffa* L. ที่สกัดด้วยเมทานอลและเอทานอลให้สีแดงเหลือง ส่วนการสกัดด้วยอะซิโตนให้สีเหลืองเขียว (Table 2) และเมื่อวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารสกัดรงควัตถุที่สกัดจากตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด พบว่า *Caesalpinia sappan* L. มีค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุดเท่ากับ 520 nm (ช่วงสีเขียว) และ 610 nm (ช่วงสีแสด) ซึ่งสีที่ตาสามารถมองเห็นคือแดง น้ำเงิน สอดคล้องกับรายงานวิจัยที่พบว่า *Caesalpinia sappan* L. มีสาร brazilin (สีแดง) ซึ่งเป็นสารให้สีที่สำคัญ สามารถดูดกลืนแสงในช่วง 510-540 nm (Wang และ Chen, 2009) ส่วน *Carthamus tinctorius* L. มีค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุดเท่ากับ 530 nm (ช่วงสีเขียว) และ 610 nm (ช่วงสีแสด) ซึ่งสีที่ตาสามารถมองเห็นคือแดง น้ำเงิน และ *Hibiscus sabdariffa* L. มีค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุดเท่ากับ 470 nm (ช่วงสีน้ำเงิน) และ 620 nm (ช่วงสีแสด) ซึ่งสีที่ตาสามารถมองเห็นคือส้ม น้ำเงิน (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องว่า anthocyanins สามารถดูดกลืนคลื่นแสงได้ในช่วงสีเขียวและสีเหลือง ส่วน chlorophyll a และ b สามารถดูดกลืนคลื่นแสงได้ในช่วงสีแดงและสีน้ำเงิน และ carotenoids สามารถดูดกลืนคลื่นแสงได้ในช่วงสีม่วงและสีน้ำเงิน (Davies, 2004) แสดงว่าสารสกัดมีรงควัตถุเหล่านี้เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย และนำสารสกัดรงควัตถุที่สกัดจากตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์ด้วย high performance liquid chromatography- diode array detection (HPLC-DAD) พบว่า *Caesalpinia sappan* L. มีสาร prasinoxanthin, lutein และ DV chlorophyll a เป็นองค์ประกอบ ส่วน *Carthamus tinctorius* L. พบสาร alloxanthin และ DV chlorophyll b เป็นองค์ประกอบ และ *Hibiscus sabdariffa* L. พบสาร peri isomer และ DV chlorophyll a เป็นองค์ประกอบ (Figure 2)

Table 1 Yield of plant pigments were extracted from *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., and *Hibiscus sabdariffa* L. by 3 organic solvents.

Plants	Solvents	% Yields
Caesalpinia sappan L.	Acetone	5.6
	Ethanol	7.1
	Methanol	14.5
Carthamus tinctorius L.	Acetone	6.7
	Ethanol	10.7
	Methanol	26.3
Hibiscus sabdariffa L.	Acetone	5.3
	Ethanol	14.2
	Methanol	40.7

Table 2 Color and absorbance of pigments were extracted from *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., and *Hibiscus sabdariffa* L. by 3 organic solvents.

Plants	Solvents	L*	a*	b*
Caesalpinia sappan L.	Acetone	65.8317	-3.1216	+17.6234
	Ethanol	63.1621	-1.0049	+28.1754
	Methanol	49.8886	+16.0163	+66.0552
Carthamus tinctorius L.	Acetone	64.8443	-4.7892	+26.0464
	Ethanol	65.1572	-5.1867	+25.852
	Methanol	58.2103	+6.6014	+67.0671
Hibiscus sabdariffa L.	Acetone	62.903	-1.912	+23.8128
	Ethanol	39.6186	+39.7898	+5.1706
	Methanol	24.9341	+48.9847	+34.5998

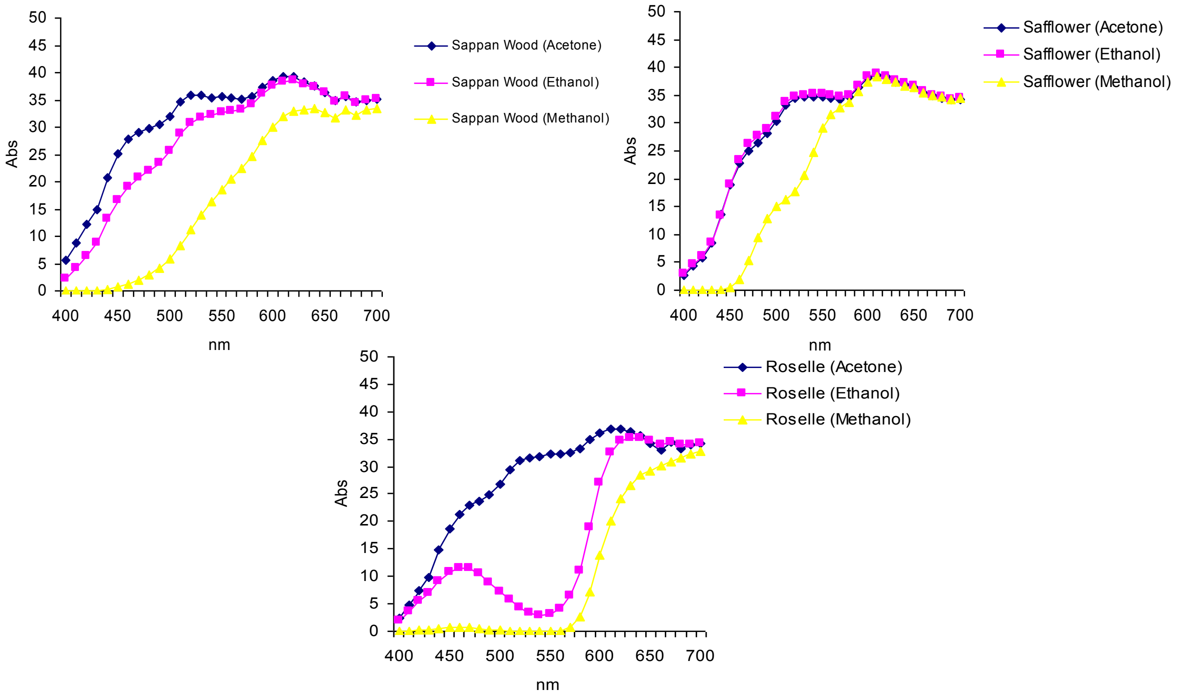


Figure 1 Absorbance of pigments were extracted from *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., and *Hibiscus sabdariffa* L. by 3 organic solvents.

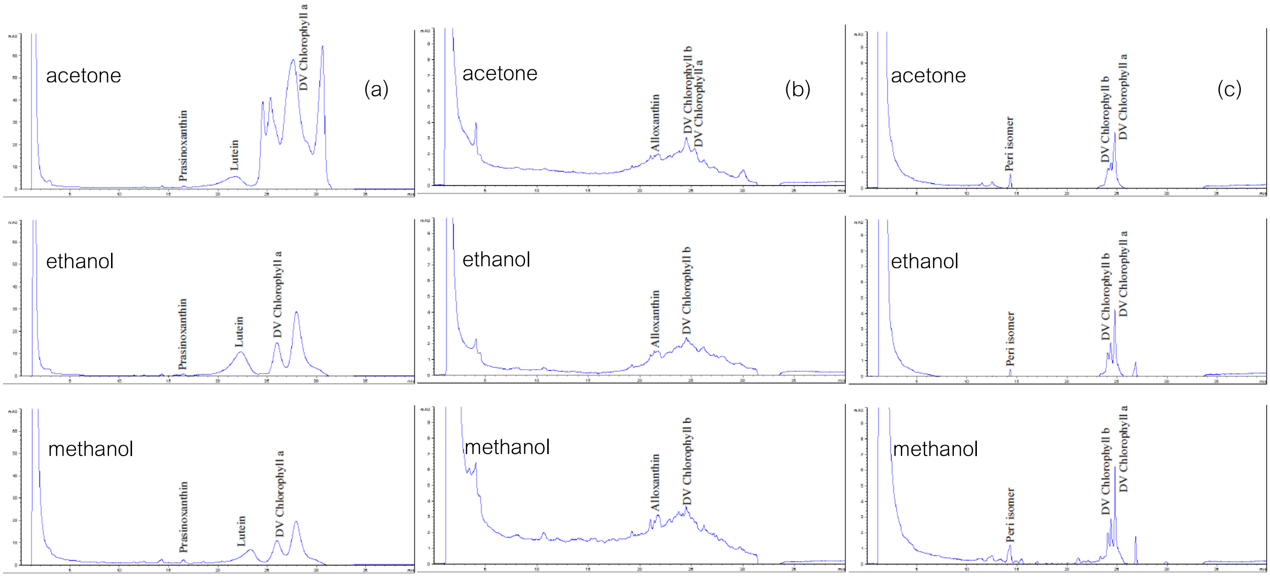


Figure 2 HPLC chromatogram of of pigments were extracted from *Caesalpinia sappan* L. (a), *Carthamus tinctorius* L. (b), and *Hibiscus sabdariffa* L. (c) by 3 organic solvents.

สรุปผล

Caesalpinia sappan L., *Carthamus tinctorius* L., และ *Hibiscus sabdariffa* L. ที่สกัดด้วยเมทานอลให้ %yield สูงสุด รองลงมาคือ การสกัดด้วยเอทานอล และอะซิโตน ตามลำดับ *Caesalpinia sappan* L. และ *Carthamus tinctorius* L. ให้สีแดงเหลือง และสีเหลืองเขียว ส่วน *Hibiscus sabdariffa* L. ให้สีแดงเหลือง และสีเหลืองเขียว ส่วนค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารสกัดรงควัตถุจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีค่าระหว่าง 470 และ 620 nm และพบสาร prasinoxanthin, lutein, alloxanthin และอนุพันธ์ของ chlorophyll a และ b

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยีที่ให้การสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Davies, K.M., 2004, Plant Pigments and their Manipulation, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK, 352 p.

Lee, J. and Schwartz, S.J., 2006, Pigments in Plant Foods, Handbook of Food Science, Technology and Engineering (Volume 1), Y.H. Hui (editor), CRC-Taylor & Francis, New York, NY.

Kanner, K., Harel, S., and Granit, R., 2001, Betalains -A New Class of Dietary Cationized Antioxidants, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 5178-5185.

Stintzing, F.C. and Carle, R., 2004, Functional Properties of Anthocyanins and Betalains in Plants, Food and in Human Nutrition, Trends in Food Science Technology, 15: 19-38.

Lazzé, M.C., Pizzala, R., Savio, M., Stivala, L.A., Prosperi, E. and Bianchi, L., 2003, Anthocyanins Protect against DNA Damage Induced by Tert-Butyl-Hydroperoxide in Rat Smooth Muscle and Hepatoma Cells, Mutation Research, 535: 103–115.

Wang, H. and Chen, C., 2009, Formulation Studies and Properties Evaluation of Natural Semi-Permanent Hair Dye Made from Gromwell Root and Sappan Wood, Sen'i Gakkaishi, 65(10): 276-281.

ผลของพีเอชและเวลาการสกัดต่อไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp.

Effect of pH and Time of Extraction on Biopolymer from *Gracilaria* spp.

อัครเดช นครเสด็จ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ โศรดา วัลภา[2]

Nakornsadet, A.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Wanlapa, S.[2]

Abstract

The effect of pH and extraction time on biopolymer from *Gracilaria* spp. was conducted. The extraction with hydrochloric acid was varied pH at 2, 4 and 6, and extraction time for 1, 2, 3 and 4 hrs. Extraction temperature was controlled at 95^{O}C. Results showed that biopolymer content was decreased at pH 2 for longer extraction time of 2-4 hrs. In contrast to pH 4 and 6, it was found that biopolymer contents were increasing of which the longer extraction time, the higher yield of biopolymer. Results also showed that extraction at pH 2 for 1 hr, biopolymer content was the highest at 36.41%. However, physical properties; color and solubility of biopolymer were determined. Color of extracted biopolymer was light yellow-brown color of which L*=65.91 a*=2.87 b*=18.40. The higher of extraction time, the lower of solubility in either cold or hot water but solubility of biopolymer in cold water was greater than in the hot water. Moreover, viscosity of biopolymer resulted in an increasing when pH was not strong acidity but decrease when extraction time was longer.

Keywords: biopolymer, *Gracilaria* spp., acid extract, viscosity

บทคัดย่อ

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเวลา และ pH ต่อสารไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. โดยการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก pH 2, 4 และ6 ที่อุณหภูมิ 95^{O}C เวลาในการสกัด 1, 2, 3 และ4 ชั่วโมง พบว่าที่ pH 2 ปริมาณสารไบโอพอลิเมอร์ลดลงเมื่อเวลาการสกัดเพิ่มขึ้น เมื่อ pH เพิ่ม (pH 4 และ 6) ปริมาณสารไบโอพอลิเมอร์เพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาการสกัดเพิ่มขึ้น โดยที่ pH 2 และเวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง ได้ปริมาณไบโอพอลิเมอร์สูงที่สุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 36.41 จากนั้นศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารไบโอพอลิเมอร์มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหลือง มีค่าสีเท่ากับ L*= 65.91 a*= 2.87 b*= 18.40 เมื่อ pH และเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นความสามารถในการละลายในน้ำเย็นและน้ำร้อนของไบโอพอลิเมอร์มีแนวโน้มในการละลายได้ลดลง แต่สามารถละลายในน้ำเย็นได้ดีกว่าน้ำร้อน นอกจากนี้ยังพบว่าความหนืดของสารละลายจากไบโอพอลิเมอร์ที่สกัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อ pH เพิ่มขึ้น และความหนืดลงลงเมื่อเวลาการสกัดนานขึ้น

คำสำคัญ: ไบโอพอลิเมอร์ สาหร่าย *Gracilaria* spp การสกัดด้วยกรด ความหนืด

บทนำ

ไบโอพอลิเมอร์ที่ได้จากสาหร่ายทะเลสีแดงส่วนใหญ่เป็น sulfated galactans ซึ่งประกอบด้วยพอลิเมอร์สายตรงของ 3-β-D-galactopyranosyl และ 4-α-L-galactopyranosyl สาหร่ายทะเลสีแดงในสกุล *Gracilaria* เป็นแหล่งของ agar ที่ดีชนิดหนึ่ง สามารถใช้ผลิต agar แทน *Gelidium* ได้ ซึ่ง *Gracilaria* มีปริมาณ agar อยู่ร้อยละ 20-50 และมีคุณภาพแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด แหล่งที่มา ฤดูกาล ช่วงวงจรชีวิต ของสาหร่าย และวิธีการสกัด เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ววิธีการสกัดนิยมสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิสูง หรือสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันไอ และแยกไบโอพอลิเมอร์ด้วยวิธีการ freeze-thaw ได้ agar หรือไบโอพอลิเมอร์ที่มีลักษณะเจลที่แข็งและเปราะ ความหนืดต่ำ (Marinho-Soriano, 2001; Marinho-Soriano และ Bourret, 2003; Marinho-Soriano และ Bourret, 2005; Buriyo และ Kivaisi, 2003; Andriamanantoanina และคณะ, 2007) เนื่องจากสาหร่าย *Gracilaria* spp. มีมากทางชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทย และยังมีการเพาะเลี้ยงกันมาก แต่การนำไปใช้ประโยชน์นิยมนำมารับประทานเป็นยำหรือผักลวกจิ้มน้ำพริก และใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ แต่ยังไม่ให้ความสำคัญในการใช้ประโยชน์จากการ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กทม. 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

[2]ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[2]Food Technology Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 35 Moo 3, Khlong 5, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120

สกัดไบโอพอลิเมอร์ (อมมี และคณะ, 2552) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาผลผลิต สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. โดยการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่พีเอชต่างๆ ผลจากการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาคุณภาพของไบโอพอลิเมอร์ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมตัวอย่างสาหร่าย *Gracilaria* spp. ที่ได้จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี โดยการล้างทำความสะอาดและแยกสิ่งปนเปื้อนออกด้วยน้ำประปา แล้วอบแห้งด้วยตู้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นำมาบดละเอียด และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (fiber) ตามวิธี Associaton of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000) นำสาหร่ายที่เตรียมไว้ 10 กรัม มาสกัดด้วย 0.05N HCl แปร pH 2, 4 และ 6 ปริมาตร 500 ml ต้มที่อุณหภูมิ 95±5 องศาเซลเซียส เวลา 1, 2, 3, และ 4 ชั่วโมง แล้วกรองผ่าน filter sheet cloth เพื่อแยกกากสาหร่ายออกขณะที่สารละลายร้อน เติม 95% เอธานอล เพื่อตกตะกอน ไบโอพอลิเมอร์ แล้วกรองแยกตะกอนออกแล้วล้างตะกอนด้วย 95% เอธานอล ทำแห้งด้วยอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วบดละเอียด (ดัดแปลงตามวิธีของ Marinho-Soriano, 2001 และ Brummer, 2003) จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณไบโอพอลิเมอร์ทั้งหมด (% yield), สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีด้วยเครื่อง minolta chroma meter วัดค่าความหนืดของสารละลายจากไบโอพอลิเมอร์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ด้วยเครื่อง rheometer (Physica MCR 301, Anton Paar Ltd., Graz-Austria) และวัดค่าการละลายในน้ำเย็นและน้ำร้อน โดยนำไบโอพอลิเมอร์ 1 กรัม ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer) นาน 30 นาที นำไป centrifuge ด้วยความเร็ว 6000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แยกเอาส่วนใสออก นำส่วนที่ไม่ละลายไปทำให้แห้ง แล้วคำนวณค่าการละลายน้ำ (Laohakunjit และ Noomhorm, 2004) วางแผนการทดลองแบบ 3×4 Factorial in Complately Randomized Design (CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SAS

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สาหร่าย *Gracilaria* spp. มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละ 18.042, 0.29, 27.14, 11.98 และ42.56 ตามลำดับ จากการศึกษาผลของพีเอช และเวลาในการสกัดไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. ด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่อุณหภูมิ 95±5 องศาเซลเซียส และตกตะกอนแยกไบโอพอลิเมอร์ด้วยแอลกอฮอล์ต่อปริมาณไบโอพอลิเมอร์ พบว่าเมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นปริมาณร้อยละของไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. มีค่าลดลงโดยที่พีเอช 2 มีปริมาณไบโอพอลิเมอร์สูงถึงร้อยละ 33.33 เมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นเป็น 4 และ 6 ปริมาณร้อยละของไบโอพอลิเมอร์มีค่าเท่ากับ 31.73 และ31.08 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกัน (p>0.05) (Figure 1) ส่วนอิทธิพลของเวลาในการสกัด พบว่าปริมาณร้อยละของไบโอพอลิเมอร์เพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้น โดยที่เวลา 3-4 ชั่วโมงปริมาณร้อยละของไบโอพอลิเมอร์มีค่าสูงสุด (ร้อยละ 33.60 และ 33.94 ตามลำดับ) (Figure 2) ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน (p>0.05) แต่อย่างไรก็ตามพีเอชและเวลาในการสกัดมีอิทธิพลร่วมกันทำให้ปริมาณไบโอพอลิเมอร์มีความแตกต่างกัน (p > 0.05) (Table 1) ซึ่งที่พีเอช 2 เวลาในการสกัดนาน 1 ชั่วโมง ได้ปริมาณไบโอพอลิเมอร์สูงที่สุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 36.41 รองลงมาเป็นพีเอช 6 เวลาการสกัดนาน 4 ชั่วโมง และพีเอช 4 เวลาการสกัดนาน 4 ชั่วโมง (ร้อยละ 35.48 และ 34.86 ตามลำดับ)

สมบัติทางกายภาพของไบโอพอลิเมอร์ ได้แก่ สี การละลายน้ำ และความหนืด พบว่าพีเอชและเวลาในการสกัดไม่มีผลต่อค่าสี และการละลายน้ำของไบโอพอลิเมอร์ที่สกัดได้ (p > 0.05) จาก Table 1 ค่าการละลายน้ำนั้น ไบโอพอลิแมอร์ที่สกัดได้ที่พีเอช 4 สามารถละลายได้ดีที่สุดทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน มีค่าเท่ากับร้อยละ 49.02 และ 12.67 ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาการสกัดนานขึ้น (1-4 ชั่วโมง) ไบโอพอลิเมอร์มีแนวโน้มของความสามารถในการละลายได้ลดลงทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน และจากการศึกษาความหนืดของสารละลายจากไบโอพอลิเมอร์ที่ได้จากการสกัด พบว่าเมื่อความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อพีเอชเพิ่มขึ้น และเมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้นค่าความหนืดลดลง เนื่องจากความหนืดของสารละลายขึ้นอยู่กับขนาดของมวลโมเลกุลของสาร สารที่มีมวลโมเลกุลขนาดใหญ่สารละลายมีความหนืดสูง แต่ที่พีเอชต่ำความแรงของกรดสูงทำให้สามารถสลายพันธะของไบโอพอลิเมอร์ให้เล็กลงส่งผลความหนืดของสารละลายลดลงด้วย และเมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้นความร้อนสามารถสลายพันธะของไบโอพอลิเมอร์ให้มีขนาดเล็กลงได้เช่นกันจึงทำให้ความหนืดลดลงเมื่อใช้เวลาการสกัดนานขึ้น (Bird และคณะ, 1981; Armisen และคณะ, 2000; Praiboon และคณะ, 2006) จาก Table 1 ที่พีเอช 6 เวลาการสกัด 1 ชั่วโมง ไบโอพอลิเมอร์ที่ได้มี

ความหนืดสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 193.21 cP รองลงมาเป็น พีเอช 6 เวลาการสกัด 2 ชั่วโมง และ พีเอช 4 เวลาการสกัด 1 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 153.53 cP และ 149.39 cP ตามลำดับ

สรุปผล

สภาวะที่เหมะสมในการสกัดไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. ด้วยกรด คือที่พีเอช 6 เวลาการสกัด 2 ชั่วโมง ซึ่งได้สารสกัดสูง และมีสมบัติทางกายภาพดี มีความหนืดสูง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการการสร้างภาคีในการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก ระหว่าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กับสถาบันการศึกษา ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

อมมี เบญจมะ ศิริรัตน์ เวชกุล และพายัพ มาศนิยม, 2552, ผลผลิตและคุณภาพวุ้นสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียจากอ่าวปัตตานี, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(3): 17-20.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Ed. AOAC International Official Method 990, 12, Gaithersburg, MD.

Andriamanantoanina, H., Chambat, G. and Rinaudo, M., 2007, Fractionation of Extracted Madagascan *Gracilaria corticata* Polysaccharides: Structure and Properties, Carbohydrate Polymers, 68: 77–88.

Armisen, R., Galatas, F., Hispanagar, S. and Madrid, A., 2000, Agar, *In* Phillips, Handbook of Hydrocolloids, CRC Press, Cambridge. pp. 21-40.

Bird, K.T., Hanisak, M.D. and Ryther, J., 1981, Chemical Quality and Production of Agars Extracted from *Gracilaria tikvahiae* Grown in Different Nitrogen Enrichment Conditions, Bot. Mar, 24: 441-444.

Buriyo, A.S. and Kivaisi, A.K., 2003, Standing Stock, Agar Yield and Properties of *Gracilaria salicornia* Harvested Along the Tanzanian Coast Western Indian Ocean, Journal of Marine Science, 2(2): 171–178.

Laohakunjit, N. and Noomhorm, A., 2004, Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier Properties of Rice Starch Film, Starch/Starke, 56: 348-356.

Marinho-Soriano, E., 2001, Agar Polysaccharides from *Gracilaria* Species (Rhodophyta, Gracilariaceae), Journal of Biotechnology, 89: 81–84.

Marinho-Soriano, E. and Bourret, E., 2003, Effects of Season on the Yield and Quality of Agar from *Gracilaria* Species (Gracilariaceae, Rhodophyta), Bioresource Technology, 90: 329–333.

Marinho-Soriano, E. and Bourret, E., 2005, Polysaccharides from The Red Seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta), Bioresource Technology, 96(3): 379-382.

Praiboon, J., Chirapart, A., Akakabe, Y., Bhumibhamon, O. and Kajiwara, T., 2006, Physical and Chemical Characterization of Agar Polysaccharides Extracted from the Thai and Japanese species of Gracilaria, ScienceAsia 32 Supplement 1 (2006): 11-17

Younis, Y.M.H., Tecleab, S., Gheza, T. and Rahama, I.H., 2000, Determination of the Biomass and Phycocolloid Contents of Some Marine Algae from Eritrea, Journal of King Abdulaziz University Marine Science, 11: 19-25.

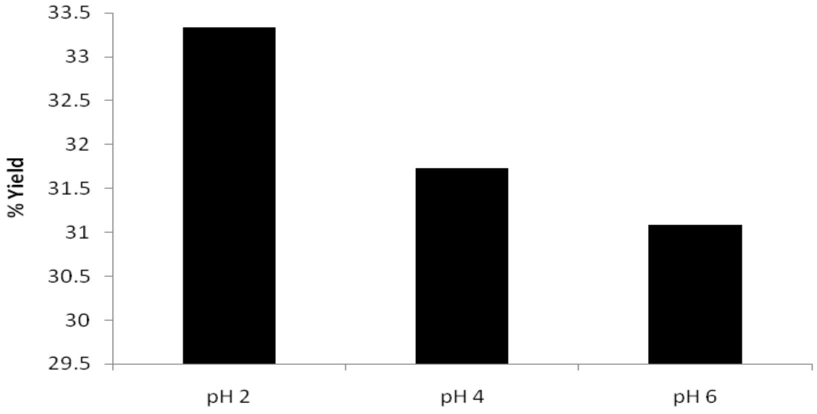


Figure 1 Effect of pH on yield of biopolymer from *Gracilaria* spp.

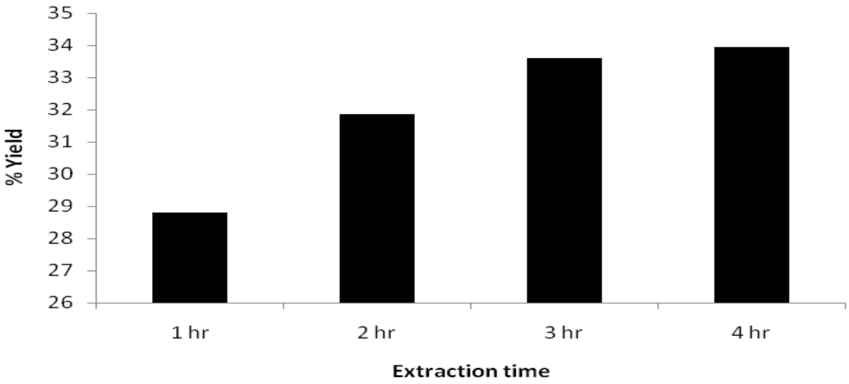


Figure 2 Effect of extraction time with HCl on yield of biopolymer from *Gracilaria* spp.

Table 1 Effect of pH and extraction time with HCl on yield and physical properties of biopolymer from *Gracilaria* spp.

pH	Extraction time (hr)	% Yield	L*	a*	b*	Cold solubility (%)	Hot solubility (%)	Viscosity (cP)
2	1	36.41[a]	70.70	4.53	23.57	44.47	10.52	33.19[e]
	2	33.38[d]	71.57	3.70	21.83	41.43	8.00	24.38[e]
	3	31.97[e]	72.57	3.10	20.93	34.67	6.00	25.44[e]
	4	31.46[e]	68.20	3.53	20.10	30.90	4.67	12.68[e]
4	1	25.97[f]	58.50	2.97	16.57	49.02	12.67	149.39[b]
	2	31.25[e]	60.20	2.83	16.80	46.67	12.47	123.40[bc]
	3	34.83[bc]	66.93	1.93	16.27	46.67	12.00	129.25[bc]
	4	34.87[bc]	68.30	1.93	17.10	42.67	10.67	87.39[d]
6	1	23.99[g]	63.17	2.47	16.13	39.22	8.49	193.21[a]
	2	30.85[e]	63.73	2.50	17.23	38.56	6.00	153.53[b]
	3	34.01[cd]	63.87	2.43	17.13	32.00	4.67	102.02[cd]
	4	35.48[ab]	63.27	2.53	17.17	30.25	4.67	99.78[cd]
F-test		**	ns	ns	ns	ns	ns	*

Remark: Different letters in the same row indicate statistical differences ($p \leq 0.05, 0.01$). Means follow by common letters within each column were not significantly different at 5 % level by DMRT, ns = non significant

สมบัติทางกายภาพของไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp.

Physical Properties of Biopolymer from *Gracilaria* spp.

อัครเดช นครเสด็จ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ โศรดา วัลภา[2]

Nakornsadet, A.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Wanlapa, S.[2]

Abstract

The water extraction of biopolymer from *Gracilaria* spp. at 95±5^{O}C were varied the extraction time from 1, 2, 3 and 4 hrs and precipitated biopolymer by alcohol. Biopolymer extracted with hot water was yielded at 17.68-30.80%, which the highest yield (30.80%) was the biopolymer extracted for 4 hrs. However, there was not significant difference (p>0.05) among biopolymer contents extracted for 2, 3 and 4 hrs. The physical properties; color, solubility and viscosity of biopolymer were monitored. It was found that color of biopolymer extracted with water was light brown yellowish which L*, a* and b* were 60.35, 2.26 and 13.40, respectively. The biopolymer extracted for 1 hr gave the best solubility. Solubility of biopolymer in cold water was greater than in hot water which their solubility was 44.67% and 10.53%, respectively. When viscosity was monitored, it was found that highest viscosity (305.07 cP) of biopolymer when extract at 2 hrs.

Keywords: biopolymer, *Gracilaria* spp., water extract, viscosity

บทคัดย่อ

การสกัดสารไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 95±5 องศาเซลเซียส แปรเวลาในการสกัด 1, 2, 3 และ4 ชั่วโมง และตกตะกอนไบโอพอลิเมอร์ด้วยแอลกอฮอล์ พบว่าไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. มีปริมาณร้อยละ 17.68-30.80 โดยที่เวลาในการสกัด 4 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารไบโอพอลิเมอร์สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 30.80 ทั้งนี้ที่เวลาในการสกัด 2, 3 และ 4 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารไบโอพอลิเมอร์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของสาร ไบโอพอลิเมอร์ที่ได้จากทุกเวลาการสกัด ได้แก่ ค่าสี และการละลายน้ำ พบว่าสารไบโอโพลิเมอร์มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหลือง มีค่าสีเท่ากับ L* 60.35 a* 2.26 b* 13.40 มีค่าการละลายน้ำที่เวลาการสกัด 1 ชั่วโมง ดีที่สุด โดยละลายในน้ำเย็นได้ดีกว่าน้ำร้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 44.67 และ 10.53 ตามลำดับ และศึกษาความหนืดของสารละลายจากไบโอ พอลิเมอร์ที่ได้จากการสกัด พบว่าใช้เวลาการสกัดมีความหนืดของสารละลายสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 305.07 cP.

คำสำคัญ: ไบโอพอลิเมอร์ สาหร่าย *Gracilaria* spp. การสกัดด้วยน้ำ ความหนืด

บทนำ

ไบโอพอลิเมอร์ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจัดได้ว่าเป็นพอลิเมอร์ที่มีมากที่สุด มีอยู่หลากหลายชนิดในสิ่งมีชีวิตทุกประเภททั้งพืชและสัตว์ ซึ่งสามารถจำแนกไบโอพอลิเมอร์ได้เป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ พอลิแซคคาไรด์ (แป้ง เซลลูโลส เพคติน กัม ไคโตแซน อัลจิเนต อาการ์ และคาราจีแนน เป็นต้น) โปรตีน (คอลลาเจน และอิลาสติน เป็นต้น) (Phan และคณะ, 2009) ไบโอพอลิเมอร์ในกลุ่มพอลิแซคคาไรด์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น เครื่องนุ่งห่ม การแพทย์ เครื่องสำอาง และบรรจุภัณฑ์ (Nishinari และ Takahashi, 2003; Malafaya และคณะ, 2007) ไบโอพอลิเมอร์ในกลุ่มนี้ได้จากพืชชั้นสูง รวมทั้งสาหร่ายทั้งสาหร่ายสีแดงและ สาหร่ายสีน้ำตาล ซึ่งผลิตขึ้นในผนังเซลล์และช่องว่างภายในเซลล์ เช่น สาหร่ายสีแดง (Rhodophyta) ผลิต galactans สาหร่ายสีน้ำตาล (Phaeophyceae) ผลิต uronates (Younis และคณะ, 2000; Pereira และคณะ, 2009) ไบโอพอลิเมอร์ที่ได้จากสาหร่ายทะเลสีแดงส่วนใหญ่เป็น sulfated polysaccharide ซึ่งประกอบด้วยพอลิเมอร์สายตรงของ 3-β-D-galactopyranosyl และ 4-α-L-galactopyranosyl สาหร่ายทะเลสีแดงในสกุล *Gelidium* เป็นแหล่งของ agar ที่ดีและมีคุณภาพมากที่สุดเหมาะที่ใช้ผลิตเป็น agar ทางการค้า และใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แต่เนื่องจาก

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กทม. 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

[2]ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[2]Food Technology Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 35 Moo 3, Khlong 5, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120

Gelidium มีราคาแพงและไม่ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป จึงต้องหาแหล่ง agar แหล่งใหม่ ซึ่งสาหร่ายทะเลสีแดงในสกุล *Gracilaria* เป็นแหล่งของ agar ที่ดีอีกชนิดหนึ่ง สามารถใช้แทน *Gelidium* ได้ *Gracilaria* มีปริมาณ agar อยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 และมีคุณภาพแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด แหล่งที่มา ฤดูกาล ช่วงวงจรชีวิต ของสาหร่าย และวิธีการสกัด เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ววิธีการสกัดนิยมสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิสูง หรือสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันไอ และแยกไบโอพอลิเมอร์ด้วยวิธีการ freeze-thaw ได้ agar หรือไบโอพอลิเมอร์ที่มีลักษณะเจลที่แข็งและเปราะ ความหนืดต่ำ (Marinho-Soriano, 2001; Marinho-Soriano และ Bourret, 2003; Marinho-Soriano และ Bourret, 2005; Praiboon และคณะ, 2006: Andriamanantoanina และคณะ, 2007) เนื่องจากสาหร่าย *Gracilaria* spp. มีมากทางชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทย และยังมีการเพาะเลี้ยงกันมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาผลผลิต สมบัติทางกายภาพบางประการของไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. ด้วยการตกตะกอนแยกไบโอพอลิเมอร์ด้วยแอลกอฮอล์ ซึ่งยังไม่มีการรายงานการใช้วิธีนี้ในการผลิตไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่ายชนิดนี้ และผลจากการวิจัยสามารถใช้สำหรับการพัฒนาคุณภาพของไบโอพอลิเมอร์ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมตัวอย่างสาหร่าย *Gracilaria* spp. ที่ได้จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี โดยการล้างทำความสะอาดและแยกสิ่งปนเปื้อนออกด้วยน้ำประปา แล้วอบแห้งด้วยตู้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นำมาบดละเอียด และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (fiber) ตามวิธี Associaton of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000) นำสาหร่ายที่เตรียมไว้ 10 กรัม มาสกัดด้วยน้ำกลั่น 500 ml ต้มที่อุณหภูมิ 95±5 องศาเซลเซียส เวลา 1, 2, 3, และ 4 ชั่วโมง แล้วกรองผ่าน filter sheet cloth เพื่อแยกกากสาหร่ายออกขณะที่สารละลายร้อน เติม 95% เอธานอล เพื่อตกตะกอนไบโอพอลิเมอร์ กรองแยกตะกอนออกแล้วล้างตะกอนด้วย 95% เอธานอล ทำแห้งโดยอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วบดละเอียด (ดัดแปลงตามวิธีของ Marinho-Soriano, 2001 และ Brummer, 2003) จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์ ปริมาณไบโอพอลิเมอร์ทั้งหมด (% yield), สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีด้วยเครื่อง minolta chroma meter วัดค่าการละลายในน้ำเย็นและน้ำร้อน โดยนำไบโอพอลิเมอร์ 1 กรัม ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer) นาน 30 นาที นำไป centrifuge ด้วยความเร็ว 6000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แยกเอาส่วนใสออก นำส่วนที่ไม่ละลายไปทำให้แห้ง แล้วคำนวณค่าการละลาย (Laohakunjit และ Noomhorm, 2004) และวัดค่าความหนืดของสารละลายจากไบโอพอลิเมอร์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ด้วยเครื่อง rheometer (Physica MCR 301, Anton Paar Ltd., Graz-Austria) นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SAS วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 3 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสาหร่าย *Gracilaria* spp. พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 18.042 ไขมันร้อยละ 0.29 เถ้าร้อยละ 27.14 เยื่อใยร้อยละ 11.98 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 42.56 และจากการศึกษาผลของเวลาในการสกัดไบโอพอลิเมอร์ด้วยน้ำอุณหภูมิ 95±5 องศาเซลเซียส และตกตะกอนแยกไบโอพอลิเมอร์ด้วยแอลกอฮอล์ ต่อปริมาณไบโอพอลิเมอร์ทั้งหมด จาก Figure 1a กราฟแสดงเวลาในการสกัดและร้อยละโดยน้ำหนักแห้งของสารไบโอพอลิเมอร์ พบว่าไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. มีปริมาณร้อยละ 17.68-30.80 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Praiboon และคณะ (2006) รายงานปริมาณร้อยละของไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* sp. จากการสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส และแยกไบโอพอลิเมอร์โดยวิธี freeze-thaw ในประเทศไทยและญี่ปุ่น มีปริมาณร้อยละ 13-39 และ 31-39 ตามลำดับ ผลการทดลองที่เวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง มีค่าไบโอพอลิเมอร์ต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 17.68 และที่เวลาในการสกัดที่ 2, 3 และ 4 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารไบโอพอลิเมอร์เพิ่มขึ้นตามเวลาการสกัดที่นานขึ้น ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 25.47, 29.74 และ 30.80 ตามลำดับ เห็นได้ว่าที่เวลาการสกัด 2-3 ชั่วโมงปริมาณร้อยละสารสกัดมีความแตกต่างกัน และเวลา 3-4 ชั่วโมงปริมาณร้อยละสารสกัดเริ่มคงที่และมีค่าสูงสุดที่เวลาการสกัด 4 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณสารไบโอพอลิเมอร์ที่ได้จากเวลาการสกัด 2, 3 และ4 ชั่วโมงมีค่าปริมาณร้อยละสารสกัดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Table 1) ดังนั้นเวลาที่เหมาะในการสกัดสารไบโอพอลิเมอร์ด้วยน้ำจากสาหร่าย *Gracilaria* spp. คือ ที่เวลา 2-4 ชั่วโมง ซึ่งได้ปริมาณไบโอพอลิเมอร์สูง ร้อยละ 25-30

เมื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของไบโอพอลิเมอร์ ได้แก่ สี การละลาย และความหนืด พบว่าเวลาในการสกัดไม่มีผลต่อค่าสีของไบโอพอลิเมอร์ที่สกัดได้ โดยทุกเวลาการสกัดได้ไบโอพอลิเมอร์มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหลือง มีค่าสี L* มีค่าระหว่าง 56-63 a* มีค่าระหว่าง 2.1-2.5 b* มีค่าระหว่าง 11-16 ซึ่งไม่แตกต่างกัน $p \geq 0.05$ (Table 1) ส่วนค่าการละลายน้ำที่เวลาการสกัด 1 ชั่วโมง ดีที่สุด โดยละลายในน้ำเย็นได้ดีกว่าน้ำร้อน เนื่องจากความร้อนทำให้ไบโอพอลิเมอร์เกิดการสร้าง net work รวมตัวกันเป็นโครงร่างแหเกิดเป็นเจลขึ้นทำให้ความสามารถในการละลายน้ำลดลง (นิธิยา, 2545) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 44.67 และ 10.53 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มในการละลายลดลงทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน เมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้น (Figure 1b) และศึกษาความหนืดของสารละลายจากไบโอพอลิเมอร์ที่ได้จากการสกัด พบว่าที่เวลาการสกัด 2 ชั่วโมง ให้ค่าความหนืดสูงสุดมีค่าเท่ากับ 305.07 cP ส่วนที่เวลาการสกัด 1, 3 และ 4 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 117.18, 143.97 และ 115.35 cP ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน $p \geq 0.05$ (Figure 1c)

สรุปผล

เวลาที่เหมาะสมในการสกัดไบโอพอลิเมอร์จากสาหร่าย *Gracilaria* spp. คือที่เวลาการสกัด 2-4 ชั่วโมง ซึ่งได้สารไบโอพอลิเมอร์สูงสุด โดยเวลาไม่มีผลต่อค่าสีของสารไบโอพอลิเมอร์ แต่มีผลต่อค่าความสามารถในการละลาย โดยความสามารถในการละลายลดลงเมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้นทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน ส่วนผลของเวลาการสกัดต่อความหนืดนั้น ที่เวลาในการสกัด 2 ชั่วโมง ให้ค่าความหนืดสูงสุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการการสร้างภาคีในการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก ระหว่าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กับสถาบันการศึกษา ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545, เคมีอาหาร, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ, 487 หน้า

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Ed, AOAC International Official Method 990,12., Gaithersburg, MD.

