

ผลของสารแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับกรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยวต่อการลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

Effect of Preharvest Treatment by Calcium Boron Incorporated with Postharvest Treatment by Salicylic Acid on Alleviating Internal Browning of Pineapple cv. 'Pattavia'

ไชยกร เก็บเงิน¹ ปรียานุช แสงประยูร^{1,2} อภิรตี อุทัยรัตนกิจ¹ เฉลิมชัย วงษ์อารีย์^{1,2} ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน¹
 สุกัญญา เอี่ยมลออ⁴ รัตนา รุ่งศิริสกุล³ และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย^{1,2}
 Kebngoen, C.¹, Sangprayoon, P.^{1,2}, Uthairatanakij, A.³, Wongs-Aree, C.^{1,2}, Jitareerat, P.⁴,
 Aiamlar, S.⁴, Rungsirisakun, R.³ and Boonyarittthongchai, P.^{1,2}

Abstract

This study was to investigate the effectiveness of preharvest treatment by 1.5 g/plant of calcium chloride and 0.4% boron (CaB) incorporated with postharvest treatment by 5 mM salicylic acid (SA) on reducing internal browning in pineapple cv. Pattavia compared with non-treated pineapple (control). All fruit were kept at 13±1 °C for 5, 10 and 15 days, and then transferred to keep at 25°C for 2 days. Non-treated pineapple revealed internal browning at core adjacent flesh at 5+2 day of storage. Chemical treated fruit showed the internal browning at 10+2 day. This treatment showed the higher value of the lightness (L*) at the flesh adjacent the core area and lower Hue angle value when compared with the control. Furthermore, chemical treated pineapple showed significantly lower of browning index, browning score, and PPO activity than that of the control throughout storage period.

Keywords: Pineapple cv. Pattavia, Calcium boron, Salicylic acid, Internal browning

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการให้สารแคลเซียมคลอไรด์ 1.5 กรัม/ต้น โบรอนร้อยละ 0.4 ก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับการใช้กรดซาลิไซลิก 5 มิลลิโมลาร์ หลังการเก็บเกี่ยวต่อการลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยเปรียบเทียบกับสับปะรดที่ไม่ได้ให้สารเคมี (ชุดควบคุม) ผลสับปะรดทั้งหมดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 15 วัน และย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน พบว่าสับปะรดชุดควบคุมเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในวันที่ 5+2 ของการเก็บรักษา สับปะรดที่ได้รับสารเคมีพบอาการไส้สีน้ำตาลในวันที่ 10+2 ของการเก็บรักษา โดยเนื้อเยื่อบริเวณติดแกนมีค่าความสว่าง (L*) สูง และมีการเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ตลอดจนมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล คะแนนการเกิดสีน้ำตาล กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ต่ำกว่าสับปะรดชุดควบคุมอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ

คำสำคัญ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย แคลเซียมโบรอน กรดซาลิไซลิก ไส้สีน้ำตาล

คำนำ**

สับปะรด (*Ananas comosus* L.) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย สับปะรดเป็นผลไม้ในเขตร้อน ประเภท non-climacteric (Paull และ Lobo, 2012) ในประเทศไทยนิยมปลูกสับปะรด 2 กลุ่ม ได้แก่ ปัตตาเวีย และควีน โดยสับปะรดกลุ่มปัตตาเวียนิยมนำไปแปรรูปมากกว่ารับประทานสด (Paull และ Lobo, 2012) เนื่องจากสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีปัญหาในด้านารขนส่งคือการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury; CI) (Abdullan *et al.*, 1986) โดยลักษณะ

¹สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

¹Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), 49 Tientalay 25, Thakam, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand

²ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพมหานคร 10400

²Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand ³ศูนย์บริการทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี) 209 หมู่ 1 ต. รางบัว อ. จอมบึง จ. ราชบุรี 70150

³King Mongkut's University of Technology Thonburi Learning Park (Ratchaburi), 209 Moo 1, Rangbua, Chombung, Ratchaburi, 70150, Thailand

⁴สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

⁴Institute of Agricultural, Crop Production Technology, Suranaree University of Technology

