การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและเขียวมรกต ระหว่างการเก็บรักษา

Physico-Chemical Changes of Mango Fruit cv. Nam Dork Mai See Thong and Keaw Morakot during Storage

วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์[1,2] เจนธิรา ไทยกรณ์[1] และ อุษาวดี ชนสุต[1,2,3]
Wanwarang Pattanapo[1, 2], Jentira Thaikorn[1] and Usawadee Chanasut[1,2,3]

Abstract

Mango (*Mangifera indica* L.) fruit cv. Nam Dork Mai See Thong harvested of 100 - 110 days after full bloom were obtained from a farmer orchard in Phrao district, Chiang Mai province and Keaw Morakot harvested on 110 - 120 day after full bloom (DAFB) from farmer orchard in Baan Hong district, Lamphun province. Mango varieties cv. Nam Dork Mai See Thong and Keaw Morakot were evaluated after storage at room temperature (25°2±C) and 953%± relative humidity for 10 days. The result showed that weight loss of all varieties dramatically increased during first 4 days of storage. The L* and C* values of the peel from both cultivars increased but the H^{o} value decreased during storage. Conversely, the L* and H^{o} values of mango flesh decreased but C* value increased. Firmness of flesh and total titratable acidity (TA) decreased, whereas, total soluble solids (TSS) increased during storage.

Keywords: peel color, physico-chemical properties, storage

บทคัดย่อ

เมื่อนำมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 100 – 110 วันหลังดอกบาน จากสวนเกษตรกร อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ และพันธุ์เขียวมรกตที่เก็บเกี่ยวอายุ 110 – 120 วันหลังดอกบาน จากสวนเกษตรกร อ.บ้านโฮ่ง จ.ลำพูน มาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส)ความชื้นสัมพัทธ์ 95±3% เป็นเวลา 10 วัน พบว่า ผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์สูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา และในระหว่างการเก็บรักษา สีเปลือกของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์มีค่า L* เพิ่มขึ้น ค่า H^{o} ลดลง และค่า C* เพิ่มขึ้น ตรงข้ามกับสีของเนื้อมะม่วงที่มีค่า L* และค่า H^{o} ลดลง แต่ค่า C* เพิ่มขึ้น ความแน่นเนื้อและปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลง ส่วนของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: สีเปลือก สมบัติทางกายภาพและเคมี การเก็บรักษา

คำนำ

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีศักยภาพในการส่งออกที่สำคัญอันดับต้นๆ ตลาดส่งออกมะม่วงที่สำคัญได้แก่ มาเลเซีย สิงคโปร์ ญี่ปุ่น และฮ่องกง การส่งออกผลมะม่วงของไทยส่วนใหญ่อยู่ในรูปผลสด (ขั้นตอนการส่งออกมะม่วงไปจำหน่ายในญี่ปุ่น, 2551)มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นพันธุ์ที่มีการส่งออกในรูปผลสดเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีลักษณะตรงกับความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ สำหรับมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตเป็นพันธุ์ใหม่ที่จัดได้ว่าเป็นพันธุ์หนัก ผลแก่และเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม (Khamesee, 2008) บริโภคได้ทั้งผลดิบและผลสุก มะม่วงแต่ละพันธุ์มีอายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน บางพันธุ์อาจมีอายุการเก็บรักษาสั้น บางพันธุ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ซึ่งระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและเคมีเกิดขึ้น ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนสีผิว ความแน่นเนื้อของผล รวมทั้งรสชาติ การเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ เหล่านี้มีผลกระทบต่อราคา ระยะเวลาการวางจำหน่าย และการส่งออก งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ ซึ่งมีลักษณะสีผลเมื่อสุกแตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาวิจัยและการใช้ประโยชน์ต่อไป

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand
[3] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200
[3] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อายุเก็บเกี่ยว 100-110 วันหลังดอกบาน จากสวนเกษตรกร อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ และพันธุ์เขียวมรกต อายุเก็บเกี่ยว 110-120 วันหลังดอกบาน จากสวนเกษตรกร อ.บ้านโฮ่ง จ.ลำพูน ในช่วงฤดูการผลิตระหว่างเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม 2555 คัดเลือกผลที่มีน้ำหนัก อยู่ระหว่าง 320-350 กรัม และ 270-300 กรัมในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและพันธุ์เขียวมรกตตามลำดับ ล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง บรรจุในเน็ทโฟม เรียงลงในตะกร้าพลาสติก นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95 % วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ผล สุ่มตัวอย่างผลมะม่วงออกมาวิเคราะห์ทุก 2 วัน จนกระทั่งครบ 10 วัน โดยวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก คุณภาพทางกายภาพ สีเปลือกและเนื้อ (Minolta colorimeter CR-400) และความแน่นเนื้อ (stable micro system model TA-Xtplus) ประเมินคุณภาพทางเคมีโดยวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (total titratable acidity) วิเคราะห์ตามวิธีของ A.O.A.C (1995)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาและความแน่นเนื้อ