Andriamanantoanina, H., Chambat, G. and Rinaudo, M., 2007, Fractionation of Extracted Madagascan *Gracilaria corticata* Polysaccharides: Structure and Properties, Carbohydrate Polymers, 68: 77–88.

Laohakunjit, N. and Noomhorm, A., 2004, Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier Properties of Rice Starch Film, Starch/Starke, 56: 348-356.

Malafaya, P.B., Silva, G.A. and Reis, R.L., 2007, Natural–Origin Polymers as Carriers and Scaffolds for Biomolecules and Cell Delivery in Tissue Engineering Applications, Advanced Drug Delivery Reviews, 59: 207–233.

Marinho-Soriano, E., 2001, Agar Polysaccharides from *Gracilaria* Species (Rhodophyta, Gracilariaceae), Journal of Biotechnology, 89: 81–84.

Marinho-Soriano, E. and Bourret, E., 2003, Effects of Season on the Yield and Quality of Agar from *Gracilaria* Species (Gracilariaceae, Rhodophyta), Bioresource Technology, 90: 329–333.

Marinho-Soriano, E. and Bourret, E., 2005, Polysaccharides from The Red Seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta), Bioresource Technology, 96(3): 379-382.

Nishinari, K. and Takahashi, R., 2003, Interaction in Polysaccharide Solutions and Gels, Current Opinion in Colloid and Interface Science, 8: 396–400.

Phan, T.D., Debeaufort, F., Voilley, A. and Luu, D., 2009, Biopolymer Interactions Affect the Functional Properties of Edible Films Based on Agar, Cassava Starch and Arabinoxylan Blends, Journal of Food Engineering, 90: 548–558.

Praiboon, J., Chirapart, A., Akakabe, Y., Bhumibhamon, O. and Kajiwara, T., 2006, Physical and Chemical Characterization of Agar Polysaccharides Extracted from the Thai and Japanese Species of Gracilaria, ScienceAsia 32 Supplement 1 (2006): 11-17

Pereira, L., Amado, A.M., Critchley, A.T., Velde, F. and Ribeiro-Claro, P.J.A., 2009, Identification of Selected Seaweed Polysaccharides (phycocolloids) by Vibrational Spectroscopy (FTIR-ATR and FT Raman), Food Hydrocolloids, 1–7.

Younis, Y.M.H., Tecleab, S., Gheza, T. and Rahama, I.H., 2000, Determination of the Biomass and Phycocolloid Contents of Some Marine Algae from Eritrea, Journal of KAU Mars Sciences, 11: 19-25.

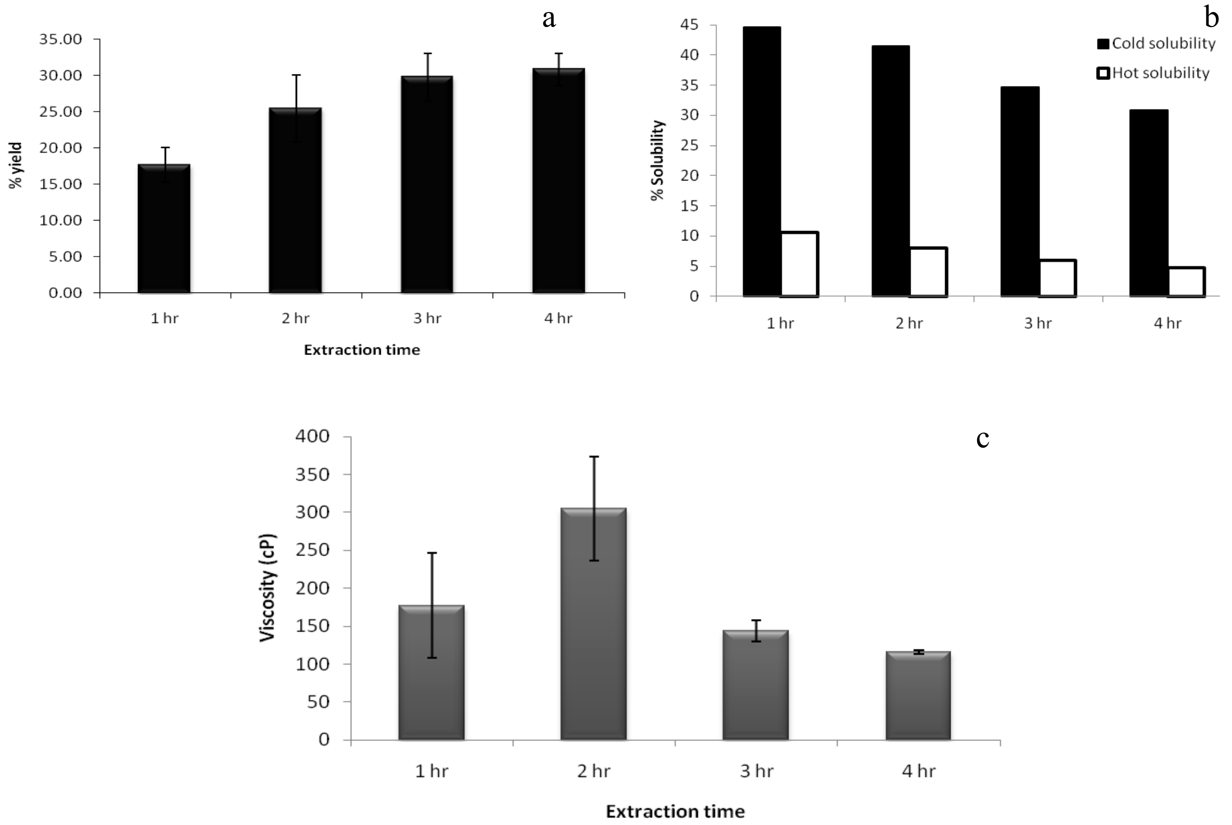


Figure 1 Effect of extraction time with water on a) % yield, b) % solubility (■ cold solubility □ hot solubility) and c) viscosity of biopolymer from *Gracilaria* spp.

Table 1 Effect of extraction time with water on yield and physical properties of biopolymer from *Gracilaria* spp.

Extraction time (hr)	% Yield	L*	a*	b*	Cold solubility (%)	Hot solubility (%)
1	17.68^{b}	57.87	2.24	14.97	44.67^{a}	10.52^{a}
2	25.47^{a}	56.67	2.50	15.53	41.43^{ab}	8.00^{b}
3	29.74^{a}	63.13	2.20	11.63	34.67^{bc}	6.00^{c}
4	30.80^{a}	63.73	2.10	16.47	30.90^{c}	4.67^{c}
F-test	**	ns	ns	ns	**	**

Remark: Different letters in the same row indicate statistical differences ($p \leq 0.05, 0.01$). Means follow by common letters within each column were not significantly different at 5 % level by DMRT, ns = non significant

การพัฒนาถาดโฟมจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด

Development of Cassava Starch Based Foam for Fresh Cut Pomelo

ณัฐพล ไข่แสงศรี[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง[2]

Kaisangsri, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1] and Pratheepthinthong, S.[2]

Abstract

This study was conducted in order to improve quality of cassava starch based foam for fresh cut pomelo. The kraft fiber at 0, 10, 20, 30 and 40% and chitosan at 0, 2, 4 and 6% was mixed with 80% cassava starch. Baking in hot mold was used to develop the cassava starch based foam by using baking machine controlled temperature at 250°C for 3 min. Results showed that foam produced from 80% cassava starch, 30% kraft fiber and 4% chitosan of starch based foam had the properties closed to polystrylene foam, but water absorption index (WAI) and water solubility index (WSI) of starch based foam were greater than the polystyrene foam. Foam produced with starch, fiber, and chitosan was developed by adding two additives; soybean oil and polyvinyl alcohol (PVOH). Results showed that 10% soybean oil and PVOH did not effect on tensile strength and elongation but the additives could decrease WAI and WSI of the starch based foam. Foam made from starch, fiber, chitosan mixed with 10% soybean oil and PVOH was applied for fresh cut pomelo. It was found that fresh cut pomelo kept in foam tray with soybean oil had a greater quality than kept in starch based foam tray with PVOH.

Keywords: cassava starch based foam, kraft fiber, chitosan, fresh cut pomelo

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาถาดโฟมแป้งมันสำปะหลัง เพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด โดยนำแป้งมันสำปะหลัง 80% ผสมไฟเบอร์จากเยื่อคราฟท์ 0, 10, 20, 30 และ 40% และไคโตแซนความเข้มข้น 0, 2, 4 และ 6% แล้วใช้เทคนิค baking in hot mold โดยใช้เครื่อง baking machine ที่อุณหภูมิ 250°C เป็นเวลา 3 นาที พบว่าโฟมแป้งที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 80% ผสมเยื่อคราฟท์ 30% เติมไคโตแซน 4% มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงใกล้เคียงกับโฟมจากพอลิสไตรีน แต่การดูดซับน้ำและการละลายน้ำของโฟมแป้งมีค่าสูงกว่าโฟมจากพอลิสไตรีน จึงพัฒนาประสิทธิภาพของโฟมแป้งผสมไคโคแซน และเยื่อคราฟท์ โดยการเติมสารเติมแต่ง 2 ชนิด คือ น้ำมันถั่วเหลือง และ polyvinyl alcohol (PVOH) 0, 5, 10 และ 15% พบว่าการเติมน้ำมันถั่วเหลือง และ PVOH 10% ไม่มีผลต่อแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวของโฟมแป้ง แต่ทำให้การดูดซับน้ำและการละลายน้ำลดลง เมื่อนำถาดโฟมแป้งผสมไฟเบอร์ และไคโตแซนที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองและ PVOH 10% มาใช้บรรจุส้มโอตัดแต่งสด พบว่าถาดโฟมแป้งที่เติมน้ำมันถั่วเหลือง มีคุณสมบัติดีกว่าถาดโฟมแป้งที่เติม PVOH

คำสำคัญ: โฟมแป้งมันสำปะหลัง เยื่อคราฟท์ ไคโตแซน ส้มโอตัดแต่งสด

คำนำ

การใช้บรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ในประเทศไทยสำหรับเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารและผลไม้สดมีน้อย ทั้งที่ประเทศไทยมีวัตถุดิบในการผลิตจำนวนมาก เช่น แป้งมันสำปะหลัง ที่มีสมบัติ thermoplastic สามารถนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารและผลไม้ได้ แต่โฟมที่ผลิตจากแป้งที่ได้มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงและการต้านทานน้ำต่ำ (Carr และคณะ, 2006) จึงมีการปรับปรุงโดยการเติม เส้นใย PVOH และไคโตแซน เป็นต้น โดย Cinelli และคณะ (2005) ได้ศึกษาการเติม PVOHร่วมกับเส้นใยลงในโฟมแป้งมันฝรั่งพบว่าสามารถลดการดูดซึมน้ำของโฟมแป้งมันฝรั่งได้ เช่นเดียวกับ Shogren และคณะ (2002) พบว่าการเติม PVOH ร่วมกับ aspen fiber สามารถทำให้การต้านทานน้ำของโฟมแป้งข้าวโพดเพิ่มขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการ

---

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalya Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

[2]ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900

[2]Packaging Center of Thailand, Science and Technology Research Institute of Thailand, Jatujak, Bangkok 10900

พัฒนาถาดโฟมแป้งมันสำปะหลังที่มีการต้านทานน้ำที่สูง เพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสดเพื่อทดแทนการใช้พลาสติก

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมสารละลายเจลแป้ง โดยนำแป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และผสมเยื่อคราฟท์ 0, 10, 20, 30 และ 40% เติมไคโตแซนความเข้มข้น 0, 2, 4 และ 6% ที่ละลายในกรดอะซีติกความเข้มข้น 1% ในอัตราส่วนเจลแป้งต่อไคโตแซน 1:1 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง homogenizer เป็นเวลา 5 นาที เติมสารเติมแต่ง ได้แก่ น้ำมันพืชและ PVOH 0, 5, 10, 15% ของน้ำหนักแป้ง จากนั้นนำส่วนผสมมาทำให้เข้ากันด้วยเครื่อง homogenizer ด้วยความเร็ว 13,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำส่วนผสม 60 ml ขึ้นรูปโดยใช้เทคนิค baking in hot mold ด้วยเครื่อง baking machine (รุ่น zu-1, Taiwan) ที่อุณหภูมิ 250°C เป็นเวลา 3 นาที วิเคราะห์สมบัติทางกลของโฟมแป้งมันสำปะหลัง ได้แก่ แรงต้านทานการดึงขาด (tensile strength) และการยืดตัว (elongation) (ASTM, 1989) การดูดซึมน้ำ (water absorption index) และการละลายน้ำ (water solubility index) (AACC method 56-20) ส่วนศึกษาการประยุกต์ใช้ถาดโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนสำหรับบรรจุส้มโอตัดแต่งสดโดยขึ้นรูปโฟมแป้งที่ผ่านการคัดเลือกที่ดีที่สุด มาบรรจุส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ จำนวน 3 กลีบและห่อด้วย plastic wrap เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C ในตู้เย็นตลอดอายุการเก็บรักษา ติดตามการเปลี่ยนแปลงแรงต้านทานแรงดึงขาด การยืดตัว และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของโฟมแป้ง วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ SAS Program (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่า โฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ปริมาณสูงขึ้นมีค่าแรงต้านทานการดึงขาดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Shogren และคณะ (2002) ที่พบว่าการเติมไฟเบอร์จาก aspen ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้โฟมแป้งข้าวโพดมีแรงต้านทานในการดึงขาดเพิ่มสูงขึ้น ส่วนการเติมไคโตแซนความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้การยืดตัวเพิ่มขึ้น โดยโฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ 30% และไคโตแซนความเข้มข้น 4% มีค่าแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวใกล้เคียงกับโฟมจากพอลิสไตรีนมากที่สุด โดยมีค่าแรงต้านทานการดึงขาด เท่ากับ 944.40 kPa และการยืดตัว เท่ากับ 2.43% (Table 2) ส่วนโฟมจากพอลิสไตรีนค่าแรงต้านทานการดึงขาด เท่ากับ 915.27 kPa และการยืดตัว เท่ากับ 2.48%

สำหรับค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำของโฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ 30% และไคโตแซนความเข้มข้น 4% มีค่าเท่ากับ 7.20 และ 6.70 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงเมื่อเทียบกับโฟมจากพอลิสไตรีนที่มีค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำเท่ากับ 5.11 และ 0 ตามลำดับ การที่โฟมแป้งมีค่าการดูดซึมน้ำและการละลายน้ำสูงกว่ากโฟมจากพอลิสไตรีน เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติเป็น hydrophilic จึงทำให้โฟมแป้งดูดความชื้นจากในอากาศได้ (Soykeabkaew และคณะ, 2004)

การศึกษาการเติมสารเติมแต่งโฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ 30% และไคโตแซนความเข้มข้น 4% ที่เติม PVOH 10% พบว่าไม่มีผลต่อค่าการยืดตัวแต่ทำให้แรงต้นทานการดึงขาดเพิ่มขึ้น และค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำลดลง (Table 2) เช่นเดียวกับ Cinelli และคณะ (2005) ที่พบว่าการเติม PVOH ร่วมกับเส้นใยจากข้าวโพดลงในโฟมแป้งมันฝรั่งสามารถลดการการดูดซับน้ำได้ สำหรับการเติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% พบว่าการเติมน้ำมันไม่มีผลต่อแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวของโฟม แต่ส่งผลให้การดูดซับน้ำและการละลายน้ำต่ำสุด เท่ากับ 5.50 และ 5.47 ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าโฟมจากแป้งมันสำปะหลังที่เติมสารเติมแต่งที่เป็น PVOH เนื่องจาก PVOH เป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) จึงสามารถดูดซับความชื้นและทำให้มีปริมาณความชื้นมากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองซึ่งมีสมบัติ hydrophobic (Shogren และคณะ, 2002)

เมื่อนำถาดโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนมาประยุกต์ใช้สำหรับบรรจุส้มโอตัดแต่งสดแล้วเก็บไว้ที่ 10°C พบว่าถาดโฟมมีค่าแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวลดลง (Table 3) โดยโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนที่เติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% เมื่อนำมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสด มีค่าแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวลดลงต่ำที่สุด ซึ่งลดลงต่ำกว่าโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่เติม PVOH 10% และโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่ไม่เติมสารเติมแต่ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนที่เติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% เมื่อนำมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสด มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้อยกว่าโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนที่ไม่ได้เติมสารเติมแต่ง และเติม PVOH 10% ซึ่งสัมพันธ์กับค่าแรงต้านทานการดึงขาด ของ แสงสุรีย์ (2540) ที่ทดลองโดยนำถาดโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์จากใบสับปะรดมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสด

สรุปผล

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า โฟมแป้งมันสำปะหลังผสมเยื่อคราฟท์ 30% เติมไคโตแซน 4% มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงใกล้เคียงกับโฟมจากพอลิสไตรีน แต่การดูดซับน้ำและการละลายน้ำของโฟมแป้งมีค่าสูงกว่าโฟมจากพอลิสไตรีน และเติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% ไม่มีผลต่อแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวของโฟมแป้ง แต่ทำให้การดูดซับน้ำและการละลายน้ำลดลง เมื่อนำมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสด พบว่าโฟมแป้งมีค่าแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวลดลง ต่ำกว่าโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่เติม PVOH 10% และโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่ไม่เติมสารเติมแต่ง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัท กระดาษสหไทย จำกัด (มหาชน) ที่อนุเคราะห์เยื่อคราฟท์ และโครงการสร้างภาคีในการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยที่สนับสนุนทุนวิจัย

Table 1 Effect of chitosan and fiber content on tensile strength, elongation, water absorption index and water solubility index of cassava starch based foam.

chitosan (%)	fiber (%)	tensile strength (kPa)	elongation (%)	water absorption index	water solubility index
0%	0%	175.23^{l}	0.88^{g}	11.01^{fg}	15.77^{a}
	10%	473.95^{i}	1.73^{bcdef}	12.88^{d}	14.53^{b}
	20%	796.35^{f}	1.65^{def}	11.86^{e}	13.03^{a}
	30%	893.26^{de}	1.59^{ef}	8.40^{j}	10.80^{d}
	40%	1160.03^{b}	1.63^{def}	7.02^{kl}	10.53^{d}
2%	0%	350.69^{k}	1.48^{f}	16.23^{b}	10.11^{d}
	10%	489.57^{i}	1.69^{cdef}	11.73^{e}	7.47^{ef}
	20%	601.92^{h}	1.99^{abcde}	9.04^{i}	7.37^{f}
	30%	829.46^{ef}	2.08^{abcde}	7.16^{k}	6.33^{fg}
	40%	1174.40^{b}	2.28^{a}	6.53^{l}	5.70^{gh}
4%	0%	369.60^{jk}	2.19^{ab}	16.72^{ab}	8.65^{e}
	10%	450.99^{ij}	2.35^{a}	11.51^{ef}	5.53^{gh}
	20%	605.40^{h}	2.38^{a}	10.15^{h}	6.27^{fg}
	30%	944.04^{cd}	2.43^{a}	7.26^{k}	6.70^{fg}
	40%	1340.97^{a}	2.11^{abcd}	8.49^{ij}	4.00^{i}
6%	0%	312.96^{k}	2.16^{abc}	16.93^{a}	10.20^{d}
	10%	375.05^{jk}	2.42^{a}	14.09^{c}	6.67^{fg}
	20%	530.65^{hi}	2.41^{a}	10.92^{g}	7.30^{f}
	30%	699.33^{g}	2.45^{a}	10.65^{hg}	4.87^{hi}
	40%	1006.98^{c}	2.25^{a}	10.23^{h}	3.97^{i}
F-test		**	**	**	**
C.V. (%)		8.23	15.07	3.15	8.93
LSD		92.24	0.50	0.57	1.22

$^{a, b, c,...}$ Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different ($p<0.05$)

Table 2 Effect of PVOH and oil content on tensile strength, elongation, water absorption index and water solubility index of cassava starch based foam.

additive	tensile strength (kPa)	elongation (%)	water absorption index (WAI)	water solubility index (WSI)
PVOH (%)				
0	944.04[ab]	2.42	7.25[c]	6.70[a]
5	881.97[b]	2.36	8.47[a]	7.12[a]
10	893.16[b]	2.22	8.01[b]	4.47[c]
15	1004.57[a]	2.21	6.96[c]	5.30[b]
F-test	**	ns	**	**
C.V. (%)	3.56	7.77	3.23	4.70
LSD	62.52	0.33	0.42	0.52
oil (%)				
0	944.04	2.42	7.25[ab]	6.70[a]
5	914.16	2.24	7.76[a]	5.11[b]
10	909.74	2.37	6.90[b]	4.95[b]
15	899.33	2.18	6.47[b]	5.39[b]
F-test	ns	ns	*	**
C.V. (%)	4.77	7.78	6.26	8.05
LSD	82.34	0.33	0.83	0.84

[a, b, c,...] Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different ($p<0.05$)

Table 3 Effect of additive on tensile strength and elongation of cassava starch based foam.

starch foam	tensile strength (kPa)				elongation (%)			
	0 day	1 day	2 day	3 day	0 day	1 day	2 day	3 day
No additive	944.04[a]	805.70[b]	669.11[b]	437.55[b]	2.42	2.02	1.79	1.61
10 % oil	909.74[ab]	887.73[a]	854.26[a]	726.34[a]	2.37	1.96	1.75	1.52
10% PVOH	893.16[b]	783.49[b]	621.88[b]	419.62[b]	2.22	1.96	1.80	1.58
F-test	*	**	**	**	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.50	1.40	4.23	2.77	8.80	3.05	3.66	2.66
LSD	45.79	23.23	60.42	29.20	0.41	0.12	0.13	0.08

[a, b, c,...] Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different ($p<0.05$)

เอกสารอ้างอิง

แสงสุรีย์ โรจน์สกุลวงศ์, 2540, การผลิตถาดจากเส้นใยใบสับปะรด, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลา นครินทร์, หน้า 3-5.

AACC method 56-20, 1983. Hydration Capacity of Pregelatinized Cereal Products, In American Association of Cereal Chemists Approved Methods, Eighth ed, The Association St. Paul, MN, USA.

ASTM, 1989, Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting (ASTM D882-88), Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, USA, p. 182–189.

Carr, L.G., Parra, D.F., Ponce, P., Lugao, A.B. and Buchler, P.M., 2006, Influence of Fibers on the Mechanical Properties of Cassava Starch Foams, Journal of Environmental Polymer Degradation, 14(2): 179-183.

Cinelli, P., Chiellini, E., Lawton, J.W. and Imam, S.H., 2005, Foamed Articles Based on Potato Starch, Corn Fibers and Polyvinyl Alcohol, Polymer Degradation and Stability, 91(5): 1147-1155.

Shogren, R.L., Lawton, J.W. and Tiefenbacher, K.F., 2002, Baked Starch Foams: Starch Modifications and Additives Improve Process Parameters, Structure and Properties, Industrial Crops and Products, 16(1): 69-79.

Soykeabkaew, N., Supaphol, P. and Rujiravanit, R., 2004, Preparation and Characterization of Jute and Flax Reinforced Starch Based Composite Foams, Carbohydrate Polymers, 58(1): 53–63.

ผลของสาร TINT-1, การฉายรังสี และกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมังคุด

Effect of TINT-1, Irradiation and Ascorbic Acid on Quality and Shelf Life of Mangosteen

นภาภรณ์ แซ่ลี้[1] อัครเดช นครเสด็จ[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์[2] บุญญา สุดาทิศ[2]
Sae-Lee, N.[1], Nakornsadet, E.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1], Phadvibulya, V.[2], Sudatis, B.[2]

Abstract

Effect of TINT-1, gamma irradiation, and ascorbic acid at 5% (w/v) on quality of mangosteen harvested at red-bloody stage was conducted. It was found that TINT-1 sprayed at the fruits resulted in a greater weight loss compared with the non-sprayed fruits. However, weight loss of non irradiated fruits was greater than the irradiated fruits. In this study, irradiated fruits without TINT-1 application had the lowest of weight loss. Results also showed that peel color of irradiated fruits remained as the original color, and their color did not turn to browning as occurred in the non-irradiated fruits. However, TINT-1 spray and irradiation did not effect on fruit firmness and total soluble solids of mangosteen. For sensory evaluation, it was found that sprayed TINT-1 and irradiated fruits resulted in a normal physical, color, and odor changes and was not different from the untreated fruits. This study could be concluded that sprayed TINT-1 and non-irradiated mangosteen had a longer shelf life than the irradiated without any TINT-1 spraying fruits. When fruits were subjected into ascorbic acid, it was found that TINT-1 sprayed fruits could maintain the quality of fruit peel than those of the control or non-subjected with ascorbic acid fruits.
Keywords: mangosteen, TRIT-1, irradiation, ascorbic acid, quality of tea

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการพ่นสาร TINT-1 ร่วมกับการฉายรังสี และการแช่กรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 5% (w/v) ที่มีต่อคุณภาพของมังคุดที่เก็บเกี่ยวระยะสีเลือด พบว่า เมื่อพ่นสาร TINT-1 มีผลทำให้มังคุดมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ามังคุดที่ไม่ได้พ่นสาร ส่วนมังคุดที่ไม่ฉายรังสีมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ามังคุดที่ผ่านการฉายรังสี และมังคุดที่มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุดคือ มังคุดที่ไม่พ่นสารและผ่านการฉายรังสี ส่วนมังคุดที่ฉายรังสีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกช้ากว่ามังคุดที่ไม่ได้ฉายรังสี อย่างไรก็ตามพบว่า การพ่นสารและฉายรังสีไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ และ total soluble solids ของมังคุด ในด้านผลทางประสาทสัมผัสมังคุด พบว่ามังคุดที่มีการพ่นสารและผ่านการฉายรังสีมีลักษณะกายภาพ สี รสชาติ และกลิ่น ไม่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่พ่นสารและไม่ฉายรังสี อย่างไรก็ตามมังคุดที่พ่นสารแต่ไม่ฉายรังสีมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด นอกจากนี้การแช่กรดแอสคอร์บิกร่วมกับการพ่นสารยังสามารถรักษาคุณภาพของผิวเปลือกมังคุดไว้ได้นานกว่ามังคุดที่ไม่ได้แช่กรดแอสคอร์บิก
คำสำคัญ: มังคุด TRIT-1 ฉายรังสี กรดแอสคอร์บิก คุณภาพของชา

คำนำ

มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) เป็นผลไม้เมืองร้อนที่ได้รับความนิยมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด เนื่องจากมีรสชาติดี หวานอมเปรี้ยว (Yu และคณะ, 2007) และนับเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากเป็นที่ต้องการสูงของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ประเทศไทยสามารถผลิตมังคุดส่งออกไปขายยังต่างประเทศ นำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท ตลาดต่างประเทศที่สำคัญ เช่น ญี่ปุ่น ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น (ฐิติมา, 2553) ปัญหาในด้านคุณภาพของมังคุดเป็นเรื่องสำคัญในการส่งออก เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น มักเกิดการเปลี่ยนแปลงภายใน การแข็งของเปลือก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และสีกลีบเลี้ยงอย่างรวดเร็ว มีรายงานการใช้รังสีแกมมาในการควบคุมคุณภาพการส่งออกมังคุดให้ได้มาตรฐาน ซึ่งรังสีแกมมานอกจากสามารถกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ปนเปื้อนมากับผลมังคุดแล้วยังสามารถควบคุมคุณภาพในด้านการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกในอัตราการเปลี่ยนแปลงสีช้ากว่ามังคุดที่ไม่ได้ผ่านการ

---

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1] chool of Bioresources and Technology, King Mongkut's University, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150
[2]กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ 9/9 หมู่ 7 ต. ทรายมูล อ. องครักษ์ จ. นครนายก 26120
[2]Nuclear Research and Development Group, Thailand Institute of Nuclear Technology 9/9 Moo 7, Sai Moon, Ongkharak, Nakornnayok 26120

ฉายรังสี (วณิช และคณะ, 2546) ยังมีรายงานการพ่นสารอินทรีย์บางชนิดเพื่อเพิ่มมูลค่ามังคุดเพื่อการส่งออก และการใช้สารเคลือบผิวที่มีอิทธิพลสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมังคุดได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาผลของการพ่นสาร TINT-1 ร่วมกับการฉายรังสีแกมมา และการแช่กรดแอสคอร์บิก ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมังคุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาผลของการพ่นสาร TINT-1 ร่วมกับการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของมังคุด โดยพ่นสาร TINT-1 ระยะที่ 1 หลังติดผล 1 วัน และ 30 วัน และหลังระยะที่ 1 พ่น 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 เดือน นำมังคุดมาคัดขนาดและสีเปลือก ใส่ในกล่องกระดาษขนาด 40 x 30 x 9 ซม. กล่องละประมาณ 7 กิโลกรัม แล้วนำมาฉายรังสี หลังจากที่ฉายรังสี เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี ทุก 7 วัน นาน 28 วัน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีกลีบเลี้ยง (โดยเครื่อง colorimeter) ความแน่นเนื้อ (โดยเครื่อง texture analyzer) total soluble solid (โดยเครื่อง hand refractometer) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนัก (% weight loss) และอายุการเก็บรักษาทุก 7 วัน นาน 42 วัน โดยแบ่ง treatment ในการศึกษา ดังนี้ treatment 1 (T1) พ่นสาร TINT-1 + ไม่ฉายรังสี, treatment 2 (T2) ไม่พ่นสาร TINT-1 + ไม่ฉายรังสี, treatment 3 (T3) พ่นสาร TINT-1 + ฉายรังสี และtreatment 4 (T4) ไม่พ่นสาร TINT-1 + ฉายรังสี
2. การศึกษาผลของการพ่นสาร TINT-1 ร่วมกับการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 5% (w/v) ต่อคุณภาพของมังคุด หลังจากพ่นสาร (ทำการทดลองเช่นเดียวกับในการทดลองข้อ 1) นำมังคุดมาคัดขนาดและสีเปลือก แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 5% (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำขึ้นวางในตะกร้า ผึ่งให้แห้ง โดยมีมังคุดที่ไม่แช่ด้วยสารละลายกรดเป็นตัวควบคุม (control) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สี

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการพ่นสาร TINT-1 ร่วมกับการฉายรังสีแกมมา พบว่า เมื่อพ่นสาร TINT-1 มีผลทำให้มังคุดมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ามังคุดที่ไม่ได้พ่นสาร ส่วนมังคุดที่ไม่ฉายรังสีมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ามังคุดที่ผ่านการฉายรังสี และมังคุดที่มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุดคือ มังคุดที่ไม่พ่นสารและผ่านการฉายรังสี (Figure 1a) การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกและสีกลีบเลี้ยงมังคุด พบว่า ค่า L, a และ b มีค่าใกล้เคียงกันในมังคุดที่ผ่านการพ่นสาร ส่วนมังคุดที่ไม่พ่นสาร TINT-1 + ฉายรังสี ใน treatment 4 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกช้ากว่ามังคุดที่ไม่ได้ฉายรังสี (Figure 2a, b, c, d, e และ f) ส่วนการเปลี่ยนแปลงด้านความแน่นเนื้อ และ total soluble solids ของมังคุด มีค่าไม่แตกต่างกันใน treatment 1 - 4 (Figure 1b และ c) ในด้านผลทางประสาทสัมผัสมังคุด พบว่ามังคุดที่มีการพ่นสารและผ่านการฉายรังสีมีลักษณะกายภาพ สี รสชาติ และกลิ่นไม่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่พ่นสาและไม่ฉายรังสี (Figure 3a, b, c และ d) อย่างไรก็ตามมังคุดที่พ่นสาร + ไม่ฉายรังสี (T1) มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด โดยในสัปดาห์ที่ 6 มีร้อยละของผลที่สามารถรับประทานได้มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 69 (Table 1) นอกจากนี้การแช่กรดแอสคอร์บิกร่วมกับการพ่นสารยังสามารถรักษาคุณภาพของผิวเปลือกมังคุดไว้ได้นานกว่ามังคุดที่ไม่ได้แช่กรดแอสคอร์บิก (Figure 4)

สรุปผล

มังคุดที่ผ่านการฉายรังสีมีการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกช้ากว่ามังคุดที่ไม่ได้ฉายรังสี และการพ่นสาร TINT-1 มีผลทำให้มังคุดมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด เป็นเวลา 6 สัปดาห์ และการใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการพ่นสารสามารถรักษาคุณภาพของผิวเปลือกมังคุดไว้ได้นานกว่ามังคุดที่ไม่ได้แช่กรดแอสคอร์บิก

เอกสารอ้างอิง

ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์, 2553, การฉายรังสีกำจัดแมลงบนผิวมังคุด [ออนไลน์], ค้นได้จาก: http://www.tint.or.th/nkc/nkc5001/nkc5001r.html [13 มิถุนาคม 2553].

วณิช ลิ่มโอภาสมณี และอรรจยา มาลากรอง, 2546, เทคโนโลยีการฉายรังสีมังคุดเพื่อการส่งออก, ประชุมวิชาการเรื่องการเพิ่มศักยภาพมังคุดไทยเพื่อการส่งออก. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จ. นครศรีธรรมราช. 12 หน้า

Yu, L., Zhao, M., Yang, B., Zhao, Q. and Jiang, Y., 2006, Phenolics from Hull of Garcinia Mangostana Fruit and Their Antioxidant Activites, Food Chemistry, 104: 176-181.

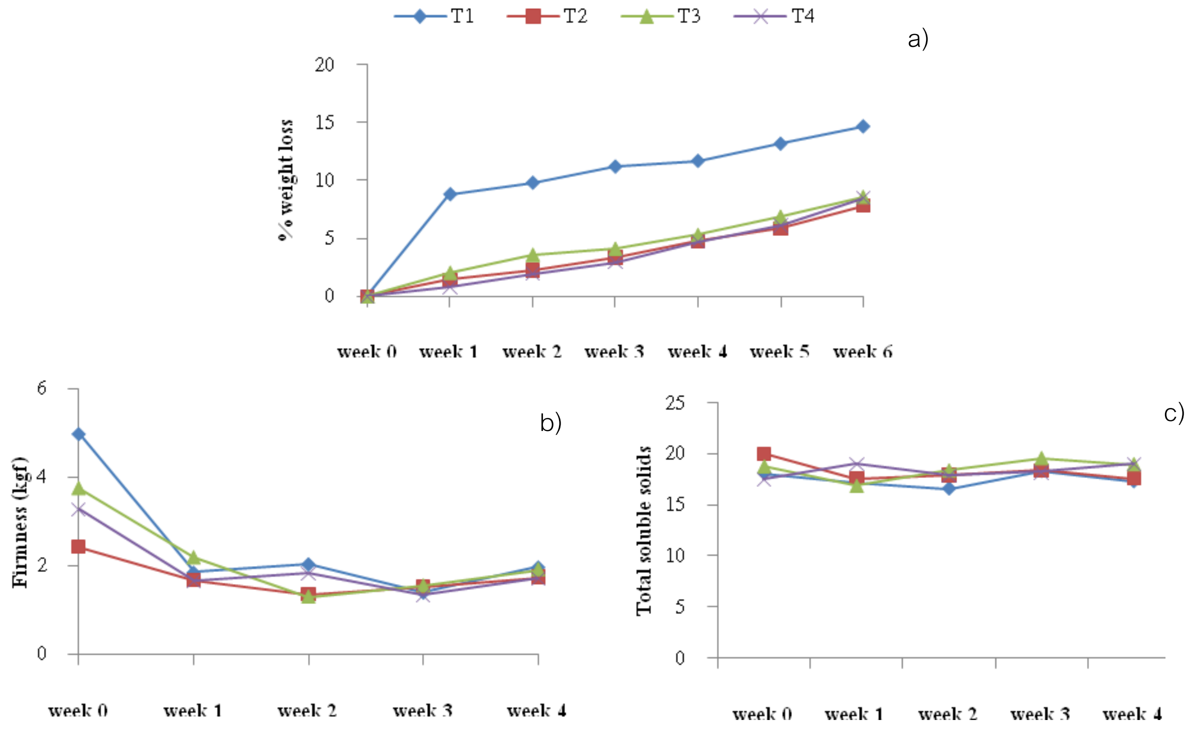


Figure 1 Physical and chemical change of mangosteen during storage a) % weight loss b) firmness and c) total soluble solids

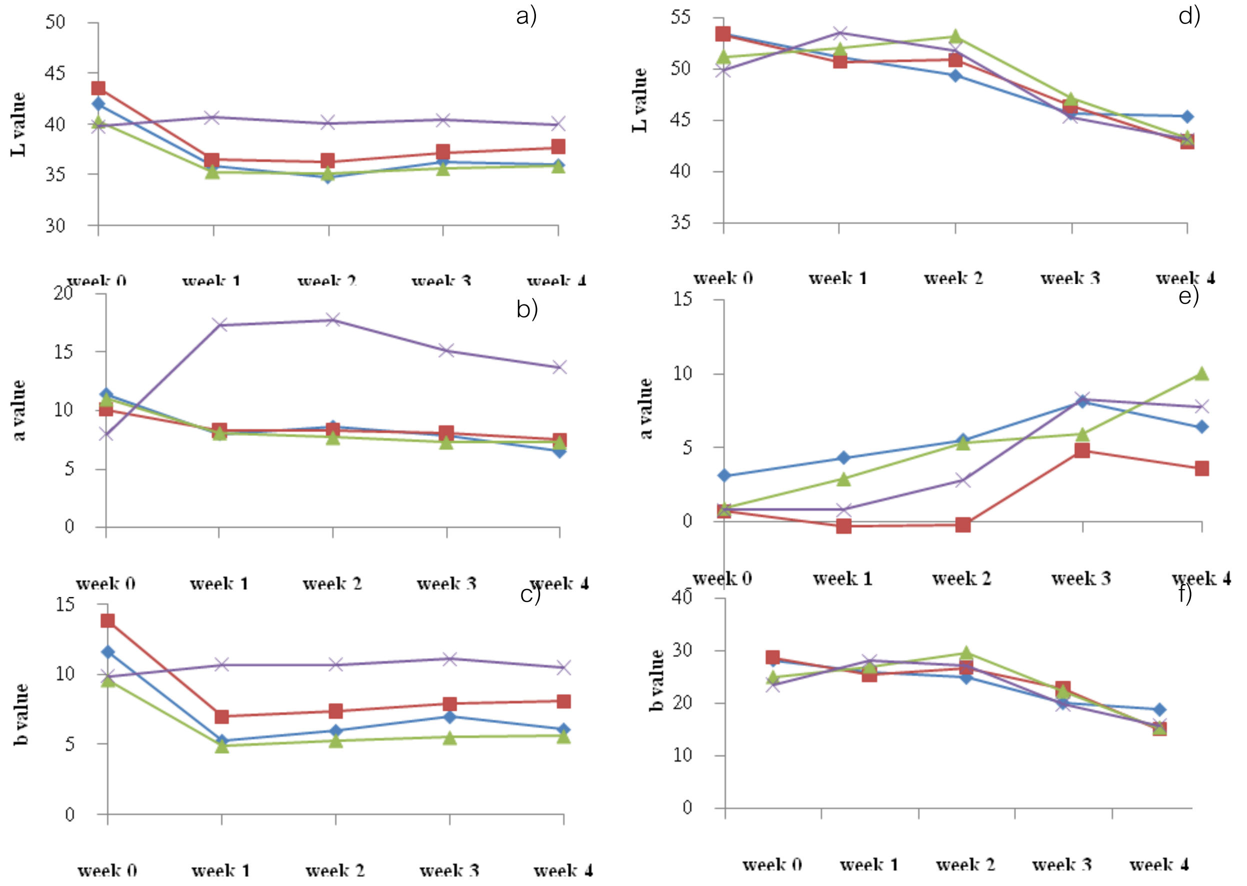


Figure 2 Effects of TINT-1 and gamma irradiation on peel color value a) L value, b) a value, and c) b value and ... color d) L value, e) a value, and f) b value of mangosteen

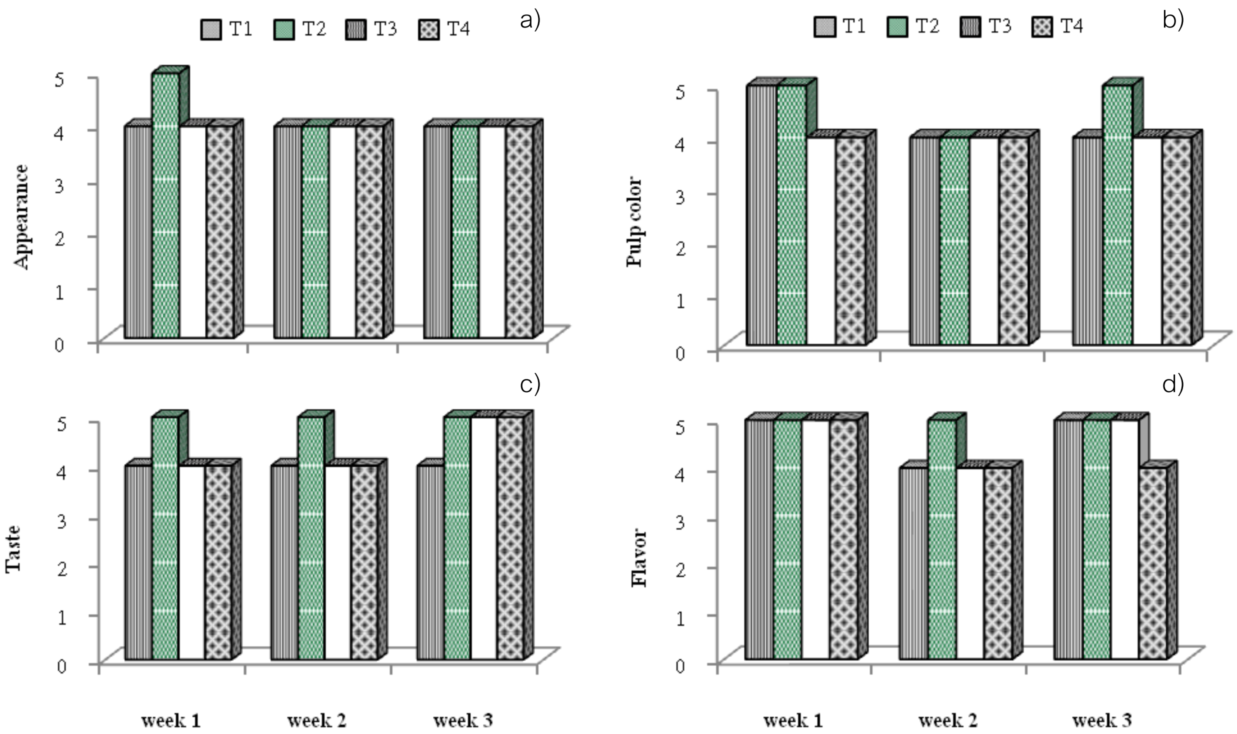


Figure 3 Effects of TINT-1 and gamma irradiation on a) appearance b) pulp color c) taste and d) flavor of Mangosteen were stored at 10°C for 1, 2 and 3 week.

