

สารหอมระเหยและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดกลิ่นผิดปกติในมะพร้าวอ่อนควั่นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ
Volatiles and Enzymes Involved in Off-flavor Development in Young Trimmed Coconut during Low
Temperature Storage

เกรียงไกร มีถาวร¹ และจิ่งแท้ ศิริพานิช^{1,2}
Kriengkrai Meethaworn¹ and Jingtair Siriphanich^{1,2}

Abstract

Off-flavor was often detected in young trimmed coconuts stored at 2-4°C around 2 weeks. To understand the cause of the off-flavor a study was conducted to detect the changes in fruit volatiles and enzyme activities involved in lipid degradation process. Young non-trimmed and trimmed coconuts were stored at 4 and 25°C for 4 weeks and evaluated for their aroma and volatile compositions using a GC-MS every week. At harvest young coconut kernel contained 42 aromatic compounds. The most dominant compounds were limonene, octanoic acid, ethyl ester and dodecane, while coconut water contained only 15 aromatic compounds. Dodecane and tetradecane were dominant. Off-flavor was detected after storage at 4°C for 2 weeks and was related to the increase of nonanal in the kernel, and octanal and nonanal in the water. Lipoxygenase activities in the kernel increased during storage at both temperatures but, at 4°C the activities was 30-50% higher than at 25°C after 2 weeks. In coconut water, the enzyme activity was only one third of that at harvest. During storage the activity decreased and no differences were found between the two storage temperatures. Lipase activities in the coconut kernel were stable during storage at both storage temperatures but, in the water the activities slightly increased.

Keywords: Enzyme, Storage, Volatile

บทคัดย่อ

การเก็บรักษามะพร้าวควั่นที่อุณหภูมิต่ำ (2-4°C) มักมีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้นหลังจากเก็บรักษาได้ประมาณ 2 สัปดาห์ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของสารประกอบที่ให้กลิ่นผิดปกติและผลของเอนไซม์ที่ย่อยสลายไขมันต่อการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าว จึงทดลองเก็บรักษาผลมะพร้าวไม่ปอกเปลือกและผลที่ปอกเปลือกแล้วห่อหุ้มพลาสติก PVC ที่ 25 และ 4°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์และตรวจวัดสารประกอบที่ให้กลิ่นในเนื้อและน้ำมะพร้าวทุกสัปดาห์ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าในเนื้อมะพร้าวเมื่อเริ่มต้นการเก็บรักษามีสารประกอบที่ให้กลิ่น 42 ชนิด ในจำนวนนั้นมีสารประกอบที่มีปริมาณมากได้แก่ limonene, octanoic acid, ethyl ester และ dodecane ส่วนในน้ำมะพร้าวพบสารประกอบที่ให้กลิ่นจำนวน 15 ชนิด และสารประกอบที่มีปริมาณมากคือ dodecane และ tetradecane สารประกอบในเนื้อมะพร้าวที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับกลิ่นผิดปกติคือ nonanal ส่วนในน้ำคือ octanal และ nonanal ในระหว่างการเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์ lipoxygenase มากขึ้นโดยเฉพาะในส่วนของเนื้อมะพร้าวของผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่ 4°C เป็นเวลา 2 สัปดาห์ที่มีกิจกรรมของเอนไซม์มากกว่าที่ 25°C ประมาณ 30-50% ขณะที่ในน้ำมีปริมาณและการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยและไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 อุณหภูมิ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ lipase ในเนื้อมะพร้าวค่อนข้างคงที่ระหว่างการเก็บรักษา ขณะที่ในน้ำมะพร้าวมีกิจกรรมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

คำสำคัญ: การเก็บรักษา, กลิ่นผิดปกติ, เอนไซม์

คำนำ

ระหว่างการเก็บรักษาผลมะพร้าวที่ปอกเปลือกแล้วทั้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิห้องกลิ่นหอมจะหายไปแต่กลับมีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้น โดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้มีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้นเร็วกว่าที่อุณหภูมิสูง อย่างไรก็ตามยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่ากลิ่นผิดปกติที่เกิดในมะพร้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกิดจากสารประกอบชนิดใดและเป็นผลจากย่อย

¹ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

¹ Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² Horticulture Department Faculty of Agriculture at Kam Phaeng-Saen Kasetsart university Kam Phaeng-Saen Campus Nakhon Prathom 73140

