

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันและเอนไซม์ไลเปสของผลมะพร้าวอ่อน ในระหว่างการเก็บรักษา Changes of Fatty Acid and Lipase of Young Coconut During Storage

สมนึก พรหมแดง¹, สุคันธรส ธาดาภิตติสาร² และธีรนุต์ ร่มโพธิ์ภักดิ์^{3,4}
Somnuk Promdang¹, Sukantaros Tadakittisarn² and Teeranud Romphophak^{3,4}

Abstract

The determination of fatty acids content and lipase activity were studied on kernel and water of young coconut fruit stored at 30 °C (room temperature) and 5 °C. The results showed that fatty acids increased during storage. The stem end contained 65-77 % of saturated fatty acid while there was 85 % at the stylar end. The majority of saturated fatty acids identified in this study were lauric acid, myristic acid and palmitic acid while the unsaturated ones were oleic acid and linoleic acid. The stem end showed higher level of unsaturated fatty acids than the stylar end. Total fatty acids were detected at higher levels in the stem end of coconuts stored at 5 °C than the fruits at 30 °C. A level of fatty acid (100 mg/g) was found in coconut water and 65% were saturated fatty acid. It was found that saturated fatty acids declined during the storage to 45 % by 8 days at both 30 and 5 °C. The activity of lipase in the kernel and water was similar and only slightly changed during storage.

Keywords: Young coconut, fatty acid, lipase

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันและเอนไซม์ไลเปสของเนื้อมะพร้าวบริเวณขั้วผล ด้านปลายผล และในน้ำมะพร้าว ระหว่างการเก็บรักษามะพร้าวอ่อนผลเขียว ที่ 30 °ซ. (อุณหภูมิห้อง) และ 5 °ซ. พบว่า เนื้อมะพร้าวมีปริมาณกรดไขมันรวมเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษานานขึ้น (750-1,000 มก./ก.ไขมัน) ส่วนมากเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ซึ่งเนื้อด้านขั้วผลมีกรดไขมันอิ่มตัว ร้อยละ 65-77 ขณะที่เนื้อด้านปลายผลมีสูงถึงร้อยละ 85 โดยชนิดของกรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุดได้แก่ oleic acid (C18:1 n9c) และ linoleic acid (C18:2 n6c) ด้านขั้วผลมีปริมาณมากกว่าด้านปลายผล สำหรับการเก็บรักษา 8 วัน ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. พบปริมาณกรดไขมันด้านขั้วผลมากกว่ามะพร้าวที่อุณหภูมิ 30 ซ. ส่วนน้ำมะพร้าวมีปริมาณกรดไขมันน้อย (100 มก./ก.ไขมัน) เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว 65% เมื่อเก็บรักษาทั้งที่ 5 และ 30 °ซ. เป็นเวลา 8 วัน พบว่ากรดไขมันอิ่มตัวลดเหลือ 45 เปอร์เซ็นต์ กิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส ในเนื้อทั้ง 2 ส่วนและในน้ำ มีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: มะพร้าวอ่อน, กรดไขมัน, ไลเปส

คำนำ

มะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันสูงกว่าพืชชนิดอื่น โดยเฉพาะกรดไขมันอิ่มตัวเช่นเดียวกับเนื้อสัตว์ ทำให้คนทั่วไปเชื่อกันว่าการบริโภคมะพร้าวจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เพราะทำให้มีโคเลสเตอรอลสูง ทั้งที่กรดไขมันอิ่มตัวในมะพร้าวนั้นเป็นโมเลกุลขนาดกลาง [medium-chain fatty acids (MCFA), หรือ medium-chain triglycerides (MCT)] เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแตกต่างจากเนื้อสัตว์และพืชอื่น ๆ ที่มีโมเลกุลกรดไขมันขนาดยาว [long-chain fatty acids (LCFA)] ซึ่ง MCFA มีผลดีต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในร่างกาย (Papamandjaris *et al.*, 1998) อย่างไรก็ตามภายหลังการเก็บเกี่ยว

¹ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Development Institute at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom, 73140

³ ฝ่ายนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ม.เกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

⁴ Nano and Bio-Technology Division, Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, Bangkok, 10900

³ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

³ Postharvest Technology Center, Research and Development Institute at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom, 73140