Table 1 Percentages of Edible Mangosteen during storage.

Treatment	Percentages of Edible Mangosteen						
	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6
T1	100	100	100	100	100	86	69
T2	100	100	100	100	87	75	48
T3	100	100	100	100	93	76	43
T4	100	100	100	100	100	66	39

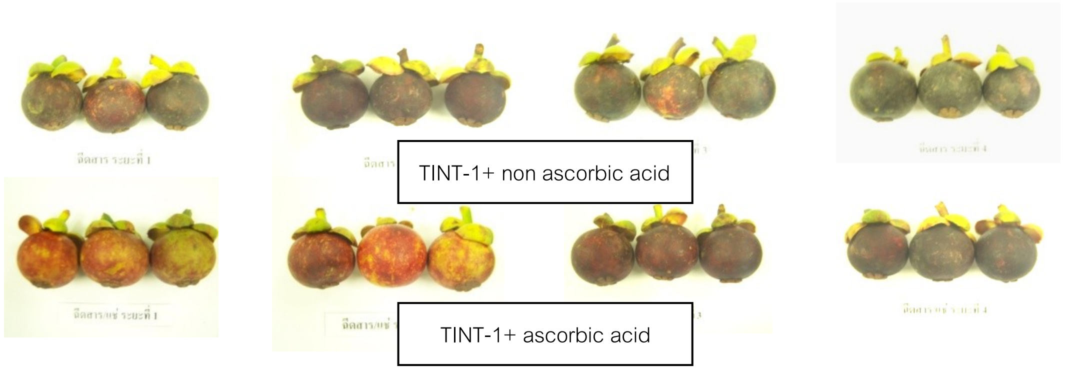


Figure 4 Effects of TINT-1 and ascorbic acid 5% (w/v) on quality of Mangosteen.

การเปรียบเทียบพอลิแซคคาไรด์ของ *Enteromorpha intestinalis* โดยการสกัดด้วยด่างและน้ำร้อน

Comparison of Polysaccharide of *Enteromorpha intestinalis* Extracted by Alkali and Hot Water

นภัสสร เพียสุระ[1] **ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์**[1] **อรพิน เกิดชูชื่น**[1] **และ โศรดา วัลภา**[2]

Peasura, N.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Walapa, S.[2]

Abstract

This study was aimed to compare the polysaccharide extraction by alkali (NaOH) at 0.1, 0.3 and 0.5N for 4 hrs and by hot water at 40, 60 and 80ºC for 0, 2 and 4 hrs. Crude polysaccharide extracted by 0.1N NaOH at 60ºC gave the highest yield (35.8%), compared with the polysaccharide yielded from high concentration of NaOH at 80ºC. However, polysaccharide content extracted with hot water gave the lower yield compared with NaOH extraction. Polysaccharide extracted with water at 80ºC for 4 hrs gave the highest yield at 30.1%. Polysaccharide by 0.3N alkali extraction at 60ºC also gave the highest sugar content and it would give more sugar content if temperature was higher than 60ºC. It was also found that polysaccharide extracted with water gave the highest total sugar content at the extraction condition of 60ºC for 2 hrs and greater than total sugar of polysaccharide extracted with water at 80ºC for 0 or 4 hrs.

Keywords: *Enteromorpha intestinalis*, polysaccharide, hot water extraction, alkali extraction

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบพอลิแซคคาไรด์ที่ได้จากการสกัดด้วยด่าง (NaOH) ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 นอร์มัล ที่อุณหภูมิ 40ºC, 60ºC และ 80ºC เวลาการสกัด 4 ชั่วโมง และสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 40ºC, 60ºC และ 80ºC ที่เวลา 0, 2 และ 4 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณพอลิแซคคาไรด์ที่ได้จากการสกัดด้วยด่าง ที่ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล อุณหภูมิ 60ºC มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 35.8 และมากกว่าปริมาณพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดด้วยด่างที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิสูง รวมทั้งมีปริมาณสูงกว่าการสกัดด้วยน้ำที่ได้พอลิแซคคาไรด์มากที่สุด ที่อุณหภูมิ 80ºC สกัดนาน 4 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับร้อยละ 30.1 ส่วนปริมาณน้ำตาล (total sugar) มีค่าสูงที่สุดเมื่อสกัดด้วยด่างความเข้มข้น 0.3 นอร์มัล อุณหภูมิ 60ºC และที่ความเข้มข้นเท่ากัน อุณหภูมิในการสกัดสูงทำให้ปริมาณน้ำตาลสูงกว่าการสกัดที่อุณหภูมิต่ำ แต่การสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60ºC สกัดนาน 2 ชั่วโมง มีค่าสูงสุด และสูงกว่าการสกัดที่อุณหภูมิ 80ºC เวลาในการสกัด 0 และ 4 ชั่วโมง

คำสำคัญ: สาหร่ายไส้ไก่ พอลิแซคคาไรด์ การสกัดด้วยน้ำ การสกัดด้วยด่าง

คำนำ

สาหร่าย *Enteromorpha intestinalis* จัดเป็นสาหร่ายสีเขียว ประเทศไทยพบสาหร่ายชนิดนี้มากในภาคใต้บริเวณอ่าวปัตตานี โดยส่วนใหญ่นำสาหร่ายชนิดนี้มาเป็นอาหารสัตว์ ส่วนน้อยนำมาบริโภคเป็นอาหารที่รู้จักกันเฉพาะกลุ่มคนในท้องถิ่น สาหร่าย *Enteromorpha intestinalis* นอกจากอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร เช่น โปรตีน แร่ธาตุ กรดอะมิโน และกรดไขมัน (Aguilera และคณะ, 2005) รวมทั้งยังมีกลิ่นรสดี และสีสวย มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตซึ่งส่วนใหญ่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์มากกว่าสาหร่ายชนิดอื่น (Murata และ Nakazoe, 2001) ซึ่งโดยทั่วไปผนังเซลล์ของสาหร่ายประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ มัดเส้นใยที่เป็นส่วนประกอบของเซลลูโลส ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงกับผนังเซลล์ และ ส่วนที่เป็น amorphous (Paulsen และคณะ, 1998) พอลิแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากผนังเซลล์ของสาหร่ายโดยทั่วไปมีปริมาณร้อยละ 38-50 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งประกอบด้วยพอลิแซคคาไรด์ที่สามารถละลายน้ำได้มีประมาณร้อยละ 8-29 ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ คือ เซลลูโลส และกลุ่มที่ละลายได้ในสารละลายด่าง (Lahaye และคณะ, 2007) ยังมีรายงานว่าพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่หลายอย่าง เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ สารยังยั้งแบคทีเรีย และสารต้านการอักเสบ เป็นต้น (Sakevich, 1985) ปัจจุบันจึง

[1]**สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี 83 หมู่ 8 ท่าข้าม, บางขุนเทียน, กรุงเทพมหานคร 10150**

[1]Biochemical Technology School of Bioresources and Technology 83 Moo 8 Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

[2]**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 เทคโนธานี ถ.เลียบคลองห้า ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120**

[2]Thailand Institute of Scientific and Technological Research 35 Mu 3 Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Changwat Pathum Thani 12120

มีการสกัดพอลิแซคคาไรด์จากสาหร่าย เช่น สาหร่ายสีแดง และสาหร่ายสีน้ำตาล มาใช้ประโยชน์ แต่ยังไม่มีการศึกษาคุณสมบัติของพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดจาก *Enteromorpha intestinalis* ซึ่งในงานวิจัยนี้ศึกษาพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดด้วยน้ำเปรียบเทียบกับการสกัดพอลิแซคคาไรด์ด้วยด่าง

อุปกรณ์และวิธีการ

สาหร่าย *Enteromorpha intestinalis* จาก จ. ปัตตานี บดละเอียด นำสาหร่ายมาสกัดด้วยตัวทำละลาย คือ น้ำ สกัดที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80ºC แปรเวลาสกัด 0, 2 และ 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการสกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 นอร์มัล ที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80ºC เวลาการสกัด 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา แยกตะกอนโดยนำเข้าปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1200 รอบ/นาที เวลา 20 นาที นำส่วนใสมาตกตะกอนด้วย 95% เอทานอล ปริมาตร 3 เท่าของสารสกัด ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน ระเหยเอทานอลออก และละลายตะกอน crude polysaccharide ด้วยน้ำกลั่นเก็บใส่ขวดสีชา นำสารละลายที่ได้มาวิเคราะห์ %yield ของพอลิแซคคาไรด์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดย phenol-sulfuric acid (Dubois และคณะ,1956) และวัดค่าสีด้วยเครื่อง Colorimeter วางแผนการทดลองโดยวิธี 3X3 Factorial in CRD ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ SAS program (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสกัดพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิสูง และเวลาในการสกัดนานขึ้นทำให้ได้ %yield ของพอลิแซคคาไรด์มากขึ้น โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 30.1 ที่อุณหภูมิ 80°C สกัดนาน 4 ชั่วโมง และค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 9 ที่อุณหภูมิ 40°C สกัดนาน 0 ชั่วโมง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (Figure 1a) ปริมาณน้ำตาลมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิการสกัด 60°C นาน 4 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 43,528 mg/100g (Table 1) และสีพอลิแซคคาไรด์ที่ได้มีสีเขียวสว่างโดยมีค่า L*, a* และ b* ระหว่าง 58.66 ถึง 67.89, -0.21 ถึง -0.48 และ 3.98 ถึง 7.8 ตามลำดับ โดยอุณหภูมิและเวลาในกาสกัดพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำมีอิทธิพลร่วมกันต่อ % yield ของพอลิแซคคาไรด์ ปริมาณน้ำตาล และค่าสี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Vinogradov และคณะ (2003) ที่สกัดพอลิแซคคาไรด์จากสาหร่ายสีแดงด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60-90ºC ที่อุณหภูมิ 80°C จะได้ % yield ของพอลิแซคคาไรด์มากสุด และสอดคล้องกับ Lui และคณะ (2006) ที่พบว่าเวลาในการสกัดสาหร่ายสีแดงนานขึ้นได้ปริมาณพอลิแซคคาไรด์มากขึ้น ส่วนการสกัดด้วยด่างพบว่า ความเข้มข้นของด่างและอุณหภูมิในการสกัดมีอิทธิพลร่วมกันต่อ %yield ของพอลิแซคคาไรด์ ซึ่งมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 35.83 ที่ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล อุณหภูมิ 80°C สกัดนาน 4 ชั่วโมง (Figure 1b) และค่าสี โดยมีค่า L*, a* และ b* ระหว่าง 51.64 ถึง 67.48, -0.67 ถึง 1.26 และ 4.73 ถึง 7.8 ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำตาลมีค่าสูงสุดเท่ากับ 69,265 mg/100g (Table 2) และเมื่อเปรียบเทียบ % yield ของพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดด้วยน้ำและด่างที่ได้พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากด่างที่ใช้ในการสกัดทำให้องค์ประกอบเปลี่ยนไปเท่านั้น แต่ไม่ได้เปลี่ยนโครงสร้างของพอลิแซคคาไรด์ (Kulkarni และคณะ, 2010) จึงทำให้ % yield ของพอลิแซคคาไรด์และปริมาณน้ำตาลที่ได้จากสกัดด้วยน้ำและด่างมีค่าใกล้เคียงกัน

สรุปผล

การสกัดพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 80°C สกัดนาน 4 ชั่วโมง ได้ % yield สูงสุด แต่ปริมาณน้ำตาลมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิการสกัด 60°C นาน 4 ชั่วโมง ส่วนการสกัดพอลิแซคคาไรด์ด้วยด่าง ได้ % yield และปริมาณน้ำตาลสูงสุด เมื่อใช้ด่างความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล อุณหภูมิ 80°C สกัดนาน 4 ชั่วโมง และความเข้มข้น 0.3 นอร์มัล อุณหภูมิ 80°C ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, E., 1956, Calorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances, Analytical Chemistry, 28: 350-356.

Kulkarin, A.P., Aradhya, S.M. and Divakar, S., 2004, Isolation and Identification and a Radical Scavenging Antioxidant-Punicalagin from Pith and Carpellary Membrane of Pomegranate Fruit, Food Chemistry, 87: 551-557.

Liu, Z.D., Wei, G.H., Guo, Y.C. and Kennedy, J.F., 2006, Image Study of Pectin Extraction from Orange Skin Assisted by Microwave, Cabohydrate Polyners, 64: 548-552.

Lahaye, M. and Robic, A., 2007, Structure and Functional Properties of Ulvan, a Polysaccharide from Green Seaweeds, Biomacromolecules, 8: 1765–1774.

Aguilera-Morales, M., Casas-Valdez, M., Carrillo-Dominguez, S., Gonzalez-Acosta, B. and Perez-Gil, F., 2005, Chemical Composition and Microbiological Assays of Marine Algae *Enteromorpha* spp. as a Potential Food Source, Journal of Food Composition and Analysis, 18: 79-88.

Masakazu, M. and Junichi, N., 2001, Production and Use of Marine Algae in Japan, Japan Agricultural Research Quarterly, 35: 281-290.

Paulsen, B.S., Aslaksen, T., Freire-Nordi, C.S. and Vieira, A.A.H., 1998, Extracellular Polysaccharide from Ankistrodesmus densus (Chlorophyceae), Journal of Phycology, 34(4): 638-641.

Sakevich, A.I., 1985, Ekzometabolity presnovodnykh vodoroslei (Exometabolites of Freshwater Algae), Kiev: Naukova Dumka.

Vinogradov, E.V., Brade, L., Brade, H. and Holts, O., 2003, Structural and Serological Characturisation of the O-antigenic Polysaccharide of the Lipopolysaccharide from Acinetobacter baumannii strain 24, Carbohydrate Research, 338: 2751-2756.

Table 1 Effect of temperature and time on sugar content and color by hot water extraction.

Temperature	Time	Sugar (mg/100g)	L^*	a^*	b^*
40ºC	0 h	11782^{i}±2	63.29^{f}±0.01	-0.22^{a}±0.01	7.5^{b}±0.52
	2 h	21527^{e}±2	63.29^{f}±0.01	-0.21^{a}±0	7.8^{a}±0
	4 h	20764^{f}±0.6	65.7^{c}±0.01	-0.46^{e}±0	5.04^{g}±0.02
60ºC	0 h	13416^{h}±3.7	66.6^{b}±0.02	-0.29^{c}±0.01	5.78^{e}±0.01
	2 h	27245^{c}±1.5	67.89^{a}±0.01	-0.48^{e}±0.01	3.98^{h}±0.01
	4 h	43528^{a}±1.2	63.37^{e}±0.02	-0.25^{b}±0.03	6.87^{d}±0.02
80ºC	0 h	16209^{g}±2	64.34^{d}±0.02	-0.3^{c}±0	5.39^{f}±0.
	2 h	25527^{d}±2	59.07^{g}±0	-0.48^{e}±0	7.03^{cd}±0
	4 h	33234^{b} ±0.6	58.66^{h}±0.02	-0.4^{d}±0.01	7.3^{bc}±0.01
F-test		**	**	**	**
C.V.%		0.01	0.02	-3.86	2.75
LSD		3.36	0.02	0.02	0.29

$^{a, b, c...}$Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different ($p<0.05$)

Table 2 Effect of concentration and temperature on sugar content and color by alkali extraction.

Concentration	Temperature	Sugar (mg/100g)	L^*	a^*	b^*
0.1N	40°C	$18912^{i}\pm1$	$65.43^{C}\pm0.05$	$-1.25^{e}\pm0.01$	$9.37^{g}\pm0.02$
	60°C	$41882^{d}\pm1.2$	$67.48^{a}\pm0.01$	$-0.92^{c}\pm0.02$	$4.73^{i}\pm0.01$
	80°C	$34817^{f}\pm1.5$	$61.73^{g}\pm0.01$	$-1.19^{de}\pm0.01$	$14.18^{c}\pm0.01$
0.3N	40°C	$22894^{h}\pm2$	$63.43^{e}\pm0.01$	$-1.5^{f}\pm0.01$	$13.93^{d}\pm0.01$
	60°C	$42079^{c}\pm1.2$	$60.65^{h}\pm0.02$	$-1.22^{de}\pm0.01$	$16.21^{b}\pm0.01$
	80°C	$69265^{a}\pm2.5$	$51.64^{i}\pm0.01$	$1.26^{a}\pm0.02$	$25.36^{a}\pm0.01$
0.5N	40°C	$23324^{g}\pm1.2$	$62.37^{f}\pm0.02$	$-1.16^{d}\pm0.02$	$12.98^{e}\pm0.01$
	60°C	$36914^{e}\pm3.2$	$64.45^{d}\pm0.02$	$-0.88^{c}\pm0.02$	$10.56^{f}\pm0.03$
	80°C	$52059^{b}\pm1.2$	$65.95^{b}\pm0.03$	$-0.67^{b}\pm0.02$	$7.45^{h}\pm0.02$
F-test		**	**	**	**
C.V.%		0.004	0.04	-5.07	0.13
LSD		3.1	0.05	0.07	0.03

a, b, c... Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different ($p<0.05$)

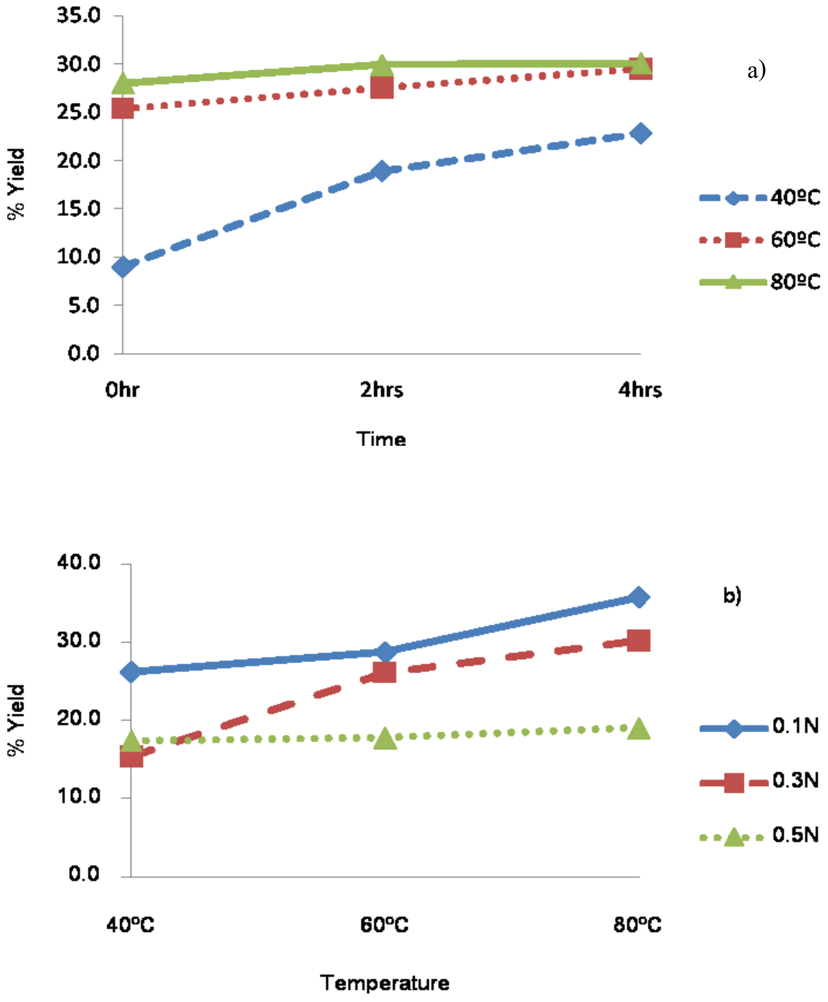


Figure 1 % yield of bio polysaccaharide by hot water extraction (a) and alkali extraction (b).

คุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของไบโอพอลิแซคคาไรด์จาก *Enteromorpha intestinalis*

Antioxidant Properties of Bio-Polysaccharide of *Enteromorpha intestinalis*

นภัสสร เพียสุระ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ โศรดา วัลภา[2]

Peasura, N.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Walapa, S.[2]

Abstract

This research was to study the antioxidant properties of bio-polysaccharide extracted from *Enteromorpha intestinalis*. Water extract at 60°C for 4 hrs had the high antioxidant properties. The antioxidant activity was greater than the extract at 60 °C for 0 or 2 hrs tested by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging capacity and Azino-bis (3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt radical scavenging (ABTS). For alkali extractions at various concentrations of 0.1, 0.3 and 0.5 N for 4 hrs, it was found that bio-polysaccharide extracted at 0.1 N, 40°C had greater antioxidant properties and high total phenolic content compared with the bio-polysaccharide extracted at high concentration and high temperature. However, bio-polysaccharide extracted by alkali for 4 hrs gave the great antioxidant properties than extract with water.

Keywords: *Enteromorpha intestinalis*, bio-polysaccharide, antioxidant

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของไบโอ-พอลิแซคคาไรด์ที่สกัดได้จาก *Enteromorpha intestinalis* ซึ่งสกัดด้วยน้ำ อุณหภูมิ 60°C เวลา 4 ชั่วโมง พบว่ามีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการสกัดที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 0 และ 2 ชั่วโมง โดยทดสอบด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging capacity และ Azino-bis (3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt radical scavenging (ABTS) สอดคล้องกับปริมาณฟีนอลลิคที่เพิ่มขึ้น ส่วนการสกัดด้วยด่าง (NaOH) ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 นอร์มัล เวลา 4 ชั่วโมง พบว่าไบโอ-พอลิแซคคาไรด์ที่สกัดด้วยด่างความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล อุณหภูมิในการสกัด 40°C มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและมีปริมาณฟีนอลลิคสูงที่สุด และสูงกว่าไบโอ-พอลิแซคคาไรด์ที่สกัดด้วยด่างที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิในการสกัดสูงกว่า 40°C แต่ไบโอพอลิแซคคาไรด์ที่ได้จากการสกัดด้วยด่าง นาน 4 ชั่วโมง มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการสกัดด้วยน้ำ

คำสำคัญ: *Enteromorpha intestinalis* ไบโอพอลิแซคคาไรด์ สารต้านอนุมูลอิสระ

คำนำ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารประกอบที่ทนต่อการเกิดออกซิเดชั่นในเซลล์ (Chattopadhyay และคณะ, 2010) โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลลิค สารประกอบไนโตรเจน และแคโรทีนอยด์ (Velioglu และคณะ, 1998) บทบาทสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระคือ ป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นในร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆของมนุษย์ ป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมคุณภาพในอาหาร (Chattopadhyay และคณะ, 2010) ปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหาร และยา มีความพยายามพัฒนาสารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากธรรมชาติ เช่น สาหร่ายทะเล แบคทีเรีย เชื้อรา และพืชชั้นสูง (Chattopadhyay และคณะ, 2010) โดยพบว่าสาหร่ายเป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Mayer และ Lehmann, 2000) ซึ่งมีความสำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น สารต้านแบคทีเรีย และสารต้านการอักเสบ เป็นต้น (Cumashi และคณะ, 2007) โดยทั่วไปวิธีการสกัดพอลิแซคคาไรด์จากพืชใช้น้ำร้อน อุณหภูมิระหว่าง 80-90°C และตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น ไดเมททิลซัลฟอกไซด์ ในการสกัดแป้งและไกลโคเจน (Leach และ Schoch 1962) นอกจากนั้น Qi และคณะ (2005) ได้รายงานว่าพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายสีเขียว *Ulva pertusa* และพอลิแซคคาไรด์จากสาหร่ายสีแดง *Porphyra leucosticta* และ *Bangia atropurpurea* มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Gretz และคณะ, 1983) แต่ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของพอลิแซคคาไรด์

[1]สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี 83 หมู่ 8 ท่าข้าม, บางขุนเทียน, กรุงเทพมหานคร 10150

[1]Biochemical Technology School of Bioresources and Technology 83 Moo 8 Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

[2]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 เทคโนธานี ถ.เลียบคลองห้า ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[2]Thailand Institute of Scientific and Technological Research 35 Mu 3 Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Changwat Pathum Thani 12120

ที่สกัดได้จาก *Enteromorpha intestinalis* ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาคุณสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระของไบโอ-พอลิแซคคาไรด์ของ *Enteromorpha intestinalis* จากการสกัดด้วยทำละลายที่ต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

สาหร่ายสีเขียว *Enteromorpha intestinalis* ได้จาก จ. ปัตตานี บดละเอียด จากนั้นนำสาหร่ายมาสกัดด้วยตัวทำละลาย คือ น้ำ ที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80°C เป็นเวลา 0, 2 และ 4 ชั่วโมง และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 นอร์มัล ที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80°C เวลาในการสกัด 4 ชั่วโมง แยกตะกอนโดยนำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1200 รอบ/นาที เวลา 20 นาที กรองเอาส่วนใส และตกตะกอนด้วย 95% เอทานอล ปริมาตร 3 เท่าของสารสกัด ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน ระเหยเอทานอลออก ละลายตะกอน crude polysaccharide ด้วยน้ำกลั่น นำไบโอ-พอลิแซคคาไรด์ที่ได้มาวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH) โดยผสมไบโอพอลิแซคคาไรด์1 µl กับสารละลาย DPPH (0.1 mM) 3 ml ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร (Devi และคณะ, 2008) ส่วนวิธี Azino-bis (3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt radical scavenging (ABTS) ผสมไบโอพอลิแซคคาไรด์ 1 µl กับสารละลาย ABTS ที่เจือจาง 4 ml ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดนาน 6 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร (Devi และคณะ, 2008) และ total phenolic compounds ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ตามวิธีของ Singleton และ Rossi (1965) คำนวณปริมาณของ total phenolic compounds เทียบจากกราฟมาตรฐานของ gallic acid (0-90 mg/L) วางแผนการทดลองโดยวิธี 3X3 Factorial in CRD ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ SAS program (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของไบโอพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดด้วยน้ำ พบว่าอุณหภูมิและเวลาในการสกัดมีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระของไบโอพอลิแซคคาไรด์ ทดสอบโดยวิธี DPPH และ ABTS และมีผลต่อปริมาณฟีนอลลิค การสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้น ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH และ ABTS โดยอุณหภูมิสกัด 60°C สกัดนาน 4 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 27.42 และร้อยละ 24.98 ตามลำดับ และมีค่าต่ำสุดที่อุณหภูมิสกัด 60°C สกัดนาน 0 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.41 และร้อยละ 2.24 ตามลำดับ และปริมาณฟีนอลลิคที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60°C นาน 4 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2,041 mg/100g (Table 1) ส่วนการสกัดไบโอพอลิแซคคาไรด์ด้วยด่างที่ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล อุณหภูมิ 80°C มีค่าการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับร้อยละ 96.43 ทดสอบด้วยวิธี DPPH ($p \leq 0.05$) ซึ่งการทดสอบการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของไบโอพอลิแซคคาไรด์ด้วยวิธี DPPH และ ABTS ให้ผลทำนองเดียวกัน และสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลลิคที่เพิ่มขึ้น โดยความเข้มข้นและอุณหภูมิในการสกัดมีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลลิค ($p \leq 0.05$) (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของการสกัดไบโอพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำและด่างพบว่าคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของไบโอพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดด้วยด่างมีค่าสูงกว่าการสกัดด้วยน้ำ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kulkarni และคณะ (2010) ที่ได้รายงานว่าการสกัดไบโอพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำและด่างในผลทับทิมไม่มีผลต่อคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ส่วน Qu และคณะ (2009) ที่พบว่าการสกัดไบโอพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำมีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลลิคอาจเป็นคนละกลุ่ม หรือมีหมู่ฟังก์ชั่นแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการละลายในตัวทำละลายแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจะได้ศึกษาปัจจัยของสารละลายด่างที่ส่งผลต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของไบโอพอลิแซคคาไรด์ ต่อไป

สรุปผล

การสกัดไบโอพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60°C สกัดนาน 4 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และมีปริมาณฟีนอลลิคสูงที่สุด ส่วนการสกัดด้วยด่างที่ความเข้มข้น 0.1 N อุณหภูมิ 80°C สกัดนาน 4 ชั่วโมง ไบโอพอลิแซคคาไรด์มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และมีปริมาณฟีนอลลิคสูงที่สุดเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

Cumashi, A., Ushakova, N.A., Preobrazhenskaya, M.E., D'Incecco, A., Piccoli, A.L., Tinari, N., Morozevich, G.E., Berman, A.E., Bilan, M.I., Usov, A.I., Ustyuzhanina, N.E., Grachev, A.A., Sanderson, C.J., Kelly, M., Rabinovich, G.A., Iacobelli, S. and Nifantiev, N.E., 2007, A Comparative Study of the Anti-inflammatory, Anti-coagulant, Anti-angiogenic and Anti-adhesive Activities of Nine Different Fucoidans from Brown Seaweeds, Glycobiology, 17: 541–552.

Devi, K.P., Suganthy, N., Kesika, P. and Pandian, S.K., 2008, Bioprotective Properties of Seaweeds, Malaysian Journal of Nutrition, 8: 167-177

Gretz, M.R., McCandless, E.L., Aronson, J.M. and Sommerfeld, M.R., 1983, The Galactan Sulphates of the Conchocelis Phases of *Porphyra leucosticta* and *Bangia atropurpurea*, Journal of Experimental Botany, 34: 705–711.

Kulkarni, A.P., Aradhya, S.M., Divakar, S., 2004, Isolation and Identification and a Radical Scavenging Antioxidant-punicalagin from Pith and Carpellary Membrane of Pomegranate Fruit, Food Chemistry, 87(4): 551-557.

Leach, H.W. and Schoch, T.J., 1962, Structure of Starch Granule: III. Solubilities of Granular Starches in Dimethyl Sulfoxide, Cereal Chemistry, 39: 318-327.

Mayer, A.M.S. and Lehmann, V.K.B., 2000, Marine Pharmacology in 1998: Marine Compounds with Antibacterial, Anticoagulant, Antifungal, Anti-inflammatory, Anthelmintic, Antiplatelet, Antiprotozoal and Antiviral activities; with Actions on the Cardiovascular, Endocrine, Immune and Nervous systems: And other Miscellaneous Mechanisms of Action, Pharmacologist, 42: 62–69.

Chattopadhyay, N., Ghosh, T., Sinha, S., Chattopadhyay, K., Karmakar, P. and Ray, B., 2010, Polysaccharides from Turbinaria Conoides: Structural features and Antioxidant capacity, Journal Food Chemistry, 118: 823-829.

Qu, W.J., Pan, Z.L., Zhang, R.H., Ma, H.L., Chen, X.G., Zhu, B.N., Wang, Z.B. and Atungulu, G.G., 2009, Integrated Extraction and Anaerobic Digestion Process for Recovery of Nutraceuticals and Biogas from Pomegranate Marc, Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, 52(2): 253-261.

Qi, H.M., Zhang, Q.B., Zhao, T.T., Chenc, R., Zhang, H., Niu, X. and Li, Z., 2005, Antioxidant Activity of Different Sulfated Content Derivatives of Polysaccharide Extracted from *Ulva pertusa* (Chlorophyta) in-vitro, International Journal of biological Macromolecules, 37: 195-199.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965, Colorimeter of Total Phenolics with Phosphomolybdic-phosphotungstic Acid Reagent, American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158

Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L. and Oomah, B.D., 1998, Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables and Grain Products, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 46: 4113–4117.

Qu, W., Pan Z. and Maa, H., 2010, Extraction Modeling and Activities of Antioxidants from Pomegranate Marc, Journal of Food Engineering, 99: 16–23.

Table 1 Effect of ctemperature and time on DPPH, ABTS and Total phenolic compounds by hot water extraction.

Temperature	Time	% scavenging effect (DPPH)	% scavenging effect (ABTS)	Total phenolic (mg/100g)
40ºC	0 h	8.96^{de}±1.2	8.89^{d}±1.3	395.8^{f}±5
	2 h	11.56^{c}±1	14.0^{de}±4	770^{d}±10
	4 h	21.12^{b}±1.3	20.11^{b}±1.6	1541.7^{b}±7
60ºC	0 h	2.41^{f}±1.2	2.24^{e}±1.8	125^{i}±6.2
	2 h	10.58^{dc}±1.7	8.04^{d}±1.5	500^{e}±11.9
	4 h	27.42^{a}±1.6	24.98^{a}±1.2	2041^{a}±14
80ºC	0 h	8.01^{e}±1.2	7.46^{d}±1.3	354.2^{h}±8.3
	2 h	8.54^{e}±1.4	7.61^{d}±1.6	375^{g}±7
	4 h	20.40^{b}±1.3	18.92^{b}±1.7	1437.5^{c}13.2±
F-test		**	**	**
C.V.%		7.56	15.19	1.13
LSD		1.71	3.25	16.29

$^{a, b, c...}$Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different (p<0.05)

Table 2 Effect of concentration and temperature on DPPH, ABTS and Total phenolic compounds by alkali extraction.

Concentration	Temperature	% scavenging effect (DPPH)	% scavenging effect (ABTS)	Total phenolic (mg/100g)
0.1N (pH 12.5)	40ºC	49.37^{d}±1.2	48.27^{d}±1.2	3680.6^{e}±11
	60ºC	68.57^{b}±1.2	65.74^{b}±1.2	4930.6^{b}±9
	80ºC	96.43^{a}±1.6	95.29^{a}±1.3	7152.8^{a}±7
0.3N (pH 12.9)	40ºC	59.16^{c}±1.5	59.06^{c}±1.4	4375^{c}±10
	60ºC	59.88^{c}±1.4	59.27^{c}±1.5	4375^{c}±12
	80ºC	58.97^{c}±1.3	57.94^{c}±1.5	4305.6^{d}±13
0.5N (pH 13)	40ºC	8.73^{g}±1.2	7.93^{g}±1.6	347.2^{h}±6
	60ºC	23.31^{f}±1.2	22.06^{f}±1.6	1736.1^{g}±8
	80ºC	34.28^{e}±1.2	32.66^{e}±1.2	2638.9^{f}±9
F-test		**	**	**
C.V.%		1.96	2.01	0.26
LSD		1.71	1.75	16.71

$^{a, b, c...}$Different superscripts in the same column indicated that means were significantly different (p<0.05)

คุณลักษณะของโปรตีนไฮโดรไลเซทกากงาที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์โปรติเอส

Characterization of Sesame Meal Protein Hydrolysate by Protease

รัชฎาภรณ์ คะประสบ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]

Kaprasob, R.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

Enzymatic sesame meal protein hydrolysate (e-SPH) was hydrolyzed by protease enzyme. The protease was varied at 5 different concentrations at 5, 10, 15, 20 and 25% (w/w of sesame meal) and hydrolysis times for 0.5, 3, 6, 12, 18 and 24 hrs under controlled pH 6.0 and temperature 50^{o}C. Results showed that hydrolysis by 10% Protease for 12 hrs served the best for the production of SPH with the maximum degree of hydrolysis (DH) and %yield at 51.82 and 45.27 %, respectively, and salt content was minimum at 2.2%. Color of e-SPH was light brown color which L*, a* and b* values were 56.41, 2.8 and 15.25, respectively. Volatile compounds of all e-SPHs were identified by solid phase micro-extraction gas chromatography-mass spectrometry (SPME GC-MS). It was found that the predominant odorants were furfural, benzaldehyde, benzeneacetaldehyde, caproic acid, guaiacol and nonanoic acid.