อาการ CI ที่พบมากในสับปะรดคือ อาการไส้สีน้ำตาล (internal browning) บริเวณเนื้อติดแกน โดยมักเกิดอาการเมื่อเก็บรักษา สับปะรดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10-13 องศาเซลเซียส (Youryon และคณะ, 2018) สาเหตุเกิดจากฟอสโฟลิปิดบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ รวมถึงเยื่อหุ้มออร์แกเนล เกิดการเปลี่ยนสภาพจากลักษณะอ่อนตัว (liquid crystalline phase) ไปเป็นลักษณะแข็งตัว (solid gel phase) ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารต่างๆ ส่งผลให้สูญเสียการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ (Vamos-Vigyazo, 1981) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้คณะนักวิจัยพบว่าการใช้สารแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยว และการใช้สารกรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยว มีแนวโน้มในการลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดได้ โดยทำงานวิจัยแยกกันในส่วนการให้สารแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวและการให้สารกรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงผลของการให้สารแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับการจุ่มสารละลายกรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการ*

การทดลองทำที่สวนสับปะรด GAP อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ในระหว่างเดือน มิถุนายน-กันยายน 2563 โดยทำการ ฉีดพ่นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยสารแคลเซียมคลอไรด์ 1.5 กรัม/ตัน โบรอนร้อยละ 0.4 ในระยะผลอ่อน ทุก 2 สัปดาห์ จากนั้น ทำการเก็บเกี่ยวผลสับปะรดช่วงระยะที่สีตาของเปลือกผลปรากฏสีเหลืองจำนวน 2 แถว (ระยะสุกแก่ ร้อยละ 25) และขนส่งไปยัง โรงคัดบรรจุ อำเภอมือเมือง จังหวัดนครปฐม และคัดเลือกสับปะรดที่มีน้ำหนักประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม โดยปราศจากตำหนิและแมลง และนำมาจุ่มในกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 5 mM นาน 1 ชั่วโมง สำหรับชุดควบคุมคือ สับปะรดที่ไม่พ่นสารแคลเซียมโบรอน และไม่จุ่มสารละลายกรดซาลิไซลิก จากนั้นผึ่งให้แห้ง และบรรจุในกล่องกระดาษ 6 ผลต่อกล่อง และขนส่งมายังมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีโดยรถบรรทุกห้องเย็น เก็บรักษาในห้องอุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส นาน 5 10 และ 15 วัน และนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน และทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อบันทึกผลการทดลองทุก 5 วัน ดังนี้ อาการไส้เกิดไส้สีน้ำตาล ของสับปะรด การให้คะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรด ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง(L*) กิจกรรมเอนไซม์ PPO และปริมาณสารประกอบฟีนอล

ผลการทดลอง**

1.อาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรด

Figure 1 พบว่าสับปะรดชุดควบคุมในวันที่ 5+2 ของการเก็บรักษา ปรากฏอาการไส้สีน้ำตาลเพียงเล็กน้อยและเกิด อาการไส้สีน้ำตาลชัดเจนมากขึ้นในวันที่ 10+2 และพบอาการไส้สีน้ำตาลมากที่สุดในวันที่ 15+2 ส่วนสับปะรดที่มีการพ่นแคลเซียม โบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวและจุ่มในสารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 5 mM นาน 1 ชั่วโมง เริ่มเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในวันที่ 10+2 และเกิดสีน้ำตาลมากขึ้นในวันที่ 15+2 แสดงให้เห็นว่า สับปะรดที่ผ่านการพ่นสารและจุ่มสารสามารถชะลอการเกิดอาการไส้สี น้ำตาลได้ นาน 10 วัน

2.คะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล

Figure 2 พบว่าสับปะรดทั้งสองชุดทดลองมีคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และ พบว่าในวันที่ 15+2 ของการเก็บรักษาทั้งสองชุดการทดลองมีค่าคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลมากที่สุด และมีคะแนนการเกิด อาการไส้สีน้ำตาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) ในวันที่ 5+2 และ 10+2 โดยคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลใน ชุดควบคุมมีค่าสูงกว่าสับปะรดที่พ่นสารแคลเซียมโบรอนและจุ่มในสารละลายกรดซาลิไซลิก แสดงให้เห็นว่าการใช้สารแคลเซียม โบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับการจุ่มสารกรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยวสามารถชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้

3.ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล กิจกรรมเอนไซม์ PPO ปริมาณสารประกอบฟีนอล และค่าความสว่าง (L*)

Figure 3 พบว่าสับปะรดทั้งสองชุดการทดลองมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล กิจกรรมเอนไซม์ PPO และปริมาณ สารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง และพบว่าสับปะรดที่พ่น สารแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับการจุ่มสารกรดซาลิไซลิก สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล กิจกรรม เอนไซม์ PPO และปริมาณสารประกอบฟีนอลได้ดีกว่าชุดควบคุม และมีค่าความสว่างมากกว่าชุดควบคุม