ไขมันหรือไม่ จึงได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบชนิดต่างๆ ในผลมะพร้าวอ่อนรวมถึงกิจกรรมของเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายไขมันได้เช่น lipase และ lipoxygenase เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวเมื่อมะพร้าวอ่อนอายุประมาณ 7 เดือน หลังดอกบาน ปอกเปลือกแบบควั่น คือมะพร้าวที่นำมาปอกเปลือกเขียว (exocarp) ออกทั้งหมดหรือบางส่วน ตกแต่งให้มีรูปทรงกระบอกสอบ ด้านบนเป็นรูปฟลาซี ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และไม่ปอกเปลือก (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และที่ 4°C เพื่อเปรียบเทียบการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าวที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ (4°C) ที่ใช้ในการส่งออกกับอุณหภูมิห้องที่เกิดกลิ่นผิดปกติน้อย ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและเนื้อมะพร้าวมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 ผล ผลละ 1 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ complete randomized design (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple-Range Test. (DMRT) โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. ประเมินกลิ่นผิดปกติด้วยการชิมในเนื้อและน้ำมะพร้าว
2. ชนิดสารประกอบที่ระเหยได้ในเนื้อและน้ำมะพร้าว (Maravel *et al.*, 2010)
3. กิจกรรมของเอนไซม์ lipase ในเนื้อและน้ำมะพร้าว (Abigor *et al.*, 2000)
4. กิจกรรมของเอนไซม์ lipoxygenase ในเนื้อและน้ำมะพร้าว (Wang *et al.*, 2004)

ผลและวิจารณ์

กลิ่นผิดปกติในเนื้อและน้ำมะพร้าว

สารประกอบในเนื้อมะพร้าววันเริ่มต้นมี 41 ชนิด และพบเพิ่มเติมอีก 1 ชนิดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์คือ hexenal ซึ่ง hexenal ให้กลิ่นเหม็นหืน (Evan *et al.*, 1971) ในการทดลองนี้การปอกเปลือกมะพร้าวไม่มีผลต่อชนิดสารประกอบเหล่านี้ ขณะที่อุณหภูมิในการเก็บรักษานั้นพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำพบ hexenol มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ส่วนในน้ำพบสารประกอบจำนวน 15 ชนิด เมื่อเก็บรักษายาวนานขึ้นจะพบสาร hexanal, hexanoic acid methyl ester, octanal, nonanal, octanoic acid methyl ester และ decanoic acid methyl ester เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเช่นเดียวกับที่พบในเนื้อมะพร้าวและสอดคล้องกับคะแนนกลิ่นผิดปกติที่พบว่าผลที่ไม่ปอกเปลือกมีคะแนนกลิ่นผิดปกติไม่แตกต่างจากผลที่ปอกเปลือก (Fig. 1 A and B) ขณะที่อุณหภูมิในการเก็บรักษานั้นพบว่าที่อุณหภูมิต่ำมีกลิ่นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงทั้งในเนื้อและน้ำมะพร้าว ดังนั้นสารเหล่านี้จึงอาจจะเป็นสารที่ให้กลิ่นผิดปกติในมะพร้าวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยอาจเป็นกลิ่นของสารชนิดใดชนิดหนึ่งหรือ หลายชนิดร่วมกัน

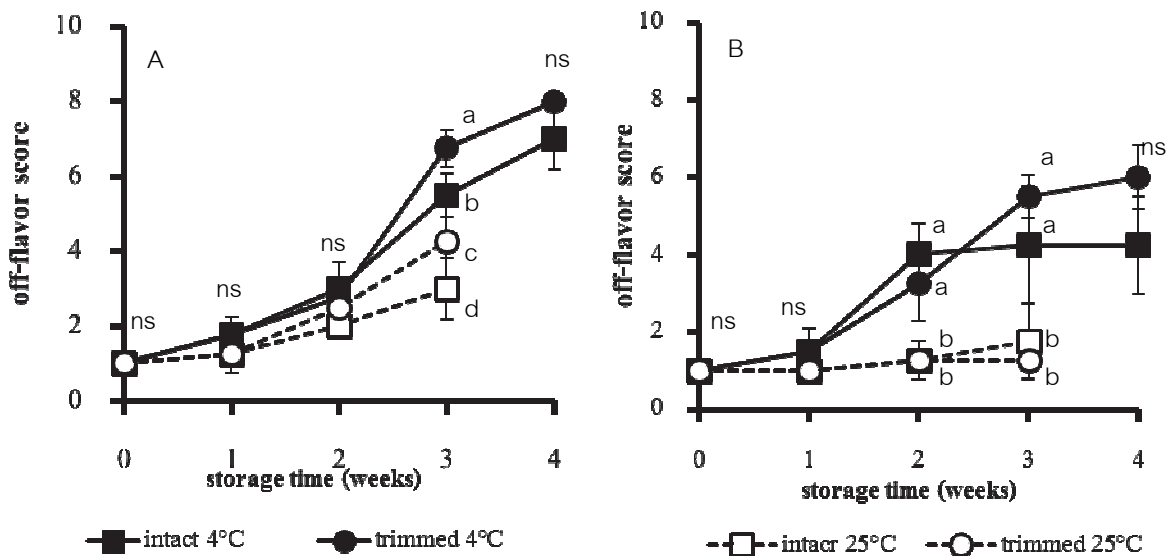


Fig 1. Off-flavor score in coconut kernel (A) and water (B) of intact fruit (whole) and trimmed fruit and wrapped with PVC (PVC) during storage at 4 (solid line) and 25°C (dash line) for 4 weeks

กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายไขมัน

กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายไขมันคือ lipase และ lipoxygenases (LOX) พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ lipase ในเนื้อและน้ำ (Fig 2. A and B) ของผลมะพร้าวทั้งที่ปอกและไม่ปอกเปลือกค่อนข้างคงที่และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในน้ำมะพร้าวที่สัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งในภาพรวมนั้นขัดแย้งกับข้อมูลคะแนนกลิ่นผิดปกติที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีคะแนนกลิ่นผิดปกติสูงขึ้นมากกว่าที่ 25°C ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่ากิจกรรมของเอนไซม์ lipase ในเนื้อมะพร้าวไม่มีผลต่อการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าว

กิจกรรมของเอนไซม์ LOX ในเนื้อมะพร้าว (Fig 3. A) มีกิจกรรมเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสารประกอบบางชนิดและกลิ่นผิดปกติที่เพิ่มขึ้น เอนไซม์ LOX อาจเปลี่ยนกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็น peroxide และเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบอื่นๆเช่น hexanal และ nonanal ที่อาจให้กลิ่นผิดปกติได้ ซึ่ง Baysal and Demirdoven (2006) พบว่าในถั่วเหลืองที่มีกลิ่นเหม็นเขียวจากกิจกรรมของ LOX ที่สูงขึ้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C มีกิจกรรมของเอนไซม์ LOX สูงมากกว่าและแตกต่างจากที่ 25°C เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ขึ้นไป และสอดคล้องอย่างมากกับคะแนนกลิ่นผิดปกติและสารประกอบที่ให้กลิ่นผิดปกติที่พบมากขึ้นในผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ขึ้นไป ดังนั้นอาจยืนยันได้ว่ากิจกรรมของเอนไซม์ LOX เกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าว ส่วนในน้ำมะพร้าว (Fig 3.B) พบว่ามีกิจกรรมน้อยกว่าในเนื้อมะพร้าวเกือบ 10 เท่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในน้ำมีเซลล์และกิจกรรมทางเคมีน้อย (Child, 1976) นอกจากนี้กิจกรรมของเอนไซม์ LOX ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งเอนไซม์ LOX อาจมีบทบาทไม่มากนักต่อการเกิดกลิ่นผิดปกติในมะพร้าว และอาจกล่าวได้ว่าสารประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่นผิดปกติมีมากในเนื้อมะพร้าวแล้วถูกย่อยสลายหรือออกซิไดซ์ออกมาในน้ำมะพร้าว

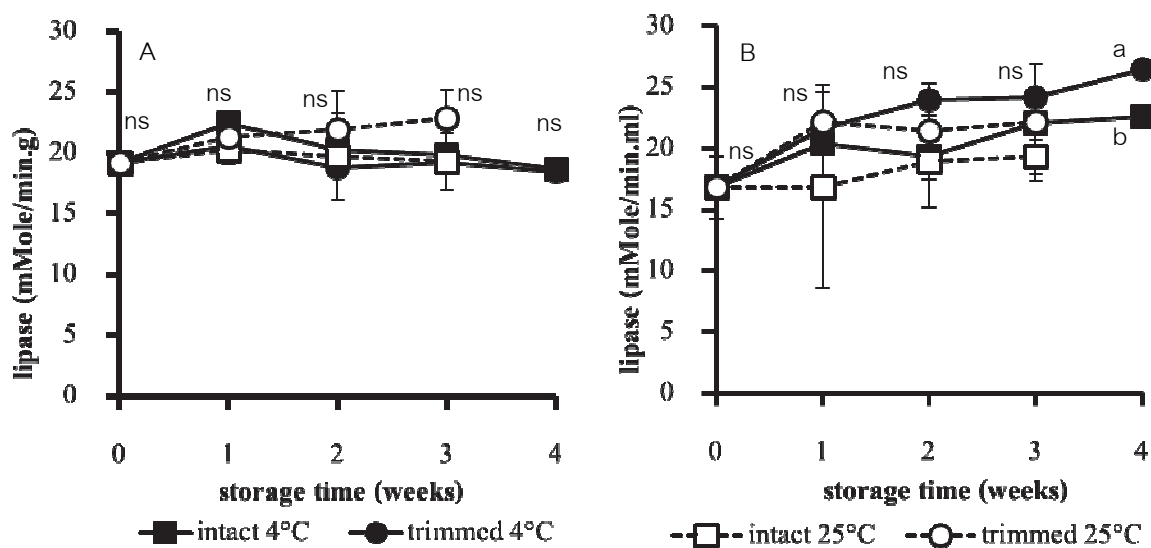


Fig 2. Enzyme lipase activity in coconut kernel (A) and water (B) of intact fruit (whole) and trimmed fruit and wrapped with PVC (PVC) during storage at 4 (solid line) and 25°C (dash line) for 4 weeks