Keywords: sesame meal, hydrolysed vegetable protein, enzymatic hydrolysis, volatile compounds

บทคัดย่อ

โปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา (SPH) เตรียมได้จากการย่อยสลายโปรตีนกากงาด้วยเอนไซม์ (e-SPH) โดยแปรปริมาณเอนไซม์ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 (%w/w ของกากงา) และระยะเวลาการย่อยสลาย 0.5, 3, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ที่ pH 6 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณเอนไซม์ร้อยละ 10 ย่อยสลายเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เป็นภาวะที่เหมาะสมในการผลิต e-SPH ให้ค่าการย่อยสลายสูงในการผลิต e-SPH โดยมีค่าร้อยละการย่อยสลายเท่ากับ 51.82 มีค่าร้อยละของผลผลิตได้เท่ากับ 45.27 ปริมาณเกลือร้อยละ 2.2 และโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน มีค่า L*, a* และ b* เป็น 56.41, 2.8 และ 15.25 ตามลำดับ เมื่อนำ e-SPH ทุกภาวะการย่อยสลายมาวิเคราะห์สารหอมระเหยโดยใช้ solid phase micro-extraction gas chromatography mass spectrometer (SPME GC-MS) พบสารให้กลิ่นรสที่สำคัญ ได้แก่ furfural, benzaldehyde, benzeneacetaldehyde, caproic acid, guaiacol, และ nonanoic acid

คำสำคัญ: กากงา โปรตีนไฮโดรไลเซท การย่อยสลายด้วยเอนไซม์ สารให้กลิ่นรส

คำนำ

เมล็ดงา (*Sesamum indicum* L.) เป็นพืชน้ำมันที่สำคัญ และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีสารต้านอนุมูลอิสระ (Choi และคณะ, 2008) มีโปรตีนร้อยละ 18-25 (Elleuch และคณะ, 2007) มีกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นส่วนประกอบสูง คือ เมทไธโอนีน และซีสเตอีน ซึ่งพบน้อยในพืชชนิดอื่น (Bandyopadhyay และ Ghosh, 2002) ยังพบกลูตามิกซึ่งช่วยให้กลิ่นรสที่ดี นอกจากนี้งามีแคลเซียมสูง มากกว่าพืชอื่น ๆ ถึง 40 เท่า (ประวิทย์, 2547) และมากกว่านมวัวถึง 6 เท่า จึงนิยมนำเมล็ดงามาปรุงเป็นอาหารคาวหรือหวาน ใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่และขนมขบเคี้ยว ส่วนกากงาที่ได้หลังจากการสกัดน้ำมันออก (defatted sesame meal) มีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 40-50 สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนถั่วเหลือง ถั่วลิสง และพืชโปรตีนชนิดอื่น โดยนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของกากงา คือการนำมาผลิตเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซท (hydrolysate vegetable protein: HVP) เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหาร ซึ่ง HVP ได้จากการไฮโดรไลซ์วัตถุดิบที่มีโปรตีนสูงด้วยกระบวนการผลิต HVP โดยใช้กรดแก่และอุณหภูมิสูง ซึ่งทำให้เกิดสาร 3-monochloro-propanediols(3-MCPD) เป็นสารพิษในกลุ่มของ chlorohydrins สามารถก่อให้เกิดมะเร็งในคนได้ (คงศักดิ์, 2544) ปัจจุบันจึงนิยมย่อยสลายด้วยเอนไซม์โปรติเอสจากแหล่งต่าง ๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ภาวะไม่รุนแรง (mild condition) (Sinha และคณะ, 2007) ได้เพปไทด์และกรดอะมิโนที่ดีได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเสริมกลิ่นและรสชาติ ซึ่งเอนไซม์ที่นิยมใช้ในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

มีหลายชนิดทั้ง endopeptidase และ exopeptidase ส่วนใหญ่เป็นเอนไซม์ทางการค้า ได้แก่ Flavourzyme®, Alcalase® และ Neutrase® (ไพลิน, 2550) ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ส่วนเอนไซม์โบรมิเลน (bromelain) จากสับปะรด สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งเอนไซม์โบรมิเลนเป็นเอนไซม์ที่อยู่ในกลุ่มซีสเทอีนโปรติเอส (cysteine protinase) มีการตัดจำเพาะกับกรดอะมิโนในสายเพปไทด์ และมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ผงเนื้อหมัก ยาช่วยย่อยอาหาร ดังนั้นในการวิจัยนี้ใช้เอนไซม์โปรติเอสที่ผลิตได้ภายในประเทศ ได้แก่ โบรมิเลน ในการผลิต HVP จากกากงา เพื่อให้ได้สารปรุงแต่งกลิ่นรส

อุปกรณ์และวิธีการ

สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดงาด้วยเครื่องหีบน้ำมัน และเฮกเซนอีก 2 ครั้ง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ แล้วเติมน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อในอัตราส่วน 1:20 ผสมให้เข้ากัน และนำมาปรับ pH ให้เป็น 6 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1N ตั้งย่อยที่อุณหภูมิ 50°C นาน 15 นาที เติมเอนไซม์โบรมิเลน โดยแปรปริมาณเอนไซม์ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 ต่อน้ำหนักกากงาเริ่มต้น และระยะเวลาการย่อยสลาย 0.5, 3, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นแยกตะกอนออกโดยนำใส่หลอดเซนตริฟิวส์ ปั่นที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที และนำ e-SPH ที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี–กายภาพ ดังนี้ วิเคราะห์ร้อยละการย่อยสลาย (degree of hydrolysis, DH) โดยวิธี Trichloroacetic acid (TCA) ตามวิธีของ Netto และ Galeazzi (1998) ร้อยละผลผลิตได้ (%yield) โดยทำการระเหยน้ำออกจนได้สารละลายข้นหนืด ปริมาณเกลือ โดยใช้ salinity refractometers ค่าสี (L*, a* และ b*) ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น MiniScan®EZ) และวิเคราะห์สารหอมระเหยให้กลิ่นรส โดยใช้ solid phase micro-extraction gas chromatography mass spectrometer (SPME GC-MS) ไฟเบอร์ที่ใช้คือ 2cm-50/30μm DVB/Carboxen™/PDMS StableFlex™ อุ่นสารตัวอย่างปริมาตร 4 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นให้ไฟเบอร์ดูดซับไอสารระเหยเป็นเวลา 30 นาที และนำเข้าเครื่อง GC โดยใช้คอลัมน์ DB-WAX และก๊าซฮีเลี่ยมเป็นตัวพา ที่อัตราการไหลคงที่ คือ 1.0 มล./นาที ตั้งโปรแกรมระบบ อุณหภูมิของ oven ไว้ที่ 55°C เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มทีละ 5°C/นาที จนถึง 180°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิอีกทีละ 8°C/นาที จนถึง 220°C เป็นเวลา 10 นาที วิเคราะห์สารระเหยด้วยเครื่อง MSD (scan rage 33-350 amu) ที่อุณหภูมิ 230°C และแปรผลโดยเทียบกับ Wiley 275 และ NIST library ที่ % quality match ร้อยละ 80 วางแผนการทดลองแบบ 5 x 6 Factorial in Completely Randomized Design ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS (1997) และทดสอบทางประสาทสัมผัส แบบ Quantitative descriptive analysis (QDA) ด้วย 5 point scoring test โดยผู้ทดสอบฝึกฝน 5 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

โปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา (e-SPH) ที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์โบรมิเลน (activity 117,303 unit/g) มีค่าระดับการย่อยสลาย (%DH) เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเอนไซม์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ %DH ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาย่อยสลาย โดยมีค่าสูงสุดที่ความเข้มข้นเอนไซม์ร้อยละ 20 ย่อยสลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Figure 1) โดยมี %DH, %yield และปริมาณเกลือเป็นร้อยละ 53.98, 58.34 และ 2.7 ตามลำดับ มีสีน้ำตาลอ่อน มีค่า L*, a* และ b* เป็น 61.31, 1.43 และ 12.64 ตามลำดับ (Table 1) %yield และปริมาณเกลือมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเอนไซม์เพิ่มขึ้น (Figure 2 และ Figure 3) ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของ %DH และ %yield นั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาการย่อยสลาย 0-0.5 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงที่เวลา 3 ชั่วโมง และอัตราการย่อยสลายเริ่มคงที่ ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งที่อัตราการย่อยสลายมีค่าไม่แตกต่างกัน หรือเริ่มคงที่นั้นเป็นผลมาจากบริเวณตัดจำเพาะในสายเพปไทด์ลดลง และเอนไซม์อาจไม่อยู่ในสภาพที่ทำงานได้ (enzyme inactivation) (Constantinides และ Adu, 1980) ส่วนปริมาณเกลือใน e-SPH นั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน (p>0.05) อยู่ระหว่าง 1.5-2.9 ส่วนค่าสีของ e-SPHs มีค่าความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) ไม่แตกต่างกัน (p>0.05) และวิเคราะห์สารหอมระเหยใน e-SPHs พบว่า e-SPH ที่ระดับการย่อยสลายสูง มีองค์ประกอบของสารหอมระเหย 13 ชนิด (Table 2) แต่องค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรส ได้แก่ furfural (bread, almond, sweet), benzaldehyde (almond, burnt sugar), benzeneacetaldehyde (sweet, apple, apricot, chocolate, green, nutty, vegetable), caproic acid (sweat), guaiacol (burnt, smoke, coffee), 2-phenylethyl alcohol (honey, spice, rose, lilac), p-vinylguaiacol (clove, curry) และ indole (mothball, burnt) และมี %relative peak area เป็น 2.73, 13.86, 15.01, 7.05, 15.68, 2.69, 5.30 และ 1.57 ตามลำดับ และผลทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อความเข้มข้นของเอนไซม์เพิ่มมากขึ้น และเวลาย่อย

สลายนานขึ้น มีผลต่อรสเค็มและรสขมของ e-SPH โดยมีรสเค็มและขมมากขึ้น ($p \leq 0.01$) (Figure 5) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณเกลือ ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นหวาน กลิ่นเค็ม กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นงา กลิ่นซีอิ๊ว กลิ่นน้ำตาลไหม้ กลิ่นมอลต์ และรสเปรี้ยวมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยคุณลักษณะด้านกลิ่นสอดคล้องกับองค์ประกอบของสารให้กลิ่นรสที่วิเคราะห์ด้วย GC-MS ที่ให้กลิ่นรสแบบ sweet, almond และ burnt sugar เป็นต้น และจากที่ e-SPH มี %yield ปริมาณเกลือ และค่าสี ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ดังนั้นภาวะที่เหมาะสมในการผลิต e-SPH เพื่อให้คุณลักษณะของกลิ่นรสที่เหมาะสมโดยไม่เค็มและขมมากเกินไป คือภาวะที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์ปริมาณร้อยละ 10 ย่อยสลายนาน 12 ชั่วโมง โดยมี %DH เป็น 51.82 พบองค์ประกอบของสารให้กลิ่นดังโครมาโตแกรม (Figure 4)

สรุปผล

การผลิตเอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา (e-SPH) ด้วยเอนไซม์โบรมิเลนปริมาณร้อยละ 10 ย่อยสลาย 12 ชั่วโมง เป็นภาวะที่เหมาะสมในการผลิต e-SPH มี %DH สูง สารหอมระเหยให้กลิ่นรสแบบ bread, almond, sweet, burnt sugar, chocolate, green, nutty, sweat, honey, spice และ cheese และสามารถนำมาพัฒนาเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว. – อุตสาหกรรม (MAG Window I) และบริษัท ซองเดอร์ ไทยออร์กานิค ฟูด จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเมล็ดงา

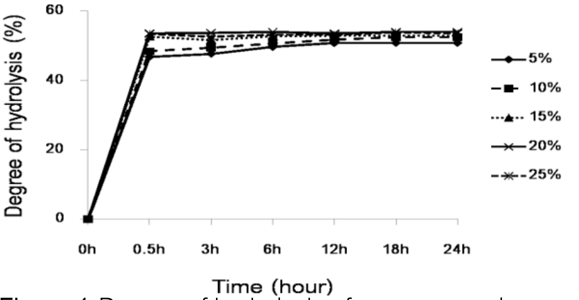


Figure 1 Degree of hydrolysis of sesame meal protein hydrolysate.

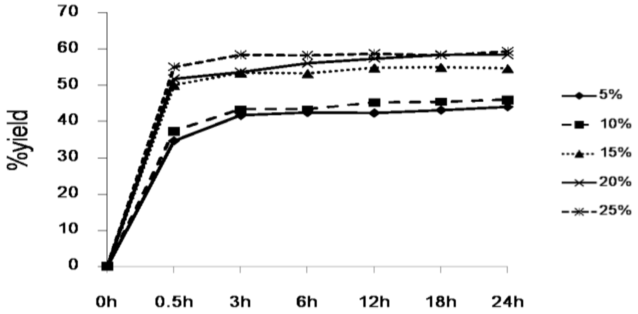


Figure 2 Yield percentage of sesame meal protein hydrolysate.

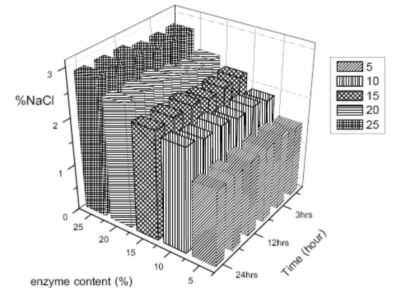


Figure 3 Salt percentage of sesame meal protein hydrolysate.

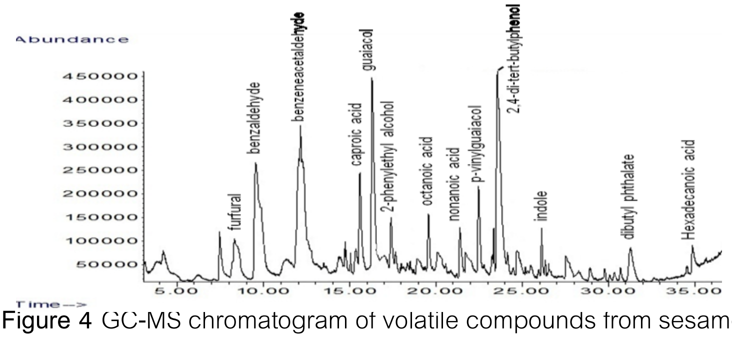


Figure 4 GC-MS chromatogram of volatile compounds from sesame meal protein hydrolysate at 10% bromelain 12-24 hrs.

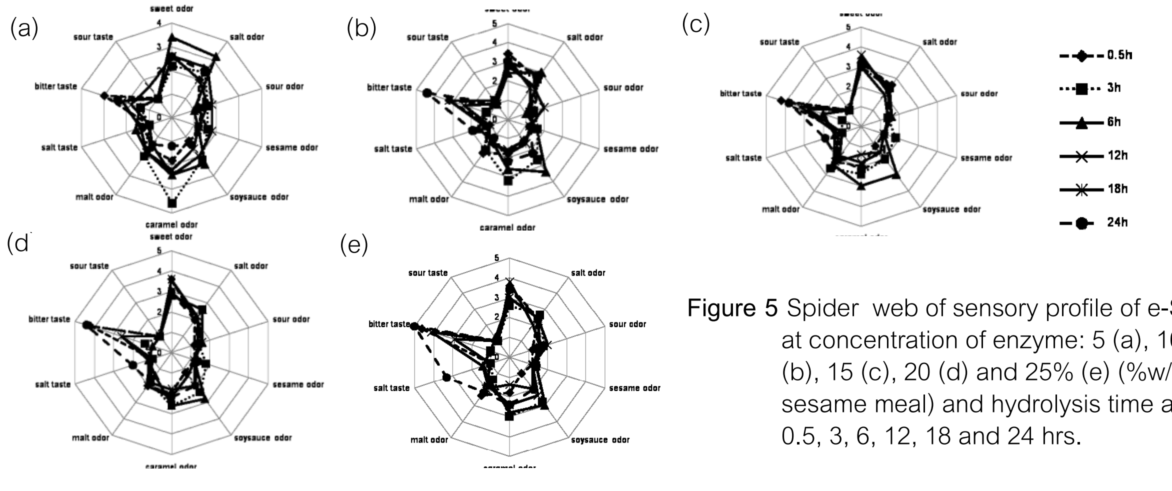


Figure 5 Spider web of sensory profile of e-SPH at concentration of enzyme: 5 (a), 10 (b), 15 (c), 20 (d) and 25% (e) (%w/w of sesame meal) and hydrolysis time at 0.5, 3, 6, 12, 18 and 24 hrs.

Table 1 Characteristic of sesame meal protein hydrolysate.

%enzyme	Time (h)	Color value		
		L* ns	a* ns	b* ns
5	0.5	56.32	2.61	14.23
	3	55.98	2.67	14.16
	6	56.48	2.42	13.69
	12	55.68	2.94	14.93
	18	58.79	2.03	12.85
	24	62.17	1.02	11.21
10	0.5	56.71	2.44	13.80
	3	56.44	2.69	14.75
	6	57.25	2.65	14.51
	12	56.41	2.80	15.25
	18	60.76	1.47	12.81
	24	62.74	0.94	11.47
15	0.5	57.09	2.57	14.51
	3	58.27	2.35	14.12
	6	58.00	2.44	14.08
	12	56.67	2.90	15.52
	18	60.23	1.86	13.98
	24	62.91	0.84	10.75
20	0.5	58.34	2.31	14.17
	3	59.23	2.03	13.47
	6	56.29	2.90	15.33
	12	58.02	2.54	14.78
	18	58.68	2.30	14.17
	24	61.31	1.43	12.64
25	0.5	59.13	2.18	14.00
	3	58.82	2.16	14.05
	6	57.76	2.47	14.14
	12	58.77	2.30	14.61
	18	59.18	2.16	14.26
	24	60.22	1.68	12.64

ns mean in the same column are not significant difference ($p > 0.05$)
a,b,c Mean in the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 2 Volatile compounds in sesame meal protein hydrolysate at 10% bromelain and hydrolysis time at 12-24 hrs.

Compound	%relative peak area	Odor description
furfural	2.73	bread, almond, sweet
benzaldehyde	13.86	almond, burnt sugar
benzeneacetaldehyde	15.01	sweet, apple, apricot, chocolate, green, nutty, vegetable
caproic acid	7.05	sweat
guaiacol	15.68	burnt, smoke, coffee
2-phenylethyl alcohol	2.69	honey, spice, rose, lilac
octanoic acid	3.28	sweat, cheese
nonanoic acid	3.17	green, fat
p-vinylguaiacol	5.30	clove, curry
2,4-Di-tert-butylphenol	23.03	-
indole	1.57	mothball, burnt
dibutyl phthalate	4.65	faint odor
hexadecanoic acid	1.97	faint oily aroma

เอกสารอ้างอิง

คงศักดิ์ สหะศักดิ์มนตรี, 2544, การพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำซอสปรุงรสโดยใช้เอนไซม์เพื่อลดสาร 3-MCPD,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประวิทย์ ตันติสุวิทย์กุล, 2547, งามีคุณค่ามากกว่าที่คิด, วารสารยาสมาคมร้านขายยา, 23(2): 54-55.

ไพลิน เพ็ชรทวีพรเดช, 2548, การผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสจากกากถั่วเขียวโดยใช้เอนไซม์โปรติเอส, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Bandyopadhyay, K. and Ghosh, S., 2002, Preparation and Characterization of Papain-Modified Sesame (*Sesamum indicum* L.) Protein Isolates, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(23): 6854-6857.

Choi, A.M., Lee, S.B., Cho, S.H., Hwang, I., Hur, C.-G. and Suh, M.C., 2008, Isolation and Characterization of Multiple Abundant Lipid Ttransfer Protein Isoforms in Developing Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seeds, Plant Physiology and Biochemistry, 46(2): 127-139.

Constantinides, A. and Adu-Amankwa, B., 1980, Enzymatic Modification of Vegetable Protein: Mechanisms, Kinetics and Production of Soluble and Partially Soluble Protein in a Batch Reactor, Biotechnology and Bioengineering, 30: 1543-1565.

Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C. and Attia, H., 2007, Quality Characteristics of Sesame Seeds and By-Products, Food Chemistry, 103(2): 641-650.

Netto, F.M. and Galeazzi, M.A.M., 1998, Production and Characterization of Enzymatic Hydrolysate from Soy Protein Isolate, Lebensmittel-Wissenschaft und Techologie, 31(7-8): 624-631.

Sinha, R., Radha, C., Prakash, J. and Kaul, P., 2007, Whey Protein Hhydrolysate: Functional Properties, Nutritional Quality and Utilization in Beverage Formulation, Food Chemistry, 101(4): 1484-1491.

ผลของความเข้มข้นและเวลาในการย่อยสลายด้วยกรดต่อคุณสมบัติทางกายภาพ – เคมี และสารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา

Effect of Acidic Hydrolysis, Concentration and Time on Physicochemical Properties and Volatile Compounds of Protein Hydrolysate from Sesame Meal

รัชฎาภรณ์ คะประสบ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]
Kaprasob, R.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

Sesame meal protein hydrolysate (SPH) was produced by hydrochloric acid (HCl) at concentration of 0.5, 1 and 6N and hydrolysis time for 12 and 24 hrs. Results showed that 6N HCl at hydrolysis time for 24 hrs had the highest degree of hydrolysis (DH) and %yield of SPH which DH and yield were 53.21 and 50.45%, respectively but salt content was increased at 16.5%. Color of a-SPH was red brown color (L*= 60.17, a*=5.8, b*= 23.45). Volatile compounds of a-SPH were identified by solid phase micro-extraction gas chromatography-mass spectrometry (SPME GC-MS). Major volatile compounds of the highest DH were furfural, benzaldehyde, 2-phenylacetaldehyde, guaiacol and α-angelica lactone.

Keywords: sesame meal, hydrolysed vegetable protein, acidic hydrolysis, volatile compounds

บทคัดย่อ

การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากกากงา (SPH) โดยการย่อยสลายโปรตีนกากงาด้วยกรดไฮโดรคลอริก ที่ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 6 นอร์มัล และระยะเวลาการย่อยสลาย 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า การย่อยสลายด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 นอร์มัล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เป็นภาวะที่ดีที่สุด โดยให้ค่าการย่อยสลายสูงสุดในการผลิต a-SPH ซึ่งมีค่าระดับการย่อยสลาย ร้อยละของผลผลิตได้ และปริมาณเกลือ เป็นร้อยละ 53.21, 50.45 และ 16.5 ตามลำดับ และ a-SPH มีสีน้ำตาลแดง (L*= 60.17, a*=5.8 และ b*= 23.45) เมื่อวิเคราะห์สารหอมระเหยโดยใช้ solid phase micro-extraction gas chromatography mass spectrometer (SPME GC-MS) พบว่า a-SPH ที่ภาวะระดับการย่อยสลายสูงที่สุดมีองค์ประกอบของสารให้กลิ่นรสที่สำคัญได้แก่ furfural, benzaldehyde, 2-phenylacetaldehyde, guaiacol และ α-angelica lactone

คำสำคัญ: กากงา โปรตีนไฮโดรไลเซท การย่อยสลายด้วยกรด สารให้กลิ่นรส

คำนำ

โปรตีนไฮโดรไลเซท (hydrolysate vegetable protein: HVP) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์วัตถุดิบที่มีโปรตีนสูงและมีราคาถูก เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี เป็นต้น ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญและเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหารแปรรูปหลายชนิด เช่น ซุปก้อน ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ซอสปรุงรส อาหารกระป๋อง ผลิตภัณฑ์นมและกาแฟ เป็นต้น (Bandyopadhyay และ Ghosh, 2002) โดย HVP ประกอบด้วยกรดอะมิโน เพปไทด์ และสารประกอบอื่นๆ (Radha และคณะ, 2008) เช่น เกลือ ซึ่งโดยทั่วไปกระบวนการผลิต HVP ใช้กรดในการย่อยสลายโปรตีนในพืชเนื่องจากต้นทุนต่ำ ใช้เวลาสั้นและมีกลิ่นรสที่ดี โดยนิยมใช้กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4-6 นอร์มัล ที่อุณหภูมิ 100-130°C เป็นเวลา 4-24 ชั่วโมง และทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Dzanic และคณะ, 1985) นอกจากวัตถุดิบแหล่งโปรตีนสูงที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว กากงาที่ได้หลังจากการสกัดน้ำมันออก (defatted sesame meal) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท ซึ่งมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 40-50 สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนถั่วเหลือง ถั่วลิสง และพืชโปรตีนชนิดอื่น โดยส่วนใหญ่แล้วนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ และงามีกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบสูง คือ เมทไธโอนีน และซีสเตอีน ซึ่งพบน้อยในพืชชนิดอื่น แต่มีปริมาณไลซีนน้อยกว่าพืชชนิดอื่น นอกจากนั้นยังพบกรดกลูตามิกซึ่งช่วยให้กลิ่นรสที่ดี อีกทั้งงายังเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Shahidi และคณะ, 2006) มีปริมาณน้ำมันสูง (Gandhi

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม. 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi 83 Moo 8 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

และ Srivastava, 2007) และอุดมไปด้วยสารอาหาร และแร่ธาตุต่างๆ โดยมีแคลเซียมสูงมากกว่าพืชชนิดอื่น 40 เท่า มีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Choi และคณะ, 2008) ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของกากงา จึงเหมาะในการนำกากงามาทำเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซท ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นและเวลาในการย่อยสลายด้วยกรดต่อคุณสมบัติทางกายภาพ – เคมี และสารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา

อุปกรณ์และวิธีการ

นำงามาสกัดไขมันออกด้วยเครื่องหีบน้ำมัน และสกัดด้วยเฮกเซน 2 ครั้ง ระเหยตัวทำละลาย บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (AOAC, 2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต และคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และนำกากงามาย่อยสลายโปรตีนด้วยกรด HCl โดยใช้อัตราส่วนกากงาต่อกรด เป็น 1:10 โดยแปรความเข้มข้นกรดที่ 0.5, 1 และ 6 นอร์มัล และระยะเวลาการย่อยสลาย 12 และ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 95ºC และทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 โมลาร์ นำ a-SPH ที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี–กายภาพ ดังนี้ วิเคราะห์ร้อยละการย่อยสลาย (degree of hydrolysis, DH) โดยวิธี Trichloroacetic acid (TCA) ตามวิธีของ Netto และ Galeazzi (1998) ร้อยละผลผลิตได้ (%yield) โดยทำการระเหยน้ำออกจนได้สารละลายข้นหนืด ปริมาณเกลือ โดยใช้ salinity refractometers ค่าสี (L*, a* และ b*) ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น MiniScan®EZ) และวิเคราะห์สารหอมระเหยให้กลิ่นรส โดยใช้ solid phase micro-extraction gas chromatography mass spectrometer (SPME GC-MS) ไฟเบอร์ที่ใช้คือ 2cm-50/30μm DVB/Carboxen™/ PDMS StableFlex™ อุ่นสารตัวอย่างปริมาตร 4 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นให้ไฟเบอร์ดูดซับไอสารระเหยเป็นเวลา 30 นาที และนำเข้าเครื่อง GC โดยใช้คอลัมน์ DB-WAX และก๊าซฮีเลี่ยมเป็นตัวพา ที่อัตราการไหลคงที่ คือ 1.0 มล./นาที ตั้งโปรแกรมระบบ อุณหภูมิของ oven ไว้ที่ 55°C เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มทีละ 5°C/นาที จนถึง 180°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิอีกทีละ 8°C/นาที จนถึง 220°C เป็นเวลา 10 นาที วิเคราะห์สารระเหยด้วยเครื่อง MSD (scan rage 33-350 amu) ที่อุณหภูมิ 230°C และแปรผลโดยเทียบกับ Wiley 275 และ NIST library ที่ %quality match ร้อยละ 80 วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 Factorial in Completely Randomized Design ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) ใช้โปรแกรม SAS (1997) และทดสอบทางประสาทสัมผัส แบบ Quantitative descriptive analysis (QDA) ด้วย 5 scoring test โดยผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน 10 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ปริมาณไขมันก่อนการสกัดไขมัน พบว่าเมล็ดงามีปริมาณไขมันและโปรตีนร้อยละ 42.62 และ 20.97 ตามลำดับ หลังผ่านการสกัดไขมันด้วยเฮกเซน 2 ครั้ง ได้กากงาที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 0.28 ซึ่งสามารถลดปริมาณไขมันได้ร้อยละ 99.34 และมีโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 49.39 ทั้งนี้เนื่องจากการลดลงของไขมันเริ่มต้น และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากงาที่บดละเอียด (80 เมช) (ความชื้นร้อยละ 8.37 ± 0.27 โดยน้ำหนักเปียก) พบว่ามีปริมาณเถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) 11.67, 10.77 และ 27.90 ตามลำดับ ลักษณะปรากฏของกากงาเป็นผงสีดำ (L* = 37.5 ± 0.8, a* = -0.3 ± 0.1, b* = 5.8 ± 0.3) เมื่อนำกากงามาผลิตเป็น HVP ด้วยการใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5, 1 และ 6 นอร์มัล ย่อยเป็นเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ความเข้มข้นของกรดและเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ–เคมี (Table 1) และสารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา โดยเมื่อความเข้มข้น HCl เพิ่มขึ้น มีระดับการย่อยสลาย (%DH) ร้อยละผลผลิตได้ (%yield) และ ปริมาณเกลือ (%NaCl) เพิ่มขึ้น เนื่องจากที่ความเข้มข้นของกรดมากขึ้นสามารถสลายพันธะเพปไทด์ในโปรตีนและองค์ประกอบอื่นๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต และไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกากงาที่ย่อยสลายด้วยกรด HCl เข้มข้น 6 นอร์มัล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มี %DH, %yield และ %NaCl เท่ากับ 53.21, 50.65 และ 16.50 ตามลำดับ สำหรับปริมาณเกลือ พบว่าความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการย่อยสลายเพิ่มมากขึ้น มีผลต่อปริมาณเกลือที่มากขึ้นด้วย ($p\leq0.05$) เนื่องจากเกลือที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปรับพีเอชโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งทำให้คลอไรด์ของกรดเกลือ (HCl) ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (สุธีรา, 2535) ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของกรดในการย่อยมากขึ้น NaOH ที่ใช้ในการปรับพีเอชจึงมากขึ้นด้วย นอกจากนี้ช่วง pH ที่ปรับมีผลต่อปริมาณเกลือด้วยเช่นกัน ส่วนค่าสีพบว่า โปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา (a-SPH) มีค่า L* ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ระหว่าง 56.66-60.51 ส่วนค่า a* และ b* พบว่า เมื่อใช้กรดเข้มข้นมากขึ้นและเวลาในการย่อยนานขึ้น a-SPH มีความเป็นสีแดง (a*)และความเป็นสีเหลือง (b*) มากขึ้น ($p\leq0.05$) (Table 1) และเมื่อวิเคราะห์สารหอมระเหยใน

a-SPH พบว่า a-SPH ทุกภาวะของการย่อยสลาย พบองค์ประกอบของสารหอมระเหย 15 ชนิด แต่ที่ภาวะที่ระดับการย่อยสลายสูงพบสารสำคัญ ได้แก่ furfural, benzaldehyde, 5-methylfurural, 2-phenylacetaldehyde, alpha-angelica lactone, caproic acid, 2-hydroxy-3-methyl-2-cyclopentenone, guaiacol, heptanoic acid, methyl furoate, 4-isopropyl-2-cyclohexenone, nonanoic acid, diethyl phthalate, benzoic acid และ acetovanillone (Figure 1) มี % relative peak area เป็น 49.26, 5.43, 2.57, 21.98, 2.76, 1.99, 0.79, 4.09, 0.73, 0.73, 2.56, 0.63, 5.23, 0.35 และ 0.91 ตามลำดับ โดยมีลักษณะของกลิ่นรสแบบ bread, almond, sweet, burnt sugar, caramel, apple, apricot, chocolate, honey, green, nutty, peanut, oily, sweat, smoke, coffee, sour, pungent, fatty, burnt, rancid, berry, peppermint, bitter, marzipan, winter green, spice, cumin, woody, herbal, cheese; waxy, urine และ vanilla (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า a-SPH มีคุณลักษณะกลิ่นหวาน กลิ่นเค็ม กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นซีอิ๊ว กลิ่นน้ำตาลไหม้ และกลิ่นมอลต์ และพบว่าความเข้มข้นของกรดและระเวลาในการย่อยสลายไม่มีผลต่อกลิ่นหวาน กลิ่นเค็ม กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นงา กลิ่นซีอิ๊ว กลิ่นน้ำตาลไหม้ กลิ่นมอลต์ รสเปรี้ยวและรสขม (p>0.05) แต่มีอิทธิพลต่อรสเค็ม โดยเมื่อกรดเข้มข้นมากขึ้นและเวลาในการย่อยสลายนานขึ้น a-SPH มีรสเค็มมากขึ้น ($p \leq 0.05$) (Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณเกลือของ a-SPH

สรุปผล

การใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 นอร์มัล ย่อยสลายกากงา 24 ชั่วโมง เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทกากงา ซึ่งมีค่าระดับการย่อยสลายสูงที่สุดและมีร้อยละของผลผลิตมากที่สุด โดยมีลักษณะของกลิ่นรส แบบ almond, sweet, burnt sugar, caramel, apricot, chocolate, oily, nutty, smoke และ vanilla

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว. – อุตสาหกรรม (MAG Window I) และบริษัท ซองเดอร์ ไทยออร์กานิค ฟูด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดงา

เอกสารอ้างอิง

สุธีรา เสาวภาคย์, 2535, การใช้ประโยชน์จากกากถั่วลิสงในการผลิตน้ำซอสปรุงรส, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

AOAC, 2000, Association of Official Analytical Chemists 14th, Association Official Analytical Chemists, Washington D.C.

Bandyopadhyay, K. and Ghosh, S., 2002, Preparation and Characterization of Papain-Modified Sesame (*Sesamum indicum* L.) Protein Isolates, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(23): 6854-6857.

Choi, A. M., Lee, S.B., Cho, S.H., Hwang, I., Hur, C.-G. and Suh, M.C., 2008, Isolation and Characterization of Multiple Abundant Lipid Transfer Protein Isoforms in Developing Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seeds, Plant Physiology and Biochemistry, 46(2): 127-139.

Dzanic, H., Mujic, I. and Sudarski-Hack, V., 1985, Protein Hydrolysates from Soy Grits and Dehydrated Alfalfa Flour, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 33: 683-685.

Gandhi, A.P. and Srivastava, J., 2007, Studies on the Production of Protein Isolates From Defatted Sesame Seed (*Sesamum indicum*) Flour and Their Nutritional Profile, ASEAN Food Journal, 14(3): 175-180.

Netto, F.M. and Galeazzi, M.A.M., 1998, Production and Characterization of Enzymatic Hydrolysate from Soy Protein Isolate, Lebensmittel-Wissenschaft und Techologie, 31(7-8): 624-631.

Radha, C., Kumar, P.R. and Prakash, V., 2008, Preparation and Characterization of a Protein Hydrolysate from an Oilseed Flour Mixture, Food Chemistry, 106(3): 1166-1174.

Shahidi, F., Liyana-Pathirana, C.M. and Wall, D.S., 2006, Antioxidant Activity of White and Black Sesame Seeds and Their Hull Fractions, Food Chemistry, 99(3): 478-483.

Table 1 %Degree of hydrolysis, %yield, %salt content and color of sesame meal protein hydrolysate at 0.5, 1 and 6 N HCl, 12 and 24 hrs.

conc HCl (N)	Time (hrs)	%DH	%yield	%NaCl	Color value L*	Color value a*	Color value b*
0.5	12	37.00^{d}	10.21^{d}	5.10^{b}	57.18	1.67^{c}	17.43^{d}
	24	41.84^{c}	10.67^{cd}	5.20^{b}	56.66	1.75^{c}	21.08^{d}
1	12	44.69^{b}	11.07^{c}	5.45^{b}	60.18	0.75^{d}	17.85^{d}
	24	45.99^{b}	11.50^{c}	5.25^{b}	60.35	0.61^{d}	22.29^{b}
6	12	51.49^{a}	40.56^{b}	17.10^{a}	60.51	4.13^{b}	21.97^{bc}
	24	53.21^{a}	50.65^{a}	16.50^{a}	60.17	5.80^{a}	23.45^{a}
F-test		*	**	*	ns	**	*
LSD		1.7441	0.8306	0.9318	3.4934	0.9927	2.2065
C.V(%)		1.5595	1.5125	4.1845	2.9248	22.087	7.8126

ns. Mean in the same column with not significantly different (p>0.05).

a,b,c,d Mean in the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 2 Volatile compounds in sesame meal protein hydrolysate at 6N HCl 24 hrs.

No.	Compound	% relative peak area	Odor description
1	furfural	49.26	bread, almond, sweet
2	benzaldehyde	5.43	almond, burnt sugar
3	5-methylfurural	2.57	almond, caramel, burnt sugar
4	2-phenylacetaldehyde	21.98	apple, apricot, chocolate, honey, green, nutty, peanut, sweet
5	alpha-angelica lactone	2.76	oily, nutty
6	caproic acid	1.99	sweat
7	2-hydroxy-3-methyl-2-cyclopentenone	0.79	caramel
8	guaiacol	4.09	burnt, smoke, coffee
9	heptanoic acid	0.72	sweaty, sour, pungent, fatty, burnt, rancid
10	methyl furoate	0.73	berry, nutty, peppermint, bitter, marzipan, winter green
11	4-isopropyl-2-cyclohexenone	2.56	spice, cumin, caraway, woody, herbal
12	nonanoic acid	0.63	green, fatty, cheese, waxy
13	diethyl phthalate	5.23	practically odorless
14	benzoic acid	0.35	urine
15	acetovanillone	0.91	vanilla

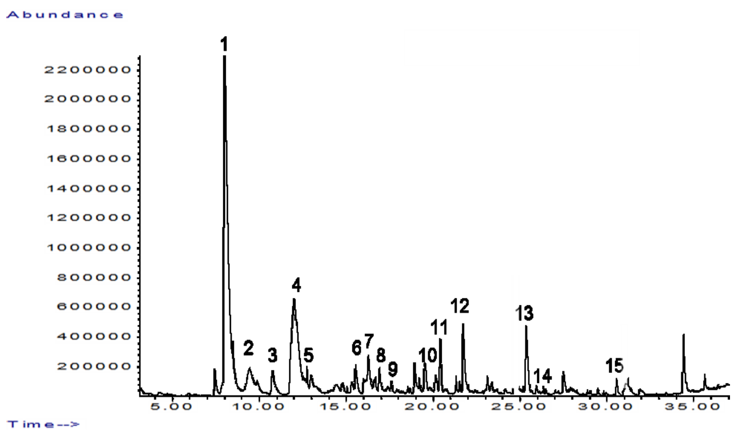


Figure 1 GC-MS chromatogram of volatile compounds from sesame meal protein hydrolysate at 6N HCl 24 hrs.

Remark: 1-15 were identified compound numbers from No. in Table 2

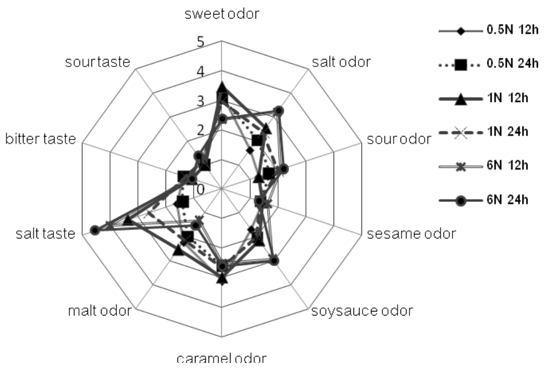


Figure 2 Spider web of sensory profile of sesame meal protein hydrolysate.