⁴ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

⁴ Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400

มะพร้าวเพื่อบริโภคภายในประเทศสามารถเก็บรักษาไว้ได้เพียง 7-10 วันเท่านั้น ซึ่งภายในผลยังคงมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพตลอดเวลา เนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบสูง ในระหว่างการเก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการย่อยไขมันโดยปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปส ได้กรดไขมันอิสระ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ไลเปสและกรดไขมันจึงน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา การศึกษานี้ นำมะพร้าวที่เป็นผลผลิตจากภาคตะวันตกมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอนไซม์ไลเปส ชนิดและปริมาณกรดไขมัน ในเนื้อส่วนหัวผล ปลายผลซึ่งมีการพัฒนาของเนื้อต่างกัน และน้ำมะพร้าว ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการจัดการเก็บรักษามะพร้าวเพื่อควบคุมคุณภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอม ระยะเวลาแก่ทางการค้า (เนื้อ 1.5 -2 ชั้น) ซึ่งมีอายุหลังจากจับบานประมาณ 6 เดือน 1 สัปดาห์-2 สัปดาห์ จาก จังหวัดสมุทรสาคร นำมาแบ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °ซ.) และ 5 °ซ. เป็นเวลา 1 - 8 วัน สุ่มตัวอย่างผลมะพร้าว เมื่อเก็บรักษาทุก ๆ 3-4 วัน เพื่อนำมาเก็บตัวอย่างเนื้อมะพร้าวด้านหัวผล และด้านปลายผล (ใช้เนื้อมะพร้าวแต่ละด้านไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ของส่วนสูงของผล) โดยใช้ไนโตรเจนเหลวแช่ ก่อนนำไปเก็บรักษาในตู้แช่เยือกแข็ง (อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส) ส่วนน้ำมะพร้าว แช่ให้แข็งในตู้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 °ซ.) เพื่อวิเคราะห์กรดไขมัน และเอนไซม์ไลเปส

1. การวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส

ใช้วิธีการไทเทรตจาก ตัวอย่างเนื้อมะพร้าวส่วนหัวผล ส่วนปลายผล ที่ตกตะกอนโดยการเตรียม acetone powder (Staubmann *et al.*, 1999) และน้ำมะพร้าว ของมะพร้าวที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง (30 °ซ.) และ 5 °ซ. (ดัดแปลงจาก Ohnhen and Ikenebomeh , 2007 และ Khor *et al.*,1986) ด้วย 0.01 M KOH ให้ได้พีเอช 9.84 คำนวณตามสูตร

$$\text{Lipase (mmole/min/g)} = \frac{\text{ปริมาตร 0.01 M KOH ที่ใช้} - \text{Blank}}{60 \times 0.1} \times 0.01 \times 10^3$$

เอนไซม์ไลเปส 1 หน่วย คือปริมาณเอนไซม์ที่ปลดปล่อยกรดไขมันอิสระ 1 มิลลิโมลต่อนาทีภายใต้สภาวะที่ทดสอบ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดโอเลอิก

2. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน (fatty acid) ในมะพร้าว โดยเทคนิค gas chromatography

ภายหลังการสกัดตัวอย่างเนื้อ และน้ำมะพร้าวด้วย CH₃Cl :MeOH (2:1) แล้วนำ total fat ไปทำ saponification กับต่าง (0.5 M NaOH) แล้วจึงฉีดเข้าเครื่อง GC [(CHROMPACK; CP9001, column; WCOT FUSED SILICA 50 M 0.25 mm ID COATING CP-SIL 88 TAILOR MADE FAME (CHROMPACK; Cat. No. 7488), FID-Detector temp.; 280 °C., Injection temp.; 270 °C., Carrier gas; He 100 kPa, Oven temp.; 140 °C. (5 min.) (4 °C./min.) → 200 °C. (15 min.), Injection volume; 1 µl (AOAC, 1995) เปรียบเทียบกับกรดไขมันมาตรฐาน (C8-C22)

ผลการทดลอง

1. กิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส

ผลการวัดกิจกรรมเอนไซม์ไลเปสในส่วนต่างๆ ของผลมะพร้าวอ่อนภายหลังการเก็บเกี่ยว 1 วัน และภายหลังการเก็บรักษา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. และอุณหภูมิห้อง พบว่าไลเปสในน้ำมะพร้าว เนื้อทั้งส่วนหัวผล และส่วนปลายผล ที่ 5 °ซ. มีค่ากิจกรรมสูงกว่าที่อุณหภูมิห้องและหลังเก็บรักษา 8 วัน ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. และที่อุณหภูมิห้องพบว่าเอนไซม์ไลเปสใน ทั้งสามส่วน (น้ำ เนื้อส่วนหัวผลและส่วนปลายผล) มีค่ากิจกรรมลดลง โดยไลเปสในน้ำมะพร้าวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าส่วนเนื้อมะพร้าว (Figure 1)