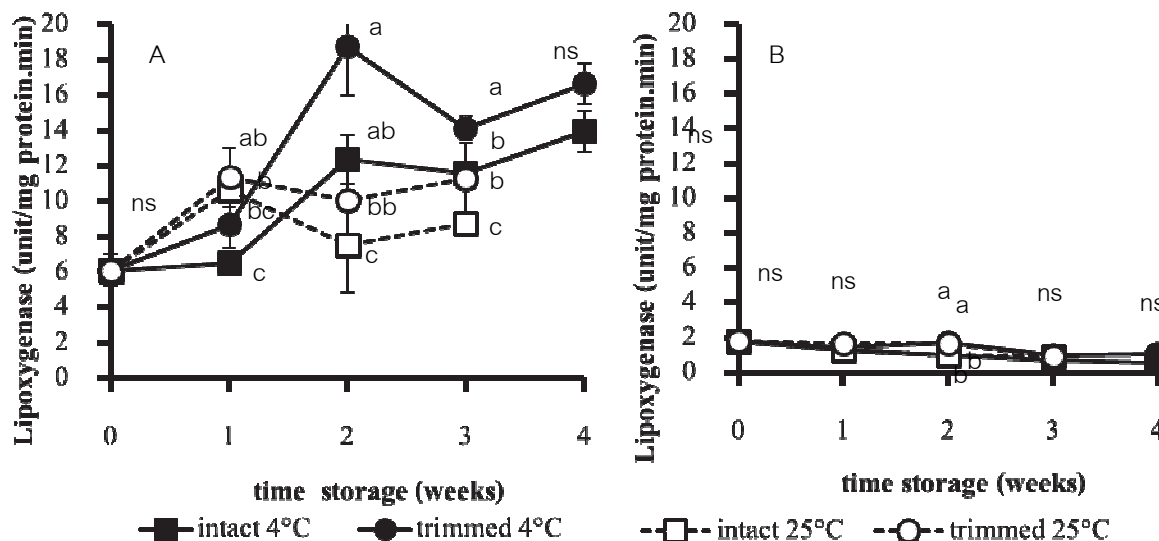


Fig 3. Enzyme lipoxygenase activity in coconut kernel (A) and water (B) of intact fruit (whole) and trimmed fruit and wrapped with PVC (PVC) during storage at 4 (solid line) and 25°C (dash line) for 4 weeks

สรุป

สารประกอบที่พบมากในผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่ 4°C และสอดคล้องกับกลิ่นผิดปกติคือ hexanal, hexanoic acid methyl ester nonanal, octanoic acid methyl ester และ decanoic acid methyl ester กิจกรรมของเอนไซม์ไลโปอกซิเจนไม่มีผลต่อการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกิจกรรมของเอนไซม์ LOX สอดคล้องกับการเกิดกลิ่นในผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่สนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Abigor, R.D., P.O. Uadia, Y.A. Foflia, M.J. Haas, K. Scott and B.J. Savary. 2000. Patial purification and properties of lipase from germinating seeds of *Jatropha carcos L.* JAOCS. 79 (11) :1123-1126.

Baysal, T. and A. Demirdoven. 2006. Lipoxygenase in fruit and vegetable :A review. *Enzyme and microbial Technology* 40 :491-496.

Child, R. 1976. *Coconuts*. 2nd ed. Longman Group Ltd., London.

Evans, C.D., H.A. Moser and G.R. List. 1971. Odour and flavor response to additive in edible oil. *J.Am.Oil Chem.Soc.* 48: 495-498.

Maraval, I., K. Sene, A. Agrebic, C. Menutc, A. Morerec, R. Boulanger, F. Gayd, C. Mestresa and Z. Gunatab. 2010. Quantification of 2-acetyl-1-pyrroline in rice by stable isotope dilution assay through headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta.* 675 : 148–155.

Wang, Y.S., S.P. Tian, Y.X. G.Z. Qin and H.J. Yao. 2004. Change in the activity of pro and anti-oxidant enzyme in peach fruit incubate with *Cryptococcus laurentii* or *Penicillium expensum* at 0 or 20°C. *Postharvest. Bio. Tech.* 34(1) :21-2.