คุณลักษณะทางกายภาพเคมีและสารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่าย ที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์โปรติเอส

Physicochemical Characterization and Volatile Components of Protease Enzymatic Seaweed Protein Hydrolysate

อรพรรณ เสลามาศสกุล[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ปนิดา บรรจงสินศิริ[2]
Selamassakul, O.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Bunjongsinsiri, P.[2]

Abstract

Enzymatic seaweed protein hydrolysate (e-SWPH) was produced from removed polysaccharide seaweed (hot water at 110°C for 1 hr) by protease enzyme. Study the hydrolytic effect of seaweed which its protein (dry basis) content at 26.39% was hydrolyzed by protease at different concentrations of enzyme: 5, 10, 15 and 20% (w/w) and hydrolysis time at 0.5, 3, 6, 12, 18 and 24 hrs. The results showed that the best condition to produced e-SWPH was 10% protease at hydrolysis time for 3 hrs. It gave the greatest degree of hydrolysis (63.73%), salt content was 0.8 % and e-SWPH was light green color which L*, a* and b* values were 68.35, -0.79 and 4.49 respectively. Aroma compounds at all hydrolysis conditions were characterized by solid phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry (SPME GC-MS). Major volatile compounds were 1-hexanol, 1-nonen-3-ol, hexanoic acid, benzaldehyde, nonanoic acid, decanoic acid, dihydroactindiolide, hexadecanoic acid, lauric acid.
Keywords: seaweed protein hydrolysate, protease, enzymatic hydrolysis, aroma compounds

บทคัดย่อ

การผลิต enzymatic seaweed protein hydrolysate (e-SWPH) โดยเอนไซม์โปรติเอส จากสาหร่ายที่ได้จากการสกัดสารพอลิแซคคาไรด์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งมีโปรตีนร้อยละ 26.39 โดยน้ำหนักแห้ง และแปรปริมาณเอนไซม์ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 น้ำหนักเอนไซม์ต่อน้ำหนักสาหร่าย (% w/w) ที่เวลาการย่อยสลาย 0.5, 3, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง พบว่าสภาวะที่ดีที่สุดของการย่อยสลายโปรตีนจากสาหร่าย คือ ปริมาณเอนไซม์ 10% (w/w) เวลา 3 ชั่วโมง โดยมีค่าระดับการย่อยสลายสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 63.73 มีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 0.8 และโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายที่ได้มีสีเขียวใสมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 68.35, -0.79 และ 4.49 ตามลำดับ เมื่อนำโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายมาวิเคราะห์สารหอมระเหยโดยใช้ solid phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry (SPME GC-MS) พบสารหอมระเหยที่สำคัญในโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่าย ได้แก่ 1-hexanol, 1-nonen-3-ol, hexanoic acid, benzaldehyde, nonanoic acid, decanoic acid, dihydroactindiolide, hexadecanoic acid, lauric acid
คำสำคัญ: โปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่าย เอนไซม์โปรติเอส การย่อยสลายด้วยเอนไซม์ สารให้กลิ่นรส

คำนำ

Hydrolysed Vegetable Protein (HVP)) คือ สารปรับปรุงและเสริมกลิ่นรสชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวาง เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของ HVP คล้ายคลึงกับสารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างการหุงต้มเนื้อ ทำให้ HVP มีคุณสมบัติในการปรับปรุงและเสริมกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์ HVP ผลิตได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโปรตีนจากพืชด้วยกรด ด่างหรือเอนไซม์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน เพปไทด์และสารประกอบอื่นๆ เช่น เกลือ (Olsman, 1979) ในอุตสาหกรรมนิยมผลิต HVP โดยการใช้กรดเข้มข้นสูงและอุณหภูมิสูงเนื่องจากเป็นวิธีที่ต้นทุนต่ำ ใช้ระยะเวลาสั้นและ HVP ที่ได้มีกลิ่นรสที่ดี แต่เนื่องจากวิธีนี้ทำให้เกิดสาร 3-monochloropropanediols (3-MCPD) ซึ่งจัดเป็นสารพิษที่สามารถก่อให้เกิดมะเร็งในร่างกายได้ (คงศักดิ์, 2544) และยังทำให้มีปริมาณเกลือสูง (ประมาณร้อยละ 40) เพื่อลด

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150
[2]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
[2]The Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) 35 Moo 3 Technopolis, Khlong-ha, Khlong Luang, Pathum Thani. 12120

ปัญหาดังกล่าวจึงมีการนำเอนไซม์มาใช้ในการย่อยสลาย ซึ่ง HVP ที่ได้มีคุณสมบัติเสริมกลิ่นรสเช่นเดียวกับ HVP ที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตโดยใช้กรด อีกทั้งยังมีเกลือ และสาร 3-MCPD ต่ำอีกด้วย (ไพลิน, 2549) จากการที่สาหร่ายเป็นพืชที่มีโปรตีนสูง (ร้อยละ 5-35) ไขมันต่ำ และประกอบด้วยกรดอะมิโนแอสพาร์ติก และ กลูตามิก ซึ่งเสริมรสอร่อย (Burtin, 2003) รวมทั้งยังประกอบด้วยสาร polyphenols, phenolic acid, carotenoids และกรดอะมิโนจำพวก mycosporine ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และสารต้านการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง (antiproliferative) (Yuan และ Walsh, 2006) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย *(Gracilaris* spp.*)* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบได้มากในประเทศไทยโดยการใช้เอนไซม์โบรมิเลนในการย่อยสลาย

อุปกรณ์และวิธีการ

วิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โบรมิเลนวิธีวิเคราะห์ดัดแปลงจากวิธีของ Kunitz (1974) เตรียมสาหร่ายโดยสกัดสารพอลิแซคคาไรด์ออกด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยเครื่องนึ่งความดันไอน้ำ อบให้แห้งด้วย hot air oven ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียด นำสาหร่ายใส่ลงในขวดก้นกลม เติมน้ำกลั่นฆ่าเชื้อในอัตราส่วน 1:50 (W/V) ปรับ pH เป็น 6.0 จากนั้นใส่เอนไซม์โบรมิเลน โดยแปรค่าความเข้มข้นของเอนไซม์ที่ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 (โดยน้ำหนัก) และระยะเวลาในการย่อยสลายที่ 0.5, 3, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ย่อยที่ภาวะ 50 องศาเซลเซียส หยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นกรองแยกกากออกด้วยกระดาษกรอง No. 1 และนำสารละลายที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าพีเอชโดยใช้ pH meter ปริมาณเกลือโดยใช้ salinity refractometers ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น Miniscan®EZ) ระดับการย่อยสลาย (%degree of hydrolysis, %DH) ตามวิธีของ Netto และ Galeazzi (1998) วิเคราะห์สารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายทุกภาวะโดยใช้ headspace solid-phase microextraction gas chromatoghaphy mass spectrometry (DHS-SPME-HS-CG-MS) อุ่นสารตัวอย่างปริมาตร 4 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นดูดซับไอสารระเหยด้วยไฟเบอร์ 2cm-50/30 µm DVB/Carboxen™ /PDMS StableFlex™ เป็นเวลา 30 นาที นำเข้าเครื่อง GC ใช้คอลัมน์ DB-WAX และก๊าซฮีเลี่ยมเป็นตัวพา ให้เวลาในการชะสารระเหยออกจากไฟเบอร์เป็นเวลา 20 นาที โปรแกรมอุณหภูมิของ oven โดยเริ่มจากอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 180 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และเพิ่มอุณหภูมิจาก 180 เป็น 200 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 8 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที วิเคราะห์สารระเหยด้วยเครื่อง MSD (scan rage 33-350 amu) ที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส และแปรผลโดยเทียบกับ Wiley 275 และ NIST library ที่ % quality match ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 และเทียบกับสารละลายมาตรฐานอัลเคน (C_8-C_{20} alkanes) วางแผนการทดลองแบบ 4x6 Factorial in Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS (1997) ส่วนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ quantitative descriptive analysis (QDA) ได้แก่ กลิ่นสาหร่าย กลิ่นเค็ม กลิ่นหวาน กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นซีอิ้ว กลิ่นอาหารทะเล รสขม รสเค็ม และรสเปรี้ยว โดยใช้ผู้ทดสอบฝึกฝนจำนวน 5 คน แบบ 5 point scoring test

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่ายด้วยเอนไซม์โบรมิเลน (Bromelain enzymatic seaweed protein hydrolysate: eb-SWVP) activity ของเอนไซม์โบรมิเลนเท่ากับ 137,079 Unit/g พบว่าความเข้มข้นของเอนไซม์และเวลาในการย่อยสลายสาหร่ายไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าพีเอช และค่าสี (p>0.05) แต่มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า %yield ระดับการย่อยสลาย และปริมาณเกลือ($p \leq 0.05$) โดยที่ทุกๆ ความเข้มข้นของเอนไซม์ทำให้ค่าร้อยละการย่อยสลายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาในการย่อยสลาย 0-0.5 ชั่วโมง จากนั้นอัตราการย่อยสลายเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนถึงที่เวลา 3 ชั่วโมงอัตราการย่อยสลายเริ่มคงที่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme substrate satulation) ทำให้สารตั้งต้นและสายเพปไทด์คงที่ตลอดระยะการย่อยสลาย (Andler-Nissen, 1986) แสดงให้เห็นว่าปริมาณเอนไซม์และระยะเวลาในการย่อยสลายมีผลต่อความสามารถในการย่อยสลายของเอนไซม์ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น (Figure 1 a) เช่นเดียวกับค่า %yield และปริมาณเกลือ (Figure 1 b) ซึ่งภาวะที่ดีที่สุดคือ ปริมาณเอนไซม์ 10% (w/w) เวลา 3 ชั่วโมง ให้ %DH เท่ากับ 63.73 (Figure 1 a) โดยมี %yield เท่ากับ 2.00 พีเอชเท่ากับ 6.00 ปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 0.8 และมีค่าสี L*= 68.36, a*= -0.80, b*= 4.49 (Table 1) เมื่อวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสใน eb-SWVP ที่ทุกภาวะด้วย SPME GC-MS พบว่าโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายที่ภาวะการ

ย่อยสลายดีที่สุดมีองค์ประกอบของสารให้กลิ่นรส 9 ชนิด ได้แก่ 1-hexanol, 1-nonen-3-ol, hexanoic acid, benzaldehyde, nonanoic acid, decanoic acid, dihydroactindiolide, hexadecanoic acid, lauric acid มี % relative peak area เท่ากับ 18.98, 16.25, 18.65, 4.41, 9.63, 7.02, 14.78, 4.92 และ 5.37 ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของเอนไซม์และเวลาในการย่อยสลายสาหร่ายไม่มีอิทธิพลต่อกลิ่นรสของ eb-SWVP (Table 2 และ Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า eb-SWVP จากแต่ละภาวะมีรสขม รสเค็มและรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นสาหร่าย และกลิ่นคล้ายอาหารทะเล (Figure 3)

สรุปผล

การย่อยสลายสาหร่ายด้วยเอนไซม์โบรมิเลนเข้มข้นร้อยละ 10 ที่เวลา 3 ชั่วโมง เป็นภาวะที่ดีที่สุด ในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่าย ซึ่งให้ค่าระดับการย่อยสลายสูงที่สุด และให้กลิ่นรสแบบ almond, green, oily, sweet และ fruity สามารถนำไปพัฒนาเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการสร้างภาคีบัณฑิตในการผลิตนักศึกษาระดับปริญญาโท-เอก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนในงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คงศักดิ์ สหะศักดิ์มนตรี, 2544, การพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำซอสปรุงรสโดยใช้เอนไซม์เพื่อลดสาร 3-MCPD, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 106.

ไพลิน เพ็ชรทวีพรเดช, 2548, การผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสจากกากถั่วเขียวโดยใช้เอนไซม์โปรติเอส, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 132.

Adler-Nissen, J., 1986, Enzymatic Hydrolysis of Food Proteins, Elsevier Applied Science Publishers, London, p. 122-124.

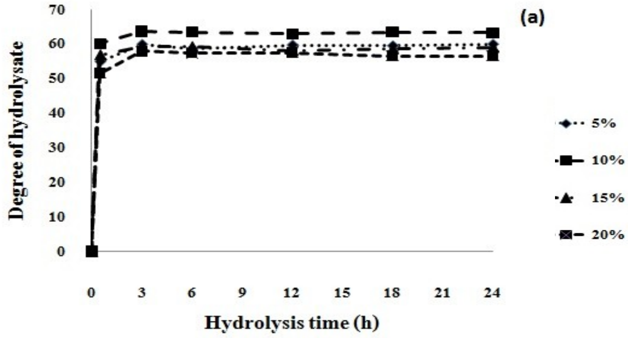
Burtin, P., 2003, Nutritional Value of Seaweeds, Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 2(4): 498-503.

Kunitz, M., 1974, Crystalline Soybean Trypsin Inhibitor: II General Properties, Journal of General Physiology, 30(4): 291-310.

Netto, F.M. and Galeazzi, M.A.M., 1998, Production and Characterization of Enzymatic Hydrolysate from Soy Protein Isolate, Lebensmittel-Wissenschaft und Techologie, 31(7-8): 624-631.

Olsman, H., 1979, Hydrolyzed and Autolyzed Vegetable Protein as Functional Food Ingredients, Journal of American Oil Chemists' Society, 56(3): 375-376.

Yuan, Y.V. and Walsh, N.A., 2006, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Extracts from a Variety of Edible Seaweeds, Food and Chemical Toxicology, 44: 1144–1150.



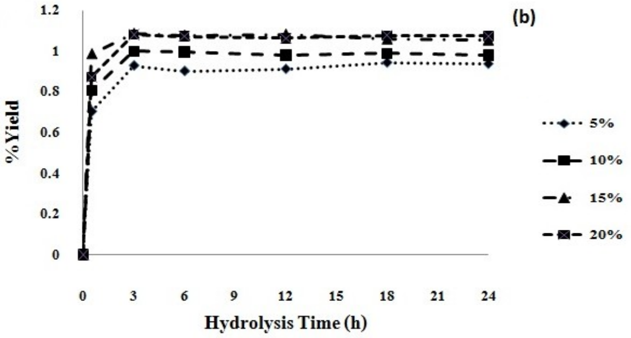


Figure 1 %Degree of hydrolysis (a) and % yield (b) of seaweed protein hydrolysate by bromelain at concentration of enzyme: 5, 10, 15 and 20% (%w/w) and hydrolysis time at 0.5, 3, 6, 12, 18 and 24 hours.

Table 1 %yield, %NaCl, pH and color value of seaweed protein hydrolysate at concentration of enzyme: 5, 10, 15 and 20% (%w/w) and hydrolysis time at 0.5, 3, 6, 12, 18 and 24 hours.

%enzyme	Time (h)	%yield	pH	%DH	%NaCl	L*	a*	b*
5	0.5	1.42^{dc}	6	54.92^{e}	0.4	68.24	-0.76	3.83
5	3	2.17^{dc}	6	59.93^{b}	0.6	68.48	-0.74	3.74
5	6	0.83^{ghi}	6	58.67^{bcd}	0.6	68.36	-0.84	4.11
5	12	0.51^{i}	6	59.73^{b}	0.6	68.36	-0.84	4.11
5	18	0.74^{hi}	6	59.50^{bc}	0.6	67.63	-0.94	5.09
5	24	0.74^{hi}	6	59.97^{b}	0.6	68.01	-0.9	4.67
10	0.5	1.54^{d}	6	60.14^{b}	0.6	68.07	-0.84	4.45
10	3	2^{d}	6	63.73^{a}	0.8	68.36	-0.8	4.49
10	6	0.91^{fgh}	6	63.46^{a}	0.8	68.19	-0.92	4.87
10	12	0.62^{hi}	6	63.00^{a}	0.8	68.19	-0.92	4.87
10	18	0.92^{fgh}	6	63.46^{a}	0.8	67.75	-1	5.37
10	24	0.79^{ghi}	6	63.25^{a}	0.8	67.88	-1.01	5.23
15	0.5	1.95^{bc}	6	56.83^{cde}	0.8	67.99	-0.83	4.67
15	3	2.36^{a}	6	59.27^{bcd}	1.0	68.25	-0.81	4.67
15	6	0.95^{fgh}	6	59.16^{bcd}	1.0	67.97	-0.88	4.86
15	12	0.80^{ghi}	6	58.07^{bcd}	1.0	67.97	-0.88	4.86
15	18	0.96^{fgh}	6	58.60^{bcd}	1.0	67.57	-0.99	5.68
15	24	0.95^{fgh}	6	58.93^{bcd}	1.0	67.74	-1.05	5.73
20	0.5	1.69^{bc}	6	51.58^{f}	0.8	67.89	-0.8	4.36
20	3	2.23^{ab}	6	57.91^{bcd}	1.0	68.1	-0.82	4.89
20	6	1.17^{ef}	6	57.43^{bcde}	1.0	67.8	-0.9	5.22
20	12	0.85^{fgh}	6	57.56^{bcde}	1.0	67.8	-0.9	5.22
20	18	0.85^{fghi}	6	56.60^{de}	1.0	67.67	-0.93	5.63
20	24	1.08^{efg}	6	56.58^{de}	1.0	67.58	-1.03	5.79
F-test		ns	ns	*	**	ns	ns	ns
C.V.(%)		13.58	0	2.26	0	2.12	-4.63	5.11

NS Mean in the same column with not significantly different (p>0.05).

[a, b, c] Mean in the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 2 Volatile compounds in seaweed protein hydrolysate by 10% bromelain at 3 hrs.

Volatile compound	Relative peak area (%)	Odor description
1-hexanol	18.98	resin, flower, green
1-nonen-3-ol	16.25	oily, creamy, green, earthy, mushroom
hexanoic acid	18.65	goat-like, sweat
benzaldehyde	4.41	almond, burnt sugar
nonanoic acid	9.63	green, fat
decanoic acid	7.02	rancid, fat
dihydroactindiolide	14.78	fruity, musk coumarin, green tea, apricot
hexadecanoic acid	4.92	waxy, creamy, candle
lauric acid	5.37	fatty, coconut bay oil

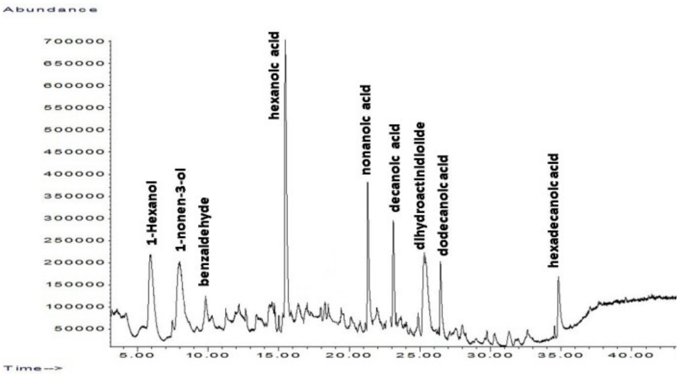


Figure 2 Volatile compounds of seaweed protein hydrolyzed by 10% bromelain at hydrolysis time 3 hours.

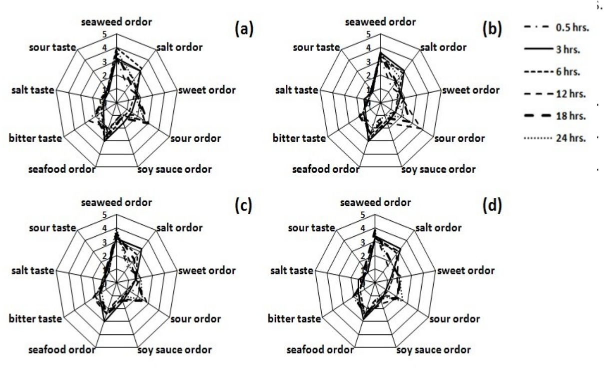


Figure3 Spider web of sensory profile of eb-SWVP by 5% (a), 10% (b), 15% (c), 20% (d) bromelain at hydrolysis time 0.5, 3, 6, 12, 18, 24 hours.

การผลิตซอสปรุงรสจากโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่ายจากการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด

Production of Seasoning Sauce from Acid-Seaweed Protein Hydrolysate

อรพรรณ เสลามาศสกุล[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ปนิดา บรรจงสินศิริ[2]
Selamassakul, O.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Bunjongsinsiri, P.[2]

Abstract

Gracilaria spp. are aquatic seaweeds that have been consumed in the south coastal area of Thailand. It consists of high nutrition which is a good source of protein for protein hydrolysate production. In this study, seaweed protein was hydrolyzed by hydrochloric acid (HCl) at 1 and 6N and hydrolysis time 12 and 24 hrs. The best condition to produce acidic seaweed protein hydrolysate (a-SWPH) was the hydrolysis treatment by 6N HCl for 24 hrs which gave the percent of degree hydrolysis (%DH) at 70.74%, salt content at 16.2%. Color of a-SWPH was dark brown which L*, a* and b* values were 57.78, 3.52 and 31.24, respectively. Volatile compounds of seaweed protein hydrolysates were identified by solid phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry (SPME-GC-MS). The major volatiles compounds found in seaweed protein hydrolysates at the best hydrolysis condition were acetone alcohol, furfural, 1-(2-furanyl)-ethanone, benzaldehyde, methyl ester levulinic acid, benzeneacetaldehyde, n-butyl acetate, heptanoic acid, hydrazide-2-furancarboxylic acid, triacetin and diethyl phthalate. The sensory evaluation revealed that odor or aroma of seaweed protein hyrolysate was similar to the commercial seasoning sauce.

Keywords: *Gracilaria* spp., seaweed protein hydrolysate, acid hydrolysis, savory sauce

บทคัดย่อ

สาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย (*Gracilaria* spp.) เป็นสาหร่ายที่ประชากรในภาคใต้ของไทยนำมาบริโภค เป็นสาหร่ายที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีน จึงเป็นวัตถุดิบที่ดีสำหรับนำมาใช้ในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท การย่อยสลายโปรตีนจากสาหร่ายด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 1 และ 6 นอร์มัล เป็นเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการย่อยสลายโปรตีนจากสาหร่าย คือ การใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 นอร์มัล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งให้ค่าระดับการย่อยสลายเท่ากับร้อยละ 70.74 โดยมีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 16.2 และโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากสาหร่ายมีสีน้ำตาลเข้มมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 57.78, 3.52 และ 31.24 ตามลำดับ เมื่อนำโปรตีนไฮโดรไลเซทมาวิเคราะห์สารหอมระเหยโดยใช้ solid phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry (SPME-GC-MS) พบว่า โปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายที่สภาวะการย่อยสลายดีที่สุดมีสาร acetone alcohol, furfural, 1-(2-furanyl)-ethanone, benzaldehyde, methyl ester levulinic acid, benzeneacetaldehyde, n-butyl acetate, heptanoic acid, hydrazide-2-furancarboxylic acid, triacetin และ diethyl phthalate เป็นองค์ประกอบหลัก และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่ายที่ได้มีกลิ่นคล้ายซอสปรุงรส

คำสำคัญ: สาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย *(Gracilaria* spp.*)* โปรตีนไฮโดรไลเซท การย่อยสลายด้วยกรด ซอสปรุงรส

คำนำ

สาหร่ายมีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน (ร้อยละ 5-35) กรดอะมิโนจำเป็น กรดไขมันจำเป็น (ω-3 และ ω-6) เยื่อใย วิตามิน แร่ธาตุที่สำคัญ และกรดอะมิโนแอสพาร์ติก (aspartic acid) และ กลูตามิก (glutamic acid) ซึ่งมีบทบาทในการเสริมรสชาติทำให้เกิดรสอร่อยที่เรียกว่า umami จึงมีการนำสาหร่ายมาใช้ต้มน้ำซุป เป็นส่วนผสมในอาหาร และผลิตเป็นสารปรุงแต่งรส (monosodium glutamate) (Burtin, 2003) นอกจากนี้สาหร่ายยังประกอบด้วยสาร polyphenols,

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150
[2]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
[2]The Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) 35 Moo 3 Technopolis, Khlong-ha, Khlong Luang, Pathum Thani. 12120

phenolic acid, carotenoids และ กรดอะมิโนจำพวก mycosporine ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และสารต้านการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง (antiproliferative) (Yuan และ Walsh, 2006) สำหรับประเทศไทยพบสาหร่ายทะเลหลายสายพันธุ์ ที่พบมากคือ *Gracilaris* spp. เป็นสาหร่ายสีแดง มีการนำมาใช้ในการผลิตวุ้น เป็นอาหารเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ และบริโภคสดแทนผักหรือนำมาแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ เช่น ขนมวุ้นกรอบ รังนกเทียมและกระเพาะปลาเท่านั้น (กาญจนภาชน์, 2527) การนำ *Gracilaris* spp.มาแปรรูปเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซทจึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารและมูลค่าของสาหร่าย *Gracilaris* spp.อีกวิธีการหนึ่ง ปัจจุบันมีการนำ hydrolysate vegetable protein (HVP) มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลายเช่น อาหารแปรรูป ขนม ซอสปรุงรส ซุปก้อน เกรวี่อาหารแปรรูปต่างๆ เนื่องจาก HVP เป็นสารให้กลิ่นรสที่ดีคล้ายคลึงกับกลิ่นรสจริงของอาหารและมีราคาถูก (Olsman, 1979) ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ผลิต HVP มักเป็นพืชที่มีโปรตีนสูงและมีราคาถูก เช่น ถั่วเหลือง ข้าวสาลี ข้าวโพด และถั่วต่าง ๆ เป็นต้น (Weir, 1986) สาหร่ายจึงเป็นพืชทางเลือกอีกชนิดหนึ่งในการนำมาผลิตเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซท โดยในอุตสาหกรรมนิยมผลิต HVP โดยการย่อยสลายด้วยกรด เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ได้ HVP จำนวนมาก HVP ที่ได้มีกลิ่นรสที่แรง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Nagodawithana, 1995) งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการย่อยสลายโปรตีนสาหร่ายด้วยกรดที่มีต่อคุณภาพเคมี กายภาพและสารหอมระเหย

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสาหร่ายที่ได้จากบ่อเพาะเลี้ยง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มาล้างทำความสะอาดอบแห้งด้วย hot air oven ที่อุณหภูมิ 40°C เวลา 48 ชั่วโมง บดให้ละเอียด วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (fiber) โดยวิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (2000) ชั่งสาหร่ายที่บดละเอียดใส่ในขวดก้นกลม เติมกรด HCl อัตราส่วน 1:10 โดยแปรความเข้มข้นกรดที่ 1 และ 6 นอร์มัล เวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 95°C ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นกรองแยกกากออกด้วยกระดาษกรอง No. 1 และนำสารละลายที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าพีเอชโดยใช้ pH meter ปริมาณเกลือโดยใช้ salinity refractometers ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น Miniscan®EZ) ระดับการย่อยสลาย (%degree of hydrolysis, %DH) ตามวิธีของ Netto และ Galeazzi (1998) วิเคราะห์สารหอมระเหยของโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่ายจากทุกภาวะ โดยใช้ headspace solid-phase microextraction gas chromatoghaphy mass spectrometry (DHS-SPME-HS-CG-MS) อุ่นสารตัวอย่างปริมาตร 4 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นดูดซับไอสารระเหยด้วยไฟเบอร์ 2cm-50/30 µm DVB/Carboxen™ /PDMS StableFlex™ เป็นเวลา 30 นาที นำเข้าเครื่อง GC ใช้คอลัมน์ DB-WAX และก๊าซฮีเลี่ยมเป็นตัวพา ให้เวลาในการชะสารระเหยออกจากไฟเบอร์เป็นเวลา 20 นาที โปรแกรมอุณหภูมิของ oven โดยเริ่มจากอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 180 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และเพิ่มอุณหภูมิจาก 180 เป็น 200 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 8 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที วิเคราะห์สารระเหยด้วยเครื่อง MSD (scan rage 33-350 amu) ที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส และแปรผลโดยเทียบกับ Wiley 275 และ NIST library ที่ % quality match ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 และเทียบกับสารละลายมาตรฐานอัลเคน (C_8-C_{20} alkanes) วางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS (1997) ส่วนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ quantitative descriptive analysis (QDA) ได้แก่ กลิ่นสาหร่าย กลิ่นเค็ม กลิ่นหวาน กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นซีอิ๊ว กลิ่นซอสหอยนางรม กลิ่นอาหารทะเล รสขม รสเค็ม และรสเปรี้ยว โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน แบบ 5 point scoring test วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่าย พบว่ามีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 18.04, 0.29, 27.14, 11.98 และ 42.56 ตามลำดับ จาก Table 1 พบว่า ความเข้มข้นกรดและเวลาในการย่อยสลายมีอิทธิพลร่วมกันต่อการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่ายด้วยกรด โดย a-SWVP ที่ได้จากการย่อยด้วยกรด HCl เข้มข้น 6 นอร์มัล เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าร้อยละผลผลิต (%yield) ร้อยละการย่อยสลาย (%DH) ปริมาณเกลือ (%NaCl) และค่าสี สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเมื่อเพิ่มความเข้มข้น HCl ทำให้กรดสามารถสลายพันธะเพปไทด์ให้โปรตีนเป็นกรดอะมิโน รวมทั้งองค์ประกอบ อื่นๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต และไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Peterson และ Johnson, 1978) ส่วนปริมาณเกลือที่

เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการปรับพีเอชให้เป็นกลางมากขึ้น ทำให้เกิดคลอไรด์ของกรดเกลือ (NaCl) สูงขึ้นด้วย (สุธีรา, 2535) ส่วนค่าสีของ a-SWVP ที่ความเข้มข้นกรดที่แต่ละภาวะ มีค่า L* และ b* ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีค่า L* ระหว่าง 59.14-57.78 ค่า b* ระหว่าง 28.03-31.67 และเมื่อเวลาในการย่อยสลายมากขึ้น a-SWVP มีสีแดงมากขึ้น (Table 1) เมื่อนำโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายที่แต่ละภาวะมาวิเคราะห์สารหอมระเหยโดยใช้ GC-MS พบว่าโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่ายที่ภาวะการย่อยสลายดีที่สุดคือ 6 นอร์มัล เวลา 24 ชั่วโมง มีองค์ประกอบหลักของสารให้กลิ่นรส 10 ชนิด คือ acetone alcohol, furfural, 1-(2-furanyl)-ethanone, benzaldehyde, methyl ester levulinic acid, benzeneacetaldehyde, n-butyl acetate, heptanoic acid, hydrazide-2-furancarboxylic acid, triacetin และ diethyl phthalate มี % relative peak area เท่ากับ 2.31, 5.91, 2.13, 14.66, 7.34, 33.84, 3.54, 2.51, 9.26 , 2.39 และ 16.10 ตามลำดับ (Table 2 และ Figure 1) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า a-SWVP จากแต่ละภาวะไม่มีรสขมและรสเปรี้ยว ส่วนรสเค็มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นกรดเพิ่มมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลปริมาณเกลือ มีกลิ่นสาหร่ายเล็กน้อยและมีกลิ่นคล้ายอาหารทะเล ซีอิ้ว และซอสหอยนางรมทางการค้าซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วย GC-MS เมื่อเปรียบเทียบสารให้กลิ่นของ a-SWVP ที่ภาวะที่ดีที่สุดกับสารให้กลิ่นที่พบในซอสหอยนางรมทางการค้า พบว่ามีสารให้กลิ่นคล้ายกันได้แก่ acetone alcohol, furfural, 1-(2-furanyl)-ethanone, benzaldehyde และ triacetin (Nguyen และคณะ, 2009)

สรุปผล

การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทด้วยกรด เมื่อความเข้มข้นกรดและเวลาในการย่อยสลายเพิ่มมากขึ้น ทำให้ร้อยละผลผลิต ร้อยละการย่อยสลาย และค่าเกลือเพิ่มขึ้น โดยภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากสาหร่าย คือ การใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งให้ค่าระดับการย่อยสลายสูงที่สุด และมีลักษณะกลิ่นแบบ sweet, fruity, fatty, nutty, meat และ ammonia

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการสร้างภาคีบัณฑิตในการผลิตนักศึกษาระดับปริญญาโท-เอก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนในงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2527, สาหร่าย (ALGAE), คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 343 หน้า.

สุธีรา เสาวภาคย์, 2535, การใช้ประโยชน์จากกากถั่วลิสงในการผลิตน้ำซอสปรุงรส, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Burtin, P., 2003, Nutritional Value of Seaweeds, Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 2(4): 498-503.

Nagodawithana, T.W., 1995, Savory Flavors, Esteekay Associates, Inc., Milwaukee, WI, p. 401-434.

Netto, F.M. and Galeazzi, M.A.M., 1998, Production and Characterization of Enzymatic Hydrolysate from Soy Protein Isolate, Lebensmittel-Wissenschaft und Techologie, 31(7-8): 624-631.

Nguyen, T.H.D, Wang, X.C. and Zhu, Y.Z., 2009, Volatile Components and Sensory Characteristics and Consumer Liking of Commercial Brand Oyster Sauces, Summer Program in Sensory Evaluation, 2009, china, p. 123-139.

Olsman, H., 1979, Hydrolyzed and Autolyzed Vegetable Protein as Functional Food Ingredients, Journal of American Oil Chemists' Society, 56(3): 375-376.

Peterson, M.S. and Johnson, A.H., 1978, Encyclopedia of Food Science, AVI Publishing Company, Connecticut, 1005 p.

Weir, G.S.D., 1986, Protein Hydrolysates as Flavourings, In Development in Food Proteins, Hudson, B.J.F., Ed.; Elsevier Applied Science Publishers, London, New York, p.175-217.

Yuan, Y.V. and Walsh, N.A., 2006, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Extracts from a Variety of Edible Seaweeds, Food and Chemical Toxicology, 44: 1144–1150.

Table 1 %yield, %Degree of hydrolysis, salt content and color of seaweed protein hydrolysate at 1 and 6 N HCl, hydrolysis time at 12 and 24 hrs.

Concentration of HCl	Time (h)	%yield	%DH	%NaCl	color value L*	a*	b*
1N	12	12.7[a]	54.3[b]	4.8[a]	58.7	1.7[b]	28.0
	24	13.5[b]	55.0[b]	4.6[a]	59.1	1.5[b]	28.3
6N	12	41.8[c]	69.9[a]	17.1[b]	58.4	3.0[a]	31.6
	24	59.4[d]	70.7[a]	16.2[b]	57.8	3.5[a]	31.2
F-test		*	*	*	ns	*	ns
C.V. (%)		0.42	5.03	0.64	9.33	3.56	2.13

NS mean in the same column are not significant difference (p > 0.05)

[a, b, c] Mean in the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 2 Volatile compounds in seaweed protein hydrolysate at 6N HCl 24 hrs.

Volatile compound	Relative peak area (%)	Odor description
acetone alcohol	2.31	pungent, sweet, caramellic, ethereal
furfural	5.91	bread, almond, sweet
1-(2-furanyl)-ethanone	2.13	balsamic, dark chocolate, meat
benzaldehyde	14.66	almond, burnt sugar
methyl ester levulinic acid	7.34	Sweet, caramel, acidic, slight vanillin-like
benzeneacetaldehyde	33.84	sweet, almond nutty
n-butyl acetate	3.54	sharp, ethereal, fruity banana
heptanoic acid	2.51	cheesy, waxy, sweaty, fermented, pineapple
hydrazide-2-furancarboxylic acid	9.26	ammonia-like
triacetin	2.39	fruity, papaya
diethyl phthalate	16.10	odorless, green tea, apricot

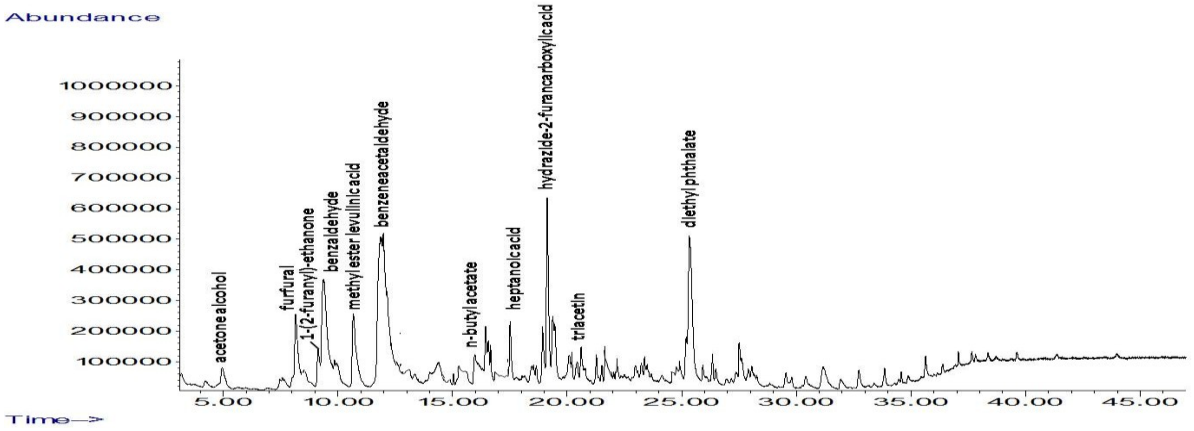


Figure 1 Gas chromatogram of volatile compounds from acid seaweed protein hydrolysate at 6N HCl 24 hrs.

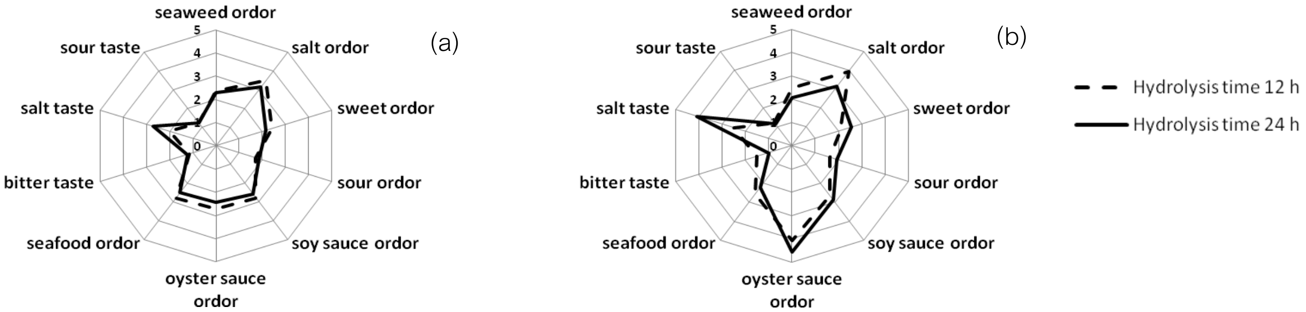


Figure 2 Spider web of sensory profile of acid seaweed protein hydrolysate (a) HCl 1N (b) HCl 6N.

การประเมินประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของธัญพืชหมักด้วยเชื้อแลคติค
Evaluation the Antioxidant Activites of Fermented Cereals by Lactic Acid Bacteria

วรัมพร วงศ์สุดิน[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]
Vongsudin, W.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract
This study aimed to evaluate antioxidant activities of fermented cereal extracts from soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] and *Sesamum indicum* L. (black sesame). The cereals were fermented with *Lactobacillus plantarum* at 30°C for various fermented times (0,12, 24, 36, 48, 60 and 72 h) and extraction solvents (ethanol, methanol and water). The total phenolic content of the fermented cereal extracts was determined according to the Folin-Ciocalteu method. The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging activity assay and ABTS radical cation depolarization method were used to determine the antioxidant activity of extracts, the results showed that the methanolic extracts exhibited higher than ethanolic and water extracts. The methanolic soybean extracts for 36 h gave the highest antioxidant activity at 72.62% and the methanolic black sesame extracts for 48 h exhibited the highest antioxidant activity at 63.35%.
Keywords: soybean, black sesame, fermentation, antioxidant activity

บทคัดย่อ
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของถั่วเหลืองและงาดำโดยผ่านกระบวน การหมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่อุณหภูมิการหมัก 30°C ระยะเวลาการหมัก 0, 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ได้แก่ เอทานอล เมทานอล และน้ำ วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิคด้วยวิธี Folin-Ciocalteu พบว่าถั่วเหลืองและงา มีปริมาณฟีนอลิคเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น และวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging activity และวิธี ABTS radical cation depolarization assay พบว่าถั่วเหลืองและงา ที่หมักระยะเวลาต่างๆ เมื่อสกัดด้วยเมทานอล สารสกัดที่ได้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดจากถั่วเหลืองและงาหมัก เมื่อสกัดด้วยเอทานอลและน้ำ โดยสารสกัดถั่วเหลืองที่หมักระยะเวลา 36 ชั่วโมง สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 72.62% แต่สารสกัดงาดำหมักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง สกัดด้วยเมทานอล มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเท่ากับ 63.35%
คำสำคัญ: ถั่วเหลือง งาดำ กระบวนการหมัก สารต้านอนุมูลอิสระ

คำนำ
ธัญพืชประกอบด้วยสารปฐมภูมิ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน และสารพฤกษเคมี (phytochemical compositions) ซึ่งเป็นสารทุติยภูมิ ได้แก่ วิตามิน สารฟีนอลิก (phenolics) รวมทั้งสาร antioxidants ต่างๆ ซึ่งสาร antioxidants ในธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลืองและงาดำ ได้แก่ สารประกอบฟินอลิค ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลายชนิด เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ มะเร็ง และเบาหวาน เป็นต้น (Ohta และคณะ, 2000; Wu และคณะ, 2009) แต่ปริมาณสารประกอบฟินอลิคในธัญพืชมีปริมาณไม่สูง มีรายงานการวิจัย เมื่อนำธัญพืชเหล่านี้มาผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ สารอาหารและสารสำคัญบางชนิดในธัญพืช มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยการหมักข้าวด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟินอลิคสูงกว่าการหมักข้าวด้วยเชื้ออื่น (Yen และคณะ, 2003) การหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* มีปริมาณสารประกอบฟินอลิคสูงขึ้น (Hubert และคณะ, 2008) การหมักข้าวโพดด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟินอลิคได้ (Nguyen และคณะ, 2007) แต่ยังไม่มีรายงานการวิจัยการศึกษาระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมต่อการหมักงาดำและหมักถั่วเหลือง เพื่อเพิ่มปริมาณสารประกอบ ฟินอลิคด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นศึกษาคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของงาดำหมักและ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8, Teintalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

ถั่วเหลืองหมักซึ่งเป็นธัญพืชที่มีการปลูกกระจายในทุกภาคของประเทศไทยและมีปริมาณสูงด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum*

อุปกรณ์และวิธีการ

นำงาดำและถั่วเหลืองสดมาล้างทำความสะอาด แล้วอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บดให้ละเอียด และเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus plantarum* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient broth (NB) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นใช้ลูปจุ่มลงใน nutrient broth ที่มีเชื้อ และทำการ streak เชื้อลงบน nutrient agar (NA) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส จนได้เป็นโคโลนีเดี่ยว ใช้ลูปแตะโคโลนีเดี่ยวมาเลี้ยงใน nutrient broth (NB) และบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส และวัดปริมาณเชื้อเริ่มต้น เทียบกับ Mcfarland standard เพื่อใช้ในกระบวนการหมัก โดยนำงาดำและถั่วเหลือง มาล้างทำความสะอาดและนำไป autoclave ที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บดให้ละเอียด ทำการหมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* อัตราส่วน 10 mL ของ Nutrient broth (NB) ต่อ น้ำหนักงาดำและถั่วเหลือง 200 กรัม หมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยเก็บธัญพืชหมักทุก 12 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟินอลิคทั้งหมด (total phenolics compounds) และวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราะห์สารประกอบฟินอลิคทั้งหมด ทำได้โดย นำงาดำและถั่วเหลืองสดที่ผ่านการอบแห้งและบดให้ละเอียด และงาดำและถั่วเหลืองหมักที่ผ่านการอบแห้งและบดให้ละเอียดแล้ว มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล เมทานอลและน้ำ ในอัตราส่วนน้ำหนักงาดำและถั่วเหลือง 0.5 กรัม ต่อปริมาตรตัวทำละลาย 5 ml เซนติฟิวจ์ที่ความเร็วรอบ 12,000 rpm 20 นาที วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (total phenolics compound) ของสารสกัดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ตามวิธีของ Singleton และคณะ (1999) โดยคำนวณปริมาณสารประกอบฟินอลิคทั้งหมด เทียบจากกราฟมาตรฐานของ gallic acid ที่ช่วงความเข้มข้น 50-400 mg/L และวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดงาดำและถั่วเหลืองสด และสารสกัดงาดำและถั่วเหลืองหมักด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging activity ดัดแปลงวิธีของ Perez-Jimenez และคณะ (2006) โดยผสมสารสกัด 1 ml กับสารละลาย DPPH 3 mL ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และวิธี ABTS radical cation depolarization assay ดัดแปลงวิธีของ Perez-Jimenez และคณะ (2006) โดยผสมสารสกัด 1 mL กับสารละลาย ABTS 4 mL ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดเป็นเวลา 6 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย (LSD) ของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SAS (1997)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการนำงาดำและถั่วเหลืองมาผ่านกระบวนการหมักด้วยเชื้อ *L. plantarum* ที่ 30 องศาเซลเซียส โดยเก็บผลวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟินอลิคทั้งหมด และประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทุก 12 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเทียบปริมาณสารประกอบฟินอลิคทั้งหมดกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid งาดำและถั่วเหลืองหมักมีปริมาณฟินอลิคเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากเชื้อ *L. plantarum* สร้างเอนไซม์เบต้ากลูโคซิเดส ทำหน้าที่เป็นสารคะตะไลซ์ในการสร้างประกอบฟินอลิค ทำให้ปริมาณสารประกอบฟินอลิคเพิ่มมากขึ้น และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของงาดำและถั่วเหลืองหมัก โดยสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล เมทานอล และน้ำ พบว่า ตัวทำละลายเมทานอลมีประสิทธิภาพในการสกัดงาดำและถั่วเหลืองหมักดีที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติการมีขั้วของเมทานอลมีความจำเพาะต่อสารประกอบฟินอลิคซึ่งมีคุณสมบัติมีขั้วมากกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น โดยสารสกัดงาดำหมักที่ระยะเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 63.35 และสารสกัดถั่วเหลืองหมักที่ระยะเวลาการหมัก 36 ชั่วโมง มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 72.62 โดยถ้าเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของธัญพืชทั้ง 2 ชนิด พบว่า เมื่อผ่านกระบวนการหมัก ถั่วเหลืองหมักมีประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่างาดำหมัก เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระก่อนผ่านกระบวนการหมัก สอดคล้องกับการทดลองของ Moktan และคณะ (2008)

สรุปผล

สารสกัดจากงาดำและถั่วเหลืองหมัก มีปริมาณฟีนอลิคและมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูง โดยสารสกัดงาดำและถั่วเหลืองหมักมีปริมาณฟีนอลิคสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เมื่อสกัดงาดำหมักที่ 48 ชั่วโมง และถั่วเหลืองหมักที่ 36 ชั่วโมง ด้วยเมทานอล

เอกสารอ้างอิง

Hubert, J., Berger, M., Nepveu, F., Paul, F. and Dayde, J., 2008, Effects of Fermentation on the Phytochemical Composition and Antioxidant Properties of Soy germ, Food Chemistry, 109: 709–721.

Moktan, B., Saha, J. and Sarkar, P.K., 2008, Antioxidant Activities of Soybean as Affected by Bacillus-Fermentation to Kinema, Food Research International, 41: 586–593.

Nguyen, T.T.T., Guyot, J.P., Icard-Verniere, C. and Rochette, I.G., 2007, Effect of High Pressure Homogenisation on the Capacity of *Lactobacillus plantarum* A6 to Ferment Rice/soybean Slurries to Prepare High Energy Density Complementary Food, Food Chemistry, 102: 1288-1295.

Ohta, T., Nakatsugi, S., Watanabe, K., Kawamori, T., Ishikawa, F. and Morotomi, M., 2000, Inhibitory Effects of Bifidobacterium-Fermented Soy Milk on 2-Amino-1-Methyl-6-Phenylimidazo[4,5-b] Pyridine-Induced Rat Mammary Carcinogenesis, with a Partial Contribution of Its Component Isoflavones, Carcinogenesis, 21: 937–941.

Perez-Jimenez, J. and Saura-Calixto, F., 2006, Effect of Solvent and Certain Food Constituents on Different Antioxidant Capacity Assays, Food Research International, 39: 791–800.

SAS, 1997, SAS User's Guide : Statistics, SAS Institude, Inc., North Calorina, 558.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M., 1999, Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent, Methods in Enzymology, 299: 152-178.

Wu, J.J., Lina, J.C., Wanga, C.H., Jongb, T.T., Yang, H.L., Hsud, S.L. and Chang, C., 2009, Extraction of Antioxidative Compounds from Wine Lees using Supercritical Fluids and Associated Anti-Tyrosinase Activity, Journal of Supercritical Fluids, 50: 33–41.

Yen, G.C., Chang, Y.C. and Su, S.W., 2003, Antioxidant Activity and Active Compounds of Rice Koji-Fermented with *Aspergillus candidus*, Food Chemistry, 83: 49–54.

Table 1 Total phenolic contents of fermented black sesame and soybean extracts in different fermentation time.

Cereals	Fermentation time	Total phenolic contents (g GAE/ d dry)
Black sesame extracts	0 h (pre-fermented)	$6.72^{i} \pm 0.16$
	12 h	$6.73^{i} \pm 0.62$
	24 h	$8.82^{h} \pm 1.10$
	36 h	$9.27^{h} \pm 1.71$
	48 h	$13.89^{g} \pm 0.48$
	60 h	$15.07^{gf} \pm 0.76$
	72 h	$16.11^{ef} \pm 0.92$
Soybean extracts	0 h (pre-fermented)	$17.22^{e} \pm 0.48$
	12 h	$17.53^{e} \pm 0.36$
	24 h	$29.65^{d} \pm 0.92$
	36 h	$40.49^{c} \pm 0.63$
	48 h	$62.43^{b} \pm 1.26$
	60 h	$69.54^{a} \pm 0.44$
	72 h	$70.60^{a} \pm 0.48$
F-test		**
C.V. (%)		3.959
LSD		1.817

Table 2 DPPH and ABTS scavenging effect (%) fermented black sesame and soybean extracts in different fermentation time.

Cereals	Solvents	Fermentation time	DPPH	ABTS
Black sesame extracts	Ethanol	0 h (pre-fermented)	23.42^{SR} ± 2.96	15.01^{U} ± 0.65
		12 h	18.52ST ± 3.00	31.94^{PON} ± 3.08
		24 h	27.33^{RQP} ± 1.37	45.27^{IHG} ± 0.11
		36 h	32.08^{ONP} ± 0.83	47.56^{FHG} ± 1.44
		48 h	35.88^{ONM} ± 1.68	51.90^{FE} ± 2.05
		60 h	32.47^{ONP} ± 1.17	42.56^{IKHJ} ± 1.41
		72 h	24.38^{SRQ} ± 1.30	26.16^{TSR} ± 1.54
	Methanol	0 h (pre-fermented)	37.94^{LNM} ± 2.96	33.15^{MPON} ± 2.50
		12 h	48.63^{HJGI} ± 2.53	38.45^{MKLJ} ± 1.11
		24 h	56.76^{EFD} ± 3.07	74.06^{C} ± 0.57
		36 h	60.25^{ECD} ± 1.65	51.63^{FE} ± 1.75
		48 h	63.35^{BCD} ± 1.09	70.98^{C} ± 2.13
		60 h	54.55^{EFG} ± 2.01	36.11^{MLN} ± 2.16
		72 h	44.69^{LJK} ± 7.21	26.66^{QPSR} ± 2.15
	Water	0 h (pre-fermented)	14.19^{T} ± 7.12	6.96^{V} ± 2.90
		12 h	38.28^{LNM} ± 0.57	23.78^{T} ± 1.43
		24 h	52.27^{HFGI} ± 1.30	14.65^{U} ± 2.03
		36 h	54.73^{EFG} ± 0.56	21.51^{T} ± 0.74
		48 h	58.29^{EFCD} ± 2.14	35.23^{MON} ± 1.56
		60 h	45.95^{JKI} ± 0.82	26.10^{TSR} ± 1.39
		72 h	36.09^{ONM} ± 6.08	21.26^{T} ± 1.15
Soybean extracts	Ethanol	0 h (pre-fermented)	26.52^{QTSR} ± 2.12	30.97^{OQP} ± 0.87
		12 h	25.02^{TS} ± 2.94	32.73^{ONP} ± 1.37
		24 h	25.35^{TSR} ± 0.98	41.11^{LKM} ± 0.43
		36 h	34.42^{MPON} ± 2.68	44.52^{LJK} ± 0.71
		48 h	43.70^{IHJ} ± 1.00	45.81^{JKI} ± 0.33
		60 h	37.96^{MKL} ± 0.79	29.46^{ORQP} ± 1.14
		72 h	25.08^{TS} ± 1.18	34.08^{ONP} ± 1.80
	Methanol	0 h (pre-fermented)	49.33^{FEG} ± 2.16	52.96^{HFG} ± 2.29
		12 h	97.54^{A} ± 1.07	63.21^{BCD} ± 1.16
		24 h	95.81^{A} ± 0.59	69.30^{BA} ± 0.60
		36 h	87.97^{B} ± 0.97	72.62^{A} ± 0.63
		48 h	63.28^{D} ± 1.23	63.90^{BC} ± 1.29
		60 h	54.72^{E} ± 2.71	62.66^{BCD} ± 1.74
		72 h	44.61^{IHG} ± 0.53	58.64^{EFCD} ± 2.52
	Water	0 h (pre-fermented)	92.30^{B} ± 2.78	74.99^{A} ± 2.12
		12 h	38.70^{QPOR} ± 2.01	43.32^{LJK} ± 1.23
		24 h	31.67^{QPON} ± 2.79	48.06^{HJGI} ± 0.99
		36 h	41.30^{IKLJ} ± 1.01	46.16^{HJKI} ± 1.01
		48 h	34.74^{MPON} ± 2.51	43.04^{LJK} ± 0.69
		60 h	30.70^{QPOR} ± 0.74	38.64^{LNM} ± 1.28
		72 h	21.81^{T} ± 1.30	27.24^{RQP} ± 2.01
F-test			**	**
C.V. (%)			9.4565	8.0368

Remark: ** Significant at $p \leq 0.001$

a, b, c,… Data in column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงสารอาหารของธัญพืชหมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum*

Chemical Composition Changes of Fermented Cereals with *Lactobacillus plantarum*

วรัมพร วงศ์สุดิน[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]

Vongsudin, W.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

Nutritional enhancement of soybean (*Glycine max* Merr.) and black sesame (*Sesamum indicum* L.) was enhanced by fermented process of *Lactobacillus plantarum* at 30°C for 0, 12, 24, 36, 48, 60, and 72 h. Results showed fermented soybean and sesame fermented for 24 and 36 h had the highest protein contents at 43.49 and 19.51, respectively. Fermented soybean and sesame for 12 h had the highest lipid contents at 16.19 and 31.56%. Fermented soybean and fermented sesame showed a decreasing in carbohydrate contents. However, fiber content of 12 h fermented sesame was increased, fiber content of fermented soybean was decreased.

Keywords: soybean, black sesame, fermentation, nutritional values

บทคัดย่อ

การศึกษาการเพิ่มปริมาณสารอาหารของถั่วเหลืองและงาดำโดยใช้กระบวนการหมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่อุณหภูมิการหมัก 30°C ระยะเวลาการหมัก 0, 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง พบว่า ถั่วเหลืองหมักมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 43.49 ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง และงาดำหมักมีปริมาณโปรตีนสูงสุดที่ระยะเวลาการหมักที่ 36 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 19.51 ถั่วเหลืองหมักและงาดำหมักที่ระยะเวลาการหมัก 12 ชั่วโมง มีปริมาณไขมันสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 16.19 และ ร้อยละ 31.56 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่างาดำและถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมัก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง และงาดำยังมีปริมาณเยื่อใยสูงขึ้นเมื่อหมักที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง แต่ถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักมีปริมาณเยื่อใยลดลง

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง งาดำ กระบวนการหมัก สารอาหาร

คำนำ

ประเทศไทยมีการปลูกธัญพืชอื่นกระจายในทุกภาคและมีปริมาณสูง ธัญพืชเหล่านี้ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง และงาดำ เป็นต้น ซึ่งนิยมนำมาบริโภคทั้งในรูปเมล็ดและผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ในธัญพืชประกอบด้วยสารพฤกษเคมี (phytochemical compositions) ที่เป็นสารปฐมภูมิ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน และสารทุติยภูมิ ได้แก่ วิตามิน สารฟีนอลิก (phenolics) และสาร antioxidants ต่างๆ (Qureshi และคณะ, 2002; Perez-Balibrea และคณะ, 2008) ในถั่วเหลืองมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูงกว่าธัญพืชอื่น มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบทุกชนิด มีวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นหลายชนิด งาดำมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงกว่าสารปฐมภูมิตัวอื่น มีวิตามินอี วิตามินบี และแร่ธาตุหลายชนิด อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารพฤกษเคมีในธัญพืชยังมีปริมาณไม่สูงมากนัก มีรายงานการวิจัยว่ากระบวนการหมักธัญพืชด้วยเชื้อจุลินทรีย์สามารถเพิ่มปริมาณสารสำคัญต่างๆ (bioactive compounds) รวมทั้งสารอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย มีรายงานการหมักข้าวสาลีด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* และเชื้อ *Lactobacillus rossiae* สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนได้ (Rizzello และคณะ, 2010) การหมักข้าวโพดด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* สามารถเพิ่มปริมาณไขมัน โปรตีน และลดปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Nguyen และคณะ, 2007) และการหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อ *Bacillus subtilis* สามารถเพิ่มปริมาณไขมันและโปรตีนได้ (Hubert และคณะ, 2008; Frank และคณะ, 2009) แต่ยังไม่มีรายงานการวิจัยการหมักงาดำและหมักถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มปริมาณองค์ประกอบทางเคมีด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย ในงาดำและถั่วเหลืองหมัก ด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum*

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8, Teintalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบงาดำและถั่วเหลือง นำมาล้างทำความสะอาด แล้วอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บดให้ละเอียด จากนั้นวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย ตามวิธีของ Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000) และเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus plantarum* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient broth (NB) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นใช้ลูปจุ่มลงใน nutrient broth ที่มีเชื้อ และทำการ streak เชื้อลงบน nutrient agar (NA) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส จนได้เป็นโคโลนีเดี่ยว ใช้ลูปแตะโคโลนีเดี่ยวมาเลี้ยงใน nutrient broth (NB) และบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส และวัดปริมาณเชื้อเริ่มต้น เทียบกับ Mcfarland standard เพื่อใช้ในกระบวนการหมัก โดยนำงาดำและถั่วเหลืองที่ผ่านการอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และบดให้ละเอียดแล้ว หมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในอัตราส่วน 10 ml ของ nutrient broth (NB) ที่มีเชื้อ ต่อ น้ำหนักงาดำและถั่วเหลือง 200 กรัม ทำการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยเก็บผลเมื่อหมักธัญพืชทุก 12 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (AOAC, 2000)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการนำงาดำและถั่วเหลืองมาผ่านกระบวนการหมักด้วยเชื้อ *L. plantarum* ที่ 30 องศาเซลเซียส โดยเก็บผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย ทุก 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน พบว่างาดำหมักที่ระยะเวลา 36 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และที่ระยะเวลาการหมักที่ 12 ชั่วโมง มีปริมาณไขมัน และเยื่อใยเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณสารอาหารทั้ง 3 ชนิดค่อยๆลดลงจนถึงระยะเวลาการหมักที่ 72 ชั่วโมง โดยที่ระยะเวลาการหมักที่ 36 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 19.51 และที่ระยะเวลาการหมัก 12 ชั่วโมง มีปริมาณไขมันสูงสุดเท่ากับร้อยละ 31.56 และปริมาณเยื่อใยเท่ากับร้อยละ 25.01 แต่งาดำหมักมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง โดยที่ระยะเวลาการหมักที่ 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกัน (Figure 1) ส่วนถั่วเหลืองหมักนั้น มีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและเยื่อใยลดลง โดยที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 43.49 และที่ระยะเวลาการหมัก 12 ชั่วโมง มีปริมาณไขมันสูงสุดเท่ากับร้อยละ 16.19 (Figure 2) และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณค่าสารอาหารของธัญพืชทั้ง 2 ชนิด พบว่า เมื่อผ่านกระบวนการหมัก ถั่วเหลืองหมักมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นสูงกว่างาดำหมัก เมื่อคิดเทียบกับปริมาณโปรตีนก่อนผ่านกระบวนการหมัก ซึ่งปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากจุลินทรีย์สามารถสร้างเอนไซม์ไปย่อยโปรตีน ให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง แตกตัวเป็นโพลีเพปไทด์ และเปลี่ยนสภาพเป็นโอลิโกเพปไทด์ และกรดอะมิโนซึ่งเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน (Feng, 2007) เมื่อเกิดกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ปริมาณโปรตีนจึงเพิ่มสูงขึ้น แต่งาดำหมัก มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นสูงกว่าถั่วเหลืองหมัก เมื่อคิดเทียบกับปริมาณไขมันก่อนผ่านกระบวนการหมัก ซึ่งปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการออกซิไดส์ไขมันจากกระบวนการเมทาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ได้เป็นกรดไขมันสายสั้นๆ จุลินทรีย์จะช่วยปรับปรุงองค์ประกอบที่ย่อยได้ยากให้อยู่ในรูปที่ย่อยได้ง่าย ทำให้ถูกเอนไซม์จากจุลินทรีย์ย่อยได้ ปริมาณไขมันจึงเพิ่มขึ้น (Rajesh, 2010) แต่ทั้งงาดำและถั่วเหลืองหมักมีปริมาณเยื่อใยและคาร์โบไฮเดรตลดลงเมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น เนื่องจากการถูกทำลายจากความร้อนที่ระยะเวลานานขึ้นของการหมัก และการนำไปใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Abiodun และคณะ (1999) และ Rajesh และคณะ (2010)

สรุปผล

การหมักงาดำและถั่วเหลืองด้วยเชื้อ *L. plantarum* ที่ 30 องศาเซลเซียส ทำให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น โดยงาดำหมักที่เวลา 36 ชั่วโมง และถั่วเหลืองหมักที่เวลา 24 ชั่วโมง มีปริมารณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 19.51 และ 43.49 ตามลำดับ ส่วนไขมันทั้งงาดำและถั่วเหลืองหมัก ที่เวลา 12 ชั่วโมง มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่งาดำหมักมีปริมาณเยื่อใยเพิ่มขึ้นที่ 12 ชั่วโมง และลดลงเมื่อระยะเวลาหมักนานขึ้น และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงเมื่อผ่านกระบวนการหมัก และถั่วเหลืองเมื่อผ่านกระบวนการหมัก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตรวมถึงเยื่อใยลดลง

เอกสารอ้างอิง

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Abiodun, I.S., Anthony, A.O. and Omolara, T.I., 1999, Biochemical Composition of Infant Weaning Food Fabricated from Fermented Blends of Cereal and Soybean, Food Chemistry, 65: 35-39.

Feng, J., Liu, X., Xu, Z.R., Liu, Y.Y. and Lu, Y.P., 2007, Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 Fermented Soybean Meal on Growth Performance and Plasma Biochemical Parameters in Broilers, Animal Feed Science and Technology, 134: 235–242.

Frank, T., Habernegg, R., Yuan, F.J., Shu, Q.Y. and Engel, K.H., 2009, Assessment of the Contents of Phytic Acid and Divalent Cations in Low Phytic Acid (lpa) Mutants of Rice and Soybean, Food Composition and Analysis, 22: 278–284.

Hubert, H., Berger, M., Nepveu, F., Paul, F. and Dayde, J., 2008, Effects of Fermentation on the Phytochemical Composition and Antioxidant Properties of Soy Germ, Food Chemistry, 109: 709–721.

Nguyen, T.T.T., Guyot, J.P., Icard-Verniere, C. and Rochette, I.Ge., 2007, Effect of High Pressure Homogenisation on the Capacity of *Lactobacillus plantarum* A6 to Ferment Rice/Soybean Slurries to Prepare High Energy Density Complementary Food, Food Chemistry, 102: 1288-1295.

Perez-Balibrea, S., Moreno, D.A. and García-Viguera, C., 2008, Influence of Light on Health-Promoting Phytochemicals of Broccoli Sprouts, Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 904–910.

Rajesh, N., Joseph, I. and Raj, R.P., 2010, Value Addition of Vegetable Wastes by Solid-State Fermentation Using Aspergillus niger for Use in Aquafeed Industry, Waste Management, Article In Press.

Rizzello, C.G., Nionelli, L., Coda, R., Angelis, M.D. and Gobbetti, M., 2010, Effect of Sourdough Fermentation on Stabilisation, and Chemical and Nutritional Characteristics of Wheat Germ, Food Chemistry, 119: 1079–1089.

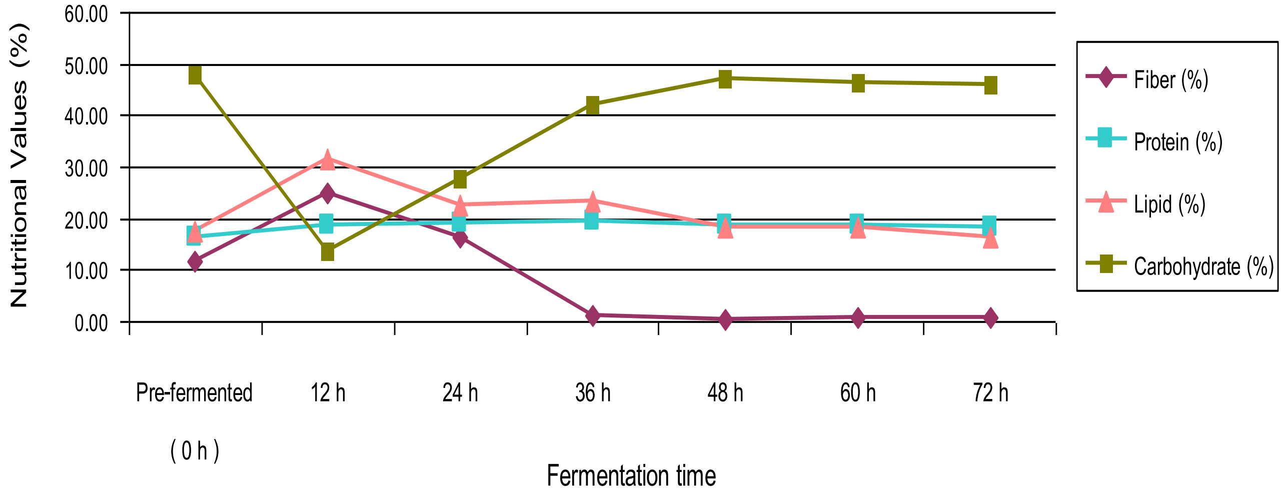


Figure 1 Nutritional values of fermented black sesame with *L. plantarum* in different time fermentation.

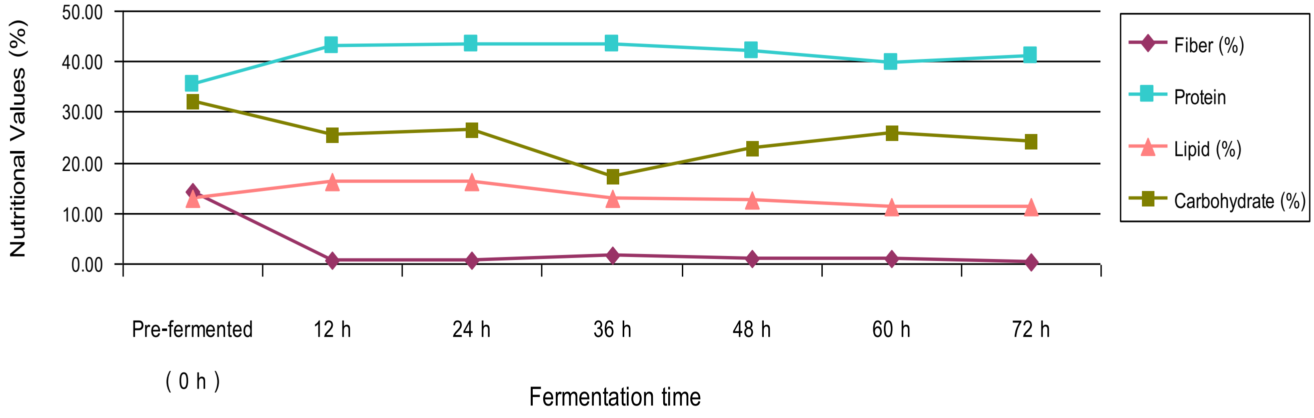


Figure 2 Nutritional values of fermented soybean with *L. plantarum* in different time fermentation.

ผลของน้ำตาลซูโครสต่ออายุการใช้งานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลมอคคารา

Effect of Sucrose on Display Life of *Mokara* Inflorescences

นิรชรา ปรัชญารัตนเมธี[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1] และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1]
Prachayaratanamatee, N.[1], Jitareerat, P.[1] and Uthairatanakij, A.[1]

Abstract

A study of sucrose concentration on prolonging vase life of *Mokara* inflorescences was conducted in June 2010. *Mokara* Yellow and *Mokara* Aom-Yai harvested at commercial stage with 3-4 flower buds. Stem-end of inflorescences were re-cut and placed in centrifuge tubes containing 200 mg/l of 8-HQS + sucrose at 0, 1, 2 or 4% and kept at 25°C under fluorescence light. *Mokara* Yellow held in vase solution consists of 200 mg/l 8-HQS + 4% sucrose increased water uptake, significantly delayed fresh weight change and increased bud opening, resulting in prolonging the display life up to 18.4 days with no statistical differences. In *Mokara* Aom-Yai found that 8-HQS at 200 mg/l + 4% sucrose increased bud opening and reduced flower drop. But the relative fresh weight change and water uptake were not significant. The display life of *Mokara* Aom-Yai was 16.0-16.8 days. In conclusion, vase solution contained 8-HQS at 200 mg/l + 4% sucrose tended to increase bud opening of both *Mokara* inflorescences, but had no effect on vase life.

Keywords: abscission, bud opening, sucrose, 8- hydroxyquinoline sulfate

บทคัดย่อ

การศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่อการยืดอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้สกุลมอคคารา 2 สายพันธุ์ คือ มอคคาราเหลือง และมอคคาราอ้อมใหญ่ ซึ่งเก็บเกี่ยวช่อดอกกล้วยไม้มอคคาราที่มีดอกตูม 3-4 ดอกในเดือนมิถุนายน 2553 แล้วนำมาตัดปลายก้านช่อดอกใต้น้ำและนำไปปักในสารละลายเคมีที่มีส่วนประกอบของ 8- hydroxyquinoline sulfate (HQS) เข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 0 1 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ วางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพแสงฟลูออเรสเซนต์ พบว่าช่อดอกกล้วยไม้มอคคาราเหลือง ซึ่งปักในสารละลายที่มีน้ำตาลซูโครส 4% ทำให้ช่อดอกมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งมีอัตราการบานของดอกตูมเพิ่มมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่นๆ และสามารถยืดอายุการปักแจกันได้นาน 18.4 วัน ส่วนในมอคคาราอ้อมใหญ่ พบว่า การปักช่อดอกในสารละลาย 8-HQS+น้ำตาลซูโครส เข้มข้น 4% มีผลทำให้อัตราการบานของดอกตูมเพิ่มขึ้นและลดการหลุดร่วงของดอกบานได้ ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอก และความสามารถในดูดน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ช่อดอกกล้วยไม้มอคคาราอ้อมใหญ่อายุการปักแจกันประมาณ 16.0-16.8 วัน ดังนั้นการใช้สารละลาย 8-HQS+น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 4% สามารถช่วยให้ดอกตูมบานเพิ่มขึ้นในกล้วยไม้มอคคาราทั้งสองสายพันธุ์แต่ไม่มีผลต่ออายุการใช้งานช่อดอกกล้วยไม้

คำสำคัญ: การหลุดร่วงของดอก การบานเพิ่มของดอกตูม น้ำตาลซูโครส 8-HQS

คำนำ

ปัจจุบันกล้วยไม้นับว่าเป็นไม้ตัดดอกเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของไทย เพราะสามารถส่งออกนำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณพันล้านบาท เนื่องจากมีสีสันสวยงาม มีอายุการใช้งานนาน จึงมีผู้นิยมใช้กล้วยไม้มากกว่าชนิดอื่น (สำอางค์, 2546) แม้ว่าการส่งออกกล้วยไม้ของประเทศไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี แต่การส่งออกกล้วยไม้ก็ยังประสบปัญหาที่สำคัญคือ การเสื่อมคุณภาพเมื่อถึงตลาดปลายทาง (ซ. ณิฏฐ์ศิริ, 2545) สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจาก ดอกกล้วยไม้หลังจากตัดจากต้นแม่แล้ว จะถูกตัดจากแหล่งน้ำ แร่ธาตุ และอาหาร ดอกไม้ที่ตัดมาแล้วยังมีชีวิต และยังมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเช่นเดียวกันกับขณะที่ยังอยู่บนต้นเดิม เช่น การหายใจ การสร้างเอทิลีน การคายน้ำ และการเปลี่ยนสีของกลีบดอก (สายชล, 2531) ดอกไม้จะใช้อาหารสะสมที่มีอยู่ในกลีบดอก ซึ่งจะมีการย่อยสลายแป้งและคาร์โบไฮเดรตภายในให้อยู่ในรูปของน้ำตาล จากนั้นจึงนำมาใช้ในกระบวนการหายใจ (Rogers, 1973) แล้วได้พลังงาน ไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ด้วยเหตุนี้เมื่อน้ำตาลถูกใช้หมดไป

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ ฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tientalay Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

เซลล์จะเริ่มตายและเสื่อมสภาพทำให้ดอกร่วง (Mastalerz, 1968) ดังนั้น น้ำตาลจึงเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของดอกไม้ ซึ่งซูโครสเป็นน้ำตาลที่สำคัญที่สามารถเคลื่อนย้ายจากแหล่งอาหารไปยังแหล่งรับอาหารได้ (Takvorian และคณะ, 1997) ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสร่วมกับการใช้สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าจุลินทรีย์ในน้ำ คือ 8- hydroxyquinoline sulfate ต่ออายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้สกุลมอคคารา 2 สายพันธุ์ คือ มอคคาราเหลือง และมอคคาราอ้อมใหญ่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน หรือเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลมอคคารา

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการทดลองนี้ใช้ดอกกล้วยไม้สกุลมอคคารา 2 สายพันธุ์ คือ มอคคาราเหลือง และมอคคาราอ้อมใหญ่ ซึ่งเก็บเกี่ยวช่อดอกกล้วยไม้ที่มีดอกตูม 3-4 ดอกในเดือนมิถุนายน 2553 โดยคัดเลือกช่อดอกให้มีความยาวสม่ำเสมอกัน จากนั้นนำมาตัดปลายก้านช่อดอกใต้น้ำเฉียงประมาณ 45 องศา วางแผนการทดลองแบบFactorial in CRD จำนวน 5 ซ้ำ นำไปปักในสารละลายเคมีที่มีส่วนประกอบของ 8- hydroxyquinoline sulfate (HQS) เข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 0 1 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำช่อดอกกล้วยไม้ที่ปักในสารละลายไปวางไว้ที่บรรยากาศปกติ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพแสงฟลูออเรสเซนต์ และทำการบันทึกผลการทดลองวันเว้นวันจนสิ้นสุดอายุการใช้งาน โดยทำการบันทึกข้อมูลดังนี้ อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด จำนวนดอกตูมที่บานเพิ่มขึ้น จำนวนดอกบานที่หลุดร่วงในช่อดอก และอัตราการดูดสารละลายของช่อดอก

ผลการทดลอง

การใช้สารละลายที่มีซูโครส 0, 1, 2 และ 4% ร่วมกับ 200 mg/L 8-HQS ไม่มีผลต่อการยืดอายุการปักแจกันช่อดอกกล้วยไม้ทั้งมอคคาราเหลือง และมอคคาราอ้อมใหญ่ โดยช่อดอกกล้วยไม้มีอายุการปักแจกันประมาณ 16-18 และ 16-17 วัน ตามลำดับ (Table 1) ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของช่อดอก แต่มอคคาราเหลืองมีน้ำหนักสดของช่อดอกมากกว่ามอคคาราอ้อมใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1) การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้พบว่ามอคคาราเหลืองดูดน้ำมากกว่ามอคคาราอ้อมใหญ่อย่างมีนัยสำคัญในช่วง 4 วันแรก และมอคคาราเหลืองเมื่อปักใน 4% ซูโครสร่วมกับ HQS มีแนวโน้มการดูดน้ำมากที่สุด (Figure 2) เมื่อพิจารณาการบานเพิ่มของดอกตูมพบว่าสายพันธุ์กล้วยไม้และความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส ไม่มีผลต่อการบานของดอกตูมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามสารละลายปักแจกันที่มีส่วนผสมของ 4%ซูโครสทำให้ดอกตูมบานเร็วกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ และมีความแตกต่างทางสถิติในวันที่ 8 (Figure 3) สายพันธุ์และระดับความเข้มข้นของซูโครสไม่มีผลทำให้ดอกกล้วยไม้มีการหลุดร่วงแตกต่างกันทางสถิติ โดยช่อดอกกล้วยไม้มอคคาราอ้อมใหญ่ปักใน 1%ซูโครส เริ่มมีการหลุดร่วงในวันที่ 4 ส่วนมอคคาราเหลืองซึ่งปักในน้ำกลั่นพบการหลุดร่วงในวันที่ 6 อย่างไรก็ตามช่อดอกกล้วยไม้มีการหลุดร่วงไม่ต่างกันทางสถิติ (Figure 4)

Table 1 The vase life of *Mokara* inflorescences held in distilled water (control), 1, 2 or 4% sucrose combined with 200 mg/L of 8-HQS and kept at 25°C under fluorescence light.

Treatment	Vase life (days) [NS]	
	Mokara Yellow	*Mokara* Aom-Yai
Distilled water +200 mg/L HQS	16.8	16.8
1% Sucrose +200 mg/L HQS	17.2	16.8
2% Sucrose +200 mg/L HQS	16.8	16.0
4% Sucrose +200 mg/L HQS	18.4	16.8

[NS] Non-significantly statistical analysis

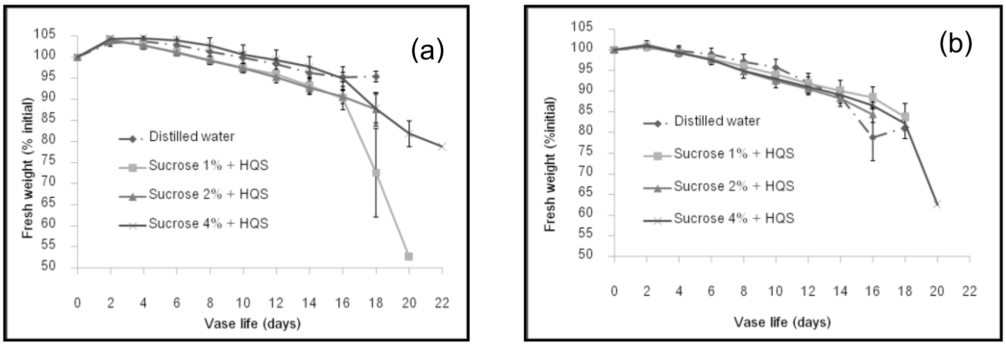


Figure 1 The fresh weight changes of *Mokara* Yellow (a) and *Mokara* Aom-Yai(b) inflorescence held in different treatment solutions. Data are means of 5 inflorescences ± SE.

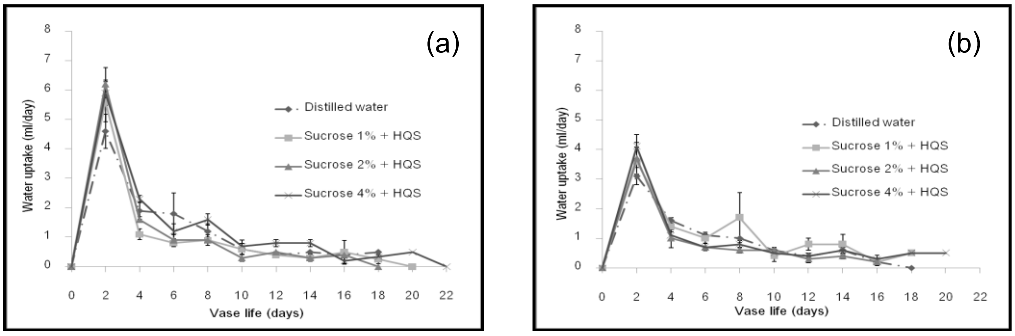


Figure 2 The water uptake of *Mokara* Yellow (a) and *Mokara* Aom-Yai(b) inflorescence held in different treatment solutions. Data are means of 5 inflorescences ± SE.

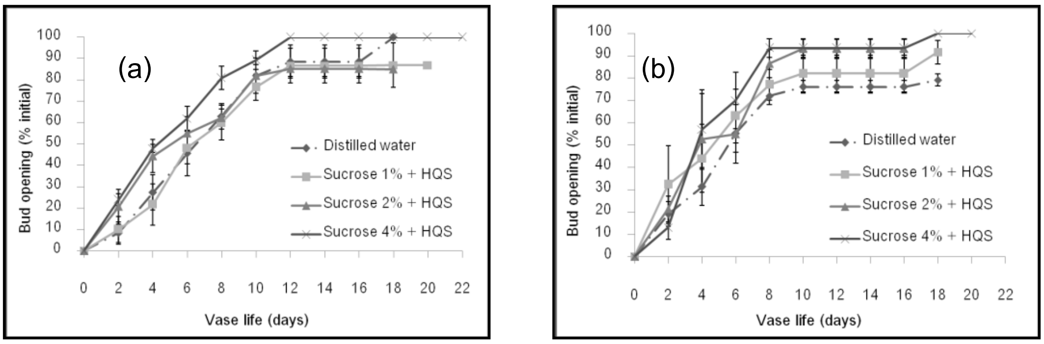


Figure 3 The percentage of bud opening of *Mokara* Yellow (a) and *Mokara* Aom-Yai (b) inflorescence held in different treatment solutions. Data are means of 5 inflorescences ± SE.