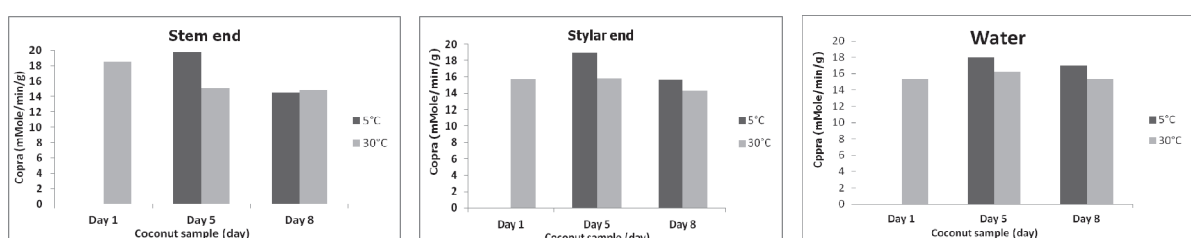


Figure 1 Lipase activity from coconut kernel at stem end (A) stylar end (B) and water (C) of coconut fruit stored at 30 °C and 5 °C for 8 days

2. ปริมาณกรดไขมันในมะพร้าว

เมื่อนำมะพร้าวอ่อนมาวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 5 °ซ. พบว่าภายหลังจากเก็บเกี่ยว ส่วนเนื้อบริเวณด้านซั้วผลและด้านปลายผล มีปริมาณกรดไขมันรวมประมาณ 700 มิลลิกรัม/กรัมไขมัน และเมื่อเก็บรักษานาน 5-8 วันมีปริมาณกรดไขมันเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะด้านปลายผล และผลมะพร้าวที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. มีปริมาณกรดไขมันมากกว่ามะพร้าวที่อุณหภูมิห้อง

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันในเนื้อทั้ง 2 ส่วนที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว C 12:0 และ C 14:0 (lauric acid และ myristic acid) โดยกรดไขมันชนิดสายยาว palmitic acid (C 16:0) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือค่อนข้างคงที่ ส่วนกรดไขมันสายยาวไม่อิ่มตัว (C 18:1 n9c ; oleic acid และ C 18:2 n6c; linoleic acid) มีปริมาณลดลงในระหว่างการเก็บรักษา และมะพร้าวที่ 5 ซ. มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง และเนื้อมะพร้าวด้านปลายผลมีปริมาณกรดไขมันมากกว่าส่วนซั้วผล (Figure 2)

ส่วนน้ำมะพร้าว พบกรดไขมัน myristic, palmitic และ oleic เป็นส่วนมาก เมื่อเก็บรักษา 5-8 วัน กรดไขมัน myristic ลดลงมาก ส่วน palmitic และ oleic มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยมะพร้าวที่อุณหภูมิ 5 °ซ. มีปริมาณกรดไขมันมากกว่ามะพร้าวที่อุณหภูมิห้อง (Figure 3)

