

องค์ประกอบกลิ่นและกลิ่นสำคัญในสับปะรด (*Ananas comosus* [L.] Merr.) พันธุ์ตราดสีทอง Aroma Profile and Its Odor Descriptive in Pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) cv. Trad Srithong

กมลชนก ปัญญา¹ สมโภชน์ น้อยจินดา¹ กิตติ โพธิ์ปัทมา¹ สุรียา ฤชาทิพย์¹ และ เฉลิมชัย วงษ์อารี²
Panyo, K.¹, Noichinda, S.¹, Bodhipadma, K.¹, Rutatip, S.¹ and Wongs-Aree, C.²

Abstract

Eaten-fresh pineapple 'Trad Srithong', belongs to Queen Group, has specific characters, sweet crispy texture and fragrance. This research aims to identified the aroma profile of Trad Srithong by head space GC-MS. The 16 aromatic compounds were found which they could be classified as 12 aliphatic esters, 3 terpenes and 1 hydrocarbon. Three major volatile compounds were methyl 2-methylbutanoate (fruity, apple-like aroma), ethyl 2-methylbutanoate (fruity aroma) and ethyl hexanoate (fruity, pineapple-like, banana-like aroma), which their high potent odor-active (OVA) were 242.12, 11.87 and 1.85, respectively.

Keywords: aroma profile, GC-MS, pineapple, Trad Srithong

บทคัดย่อ

สับปะรดพันธุ์ตราดสีทองเป็นสับปะรดจัดอยู่ในกลุ่มควีนที่นำมารับประทานสดมีกลิ่นหอมและหวานกรอบ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาองค์ประกอบของกลิ่นของสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทอง โดยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทรเมทรี (HS/GC-MS) ผลการศึกษาพบองค์ประกอบสารระเหยให้กลิ่นจำนวน 16 ชนิด ได้แก่ aliphatic ester 12 ชนิด, terpene 3 ชนิด และ hydrocarbon 1 ชนิด นอกจากนี้ยังพบสารหลัก 3 ชนิด คือ methyl 2-methylbutanoate ให้กลิ่นผลไม้ (fruity) และกลิ่นคล้ายแอปเปิ้ล (apple-like), ethyl 2-methylbutanoate ให้กลิ่นผลไม้ (fruity) และ ethyl hexanoate ให้กลิ่นผลไม้ (fruity), กลิ่นสับปะรด (pineapple-like) และกลิ่นคล้ายกล้วย (banana-like) ซึ่งมีค่าในการให้กลิ่น (OVA) เท่ากับ 242.12, 11.87 และ 1.85 ตามลำดับ