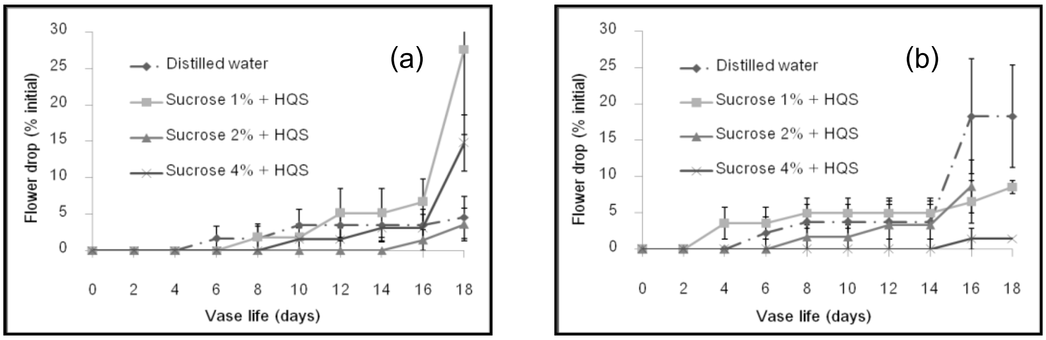


Figure 4 The percentage flower drop of *Mokara* Yellow (a) and *Mokara* Aom-Yai(b) inflorescence held in different treatment solutions. Data are means of 5 inflorescences ± SE.

วิจารณ์ผล

การใช้สารละลายปักแจกันที่มีส่วนผสมของน้ำตาลซูโครสทุกระดับความเข้มข้นร่วมกับ8-HQSไม่มีผลต่อคุณภาพและอายุการใช้งานของช่อดอกกล้วยไม้มอคคาราทั้งสองสายพันธุ์ โดยมีอายุการปักแจกันประมาณ 16-18 วัน กล้วยไม้ *Mokara* Jairak Gold มีอายุการใช้งานประมาณ 19 วัน (ศิริพิมล และคณะ, 2550) นอกจากนี้อัตราการบานของดอกตูม และการหลุดร่วง ไม่มีความต่างกันทางสถิติ และมอคคาราเหลืองจะมีน้ำหนักสดและอัตราการดูดน้ำมากกว่ามอคคาราอ้อมใหญ่ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์หรือลักษณะทางสรีรวิทยา Ketsa และคณะ (2001) รายงานว่าช่อดอกกล้วยไม้ *Dendrobium* Caesar ชนิดเตตราพลอยด์มีน้ำหนักสดและอายุการใช้งานมากกว่าช่อดอกชนิดดิพพลอยด์ แต่จากการรมสาร 1-MCP พบว่าช่วยยืดอายุการใช้งานและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้ *Mokara* Jairak Gold ได้ (ศิริพิมล และคณะ, 2550) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการยับยั้งการทำงานของเอทิลีนอาจจะมีผลต่ออายุการใช้งานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลมอคคารามากกว่าการให้น้ำตาลร่วมกับสารยับยั้งจุลินทรีย์

สรุปผล

ช่อดอกกล้วยไม้สกุลมอคคาราทั้ง2สายพันธุ์ ที่ปักในสารละลาย 8-HQS+น้ำตาลซูโครสทุกระดับความเข้มข้น พบว่ามีคุณภาพและอายุการใช้งานไม่ต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์พบว่ามอคคาราเหลืองซึ่งปักในน้ำตาลซูโครส4% ร่วมกับ 8-HQS มีน้ำหนักสด และอัตราการดูดน้ำ มากกว่ามอคคาราอ้อมใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

ช. ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ, 2545, เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอก, สำนักพิมพ์ประดิพัทธ์, กรุงเทพฯ, 194 หน้า.

สำอางค์ เนตรนารี, 2546, กล้วยไม้, อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 160 หน้า.

สายชล เกตุษา, 2531, เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้, บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ, 291 หน้า.

ศิริพิมล หงษ์เหม อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และกุลนาถ อบสุวรรณ, 2550, ผลของระยะเวลาในการรม1-MCPต่ออายุการปักแจกันของกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์ *Mokara* Jairak Gold, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6)(พิเศษ): 255-258.

จตุรภัทร รัตนวิศาลนนท์, 2541, ผลของการใช้ Aminooxyacetic Acid (AOA) และกลูโคสต่ออายุการปักแจกัน และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีระวิทยาของดอกกล้วยไม้หวาย JYT, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 124 หน้า.

Ketsa, S., Uthairatanakij, A. and Prayarawong, A., 2001, Senescence of Diploid and Tetraploid Cut Inflorescences of *Dendrobium* 'Caesar', Scientia Horticulturae, 91: 133-141.

Nichols, R., 1973, Senescence of the Cut Carnation Flower: Respiration and Sugar Status, Journal of the American Society for Horticultural Science, 48: 111-121.

Mastalerz, J.W., 1968, Long Term Cold Storage of Cut Flower, University of Missouri Press, Columbia, pp. 58-66.

Rogers, M.N., 1973, An Historical and Critical Review of Post-harvest Physiological Research on Cut Flower, HortScience, 8: 189-194.

ผลของรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดและการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวปลี

Gamma Irradiation Effects on Survival Percentage and Growth of Chinese Mustard

กฤษณา บุญศิริ[1] **อุดม กลิ่นหอมอุทิศ**[1] **เกวลี กิตติมานนท์ และ วสันต์ ฤทธิ์ศิริ**[1]

Boonsiri, K.[1], Klenhormuthi, U.[1], Kitimanon, K. and Ritsiri, W.[1]

Abstract

The effect of gamma radiation at 0, 250, 500 and 1000 Gy on germination, survival percentage and growth of Chinese mustard was investigated. Results showed that doses of gamma radiation had effect on survival percentage, but not germination and growth. Survival percentage of plant from 1000 Gy irradiated seed was lowest, while plant from 0, 250 and 500 Gy treatment had the same survival percentage. Level of gamma ray had no effect on plant growth in plant width and height. Gamma radiation had effect on leaf size. The increasing doses of gamma irradiation declined the leaf diameter at harvested (50 days).

Keywords: gamma radiation, survival percentage, Chinese mustard

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของรังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0 250 500 และ 1000 เกรย์ต่อความงอก เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดและการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวปลี พบว่า ปริมาณรังสีมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การอยู่รอด แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก และการเจริญเติบโต ต้นจากเมล็ดที่ได้รับปริมาณรังสี 1000 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อยที่สุด ขณะที่ต้นจากเมล็ดที่ได้รับรังสีปริมาณ 0 250 และ 500 เกรย์มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดไม่แตกต่างกัน สำหรับการเจริญเติบโต พบว่าปริมาณรังสีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นทั้งความกว้างและความสูงต้น แต่ปริมาณรังสีมีผลต่อขนาดใบ โดยต้นในระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 50 วัน) ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นทำให้ขนาดของใบแคบลง

คำสำคัญ: รังสีแกมมา เปอร์เซ็นต์การอยูรอด ผักกาดเขียวปลี

คำนำ

ผักกาดเขียวปลี (*Brassica juncea* L. Czern) เป็นพืชในวงศ์กะหล่ำ นิยมนำมาแปรรูปเป็นผักดองเค็ม ไม่นิยมรับประทานสด เนื่องจากมีรสขม ในการปลูกผักกาดเขียวปลีให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี ต้องปลูกในที่มีสภาพอุณหภูมิต่ำ (ชาญณรงค์, 2551) ปัจจุบันความต้องการผักกาดเขียวปลีเพิ่มขึ้น จึงมีความต้องการปลูกในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง และมีลักษณะการห่อปลีดี การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืช เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มโอกาสในการสร้างพันธุ์พืชใหม่ได้ การเหนี่ยวนำให้พืชเกิดการกลายพันธุ์โดยรังสีเป็นวิธีที่นิยมใช้และปัจจุบันรังสีแกมมานิยมนำมาใช้เหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชหลายชนิด (อรุณี, 2550) Khatri และคณะ (2005) พบว่ารังสีแกมมาปริมาณ 750 และ 1000 เกรย์ สามารถทำให้เกิดความผันแปรทางพันธุกรรมของ *Brassica juncea* L. cv. S-9 ได้ นวลจันทร์ และคณะ (2550) ได้นำเมล็ดผักกาดเขียวปลีมาฉายรังสีแกมมา ปริมาณ 50 – 250 เกรย์ พบว่า การฉายรังสีไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์และดัชนีการงอก แตกต่างจากเมล็ดที่ไม่ได้รับรังสีแกมมา ต่อมาจึงได้เพิ่มปริมาณรังสีเป็น 1000 เกรย์ พบว่าเมล็ดผักกาดเขียวปลีพันธุ์เหนือชั้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 250 เกรย์มีดัชนีความงอก และดัชนีการงอกของเมล็ดที่เพาะที่อุณหภูมิ 35องศาเซลเซียสสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ตราสิงห์การฉายรังสีที่ 1000 เกรย์ทำให้ความงอกของเมล็ดภายหลังการเร่งอายุ และความยาวของยอดอ่อนและรากอ่อนต่ำที่สุด (นวลจันทร์ และคณะ, 2552) สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดนั้น โดยทั่วไปค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดลดลงเมื่อได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ความทนทานต่อปริมาณรังสียังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เมล็ดลำไยที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 60 เกรย์ พบว่าต้นกล้าในแปลงอายุ 16 เดือนของพันธุ์ดอและพันธุ์ชมพูมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อยกว่าพันธุ์แห้วและพันธุ์เบี้ยวเขียว (ประภาพร, 2538) ต้นกล้าถั่วเขียวพันธุ์ กพส 1มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดสูงกว่าต้นกล้าพันธุ์ มทส 1 และพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อเมล็ดได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 60 กิโลแรด (บัณฑิต, 2545)

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อความงอกในแปลง เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดและการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวปลี

[1]**วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครสวรรค์ อ. เมือง จ. นครสวรรค์** 60000

[1]Nakhonsawan Collage of Agriculture and Technology Ampore Muang Nakhonsawan 60000

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดผักกาดเขียวปลี ตราฟูโซ่ ฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมาเซลล์ -220 (Gamma Cell -220) มีโคบอลต์ 60 เป็นต้นกำเนิดรังสีแกมมา ในปริมาณ 0, 250 500 และ 1000 เกรย์

นำเมล็ดที่ฉายรังสีมาเพาะเมล็ดในแปลงเพาะกล้า มี 4 ซ้ำๆละ 100 เมล็ด บันทึกจำนวนต้นกล้าในวันที่ 7 14 21 และ 28 หลังจากเพาะเมล็ด และย้ายกล้าลงปลูกในแปลง เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน โดยใช้ระยะระหว่างต้น 50 ซม. และระยะระหว่างแถว 50 ซม. หลังย้ายปลูก 15 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 15 กรัมต่อต้น บันทึกความกว้างของใบ ในใบที่กว้างที่สุด ความกว้างทรงพุ่มต้น และความสูงของต้น ในต้นอายุ 30 40 และ 50 วัน(เก็บเกี่ยว)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณรังสีที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและจำนวนต้นกล้าใน 14 วันหลังจากงอก (Table 1) โดยพบว่าเมล็ดที่ได้รับรังสีปริมาณต่างกันมีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างจากเมล็ดที่ไม่ได้รับรังสี และจำนวนกล้าจากเมล็ดที่ได้รับรังสี ที่อายุ 14 วันหลังจากงอกมีจำนวนไม่แตกต่างจากจำนวนต้นกล้าที่ไม่ได้รับรังสี ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของนวลจันทร์ (2552) ที่เพาะเมล็ดในห้องปฏิบัติการพบว่า ปริมาณรังสีทำให้เมล็ดมีปริมาณความงอกต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้รับรังสี ในอาทิตย์ที่ 3 หลังจากเพาะเมล็ด หรือต้นกล้าอายุ 21 วัน พบว่า ต้นกล้าที่เจริญมาจากเมล็ดที่ได้รับรังสีแกมมา ปริมาณ 1000 เกรย์ เท่านั้นที่มีการตาย ทำให้เหลือต้นกล้าอยู่เพียง 51.38 เปอร์เซ็นต์เทียบกับจำนวนต้นกล้าเริ่มต้นใน 7 วัน และมีต้นกล้าอยู่รอด 9.94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นกล้าอายุ 28 วัน (Table 2) ซึ่งคล้ายกับการทดลองของศิริรัตน์ (2546) ที่พบว่า เมล็ดทานตะวันที่ได้รับรังสี 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 กิโลแรด นั้น เมื่อใช้ปริมาณรังสีแกมมาสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหลังเพาะ 21 วัน และเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดชีวิตหลังเพาะ 30 วัน มีค่าลดลง

ปริมาณรังสีไม่ทำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผักกาดเขียวปลี โดยไม่พบต้นที่ผิดปกติจากเมล็ดที่ได้รับปริมาณรังสีแตกต่างกัน สำหรับการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวปลีนั้น พบว่าปริมาณรังสีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวปลี ทั้งทางด้านความกว้างทรงพุ่มต้น (Table 3) และความสูงของต้น (Table 4) แต่มีผลทำให้ใบแคบลง (Table 5) โดยพบว่าปริมาณรังสีที่สูงขึ้น ทำให้ความกว้างของใบลดลง เมื่ออายุ 50 วัน

สรุปผล

ปริมาณรังสีที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและจำนวนต้นกล้าใน 14 วันหลังจากงอก เมื่อต้นกล้าอายุ 21 วัน พบว่า ต้นกล้าที่เจริญมาจากเมล็ดที่ได้รับรังสีแกมมา ปริมาณ 1000 เกรย์ เท่านั้นที่มีการตาย และมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อยที่สุด แต่ปริมาณรังสีไม่ชักนำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรม และไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคุณนวลจันทร์ ภูคลัง และ ผศ. ดร. ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ฉายรังสี

เอกสารอ้างอิง

ชาญณรงค์ รัตนพฤกษ์, 2551, การปลูกผักเพื่อการค้า, บริษัทสำนักพิมพ์เกษตรสยามบุ๊คส์ จำกัด, กรุงเทพฯ, 184 หน้า.

นวลจันทร์ ภูคลัง ทักษอร บุญชู และทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, 2550, การศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแปรปรวนทางพันธุกรรมของเมล็ดผักกาดเขียวปลี, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6)(พิเศษ): 62-65.

นวลจันทร์ ภูคลัง ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อรพิน เกิดชูชื่น และอรุณ โมนะตระกูล, 2552, ผลของรังสีแกมมาต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดผักกาดเขียวปลีพันธุ์เหนือชั้นและพันธุ์ตราสิงห์, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(1)(พิเศษ): 337-340.

บัณฑิต ทองพิมาย, 2545, การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวโดยการอาบรังสี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ประภาพร โสตถิกุล, 2538, ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและการกลายพันธุ์ของลำไย, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริรัตน์ วชิรจิรากร, 2546, ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิต, 2550, การกลายพันธุ์: เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Khatri, A., Khan, I.A., Siddiqui, M.A., Raza, S. and Nizamani, G.S., 2005, Evaluation of High Yielding Mutants of *Brassica juncea* CV. S-9 Developed through Gamma Rays and EMS., Pakistan Journal of Botany, 37(2): 279–284.

Table 1 Germination percentage of irradiated Chinese mustard.

Doses (Gy)	Days after germination			
	7 days	14 days	21 days	28 days
0	49.25	49.50	49.50 a	49.25 a
250	45.00	44.75	44.25 a	43.75 a
500	51.50	51.50	50.75 a	50.50 a
1000	45.25	44.00	23.25 b	4.50 b
F-test	ns	ns	*	*

Table 2 Survival percentage of irradiated Chinese mustard at 21 and 28 days after germination.

Doses (Gy)	Days after germination	
	21 days	28 days
0	100 a	100 a
250	98.33 a	97.22 a
500	98.54 a	98.05 a
1000	51.38 b	9.94 b
F-test	*	*

Table 3 Plant diameter of irradiated Chinese mustard at 30 40 and 50 days after germination.

Doses (Gy)	Plant diameter (cm.)		
	30 days	40 days	50 days
0	59.84	67.48	70.14
250	60.64	67.99	72.82
500	52.49	65.21	69.02
1000	50.16	61.59	64.85
F test	ns	ns	ns

Table 4 Plant height of irradiated Chinese mustard at 30 40 and 50 days after germination.

Doses (Gy)	Plant height (cm.)		
	30 days	40 days	50 days
0	27.36 a	32.49	33.85
250	27.95 a	31.92	34.11
500	27.71 a	32.47	34.89
1000	23.00 b	30.83	32.13
F test	*	ns	ns

Table 5 Leaf diameter of irradiated Chinese mustard at 30 40 and 50 days after germination.

Doses (Gy)	Leaf diameter (cm.)		
	30 days	40 days	50 days
0	36.23 a	44.57 a	56.30 a
250	37.92 a	42.70 a	51.43 ab
500	35.82 a	42.22 a	50.08 b
1000	27.48 b	38.98 b	46.50 b
F test	*	*	*

Agricultural Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 717-720 (2010) ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 717-720 (2553)

การยืดอายุการเก็บรักษาของดอกรัก

Prolong Storage Life of Crown Flower (*Calotropis gigantea*)

กาญจนา เหลืองสุวาลัย[1] ศิริชัย อริยานนท์ภิญโญ[2] และ นิพนธ์ ทรัพย์ทิพย์[3]

Luangsuwalai, K.[1], Ariyanonpinyo, S.[2] and Subthip, N.[3]

Abstract

The objective of this study was to determine the storage life of two cultivars of the white crown flower (*Calotropis gigantea*), which were 'Rug Khaew' and 'Rug Toom'. The flowers were removed the outer sepal and packed in LDPE plastic bag. It was found that both cultivars resulted in the similar storage life. The low temperature storage treatments could prolong the storage life of the crown flowers without outer sepal compared with the control (storage at the room temperature at 25 $\pm$ 3°C). The crown flower kept in grinded ice in foam box could prolong their storage life than those kept in refrigerator (6 $\pm$ 2°C). The crown flowers stored in the refrigerator and in ice box had the storage life at 7 and 11 days, respectively, while the control flowers had only 2 days of storage life.

Keywords: crown flower, prolong storage life, low temperature storage

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอายุการเก็บรักษาดอกรักสีขาวสองสายพันธุ์คือ พันธุ์รักแก้ว และพันธุ์รักตุ้มภายหลังการเก็บเกี่ยวที่แกะกลีบชั้นนอกออกแล้วบรรจุในถุงพลาสติก ชนิด LDPE พบว่าดอกรักทั้งสองพันธุ์มีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน และพบว่าการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของดอกรักที่แกะกลีบชั้นนอกออกได้ดีกว่าการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 $\pm$ 3°C) และพบว่าการเก็บรักษาดอกรักโดยแช่น้ำแข็งป่นในกล่องโฟม สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บรักษาโดยแช่ไว้ในตู้เย็น (6 $\pm$ 2°C) ซึ่งดอกรักที่เก็บรักษาโดยแช่ในตู้เย็น และเก็บรักษาโดยแช่ในน้ำแข็งมีอายุการเก็บรักษา 7 และ 11 วัน ตามลำดับ ในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องดอกรักมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน

คำสำคัญ: ดอกรัก การยืดอายุการเก็บรักษา การเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิต่ำ

คำนำ

รัก (*Calotropis gigantea* R. Br.) มีชื่อสามัญว่า Crown Flower หรือ Giant Indian Milkweed จัดอยู่ในวงศ์ Asclepiadaceae (วิทย์, 2542) ในประเทศไทยต้นรักมีชื่ออื่น เช่น "รักดอก" "ปอเถื่อน" หรือ "ป่านเถื่อน" (ขวัญตา, 2541) ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและการปักชำ ต้นรักที่พบในประเทศไทยมีทั้งชนิดดอกสีขาวและสีม่วง แต่ที่มีการปลูกเป็นการค้าเป็นชนิดดอกสีขาว ทั้งที่ดอกรักสีม่วงก็มีความสวยงามไม่แพ้กัน ดอกรักทั้ง 2 พันธุ์มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (อุไรวรรณ และคณะ, 2548) เกษตรกรนิยมปลูกต้นรักไว้บริเวณหัวไร่ปลายนาและริมถนน เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกและดูแลรักษาง่าย มีศัตรูน้อย และทนแล้งได้ดี รักออกดอกเป็นช่อแบบกระจุก ดอกตูมรูปป้อม ดอกสมมาตร มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ มีลักษณะคล้ายมงกุฎ (ขวัญตา, 2541) คนไทยนิยมนำดอกรักมาร้อยมาลัย และทำดอกไม้พุ่มในงานพิธีต่างๆ ยางของต้นรักเป็นอันตรายต่อผิวหนังและดวงตา (พานิชย์, 2541) ในการเก็บเกี่ยวดอกรัก เกษตรกรจึงต้องแต่งกายให้รัดกุมมิดชิด สวมถุงมือยาง แว่นตา ใช้ผ้าปิดปากและจมูก ภายหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกรจะนำดอกรักมาแยกกลีบเลี้ยงออกเหลือเฉพาะตัวดอกแล้วจึงรวบรวมส่งตลาด จากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกดอกรัก พบว่าดอกรักมีอายุค่อนข้างสั้น ประกอบกับบางช่วงดอกรักมีราคาต่ำมาก (ราคาลิตรละ 5 บาท) บางครั้งมีราคาสูงถึงลิตรละ 70 บาท และราคาดอกรักมักจะสูงขึ้นในวันโกน ดังนั้นการศึกษาชะลอการเสื่อมสภาพของดอกรักให้มีอายุการเก็บรักษาดอกรักนานขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกและผู้ค้าดอกรัก

---

[1]**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพ ฯ 10600**

[1]Faculty of Science and Technology Bansomdejchaopraya Rajabhat University 1061 Isarabhap 15. Thonburi Bangkok 10600

[2]**40/3 หมู่ 4 ต. ท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150**

[2]40/3 Moo 4 Thakham, Bangkuntien, Bangkok 10150

[3]**38 หมู่ 7 ต. แหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290**

[3]38 Moo 7 Laemfapha, Prasamut-chedi, Samut-prakarn 10290

อุปกรณ์และวิธีการ

นำดอกรักสีขาวพันธุ์แก้ว และพันธุ์ตุ้มมาแยกกลีบดอกชั้นนอกออก ใช้เฉพาะตัวดอกเท่านั้น นำดอกรักบรรจุในถุงพลาสติก (LDPE) ถุงละ 50 ดอก นำไปเก็บรักษาตามแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ (ถุง) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้ (1) สายพันธุ์ มี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์แก้ว และพันธุ์ตุ้ม (2) วิธีการเก็บรักษา มี 3 แบบ คือ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 $\pm$ 3°C) เก็บรักษาโดยแช่ในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งป่น และเก็บรักษาในตู้เย็น (ช่องแช่ผัก อุณหภูมิเฉลี่ย 6 $\pm$ 2°C) บันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น น้ำหนักสด เพื่อนำไปหา การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา - น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

นับจำนวนดอกรักที่เสียหายจากการเก็บรักษา เช่น เป็นรอยจุดดำ เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย อายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาการหมดอายุการเก็บรักษาจากจำนวนดอกรักที่เสียหาย เกินกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนดอกที่ทำการเก็บรักษา (25/50 ดอก) บันทึกอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาทุกวัน ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ดอกรักทั้งสองพันธุ์มีน้ำหนักสดลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาเก็บรักษา ที่เพิ่มขึ้น ดอกรักที่เก็บรักษาโดยแช่ในน้ำแข็ง และ ในตู้เย็น น้ำหนักสดลดลงอย่างช้าๆ แต่ดอกรักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องน้ำหนักสดลดลงอย่างรวดเร็ว (Figure 1a) ดอกรักพันธุ์แก้วมีการสูญเสียน้ำหนักสด 11% และ 13% ในดอกรักพันธุ์ตุ้มภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเพียง 2 วัน แต่ดอกรักทั้งสองพันธุ์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำกว่า 8% ภายหลังการเก็บรักษาโดยใช้น้ำแข็ง และการเก็บรักษาในตู้เย็นนาน 16 วัน (Figure 1b)

การเก็บรักษาดอกรักทุกกรรมวิธี มีผลต่ออายุการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดอกรักที่เก็บรักษาโดยแช่น้ำแข็งมีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนานที่สุด 11.3 วัน รองลงมา คือการเก็บรักษาดอกรัก โดยแช่ในตู้เย็น มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ย 7.6 วัน ดอกรักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด เฉลี่ย 2 วัน (Table 1) สอดคล้องกับ การเก็บรักษาดอกมะลิโดยใช้ความเย็นจากน้ำแข็งในกล่องโฟมจะช่วยรักษาความสดของดอกมะลิได้ดี (ทวีพงศ์, 2542) นอกจากนี้ ช. ณิฏฐ์ศิริ และคณะ (2551) พบว่า การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งในกล่องบรรจุดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชช่วยลดการสร้างเอทิลีนในระหว่างการขนส่งและเพิ่มอายุการ ปักแจกัน และเกิดความเสียหายสูงถึง 60% ในขณะที่ดอกรักที่แช่ในตู้เย็น และแช่ในน้ำแข็ง เสียหายต่ำกว่า (Figure 2) เนื่องจากสภาพอุณหภูมิสูง ทำให้อัตราการหายใจและกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ของดอกรักจะสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำส่งผลให้ ดอกรักเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ดอกรักเหี่ยว และเกิดรอยจุดสีดำหรือสีน้ำตาล เรียกว่า "รักลาย" ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดไม่ต้องการ โดยอาการจะรุนแรงขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น การเก็บรักษาดอกรักในตู้เย็นทำให้ดอกรักมีการสูญเสียน้ำน้อยลง แต่พบว่าดอกรักมีลักษณะแห้งแข็ง ดอกแตกได้ง่ายเมื่อนำไปใช้ และมีจุดดำขนาดเล็กที่ดอก สำหรับการเก็บรักษาดอกรักโดยแช่ในน้ำแข็งพบว่า แต่มักจะมีไอน้ำเกาะอยู่ในถุงที่บรรจุดอกรัก ซึ่งเป็นสาเหตุให้ดอกรักเกิดเป็นรอยจุดดำเป็นจุดเล็กๆ ซึ่งสามารถลดปัญหาโดยการห่อด้วยกระดาษก่อนบรรจุในถุงพลาสติก ซึ่งจะทำให้ดอกรักเสียหายน้อยลง

สรุปผล

1. การเก็บรักษาดอกรักโดยใช้อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการเสื่อมสภาพของดอกรักได้ 7-10 วัน
2. การเก็บรักษาดอกรักโดยการบรรจุในถุงพลาสติกแล้วแช่ในน้ำแข็งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาดอกรักได้ดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอบคุณ คุณสมจิตร อริยานนท์ภิญโญ เกษตรกรปลูกดอกรัก ที่ให้ข้อมูลและอนุเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ขวัญตา กังวานชิรธาดา, 2540, ต้นรัก: ประโยชน์มากกว่าการร้อยมาลัย หน้า 130 – 131 *ใน* พานิชย์ ยศปัญญา, รวมฮิตไม้ตัดดอกเมืองร้อน, สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.

ช. ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ จำรูญ เล้าสินวัฒนา และมณฑิรา บุญวาที, 2551, การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งในกล่องบรรจุดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช, วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 26: 1-8.

ทวีพงศ์ สุวรรณโร, 2542, คู่มือการปลูกมะลิ, กองส่งเสริมพืชสวน, กรมส่งเสริมการเกษตร, 14 หน้า.

พานิชย์ ยศปัญญา, 2540, ดอกรักบานที่หนองค้างพลู หน้าที่ 124 – 129 *ใน* พานิชย์ ยศปัญญา, รวมฮิตไม้ตัดดอกเมืองร้อน, สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม, 2542, พจนานุกรมสัตว์และพืชในเมืองไทย, พิมพ์ครั้งที่ 4, รวมสาส์น, กรุงเทพฯ. 981 หน้า.

อุไรวรรณ ถายา อดิศร กระแสชัย และดำเนิน กาละดี, 2548, การปรับปรุงพันธุ์ดอกรัก, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 36(5-6): 108–110.

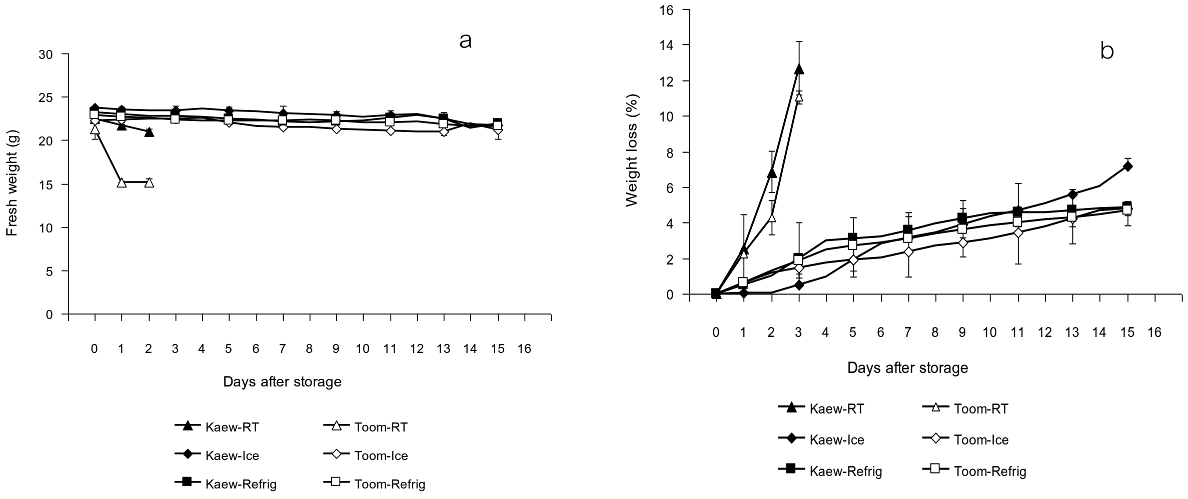


Figure 1 Fresh weight change (a) and weight loss (b) of crown flower after storage.

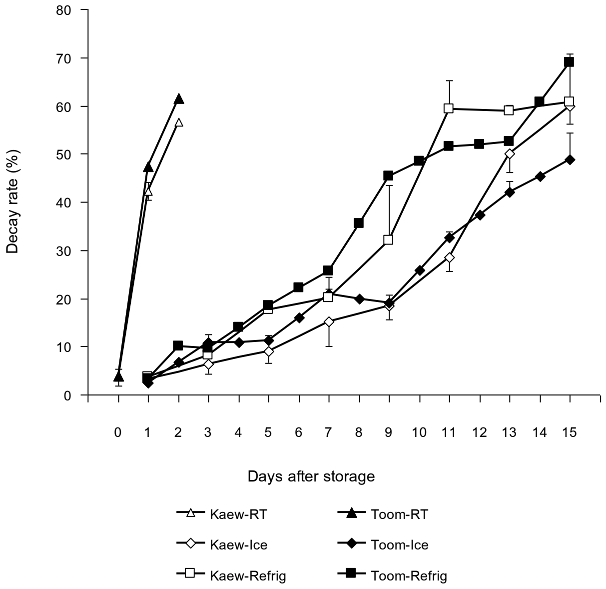


Figure 2 Decay rate of crown flower after storage.

Table 1 Storage life of crown flower in cv. Kaew and cv. Toom.

Cultivars	Storage life (days)			
	Room Temp.	Ice	Refrigerator	means
Kaew	2 [a]	12 [c]	6 [b]	6.67 **
Toom	2 [a]	10.67 [c]	9.3 [b]	7.33 **
means	2 [ns]	11.33 [ns]	7.67 [ns]	
Method	**			
Cutivar	ns			
Method x Cultivar	**			

[1] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$)

[ns] ,** Non-significant or significant at $p \leq 0.01$

ดัชนีชื่อผู้แต่ง

ก

เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์ 149
เกวลี กิตติมานนท์, 713
เกศศิรินทร์ แสงมณี 137
เกษม หฤทัยธนาสันติ์ 1
กนก รัตนะกนกชัย 13, 33, 433, 553
กนกพร บุญญะอติชาติ 273
กนกพร บุญศิริชัย 241
กรแก้ว สุภาภรณ์ 245
กรกช สว่างศรี 477
กฤษฎา หงส์ทอง 213
กฤษณา บุญศิริ, 713
กวิศร์ วานิชกุล 529, 533, 537, 541
กษิดิศ อิ่มประไพ 605, 609
กัญญรัตน์ กัญญาคำ 289
กัญศิญา กาวีระ 145
กัลยา วอแพง 120
กาญจนา เหลืองสุวาลัย, 717
กาญจนา กล้าแข็ง 241
กานต์รวี ศรีพวงผกาพันธุ์ 149
การุณย์ ศุภพิพัฒน์ 87
กิตติ ศรีสะอาด 192
กุลนาถ อบสุวรรณ 473, 477
กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ 53, 349
กุลรภัส วชิรศิริ 205, 309

ค

ควพร พุ่มเชย 177, 713
คิน เลย์ คู 13, 33, 184

จ

เจษฎา ชูบำรุง 341
จรัล เห็นพิทักษ์ 461, 521
จริยา ประศาสน์ศรีสุภาพ 65
จักรมาส เลาหวณิช 185
จันทนี อุริยะพงศ์สรรค์ 261, 289
จันทร์เพ็ญ มะลิพันธ์ 441
จาตุรงค์ จงจีน 317
จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ 5
จิดาภา เทพมงคล 233
จิตรลดา ฐิติกรอมร 33
จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ 293, 321, 325
จิรภา ออสติน 353, 357, 361, 365
จิระนิล แจ่มเกิด 37, 45, 49
จิราพร อนุสรณ์วงศ์ชัย 29, 85
จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล 401
จุฑามาศ ร่มแก้ว 73, 97
จุฑามาศ สุวรรณจันทร์ 89
จุฑารัตน์ แจ้งกระจ่าง 145
จุฬารัตน์ หงส์วลีรัตน์ 265

ฉ

เฉลิมชัย วงษ์อารี 381, 481
ฉันทลักษณ์ ติยายน 161, 209

ช

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต 545
ชณิตรา โพธิคเวษฐ์ 405
ชนะ พรหมทอง 469
ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น 601, 629
ชนิดา ครูส่ง 253
ชลิดา เนียมนุ้ย 293
ชัชฎาพร องอาจ 329
ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร 381
ชัยวัฒน์ บุญมากาศ 557
ชุติมณฑน์ พลอยประดับ 577
ชูศักดิ์ จอมพุก 173

ซ

ซาโตรุ มิยาตะ 65, 85

ฌ

เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์ 121

ญ

ญาดา แสงพริ้ง 145

ฐ

ฐิติชญา สุวรรณทัพ 205, 309
ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์ 69

ณ

ณกัญญา พลเสน 183
ณัชชา ชัยพันธ์วิริยาพร 453, 457

ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ 21, 589, 593, 597, 601, 605, 609, 613, 617, 621, 625, 629, 633, 637, 641,645, 649, 653, 657, 661, 665, 669, 673, 677, 681, 685, 689, 693, 697, 701, 705
ณัฐพล ไข่แสงศรี 669
ณัฐพล ภูมิสะอาด 257, 277, 297
ณัฐภรณ์ สุทธิวิจิตรภักดี 65

ด

ดวงฤดี หวั้นหนู 633, 637
ดารารัตน์ นาคละออ 53
ดำรงชัย สิทธิสำอาง 205, 309
ดุษฎี ทรัพย์บัว 565
ดุสิต จิตตนูนท์ 341

ต

เตชค์ฐสิณป์ เพียซ้าย 481

ถ

ถิรายุทธ์ วิจิตรภาพ 57

ท

ทรงชัย วีริยะอำไพวงศ์ 225
ทรงศิลป์ พจนชนะชัย 197, 373, 377, 405, 549, 553, 557, 561, 569, 573
ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล 557, 573
ทศพร ดุษฎี 433
ทศพล แทนรินทร์ 69
ทักษิณา ศันสยะวิชัย 85

ธ

ธนิตชยา พุทธมี 125
ธวัชชัย รัตน์ชเลศ 169
ธานินทร์ รัชโพธิ์ 297
ธานี ศรีวงศ์ชัย 449
ธิติมา วงษ์ชีรี 469, 481
ธีรเดช เกลียวกลม 73
ธีระพงศ์ จันทร์พริ้ม 117
ธีระพงษ์ ขันทเจริญ 613, 617
ธีรานันท์ ขันงาม 413
ธีรารัตน์ อิทธิโสภณกุล 9

น

เนตรนภิส เขียวขำ 437
เนาวรัตน์ ประดับเพ็ชร์ 269, 505
นเรศ มีโส 133, 189, 281
นภัสสร เพียสุระ 677, 681
นภาภรณ์ แซ่ลี้ 645, 673
นรินทร์ จันทวงศ์ 25
นริศา เหละดุหวิ 653
นฤบดี ศรีสังข์ 397
นวรัตน์ เศรษฐสุวรรณ 165
นันทิยา ชัยชาติสุตานนท์ 237
นาตยา มนตรี 89, 273
น้ำตาล เนื่องจำนง 165
นิเทศ บุตรดี 525
นิติพงศ์ จิตรีโภชน์ 221
นิธิภัทร บุญปก 337
นิพนธ์ ทรัพย์ทิพย์, 717
นิภาดา ประสมทอง 417
นิรชรา ปรัชญารัตนเมธี, 709
นิรมล ปัญญ์บุศยกุล 577
นิรัติศัย เพชรสุภา 545

บ

เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์ 125
เบญจมาส รัตนชินกร 509, 513, 517
เบญญา มะโนชัย 245
บพิธ บุผโชติ 413
บัณฑิต โสภณ 437
บุญญา สุดาทิศ 673
บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล 445

ป

ปนิดา บรรจงสินศิริ 693, 697
ปพิชญา จินตพิทักษ์สกุล 141
ประเสริฐ เตชชีวพงศ์ 409
ประคองสิน กลั่นแก้ว 533
ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ 573
ประธาน โพธิสวัสดิ์ 129
ประภัสสร บุษหมั่น 417
ประภา ศรีพิจิตต์ 149, 449
ประภาพร ตั้งกิจโชติ 201, 537
ปรัชญาพันธ์ นนทา 541
ปรางค์ทอง กวานห้อง 509, 513, 517
ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส 585
ปริญญา ตั้งเจริญกิจ 409
ปริยานุช จุลกะ 117, 129, 137
ปรีดาวรรณ จันทร์กระจ่าง 237
ปรียารัฐ ภูสุวรรณ 529

ปวีณา ดารา 329
ปวีนา น้อยทัพ 113, 177, 713
ปสรร ถิรกวิน 265
ปัณณธร ภัทรสถาพรกุล 25
ปานทิพย์ บุญส่ง 657
ปิยธิดา สุดเสนาะ 441
ปิระมิด จิตรมาตร 581

ผ

ผดุงศักดิ์ สุขสะอาด 181
ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ 197, 373, 377, 401, 561, 565, 569, 581, 709
ผัสโสภาคย์ รัตนบันดาล 273

ฝ

ฝนทิพย์ ธรรมตะศิลา 225

พ

เพชรรัตน์ ใจบุญ 393
แพรจันทร์ สังขะจันทร์ 221
พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย 345
พนิดา อติเวทิน 93
พยุดา ยอดฉุน 97
พรทิพย์ มังกรแก้ว 173
พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์ 313
พรนภา น้อยพันธ์ 229
พรประพา คงตระกูล 89
พรพิรุณ เปลี่ยนคง 181
พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ 145
พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ 445
พฤกษา สวาทสุข 465
พัชราภรณ์ พูลเพิ่ม 433
พายัพ มาศนิยม 545
พิจิตรา แก้วสอน 117, 129, 245
พิชญอร ไหมสุทธิสกุล 17
พุทธพร เจียมศุภกิตต์ 577

ภ

ภควดี สุขอนันต์ 285
ภภัสสร วัฒนกุลภาคิน 184
ภัทร์ลดา สุธรรมวงศ์ 93
ภัทราพร คำผล 113
ภัสจนันท์ หิรัญ, 21
ภาณุมาศ ฤทธิไชย 405, 533
ภานุมาตย์ พัฒโท 189
ภูรินทร์ อัครกุลธร 157
ภูริสา ทัศวิล 593, 597