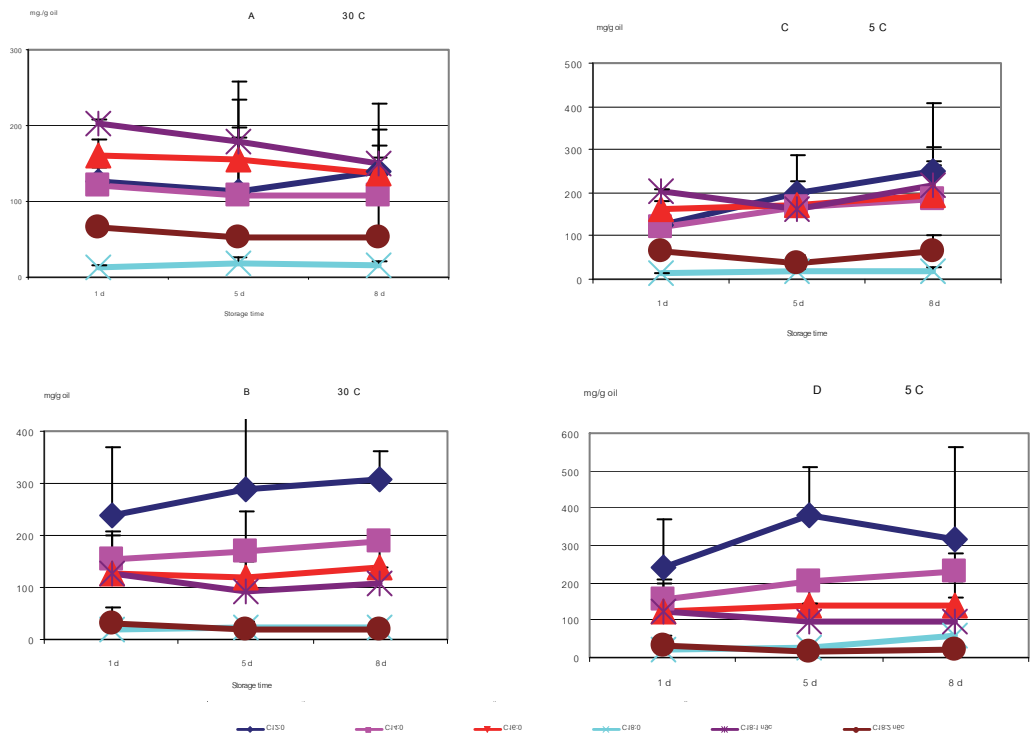


Figure 2 Fatty acids C12:0-C18:1 n9c from the coconut kernel at stem end (A, C) and stylar end (B, D) of coconut fruit stored at 30 and 5 °C for 8 days.

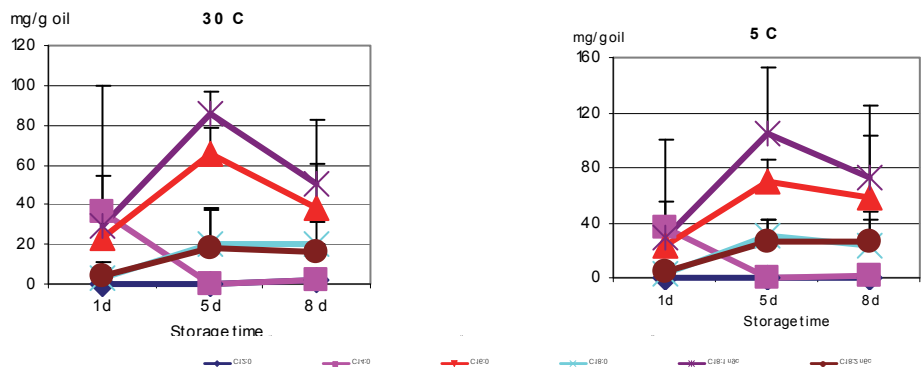


Figure 3 Fatty acids C12:0-C18:1 n9c of coconut water that coconut fruit stored at 30 °C and 5 °C for 8 days.

วิจารณ์ผล

การศึกษาปริมาณกรดไขมันในเนื้อมะพร้าว พบว่า เนื้อมะพร้าว มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเป็นกรดไขมันที่มีสายขนาดกลาง (Lauric acid :C 12) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของพืชชนิดนี้ เนื้อมะพร้าว ส่วนหัวผลมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ lauric acid (C12:0), myristic acid (C14:0) และ palmitic acid (C 16:0) ร้อยละ 65-77 ในขณะที่เนื้อด้านปลายผล มีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวสูงถึง ร้อยละ 85 ปริมาณกรดไขมันทั้งสายขนาดกลางและยาวที่เป็นกรดไขมันอิ่มตัวนั้นเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยเฉพาะในเนื้อส่วนปลายผล ดังรายงานของ Santoso *et al.* (1996) ที่ว่าผลมะพร้าวอายุมาก (12 เดือน) พบ lauric acid เป็นส่วนใหญ่ และมะพร้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำพบว่า มีปริมาณกรดไขมันสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับกรดไขมันไม่อิ่มตัว (oleic acid (C18:1 n9c) และ linoleic acid (C18:2 n6c) ด้านหัวผลมีปริมาณมากกว่าด้านปลายผล และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น สำหรับน้ำมะพร้าว มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ แต่มีปริมาณไม่มากนัก