วิจารณ์ผล

ผลสับปะรดเกิด CI โดยเกิดสีน้ำตาลอย่างชัดเจนตรงเนื้อติดแกน (Morris, 1982; Paull and Rohrbach, 1985) ซึ่งการเกิด CI เกิดจากการเสื่อมสภาพบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ อนุมูลอิสระและสารละลายต่าง ๆ จึงสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ง่ายขึ้นและก่อให้เกิดความไม่สมดุลของกระบวนการเมตาบอลิซึม ผลิตผลจะเกิดการเสื่อมสภาพนอกจากนั้นแล้วยังพบว่าสารประกอบฟีนอลที่สะสมในแวคิวโอล และ PPO ที่สะสมในคลอโรพลาสต์สามารถรั่วไหลไปยังไซโตพลาสซึม ส่งผลให้เกิดการสัมผัสระหว่าง PPO และสารประกอบฟีนอลิก ทำให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาล (Vamos-Vigyazo, 1981) การใช้สารแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับการจุ่มสารกรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยวสามารถชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ เนื่องจากแคลเซียมสามารถรักษาสภาพความแข็งแรง หน้าที่ของเซลล์และเยื่อหุ้มต่างๆ และรักษาหน้าที่ของกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ ทวีศักดิ์ และคณะ (2544) และ การใช้สารละลาย SA ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมนั้นสามารถรักษามembran ให้สมบูรณ์ได้ โดย SA กระตุ้นเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น superoxide dismutase, catalase และ ascorbate peroxidation ซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้สามารถลดการสะสมของ Reactive oxygen species จึงลดการเกิด lipid peroxidation ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีความทนทานต่อการเกิด CI (Aghdam et al., 2016) เช่นเดียวกันจากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าสารละลาย SA สามารถช่วยชะลอการเกิดอาการ CI ได้ในมะเขือเทศและพริกหวาน (Ding et al., 2001; Fung et al., 2004)

สรุปผลการทดลอง

การให้สารแคลเซียมคลอไรด์ 1.5 กรัม/ต้น โบรอนร้อยละ 0.4 ให้กับสับปะรดก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับการใช้กรดซาลิไซลิก 5 มิลลิโมลาร์ สามารถชะลออาการไส้สีน้ำตาล ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงค่าสี กิจกรรมเอนไซม์ PPO ปริมาณสารประกอบฟีนอล ได้ดีกว่าชุดทดลองควบคุม

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัทอาหารสยามสำหรับสถานที่ปลูกสับปะรด และบริษัท V.S. Freshco Co., LTD. สำหรับสถานที่ในการตัดบรรจุ และสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในการวิจัย รวมไปถึงศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS), Gifu University, Japan ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Abdullah, H., Rohaya, M.A. and Zaipun, M.Z., 1986, Storage Study of Pineapple (*Ananas comosus* cv. Sarawak) with special emphasis on blackheart disorder, *Mardi Research Bulletin*, 14: 132-138.
- Aghdam, M.S and Bodbodak, S., 2013, Physiological and biochemical mechanisms regulating chilling tolerance in horticultural crops under postharvest salicylates and jasmonates treatments, *Scientia Horticulturae*, 156: 73-85.
- Ding, C.K., Wang, C.Y., Gross, K.C. and Smith, D.L., 2001, Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate, *Plant Science*, 161:1153-1159.
- Fung, R. W. M., Wang, C.Y., Smith, D.L., Gross, K.C. and Tian, M., 2004, MeSA and MeJA increase steady-state transcript levels of alternative oxidase and resistance against chilling injury in sweet peppers, *Plant Science*, 166: 711-719.
- Morris, L.L., 1982, Chilling injury of horticultural crops y an overview., *American Society for Horticultural Science*, 17: 161-162.
- Youryon, P. and Supapvanich, S., 2021, Effects of Preharvest Boron, Calcium Sulfate Treatment and Postharvest Calcium Chloride Peduncle Infiltration on Chilling Injury Alleviation of Queen Pineapple cv. Sawi Fruit, *Current Applied Science and Technology*, 21(3): 456-466.
- Paull, R.E. and Lobo, M.G., 2012, Pineapple, In: Muhammad, S. (Ed.), *Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and Packaging*, John Wiley & Sons Inc, New Delhi, India, pp. 333-357.
- Paull, R.E and Rohrbach, K.G., 1985, Symptom development of chilling injury in pineapple fruit, *American Society for Horticultural Science*, 110: 100-105.

Vamos-Vigyazo, L., 1981, Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15: 49-127.