ม

มงคล วงศ์สวัสดิ์ 417
มณฑิรา นพรัตน์ 145
มะลิ นาชัยสินธุ์ 293
มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์ 1
มัชฌิมา นราดิศร 453, 457
มัณฑนา นครเรียบ 573
มัณฑนา บัวหนอง 381
มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย 417, 573
มุกดา ทรงไตรย์ 301

ย

เยาวภา ไหวพริบ 429
เยาวลักษณ์ พัสดุ 25
ยศกร สายสร้อย 537
ยาตรา ยมสูงเนิน 429
ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา 117
ยิ่งวิทย์ เจริญสุวรรณกิจ 9
ยุทธนา บรรจง 1
ยุภาพร ศิริบัติ 445
ยุวดี ชัยสุริยะพันธ์ 313

ร

เรืองศักดิ์ กมขุนทด 541
ร่วมจิตร นกขา 57
ระพีพร เรืองช่วย 545
รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ 97, 173
รังสิมา สูตรอนันต์ 429
รัชฎา ตั้งวงค์ไชย 249
รัชฎาภรณ์ คะประสบ 685, 689
รัชฎาวรรณ นิ่มนวล 337
รัชนี ไสยประจง 433
รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ 37, 45, 49, 421
ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์ 129

ฤ

ฤทธิชัย ใจประเสริฐ 217

ล

ลมรัก จิรวัฒน์จรรยา 209

ละมุล วิเศษ 257, 277, 297, 413

ว

วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์ 241, 673
วณิช ลิ่มโอภาสมณี 69
วรภัทร ลัคนทินวงศ์ 417
วรัญญู แก้วดวงตา 93
วรัมพร วงศ์สุดิน 701, 705
วรารัตน์ คำหวาน 241
วริศรา ชื่นอารมย์ 621, 625
วริสรา ปลื้มฤดี 497, 501
วสันต์ ฤทธิ์ศิริ, 713
วันเพ็ญ วรวงศ์พงศา 469
วันชัย จันทร์ประเสริฐ 73, 109
วันดี อยู่เจริญสุข 145
วาริช ศรีละออง 197, 377, 381, 385, 561, 565, 569
วารินทร์ บุตรศรี 225
วาริษา รอดน้อย 161
วารุณี ธนะแพสย์ 29, 61, 65, 85
วารุณี วารัญญานนท์ 397
วาสินี ศิริโภค 421
วิชชุณี ปิ่นเกตุ 9
วิชชุดา สังข์แก้ว 153
วิชมณี ยืนยงพุทธกาล 229, 233, 237
วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ 1
วิทธวัช ทิพย์แสนพรหม 257
วิทยา ชมพูพวง 341
วิทยา ปั้นสุวรรณ 61
วิมลพรรณ รุ่งพรหม 193, 301
วีณา ชาลียุทธ 25
วีระพล พลรักดี 85

ศ

เศรษฐชัย ชัยสนิท 337
โศรดา วัลภา 205, 309, 465, 653, 661, 665, 677, 681
ศรัญญา ใจพะยัก 169
ศรัญญา พรศักดา 573
ศรัณยา สถิตมั่นวิวัฒน์ 13
ศศิธร วรปิติรังสี 81
ศศิวิมล จิตรากร 113, 221
ศักดิ์ชัย ดรดี 133, 281
ศันสนลักษณ์ รัชฎาวงศ์ 557
ศานิต สวัสดิกาญจน์ 193, 269, 305, 485, 489, 493, 497, 501, 505
ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ 509, 513, 517
ศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์ 345
ศิริชัย กัลยาณรัตน์ 125
ศิริชัย อริยานนท์ภิญโญ, 717
ศิริธร ศิริอมรพรรณ 133, 189, 281
ศิรินทิพย์ เหล่าวานิชกุล 109
ศิริพร ภู่แพร 449
ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล 193, 301
ศิริลักษณ์ ชูแก้ว 241
ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป 625, 633, 637
ศิวพร แก้วชุ่มชื่น 121
ศิวาพร ธรรมดี 161, 209, 213
ศุภกิตต์ สายสุนทร 25, 465
ศุภฤกษ์ พ้นภัย 77
ศุมาพร เกษมสำราญ 29, 61, 65, 85

ส

เสาวนี เขตสกุล 353, 357, 361, 365
เสาวพงศ์ เจริญ 5
เสาวรส สวาสนุช 389
สตางค์ หัสนันท์ 57
สมเกียรติ ปรัชญาวรากร 393, 397
สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ 321, 325, 393, 397
สมชาย กล้าหาญ 77
สมปอง ลิ่มพงศ์พันธุ์ 341
สมพงษ์ สุขเขตต์ 353, 357, 361, 365
สมพร คนยงค์ 157
สมพิศ สายแก้ว 249
สมัคร แก้วสุกแสง 437
สรายุทธ ปลุกใจราษฎ์ 41
สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา 293, 393
สัญญา เขียวไสว 301
สันติ แนวทอง 133
สายัณห์ ทัดศรี 149, 449
สาวิกา กัลปพฤกษ์ 101, 105, 333
สาวิตรี วีระเสถียร 201
สิทธิ กุหลาบทอง 101, 105, 333
สิรินทร เนินชัด 325
สิริพร สีแดง 469
สิริมา ชินสาร 41
สิริลักษณ์ ภักดีศรีพันธ์ 261
สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์ 269, 305, 505
สุเมธ ท่านเจริญ 469
สุชาดา เสกสรรวิริยะ 69

สุณิษา อยู่ดี 473
สุดใจ ล้อเจริญ 353, 357, 361, 365
สุทธิวัลย์ สีทา 385, 389
สุธามาศ ณ น่าน 81
สุนันทา อินทสุวรรณ์ 493, 501
สุปรานี งามประสิทธิ์ 73, 109
สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง 669, 709
สุพรรณ ยั่งยืน 185
สุพรรนี แก่นสาร อะโอกิ 317
สุพัตรา สุวรรณธาดา 177, 713
สุภาภรณ์ เลิศศิริ 141
สุมนต์ทิพย์ คงตัน จันทร์ฟัก 425
สุรพงษ์ พินิจกลาง 433
สุรวิช วรรณไกรโรจน์ 181
สุรศักดิ์ นิลนนท์ 37, 45, 49, 421
สุรศักดิ์ สัจจบุตร 5
สุริเชษฐ์ บิลหีม 41
สุริยาพร สารกุล 585
สุวิทย์ เฑียรทอง 269, 505
สุวิมล ดีพร้อม 217

ห

เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์ 17
เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ 113, 177, 221, 713

อ

อโนชา สุขสมบูรณ์ 165
อนันต์ เพชรเกลื่อน 525
อนันต์ ทองทา 429
อภิเดช แสงดี 93
อภินันท์ วัลภา 465
อภิรดี อุทัยรัตนกิจ 197, 337, 405, 561, 565, 569, 581, 709
อมมี เบญจมะ 170, 171, 172, 177, 178, 181, 185, 188, 189, 191
อรทัย ขำค้า 649
อรพรรณ เสลามาศสกุล 693, 697
อรพิน เกิดชูชื่น 21, 589, 593, 597, 601, 605, 609, 613, 617, 621, 625, 629, 633, 637, 641,645, 649, 653, 657, 661, 665, 669, 673, 677, 681, 685, 689, 693, 697, 701, 705
อรพิมพ์ ภิรมย์หวาด 233
อรรจนา ด้วงแพง 525
อรรถพร แสงฉาย 349
อรสา สุริยาพันธ์ 217, 253
อรสุรินทร์ ฮวบบางยาง 381
อรุษา เชาวนลิขิต 409
อัครเดช นครเสด็จ 661, 665, 673
อังคณา โชติช่วง 129
อัจฉราวรรณ ตังสุวรรณ์ 109
อัมพร แซ่เอียว 249
อาทิตย์ จันทร์หิรัญ 61, 29
อาภัสรา แสงนาค 53
อาภาพรรณ ชัฏไพศาล 641
อำภา คงสุวรรณ 385
อิงฟ้า คำแพง 589
อุดม กลิ่นหอมอุทิศ, 713
อุมาพร วรรณเขตร์ 585

J

Jitareerat, P. 369

R

Rosidah, G. 369

S

Samphanvejsopha, S. 369
Sri-laong, V. 369

U

Uthairatanakij, A. 369

ดัชนีคำสำคัญ

ก

เกษตรกรรายย่อย, 445
เกษตรยั่งยืน, 445
เกษตรอินทรีย์, 445
แก่นตะวัน, 249
แก้วมังกร, 233
แก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC-MS), 641
กรดแอสคอร์บิก, 441, 673
กรดซิตริก, 145
กระเพรา, 633
กระโดนบก, 153
กระถิน, 149, 449
กระบวนการหมัก, 701, 705
กระวาน, 633
กราซิลาเรีย, 545
กล้วยไม้, 477
กล้วยไม้เพชรหึง, 273
กล้วยไม้ดินใบหมาก, 121
กล้วยไม้สกุลมอคคารา‘บุญหลง’, 473
กล้วยไม้หวาย, 477
กล้วยน้ำว้า, 229
กลีเซอรอล, 145
กลุ่มพืชน้ำกร่อย, 333
กลุ่มสาหร่าย, 333
กากกาแฟ, 577
กากงา, 685, 689
กากมะเขือเทศ, 289
กาญจนบุรี, 105, 461, 521
กานพลู, 21
การเก็บรักษา, 509, 513, 517
การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์, 485
การเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิต่ำ, 717
การเกิดสีน้ำตาล, 377
การเคลือบเมล็ด, 245
การเจริญเติบโต, 1, 201, 477, 521, 525
การเจริญของผล, 533
การเตรียมขั้นต้น, 229
การเติบโต, 537
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, 473
การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์, 393
การเสริมแคลเซียม, 313
การเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติก, 233
การแช่เย็นแผ่นแป้ง, 165
การแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ, 233
การแตกร้าว, 397
การแบ่งชั้นของเหลว, 13
การใช้ความร้อน, 581
การใช้ประโยชน์, 461
การใช้สุญญากาศ, 41
การให้น้ำท่วมขัง, 493, 501
การกำจัดน้ำด้วยวิธีออสโมซิส, 41
การขนส่ง, 517
การขาดน้ำ, 109, 489, 497
การควบคุมโดยชีววิธี *Botrytis cinerea*, 193
การคัดเลือกพันธุ์, 57
การซึมผ่านของไอน้ำ, 593
การดัดแปลงบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ, 77
การดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส, 237
การดูดซับ, 285
การตรวจพิสูจน์, 5
การตอบสนองต่อช่วงแสง, 241
การตัดแต่งกิ่ง, 169
การทำ priming, 405
การทำแห้งแบบพ่นฝอย, 601, 629
การทำให้ไซลาเนสบริสุทธิ์, 33
การนำเข้า-ส่งออกวานิลลา, 469
การบานเพิ่มของดอกตูม, 709
การประเมินผล, 529, 541
การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน, 129
การผลิตแตงกวาอินทรีย์, 353, 357
การผลิตแตงร้านอินทรีย์, 361, 365
การผสม, 25
การพ้นการพักตัว, 209
การพ้นระยะพักตัว, 161
การพรางแสง, 273
การยอมรับของผู้บริโภค, 197, 569
การย้อมสี copper sulfide-silver, 481
การย่อยแป้ง, 9
การย่อยสลายด้วยเอนไซม์, 685, 693
การย่อยสลายด้วยกรด, 661, 689, 697
การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา, 437
การยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโต, 489
การยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์, 493, 497, 501

การยืดอายุการเก็บรักษา, 717
การรม, 377
การลดการอมน้ำมัน, 217
การลวก, 145
การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์, 173
การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม, 449
การสกัด, 289
การสกัดด้วยกรด, 661
การสกัดด้วยด่าง, 677
การสกัดด้วยตัวทำละลาย, 637
การสกัดด้วยน้ำ, 665, 677
การสำลักน้ำ, 109
การหลุดร่วงของดอก, 709
การอบแห้ง, 185, 257, 277, 297
การอบแห้งแบบไอน้ำร้อนยวดยิ่ง, 293
การอบแห้งแบบอินฟราเรด, 293
การอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้น, 229
การอบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ, 133, 189
การอบแห้งด้วยอากาศร้อน, 133
การออกดอก, 169
กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ, 177, 221, 293, 381

ข

ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ, 53
ขนมหวาน, 313
ขมิ้นชัน, 633
ข้าว, 113
ข้าวกล้องงอก, 397
ข้าวขาวดอกมะลิ 105, 241
ข้าวเคลือบ, 189
ข้าวปลูก, 505
ข้าวโพด, 185, 485
ข้าวโพดเทียน, 485
ข้าวโพดหวาน, 313
ข้าวไร่, 57
ข้าววัชพืช, 505
ข้าวเหนียว, 313
ข้าวเหนียวกล้อง, 393
ข้าวเหนียวดำ, 165
เขื่อนศรีนครินทร์, 105

ค

ความเข้มข้น ค่าการนำไฟฟ้า, 213
ความคงตัวของรำข้าว, 221
ความงอก, 73
ความชื้น, 161
ความต้องการของผู้บริโภค, 17
ความแตกต่างของพันธุ์, 109
ความแปรปรวน, 97
ความผิดปกติทางสรีรวิทยา, 389
ความสามารถในการเก็บรักษา, 73, 485
ความหนืด, 661, 665
ความหลากหลายทางพันธุกรรม, 449
ค่าน้ำอิสระ, 189
คาราจีแนน, 441
ค่าการนำไฟฟ้า, 213
ค่าแรงดึง, 441
คุกกี้, 9
คุณภาพ, 197, 565, 569
คุณภาพขนมปัง, 349
คุณภาพของชา, 673
คุณภาพของทุเรียนทอดกรอบ, 265
คุณภาพทางด้านโภชนาการ, 281
คุณสมบัติของฟิล์มโพลิเมอร์ธรรมชาติ, 597
คุณสมบัติด้านเพลท์, 261
คุณสมบัติทางกลและกายภาพ, 609
คุณสมบัติทางเชิงกล, 593
เครื่องคั่ว, 465
เครื่องเทศ, 5
เครื่องผสม, 25
เครื่องอบแห้งปั๊มความร้อน, 277
κ-คาร์ราจีแนน, 593
แครกเกอร์ข้าวเหนียว, 165
แคลเซียม, 349
แคลเซียมคลอไรด์, 453
โครงสร้างระดับจุลภาค, 325
โคลชิซิน, 181
ไคติเนส, 317
ไคโตซาน, 477, 525
ไคโตแซน, 669

ง

งาดำ, 701, 705
เงาะ, 77, 565

จ

จังหวัดกาฬสินธุ์, 141
จังหวัดอ่างทอง, 269

จำนวนโครโมโซม, 121
จุลธาตุ, 37, 45, 49
จุลินทรีย์ท้องถิ่น, 269
เจลาทิไนเซชัน, 393

ฉ
ฉายรังสี, 673

ช
ชนิดวัสดุปลูก, 121
ชมพู่, 529
ชะคราม (*Suaeda maritima*), 621, 637
ชะลอการเก็บเกี่ยว, 169
ชั้นคุณภาพ, 529, 541
ชาข้าวกล้องสมุนไพร, 177
ชาโมโรเฮยะ, 133
ชาอัสสัม, 645
ชีวมวล, 65
เชื้อแบคทีเรีย, 633, 637
เชื้อเพลิง, 149
เชื้อรา, 637
เชื้อราโรคพืช, 89
เชื้อราเอ็คโตไมคอร์ไรซา, 201

ซ
ซอสปรุงรส, 697
เซลลูโลส, 65
โซเดียมซีลีเนต (Na_2SeO_4), 645

ด
ดอกไม้รับประทานได้, 381
ดอกรัก, 717
ดอกหน้าวัว, 457
ดัชนีไกลเซมิก, 397
ดินกรดจัด, 157
ดินที่เกิดจากหินปูน, 37, 45, 49
ดีเอ็นเอเครื่องหมาย, 241

ต
ต้นกล้ายูคาลิปตัส, 201
ต้นพันงูเขียว, 329
ต้นอ่อนข้าวเจ้า, 649
ตะไคร้, 277
ตำแหน่งช่อผล, 117
แตงกวา, 353, 357
แตงกวาญี่ปุ่น, 213
แตงร้าน, 361, 365

ถ
ถัง, 25
ถั่วเขียว, 93
ถั่วเหลือง, 73, 97, 109, 173, 281, 589, 701, 705
ถ่านกัมมันต์, 285

ท
ทนวัชพืช, 57
ทับทิมจันท์, 529
ทุเรียนทอดกรอบ, 265
เทคนิค photo-stimulated luminescence (PSL), 5

ธ
ธัญพืช, 585
ธาตุอาหาร, 201, 213, 389

น
เนียร์อินฟราเรด, 65
เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี, 61, 85
เนื้อผลกาแฟ, 577
ไนตริฟิเคชัน, 341
นครราชสีมา, 541
นนทบุรี, 101
น้อยหน่า, 541
น้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์, 33
น้ำตาลซูโครส, 457, 709
น้ำทิ้ง, 129
น้ำมันปาล์ม, 61
น้ำมันหอมระเหย, 21, 245, 625, 633

บ
บรรจุภัณฑ์, 509, 517
บรรยากาศดัดแปลง, 513
บางกรวย, 101
บาซิลลัส, 317
บิสกิต, 605
เบต้ากลูคาเนส, 13
แบคทีเรียแลคติก, 585
แบตเตอร์สำหรับชุบไก่ทอด, 217
แบบจำลองคาโน, 17

ใบมะรุม, 349
ใบหม่อน, 257
ใบหอม, 297
ไบโอพอลิแซคคาไรด์, 681
ไบโอพอลิเมอร์, 661, 665

ป

เปลือกมังคุด, 285
เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด, 713
แป้งเมล็ดขนุน, 53,253
แป้งข้าวเจ้า, 597, 609, 629
แป้งทนย่อย, 261
แป้งมันสำปะหลัง, 609
โปรแกรมวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทน, 337
โปรติเอส, 317
โปรตีน, 113
โปรตีนไฮโดรไลเซตจากโปรตีนสกัดจากกากถั่วเขียว, 601, 629
โปรตีนไฮโดรไลเซท, 685, 689, 697
โปรตีนไฮโดรไลเซทสาหร่าย, 693
โปรตีนซีลีเนียม, 93
โปรตีนถั่วเหลืองสกัด, 253
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม, 97
ปริมาณไนเตรท, 129
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้, 85
ปริมาณผลผลิตวานิลลา, 469
ปัจจัยในกระบวนการผลิต, 265
ปั๊มความร้อน, 257
ปาล์มน้ำมัน, 61
ปุ๋ย, 341
ปุ๋ยเอ็นเทค, 341
ปุ๋ยยูเรีย, 649
ปุ๋ยหมัก, 25

ผ

เผือก, 261, 321
แผ่นความร้อนชนิดไฟฟ้า, 225
ผงปรุงรสไก่, 601, 629
ผนังเซลล์เห็ด, 13
ผลผลิต, 1, 173
ผลิตภัณฑ์สาหร่าย, 545
ผักกาดเขียวปลี, 713
ผักกาดหอม, 129
ผักขจร, 137

พ

พรรณไม้น้ำ, 101, 105, 333
พริก, 525
พริกขี้หนูสวน, 181
พลังงานทดแทนที่ยั่งยืน, 149
พอลิแซคคาไรด์, 677
พันธุ์กลาย, 241
พาโคลบิวทราโซล, 537
พืชไทย, 17
พืชในวงศ์ *Stemonaceae*, 557
พืชสมุนไพรไทย, 301
พืชสะสมซีลีเนียม, 93
พื้นที่ทำการเกษตร, 269
พื้นที่ปลูกวานิลลา, 469
พื้นที่ผิว, 285
พื้นที่รับน้ำชลประทาน, 141
พุทรา, 345
เพกติน, 217, 597
เพอร์แวบเพอร์เรชัน, 653
โพลีพลอยด์, 181

ฟ

โฟมแป้ง, 709
โฟมแป้งมันสำปะหลัง, 669
ไฟเบอร์, 709
ฟรุคแทน, 249
ฟลูอิไดซ์เบด, 281, 293, 397
ฟักข้าว, 1
ฟ้าทะลายโจร, 305
ฟิล์มที่บริโภคได้, 593, 605, 609
ฟิล์มประกอบ, 597
ฟีโนไทป์, 97
ฟีนอลิคทั้งหมด, 177

ภ

ภาชนะบรรจุ, 565
ภาวะแล้ง, 209

ม

มอลโตเดกซ์ตริน, 601
มะเขือเทศ, 117
มะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง, 581
มะพร้าวอบแห้ง, 145
มะม่วง, 481, 569

มะม่วงหิมพานต์, 465
มะรุม, 305
มะละกอ, 533, 537
มังคุด, 197, 673
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 225
เม็กซิโก-เกษตร, 533, 537
เมล็ดแตงกวา, 405
เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด, 489, 493
เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว, 497
เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง, 501
เมล็ดพันธุ์พริก, 245
เมลานิน, 481
แมลงวันผลไม้, 69
ไมโครเวฟ, 225

ย

ยับยั้งเชื้อรา, 21
ยีสต์อีพิไฟต์, 193
เยื่อคราฟท์, 669, 709
แยม, 237
โยเกิร์ต, 585

ร

เรสเวอราทรอล, 613, 617
แรงต้านทางการดึงขาด, 709
โรคเบาหวาน, 301
โรคจุดดำ, 81
โรคผลเน่า, 377
โรตีแช่เยือกแข็ง, 441
รงควัตถุ, 657
ร้อยละน้ำตาลซูโครส, 85
ระบบการให้คุณค่า, 445
ระบบการรับซื้อ, 61
ระยะ breaker, 584
ระยะ mature green, 581
ระยะแก่ทางสรีรวิทยา, 117
ระยะดอกบาน, 453
ระยะปลูก, 137
รังสีแกมมา, 197, 569, 713
รังสีอินฟราเรด, 185
รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้น, 281
ราเอนโดไฟท์, 557
รำข้าว, 221
รูปแบบการตัดแต่ง, 125

ฤ

ฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่น, 577
ฤทธิ์ต้านเชื้อรา, 245
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, 137

ล

ลดต้นทุน, 69
ลมร้อน, 185
ลองกอง, 29
ลักษณะทางกายภาพ, 73
ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด, 505
ลักษณะทางประสาทสัมผัส, 253
ลักษณะทางสรีรวิทยาของเมล็ด, 505
ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางเกษตร, 449
ลักษณะพื้นผิว, 321
ลักษณะเนื้อสัมผัส, 325
ลำไผ่, 461, 521
ลำไย, 509, 513, 517
ลิกนิน, 65
ไลโคปีน, 289

ว

วัตถุที่มีเซลลูโลสสูง, 625
วัสดุปลูก, 273
ว่านจูงนาง, 161
วิตามินซี, 137
วิตามินบี 1, 589
วิธีการเตรียมแป้ง, 53
วิธีเขตกรรม, 353, 357, 361, 365
วุ้น, 545
เวลาเฉลี่ยในการงอก, 117

ส

สเปคตรัม, 29
สภาพออกซิเจนต่ำ, 345
สมการอบแห้งเอมไพริคเคิล, 297
สมบัติด้านเคมีกายภาพ, 217
สมบัติด้านเนื้อสัมผัส, 393
ส้มสายน้ำผึ้ง, 389
ส้มโอ, 81
ส้มโอตัดแต่งสด, 669
สมุนไพร, 221
สวนทุเรียนชีวภาค, 337

สะระแหน่, 633
สับปะรด, 125, 237, 385
สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค, 125
สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล, 293
สาร catechins, 645
สารชีวเคมี, 249
สารต้านแบคทีเรียทำให้เกิดโรคในพืช, 557
สารต้านอนุมูลอิสระ, 329, 385, 613, 617, 621, 681, 701
สารประกอบฟีนอลิก, 329
สารประกอบฟีนอลิค, 613, 617
สารฟีนอลิคทั้งหมด, 621
สารยับยั้ง, 341
สารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส, 301
สารลดแรงตึงผิว, 457
สารสกัดกลิ่นใบเตย, 653
สารสกัดสมุนไพร, 81
สารสกัดอย่างหยาบ, 89
สารสำคัญ, 381
สารหอมระเหย, 653
สารให้กลิ่นรส, 685, 689, 693
สารออกฤทธิ์สำคัญ, 385
สารอาหาร, 705
สาหร่าย *Gracilaria* spp., 661 , 665
สาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย *(Gracilaria* spp.*)* 697
สาหร่ายไส้ไก่, 677
สาหร่ายแห้ง, 545
สี, 133, 189, 257
สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม, 557
เสม็ดขาว, 89
แสงย่านใกล้อินฟราเรด, 29
ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์, 153

ห

หญ้าแฝก, 157
หน่อไผ่, 461, 521
หน้าวัวตัดดอก, 453
ห้วยกวาง, 105
หุงสุกเร็ว, 313
แหล่งพันธุ์, 157
โหระพา, 633

อ

องค์ประกอบผลผลิต, 173
องุ่นพันธุ์คาร์ดินัล, 617
องุ่นพันธุ์ต้นตอ, 37, 45, 49
องุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา, 613
อนุมูลอิสระ,329
อบเชย, 21
อบแห้ง, 321
ออกซิเดชัน, 153
อ้อย, 85
อะไมโลส, 113
อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), 645
อัตราส่วนการผสม, 113
อาการผิวมะกรูด, 389
อากาศร้อน, 325
อายุการเก็บ, 253
อายุการเก็บรักษา, 77, 565, 605
อาราบิก้า, 577
อาราเร่, 165
อาหารฉายรังสี, 5
อาหารเทียม, 69
อาหารฟังก์ชัน, 17
อินฟราเรด, 465
อุณหภูมิ, 209, 473
อุณหภูมิที่ใช้กลั่น, 225
อุณหภูมิในการเก็บรักษา, 249
อุโมงค์ผันน้ำห้วยไผ่, 141
เอทานอล, 453, 457
เอนไซม์, 289
เอนไซม์โปรติเอส, 693
เอ็นโดไซลาเนส, 33
ไอโซฟลาโวนส์, 589
ไอโซมอลทูโลส, 9
ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง, 325

A
α-glucosidase inhibitors, 301
8- hydroxyquinoline sulfate, 709
8-HQS, 709
abscission, 709
Acarbose®, 301
Acid extract, 661
acid hydrolysis, 697
acid sulfate soil, 157
acidic hydrolysis, 689, 697
activated carbon, 285
adsorption, 285
agar, 545
agricultural area, 269
algae group, 333
alkali extraction, 677
Alpinia galanga, 437
aluminum sulfate ($Al_2(SO_4)_3$), 645
amylose, 113
Andrographis paniculata, 305
Ang Thong Provinces, 269
annual seablite (*Suaeda maritima*), 621, 637
Anoxybacillus sp., 33
Anthurium, 453, 457
antifungal activity, 245, 437
antifungal, 21
antioxidant activity, 137, 177, 221, 293, 381, 577, 701
antioxidant, 329, 385, 613, 617, 621, 681
antiphyotogenic bacteria compounds, 565
aquatic plant, 101, 105, 333
aqueous two-phase, 13
Arabica, 577
Arare, 165
aroma compounds, 693
ascorbic acid, 441, 673
Assam tea, 645

B
Bacillus spp., 317
bacteria, 633, 637
Bactrocera dorsalis (Hendel), 69
bamboo shoot, 461, 521
banana, 229
Bangkruai canal, 101
bioactive compound, 381, 385
biochemical component, 649
biocontrol, 193
biological durian farming, 337
biomass, 65
biopolymer, 661, 665
bio-polysaccharide, 681
biscuit, 605
black glutinous rice, 165
black sesame, 701, 705
black spot disease, 81
black spot, 81
blanching, 145
Botrytis cinerea, 193
brackish water aquatic plants, 333
bread quality, 349
breaker, 581
brix, 85
brown waxy rice, 393
browning, 377
bud opening, 709
ß-glucanase, 13

C
‘Cadinal’ grape, 617
cabbage contamination, 369
Caesalpinia sappan L., 657
calcium chloride, 453
calcium fortification, 313
calcium, 349
Capsicum frutescens L., 181
Capsicum spp., 525
cardamom, 633
carrageenan, 441
Carthamus tinctorius L., 657
cashew kernels, 465
cassava starch based foam, 669
cassava starch, 609
Catechins, 645
cellulose, 65
cereal, 585
chicken flavor powder, 601
chicken meat flavor powder, 629
chili seed, 245

chilling process of rice cake, 165
Chinese mustard, 713
chitinase, 317
chitosan, 405, 477, 525, 669
chromosome number, 121
cinnamon, 21
citric acid, 145
clove, 21
cluster analysis, 449
coated rice, 189
coffee pulp, 577
colchicine, 181
Collectotrichum capsici, 305, 373
Colletotrichum gloeosporioides, 305, 437
color, 133, 189, 253
composite films, 597
compost, 25
concentration, 213
consumer acceptance, 197, 569
cookies, 9
copper sulfide-silver staining, 481
corn seed, 489, 493
corn, 185, 485
cost reduction, 69
Cost-Benefit analysis program, 337
cowslip creeper, 137
creasing, 389
crown flower, 717
crude extract, 89
cucumber seed, 405
culm, 461, 521
cultivated rice, 505
cultural practices, 353, 357, 361, 365
customer need, 17
cutting styles, 125

D
delayed harvesting, 169
Dendrobium, 477
desserts, 313
Diabetes Mellitus, 301
disc diffusion method, 625
distilled temperature, 225
DNA marker, 241
dormancy break, 161, 209
dragon fruit, 233
dried coconut, 145
dried seaweed, 545
drought, 209
drum, 25
drying, 185, 253, 257, 277, 297, 321
durian chip, 265

E
EC (Electro-conductivity), 213
ecotypes, 157
Ectomycorrhizal fungi, 201
edible film, 593, 605, 609
edible flower, 381
effective moisture diffusivity, 293
electric hot plate, 225
empirical drying equations, 297
endo-xylanase, 33
Entec, 341
Enteromorpha intestinalis, 677, 681
environment interaction, 97
enzymatic hydrolysis, 685, 693
enzyme, 289
epiphyticic yeast, 193
essential oil, 21
essential oils, 625, 633
ethanol, 453, 457
eucalyptus seedling, 201
evaluation, 529, 541
extension force, 441
extraction, 289

F
fermentation, 701, 705
fertilizer, 341
fiber, 709
fissuring, 397
flour preparation methods, 53
flowering stage, 453
flowering, 169
fluidized-bed, 281, 293, 397
food preservative, 369, 373
frankfurter sausage, 153

free radical, 329
fresh cut pomelo, 669
fresh cut, 369
fresh-cut pineapple, 125
fried chicken batter, 217
frozen Roti, 441
fructan, 249
fruit cluster, 117
fruit development, 533
fruit rot, 377
fuel wood, 149
fumigation, 377
functional food, 17
fungal endophyte, 565
fungi, 637

G
Gac, 1
gamma amino butyric acid (GABA), 589
gamma radiation, 197, 569, 713
gas chromatography mass spectrometry (GC-MS), 641
gas-fired infrared drying, 293
gelatinization, 393
genetic diversity, 449
genotype and environment interaction, 97
Geodorum, 161
germinated brown rice, 397
germination, 73
glycemic index, 397
glycerol, 145
Gracilaria spp., 661,665, 697
Gracilaria, 545
grading, 529, 541
Grammatophyllum speciosum Blume*, 273*
grape rootstocks, 37, 45, 49
grape tomato, 581
green shallot, 297
growing media, 273
growth, 1, 201, 477, 521, 525, 537

H
heat pump dryer, 277
heat pump, 257
heat treatment, 581
herb extracts, 81
herb, 221
herbal brown rice tea, 177
Hibiscus sabdariffa L., 657
high temperature short time drying, 229
high-cellulose materials, 625
holy basil, 633
hot air drying, 133
hot air, 185, 325
hot water extraction, 677
Huai Pai tunnel diverse, 141
Hui Kvang, 105
hydrolysed mungbean meal protein isolate, 601
hydrolysed mungbean meal protein, 629
hydrolysed vegetable protein, 685, 689

I
identification, 5
indigenous microorganisms (IMOs), 269
infrared ray, 185
infrared, 465
inhibition of seed germination and vigor, 489, 493, 497, 501
inhibition zone, 625
inhibitor, 341
in-vitro starch hydrolysis, 9
irradiated foods, 5
irradiation, 673
irrigated area, 141
isoflavones, 589
isomaltulose, 9

J
jackfruit kernel flour, 253
jackfruit seed flour, 53
jam, 237
Japanese cucumber, 213
java apple, 529
Jujube, 345

K
κ-carrageenan, 593
Kadon Bok, 153
KaenTaWan (*Helianthus tuberosus* L.), 249

Kalasin province, 141
Kanchanaburi province, 105
Kanchanaburi, 461, 521
Kano's model, 17
kraft fiber, 669
Kraft, 709

L
lactic acid bacteria, 585
larval diet, 69
lemon grass leaves, 277
lettuce, 129
Leucaena leucocephala, 449
leucaena, 149
lignin, 65
limestone derived soil, 37, 45, 49
longan, 509, 513, 517
long-cucumber, 361, 365
longkong, 29
low oxygen atmosphere, 345
low relative humidity air drying, 133, 189
low temperature storage, 717
lycopene, 289

M
maltodextrin, 601
mango, 481, 569
mangosteen shell, 285
mangosteen, 197, 673
mannitol, 405
mature green, 581
mean germination time, 117
mechanical properties, 593
media types, 121
medium optimization, 565
Melaleuca cajuputi, 89
melanin, 481
Mexico-Kaset, 533, 537
Michelia alba DC., 641
micronutrients, 37, 45, 49
microstructure, 325
microwave, 225
mineral nutrition, 389
mint, 633
mixer, 25
mixing ratio, 113
mixing, 25
modified atmosphere packaging, 77
modified atmosphere, 513
moisture, 161
Mokara 'Boon Long', 473
Momordica cochinchinensis (Lour.) Spreng, 1
Moringa leaves, 349
Moringa oleifera, 305
Moroheiya tea, 133
morpho-agronomic characters, 449
mulberry leaves, 257
mungbean seed, 497
mungbean, 93
mushrooms cell-walls, 13
mutant, KDML105, 241

N
Nakhon Ratchasima, 541
near infrared spectroscopy, 29, 61, 85
near infrared, 65
near-infrared radiation, 281
nitrate content, 129
nitrification, 341
Nontaburi province, 101
nutrient, 201, 213
nutritional quality, 281
nutritional values, 705

O
oil palm, 61
oil reduction, 217
orchids, 477
organic agriculture, 445
organic long-cucumber production, 361, 365
organic short-cucumber production, 353, 357
oriental fruit fly, 69
osmodehydrated, 237
osmotic dehydration, 41
oxidation, 153

P
package, 565
packaging, 509, 517
paclobutrazol, 537
palm oil, 61
pandan extract, 653
papaya, 533, 537
pasting property, 261
path analysis, 173
pathogenic fungi, 89
pectin, 217, 597
pervaporation, 653
phenolic compound, 329
phenolic compounds, 613, 617
phenotypic, 97
photoperiod, 241
photo-stimulated luminescence (PSL), 5
physical and mechanical properties, 609
physical characteristics, 73
physicochemical property, 217
physiological disorder, 389
physiological maturity, 117
pigments, 657
pineapple, 41, 125, 237, 385
pol, 85
polyploidy, 181
polysaccharide, 677
potassium nitrate, 405
pre-treatment, 229
priming, 405
probiotic enrichment, 233
process parameters, 265
product certificate, 225
productivity, 1
prolong storage life, 717
properties of biopolymer films, 597
protease, 317, 693
protein, 113
pruning, 169
pummelo, 81
purchasing system, 61
purification of xylanase, 33

Q
quality attributes, 265
quality of tea, 673
quality, 197, 565, 569
quick cooking, 313

R
rambutan, 77, 565
resistant starch, 261
resveratrol, 613, 617
rice bran stability, 221
rice bran, 221
rice cracker, 165
rice flour, 629
rice seedling, 649
rice starch, 597, 609
rice, 113
roaster, 465

S
savory sauce, 697
seaweed products, 545
seaweed protein hydrolysate, 693, 697
seed coating, 245
seed physical characteristics, 505
seed physiological characteristics, 505
seed storability, 73, 485
seed storage, 485
seed treatment, 373
selenium accumulation, 93
selenium protein, 93
sensory quality, 253
sesame meal, 685, 689
shading, 273
shelf life, 77, 253, 605
shoot, 461
short-cucumber, 353, 357
smallholder farmers, 445
snack chips, 53
soaking injury, 109
sodium chloride, 405
sodium selenate (Na_2SeO_4), 645
soilless, 129

solid-phase micro extraction head space (SPME), 641
solvent extraction, 637
soy protein isolate, 253
soybean seed, 501
soybean, 73, 97, 109, 173, 281, 589, 701, 705
spacing, 137
Spathoglottis, 121
Spectra, 29
spent coffee ground, 577
spice, 5
spray dry, 601, 629
Srinakarin reservoir, 105
Stachytarpheta indica Vahl., 329
starch based foam, 709
Stemona spp, 565
sticky rice, 313
storage life, 565
storage temperature, 249
storage, 509, 513, 517
sucrose, 457, 709
sugar apple, 541
sugarcane, 85
superheated steam drying, 293
superheated steam, 325
surface area, 285
surface characteristic, 321
survival percentage, 713
sustainable agriculture, 445
sustainable renewable energy, 149
sweet basil, 633
sweet corn, 313

T
tangerine, 389
taro chip, 321
taro, 261
temperature, 209, 473
tensile strength, 709
textural property, 393
texture, 325
Thabthimchan, 529
Thai plants, 17
tissue culture, 473
tomato waste, 289
tomato, 117
total phenolic compounds, 621
total phenolic, 177
Tradition Thai medicinal plant, 301
transport, 517
TRIT-1, 673
turmeric, 633
Tween-20, 457

U
upland rice, 57
urea ferlizer, 649
utilization, 461

V
vacuum impregnation, 233
vacuum treatment, 41
values-based systems, 445
vanilla import and export, 469
vanilla plantation areas, 469
vanilla production, 469
variation, 97
varietal difference, 109
varieties selection, 57
vetiver, 157
viscosity, 661, 665
vitamin B1, 589
vitamin C, 137
volatile aroma compound, 653
volatile compounds, 685, 689
volatile oil, 245
Volvariella volvacea, 13

W
wastewater, 129
water activity, 189
water deficit, 109
water extract, 665
water logging, 493, 501
water stress, 489, 497
water vapor permeability, 593
waxy corn, 485
weed tolerance, 57
weedy rice, 505

'White Malaka' grape, 613

X

X-ray diffraction, 393

xylooligosaccharide, 33

Y

yield components, 173

yield, 173

yoghurt, 585

คณะกรรมการจัดการประชุมฯ

การประชุมและเสนอผลงานวิชาการพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนครั้งที่ 4

ผศ. ดร. วาริช ศรีละออง	ผศ. ดร. ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์
ผศ. ดร. ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย	ผศ. ดร. อภิรดี อุทัยรัตนกิจ
รศ. ดร. อรพิน เกิดชูชื่น	ผศ. ดร. ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์

กองบรรณาธิการ วารสารวิทยาศาสตร์ฉบับพิเศษ ปีที่ 41 ฉบับที่ 3/1

รศ. ดร. อรพิน เกิดชูชื่น	ผศ. ดร. ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์
ผศ. ดร. อภิรดี อุทัยรัตนกิจ	ผศ. ดร. ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย
ผศ. ดร. ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์	ผศ. ดร. วาริช ศรีละออง
นางสาวรัชฎาภรณ์ คะประสบ	นางสาวอรพรรณ เสลามาศสกุล
นางสาวภัสจนันท์ หิรัญ	นางสาวนภาภรณ์ แซ่ลิ้
นายอัครเดช นครเสด็จ	นางนภัสสร เพียสุระ
นางสาวอรทัย ขำค้า	นายณัติฐพล ไข่แสงศรี
นางสาวอิงฟ้า คำแพง	นางสาวชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น
นางสาววรัมพร วงศ์สุดิน	นายธีระพงษ์ ขันทเจริญ
นางสาว ดวงฤดี หวั้นหนู	นางสาววิศรา ชื่นอารมณ์
นายกษิดิศ อิ่มประไพ	นางสาวกันทรี ฤทธิ์เรืองเดช