คำสำคัญ: องค์ประกอบของกลิ่น, GC-MS, สับปะรด, ตราดสีทอง

คำนำ

สับปะรดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* L. Merr อยู่ในวงศ์ Bromeliaceae เป็นพืชที่ทนต่อสภาพแวดล้อมแห้งแล้งได้ดี สับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทองเป็นสับปะรดที่ขึ้นชื่อของจังหวัดตราดมีจุดเด่นในเรื่องของผลขนาดใหญ่ รสชาติหวานมาก อมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อกรอบจนถึงแกน สีเหลืองเข้ม และมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากสายพันธุ์อื่น (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2558) กลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวนั้นเป็นกลิ่นฟรุ๊ตตี้ของเอสเทอร์ ทางอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่มมีการนำสับปะรดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มากมาย ซึ่งกลิ่นหอมของสับปะรดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในระยะผลแก่ (maturity) โดยเฉพาะเมื่อผลสุกอม (over-ripe) จะมีกลิ่นหอมฉุนของเอสเทอร์ในสับปะรด ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบสารระเหยรวมกันมากกว่า 200 ชนิด และสามารถระบุได้ว่าอยู่ในกลุ่ม esters, lactones, aldehydes, ketones, alcohols, carbonyl acids, hydrocarbons, phenol และ sulphur compounds (Hassan และ Othman, 2011) ในกระบวนการเกิดกลิ่นหอมในสับปะรดนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น แหล่งพื้นมีปลูกตามหลักภูมิศาสตร์ และภูมิอากาศในพื้นที่ปลูกนั้น ๆ สายพันธุ์ ระยะการเจริญเติบโตจนถึงผลสุก และกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว (Lasekan และ Hussein, 2018) ซึ่งสารหอมระเหยที่ส่งผลต่อการเกิดกลิ่นหอมในสับปะรดมีอยู่หลายชนิด แต่พบว่าสารสำคัญชนิดหนึ่งที่พบมากที่สุด คือ 2,5-dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone หรือที่รู้จักโดยทั่วไปในชื่อทางการค้าว่า Furaneol หรือ DMHF และยังพบ 2-methylbutanoates และ hexanoate ที่ให้กลิ่นผลไม้ (fruity) ในสับปะรดผลสดอีกด้วย (Calderon และคณะ, 2010) มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาวิเคราะห์กลิ่นหอมในสับปะรดมากมาย ซึ่งการบ่งชี้ถึงกลิ่นเฉพาะของสับปะรดนั้นได้มาจากการคำนวณหาค่า odor activity value (OAV) โดยใช้ค่าความเข้มข้น และค่า odor threshold ของสารชนิดนั้น ๆ (Yong Zheng และคณะ, 2012) เพื่อเป็นการหากลิ่นสำคัญของสับปะรด แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลในงานวิจัยที่

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

Division of Agro-Industrial Technology, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800, Thailand

² สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150, Thailand

เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบสารหอมระเหยให้กลิ่นเฉพาะในสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทองยังไม่มีรายงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบสารหอมระเหยที่ให้กลิ่นเฉพาะของสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทอง โดยใช้เทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทรเมทรี (HS/GC-MS)

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างโดยการนำตัวอย่างผลสับปะรดตราดสีทองสดระยะสุก (เปลือกมีสีเหลืองทั่วทั้งผล) ที่ให้สุกอมที่อุณหภูมิห้อง ปอกเปลือก แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตร จำนวน 5 กรัม ใส่ขวดไวอัลสำหรับฉีด GC (Agilent vials) ขนาด 20 มิลลิลิตร แล้วปิดด้วยฝาครอบอลูมิเนียมแบบเปิดด้านบน (Agilent Cap & Septa Certification) และเตรียม conc. thiophene เป็น external standard เนื่องจากเป็นสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก (heterocyclic compounds) ที่มีสารประกอบกลุ่มซัลเฟอร์ (sulfur-containing) เป็นองค์ประกอบ (Biehl, 2011) และมีรายงานพบว่าสับปะรดมีสารประกอบระเหยในกลุ่มซัลเฟอร์อยู่ด้วย ได้แก่ methyl 3-(methylthio)-propionate และ ethyl 3-(methylthio)-propionate เป็นต้น (Cannon และ Ho, 2018) จากข้อมูลนี้จึงได้เลือกสาร thiophene เป็น external standard โดยเตรียมที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณ 20 ไมโครลิตร ใส่ในขวดไวอัล (Agilent vials) ขนาด 20 มิลลิลิตร แล้วปิดด้วยฝาครอบอลูมิเนียมแบบเปิดด้านบน (Agilent Cap & Septa Certification)