Youryon, P., Supapvanich, S., Kongtrakool, P. and Wongs-Aree, C., 2018, Calcium chloride and calcium gluconate peduncle infiltrations alleviate the internal browning of Queen pineapple in refrigerated storage, *Horticulture Environment and Biotechnology*, 59: 205-213.

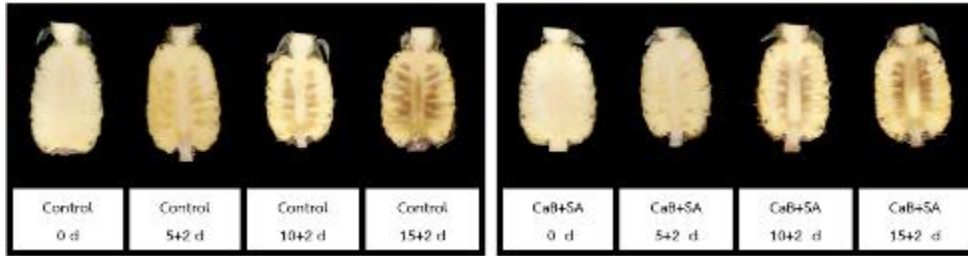


Figure 1 Visual appearance of half-cut pineapple cv. Pattavia treated with preharvest treatment by 1.5 g/plant of calcium chloride and 0.4% boron (CaB) incorporated with postharvest treatment by 5 mM salicylic acid (SA) for 1 hr after cold storage at 13±1 °C for 0 5 10 and 15 d followed by storage at 25±1 °C for 2 d compared with non-treated pineapple (control).

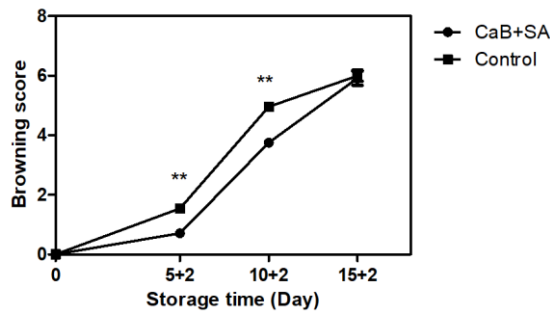


Figure 2 Browning score of pineapple cv. Pattavia treated with preharvest treatment by 1.5 g/plant of calcium chloride and 0.4% boron (CaB) incorporated with postharvest treatment by 5 mM salicylic acid (SA) for 1 hr after cold storage at 13±1 °C for 0 5 10 and 15 d followed by storage at 25±1 °C for 2 d compared with non-treated pineapple (control).

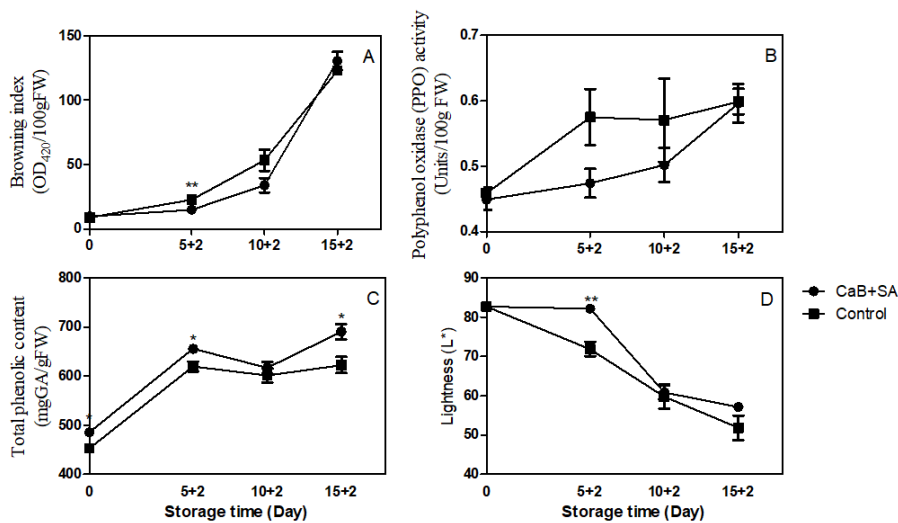


Figure 3 Internal browning (A), PPO enzyme (B), total phenolics (C) and L* values (D) of pineapple cv. Pattavia treated with preharvest treatment by 1.5 g/plant of calcium chloride and 0.4% boron (CaB) incorporated with postharvest treatment by 5 mM salicylic acid (SA) for 1 hr after cold storage at 13±1 °C for 0 5 10 and 15 d followed by storage at 25±1 °C for 2 d compared with non-treated pineapple (control).