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมัน ทั้งชนิดกรดไขมันอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว รวมทั้งกรด lauric ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีปริมาณมากที่สุดในเนื้อมะพร้าวภายหลังการเก็บเกี่ยวและในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ต่างกัน โดยการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นกับส่วนต่างๆ ของเนื้อภายในผล และสภาพแวดล้อม ที่เราจะสามารถควบคุม และนำไปใช้ ประโยชน์ทั้งด้านคุณค่าทางอาหารและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยพบว่ากรดไขมันอิ่มตัวสายขนาดกลาง และสายขนาดยาวยังมีปริมาณเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะด้านปลายผล และปริมาณจะมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะพบได้มากที่เนื้อมะพร้าวส่วนใกล้หัวผล

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสที่ 5 °ซ. มีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิห้อง และสูงกว่าก่อนการเก็บรักษา ในทำนองเดียวกับ ปริมาณกรดไขมัน แสดงว่าปริมาณกรดไขมันที่เพิ่มขึ้นเป็นผลของเอนไซม์ไลเปสที่แสดงถึงการเสื่อมเสียที่เริ่มเกิดขึ้น (Huang, 1984) แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นที่ทั้งสองอุณหภูมิ และทุกตัวอย่าง แต่อย่างไรก็ตามต้องใช้พลังงานจึงเกิดการ ย่อยไขมันทำให้มีการใช้กรดไขมันเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอเมตาบอลิซึมและลดอัตราการหายใจ จึง สามารถรักษาอาหารไว้ในผลเพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเอมบริโอได้มากกว่า กิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส มี แนวโน้มลดลงหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ทั้งสองอุณหภูมิ ทั้งในเนื้อมะพร้าวและน้ำมะพร้าว การลดลงของไลเปสอาจ เป็นกลไกของพืชที่จะลดการเสื่อมเสีย ให้มีการย่อยสลายลดลง สอดคล้องกับที่ Lamikanra *et al.* (2005) รายงานว่า กิจกรรม ของเอนไซม์ไลเปสในแคนตาลูป จะลดลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยเฉพาะในตัวอย่างที่ได้แสงอัลตราไวโอเล็ต โดยไล เปสลดลงจนไม่สามารถตรวจพบหลังการเก็บรักษา 8 วัน

สรุป

ผลการศึกษาพบความแตกต่างของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน สามารถใช้เป็นแนวทางในการรักษาคุณภาพโดย ลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ หรือการช่วยยืดอายุการเก็บรักษา รวมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมการ เปลี่ยนแปลงของกรดไขมันและเอนไซม์ไลเปสในระหว่างการเก็บรักษาผลมะพร้าวอ่อนในสภาพแวดล้อมอื่น ๆ และในมะพร้าว พันธุ์ต่าง ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัย ปิงปประมาณ 2555 จากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- A.O.A.C. 1995. Official Method of Analysis. Assosiation of Official Analytical Chemists, Inc., Virginai.
- Huang, A.H.C. 1984. Plant lipases. pp. 419-422. In: B. Borgstrom and H.L. Brockman (eds.). Lipase, Elsevier, Amsterdam.
- Khor, H. T., N. H. Tan and C. L. Chua. 1986. Lipase-catalyzed hydrolysis of palm oil. J. Amer. Oil. Chem. Soc. 63: 538-540.
- Lamikanra, O., D. Kueneman, D. Ukuku and K.L. Bett-Garber. 2005. Effect of processing under ultraviolet light on the shelf life of fresh-cut cantaloupe melon. J. Food Sci. 70: 534-593.
- Ohenhen, R. E. and M. J. Ikenebomeh. 2007. Shelf stability and enzyme activity studies of ogi: a corn meal fermented product. J. Am. Sci. 3: 38-42.
- Papamandjaris, A. A., D. E. MacDougall and P.J. Jones. 1998. Medium chain fatty acid metabolism and energy expenditure: Obesity treatment implications. Life Sci. 62: 1203-1215.
- Santoso, U., K. Kubo, T. Ota, T. Tadokoro and A. Maekawa. 1996. Nutrient composition of kopyor coconuts (*Cocos nucifera* L.). Food Chem. 57: 299-304.
- Staubmann, R., I. Ncube, G. M. Gubitza, W. Steiner and J. S. Read. 1999. Esterase and lipase activity in *Jatropha curcas* L. seeds. J. Biotech. 75: 117-126.