การวิเคราะห์องค์ประกอบสารระเหยของสับปะรดโดยเทคนิคเฮดสเปซ-แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทรเมทรี โดยดัดแปลงจาก Gonzalez-Mas และคณะ (2011) เริ่มต้นนำตัวอย่างเข้าเครื่องเฮดสเปซ (Agilent 7697A Headspace Sampler) โดยตั้งค่า oven-HS อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที เพื่อเปลี่ยนสถานะของตัวอย่างให้อยู่ในรูปของสารระเหย จากนั้นจึงให้สารระเหยอยู่ใน sample loop เป็นระยะเวลา 0.5 นาที ร่วมกับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 70 องศาเซลเซียส สารระเหยผ่าน transfer line ไปยังเครื่อง GC-MS (Agilent 5977) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบสารระเหยของตัวอย่าง ทำการตั้งค่าสภาวะของเครื่อง GC-MS โดยใช้โหมด split less กำหนดอุณหภูมิที่ 220 องศาเซลเซียส ใช้คอลัมน์ HP-5MS 5% Phenyl Methyl Silox (30 m length, 250 μ m i.d., 0.25 μ m thickness film) แก๊สตัวพา คือฮีเลียม ความดัน 9.1473 psi และกำหนดอัตราการไหลผ่านคอลัมน์ของ Septum Purge Flow อยู่ที่ 3 มิลลิลิตรต่อ นาที อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นที่ 40 องศาเซลเซียส แล้วเพิ่มสูงขึ้นจนถึง 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เมื่อองค์ประกอบสารระเหยถูกแยกออกมาจากคอลัมน์แล้วนั้น จะถูกส่งผ่านเข้าสู่ MS (Mass spectrometry) เพื่อทำการตรวจวัดองค์ประกอบสารระเหย ซึ่งทำงานภายใต้สภาวะสุญญากาศ (vacuum) จากนั้นสารระเหยจะเจอกับ ion source เพื่อไอออไนซ์โมเลกุลของสารให้กลายเป็นไอออน โดยตั้งอุณหภูมิของแหล่งไอออนที่ 230 องศาเซลเซียสในระบบ electron impact ionization (EI) เพื่อยิงโมเลกุลของสารด้วยอิเล็กตรอนพลังงานสูงที่ 70 eV และระบบ scan mode ในช่วงมวลตั้งแต่ 35-220 m/z จากนั้นนำข้อมูลมาแปลผลเทียบกับ library ของ NIST 2007

การหาค่า odor activity values (OAV) โดยสารระเหยที่มีค่า OAV สูง (OAV \geq 1) สามารถบ่งชี้ได้ว่าสารนั้นเป็นสารสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของตัวอย่างที่เราสนใจ (Yong Zheng และคณะ, 2012)

สูตรคำนวณค่า OAV = Relative content (ng.thiophene/g.fruit weight)/Odor threshold (ng./g.)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารระเหยในสับปะรดตราดสีทองโดยเทคนิคเฮดสเปซ-แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทรเมทรี ซึ่งผลการทดลองผ่านการคัดเลือกจากการแปลผลเทียบกับ library ของ NIST 2007 โดยต้องมีค่าเปอร์เซ็นต์ Matching มากกว่า 60 พบสารระเหยจำนวน 16 ชนิด ได้แก่ aliphatic ester 12 ชนิด, terpene 3 ชนิด และ hydrocarbon 1 ชนิด (Table 1) และเมื่อนำมาคำนวณหาค่า OAV โดยใช้ค่าความเข้มข้นของสารระเหยจากค่า Relative content และค่า Odor threshold ของสารนั้นๆ ถ้าผลลัพธ์มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 1 สามารถบ่งชี้แนวโน้มสารระเหยที่ให้กลิ่นสำคัญในสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทอง จาก Table 1 พบสารระเหยที่มีค่า OAV มากกว่า 1 ได้แก่ methyl 2-methylbutanoate ค่า OAV เท่ากับ 242.12 , ethyl 2-methylbutanoate ค่า OAV เท่ากับ 11.87, ethyl hexanoate ค่า OAV เท่ากับ 1.85 ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นสารระเหยประเภท ester ที่เป็นส่วนประกอบหลักของกลิ่นหอมในสับปะรด (Calderon และคณะ, 2010) โดย methyl 2-methylbutanoate พบว่าเป็นองค์ประกอบสารระเหยในสับปะรดหลากหลายสายพันธุ์ และมีการนำสารระเหยชนิดนี้ไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มมากมาย (Els และคณะ, 2004) ซึ่งให้กลิ่นผลไม้ (fruity) และกลิ่นคล้ายแอปเปิ้ล (apple-like) (Calderon และคณะ, 2010) ในส่วนของ ethyl 2-methylbutanoate พบว่าเป็นองค์ประกอบสารระเหยที่สำคัญในสับปะรดที่ให้กลิ่นผลไม้ (fruity) (Tokitomo และคณะ, 2005) และพบว่า ethyl hexanoate เป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบหลักที่ให้กลิ่นในสับปะรดสายพันธุ์

กุแล ซึ่งอยู่ในกลุ่มควีนเช่นเดียวกับสายพันธุ์ตราดสีทอง (Thu และคณะ, 2017) โดยสารระเหยชนิดนี้ให้กลิ่นผลไม้ (fruity) กลิ่นคล้ายสับปะรด (pineapple-like) และกลิ่นคล้ายกล้วย (banana-like) (Calderon และคณะ, 2010)

สรุปผล

การศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบสารหอมระเหยที่ให้กลิ่นเฉพาะของสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทอง โดยใช้เทคนิคเฮดสเปซ แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทรเมทรี (HS/GC-MS) พบองค์ประกอบสารระเหยจำนวน 16 ชนิด ได้แก่ aliphatic ester 12 ชนิด, terpene 3 ชนิด และ hydrocarbon 1 ชนิด เมื่อผ่านการวิเคราะห์ค่า OAV ที่สามารถบ่งชี้สารระเหยที่ให้กลิ่นสำคัญ ได้แก่ methyl 2-methylbutanoate (OAV=242.12) ให้กลิ่นผลไม้ (fruity) และกลิ่นคล้ายแอปเปิ้ล (apple-like), ethyl 2-methylbutanoate (OAV=11.87) ให้กลิ่นผลไม้ (fruity) และ ethyl hexanoate (OAV=1.85) ให้กลิ่นผลไม้ (fruity), กลิ่นคล้ายสับปะรด (pineapple-like) และกลิ่นคล้ายกล้วย (banana-like)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (SICC) และภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรอาหาร และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับการอนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทำการวิจัยและทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2558, สับปะรดสุดยอดผลไม้ไทย ปลูกง่าย กำไรงาม, สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ, 272 หน้า
- Belisario-Sánchez, Y. Y., Taboada-Rodriguez, A., Marin-Iniesta, F., Iguaz-Gainza, A. and Lopez-Gomez, A., 2012, Aroma Recovery in Wine Dealcoholization by SCC Distillation, Food Bioprocess Technol, 5: 2529–2539.
- Biehl, E. R., 2011, Progress in Heterocyclic Chemistry, Elsevier Ltd., Oxford, 674 p.
- Calderon, M. M., Rojas-Grau, M. A. and Belloso, M. O., 2010, Aroma Profile and Volatiles Odor Activity Along Gold Cultivar Pineapple Flesh, Journal of Food Science, 75: 506-512.
- Calderon, M. M., Rojas-Grau, M. A. and Belloso, M. O., 2010, Handbbook of fruit and vegetable flavors, John Wiley & Sons Inc., United States of America, 1117 p.
- Cannon, R. J. and Ho, C.-T., 2018, Volatile sulfur compounds in tropical fruits, Journal of Food and Drug Analysis, 26(2): 445-468.
- Els, S., Preston, C., Hertzog, C., Heckel, F., Richling, E. and Schreier, P., 2005, Aroma Profiles of Pineapple Fruit (*Ananas comosus* [L.] Merr.) and Pineapple Products, LWT-Food Science and Technology, 38(3): 263-274.
- Gonzalez-Mass, M. C., Rambla, J. L., Alamar, M. C., Gutierrez, A. and Granell, A., 2011, Comparative Analysis of the Volatile Fraction of Fruit Juice from Different Citrus Species, Plus One, 6(7): 1-11.
- Hassan A. and Othman Z., 2011, Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.), Woodhead Publishing Limited, UK, 194-217.
- Lasekan, O. and Hussein, F. K., 2018, Classification of Different Pineapple Varieties Grown in Malaysia Based on Volatile Fingerprinting and Sensory Analysis, Chemistry Central Journal, 12(140): 1-12.
- Leffingwell, J. C. and Leffingwell, D., 1991, GRAS Flavor Chemicals-Detection Thresholds, Perfumer & Flavorist, 16: 1-19.
- Thu, L. S., Huynh Lam Minh Tam, Tongdeesontorn, W. and Suthiluk, P., 2017, Quality Changes and Volatile Compounds in Fresh-Cut 'Phulae' Pineapple during Cold Storage, Current Applied Science and Technology, 17(2): 162-171.
- Tokitomo, Y., Steinhaus, M., Buttner, A. and Schieberle, P., 2005, Odor-Active Constituents in Fresh Pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) by Quantitative and Sensory Evaluation, Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 69(7): 1323-1330.

Van Gemert, L. J., 2011, Odour Thresholds, Compilations of Odour, Threshold Values in Air Water and Other Media, Oliemans Punter & Partners, Utrecht, 485 p.

Yong Zheng, L., Ming Sun, G., Ge Liu, Y., Ling Lv, L., Xiu Yang, W., Feng Zhao, W. and Bin Wei, C., 2012, Aroma Volatile Compounds from Two Fresh Pineapple Varieties in China, International Journal of Molecular Sciences, 13(12): 7383-7392.

Table 1 Volatiles compounds of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) cv. Trad Srithong.

Peak No.	RT (min)	Compounds	Odor threshold ^a	Relative content ^b	OAV ^c	Odor description	Classification
1	3.501	methyl 2-methylpropanoate	7 ⁽³⁾	1.33	0.19	fruity, sweet ⁽¹⁾	ester
2	3.926	methyl butanoate	60-76 ⁽⁴⁾	5.27	0.07-0.09	apple, sweet, toast ⁽¹⁾	ester
3	4.793	methyl 2-methylbutanoate	0.25 ⁽⁴⁾	60.53	242.12	fruity, apple-like ⁽¹⁾	ester
4	6.323	ethyl 2-methylbutanoate	0.15 ⁽¹⁾	1.78	11.87	pineapple, fruity ⁽¹⁾	ester
5	7.01	2-methylbutyl acetate	5 ⁽³⁾	0.16	0.032	pineapple ⁽¹⁾ , fruity, banana-like ⁽²⁾	ester
6	7.892	methyl 5-hexenoate	194 ⁽¹⁾	0.02	0.00001	-	ester
7	8.222	methyl hexanoate	70-84 ⁽³⁾	19.91	0.24-0.28	pineapple ⁽¹⁾ , ethereal aroma ⁽²⁾	ester
8	10.117	Myrcene	-	0.01	-	woody, citrus, tropical fruit*	terpene
9	10.372	ethyl hexanoate	1 ⁽¹⁾	1.85	1.85	fruity, pineapple, banana ⁽¹⁾	ester
10	11.106	methyl heptanoate	4 ⁽³⁾	0.98	0.25	fruity, orris, sweet, green*	ester
11	11.501	(E)- β -ocimene	34 ⁽⁴⁾	0.48	0.014	herb*	terpene
12	11.794	β -ocimene	34 ⁽⁴⁾	0.61	0.018	green*	terpene
13	13.804	methyl (Z)-3-octenoate	-	0.13	-	-	ester
14	14.054	methyl octanoate	200 ⁽³⁾	8.30	0.042	fruity, winy, orange ⁽¹⁾	ester
15	16.159	ethyl octanoate	5 ⁽²⁾	0.08	0.016	fruity, banana, peach, sweet ⁽²⁾	ester
16	21.034	α -copaene	-	0.03	-	woody*	hydrocarbon

^a (ng/g), ^b (ng.thiophene/g.fruit weight), ^c (Odor activity value)

(1) Calderon และคณะ, 2010 (2) Belisario-Sánchez และคณะ, 2012 (3) Leffingwell and Leffingwell, 1991 (4) Van Germert, 2011 (*)อื่นๆ