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและพันธุ์เขียวมรกตสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 16.30% และ 5.26% ตามลำดับ (Figure 1a) การสูญเสียน้ำเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ (Wilson, 2006) การเก็บรักษาผลไม้ไว้ที่สภาวะอุณหภูมิค่อนข้างสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำทำให้น้ำภายในเซลล์ของผลไม้ระเหยออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาค่อนข้างมาก(จริงแท้, 2549) ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองลดลงมากในช่วง 2-4 วันแรกของการเก็บรักษา คือ มีค่าลดลงจาก 72.96 ในวันที่ 0 เป็น 55.80 และ 35.03 นิวตัน ตามลำดับ (Figure 1b) ส่วนมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตมีความแน่นเนื้อลดลงมากในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คือ มีค่าลดลงจาก 136.60 ในวันที่ 0 เป็น 31.85 นิวตัน ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อผลสุก เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพกทินที่ผนังเซลล์ ในผลไม้ดิบสารประกอบเพกตินมีโมเลกุลขนาดใหญ่ไม่ละลายน้ำ จึงมีผลให้เซลล์ยึดเกาะกันแน่นระหว่างที่ผลยังดิบอยู่ แต่เมื่อผลสุกเพกตินถูกย่อยสลายโดยการทำงานของเอนไซม์ 2 ชนิด คือ Polygalacturonase (PG) และ Pectin esterase (PE) ทำให้เพกทินมีโมเลกุลขนาดเล็กลงและมีละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้น เซลล์ยึดเกาะกันอย่างหลวมๆ (สายชล, 2528) เนื้อเยื่อมีการอ่อนตัวส่งผลให้ความแน่นเนื้อของมะม่วงสุกลดลง

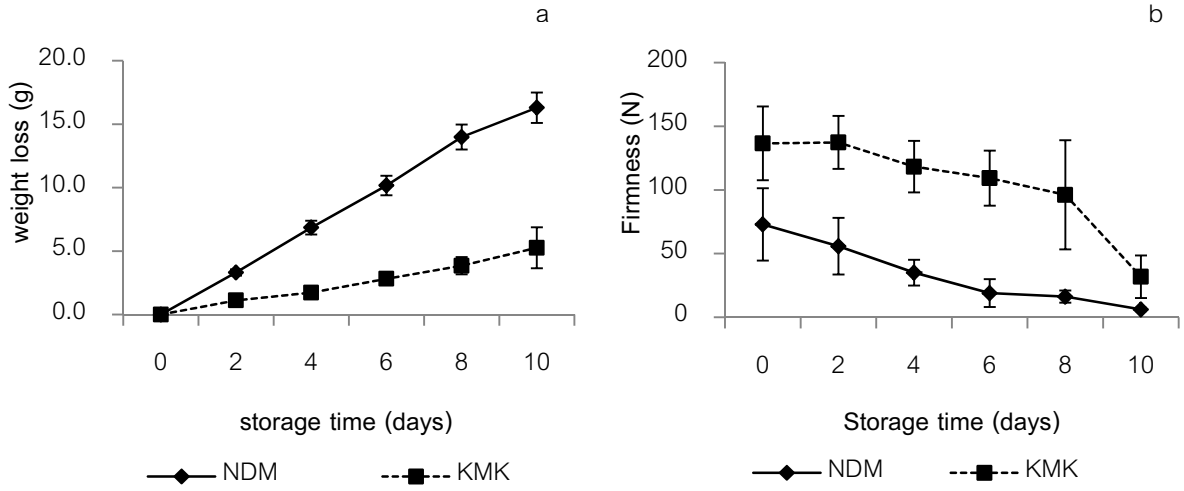

Figure 1 Weight loss (a) and firmness (b) of mango fruit cv. Nam Dork Mai See Thong (NDM) and Keaw Morakot (KMK) during storage at 25± 2°C and 95±3% RH for 10 days.

2.การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อ

สีเปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น (จาก 71.79 เป็น 80.25) ส่วนค่า H° มีค่าลดลงเล็กน้อย (75.51 – 82.49) โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่า Chroma (C*) เพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา (Figure 2b) ซึ่งเป็นวันที่มะม่วงเริ่มสุก ส่วนสีเปลือกของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีเพียงแต่สีเขียวเข้มของเปลือกมีสีจางลง โดยมีค่า L* เพิ่มขึ้น (41.52 – 44.29 , Figure 2a) ผลมะม่วงส่วนมากเมื่อสุก เปลือกมักจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกนั้นเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ระหว่างกระบวนการสุก สีเปลือกจะค่อยๆ พัฒนาไปเป็นสีเหลืองหรือส้ม (ดนัย, 2540) สีเปลือกของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองนั้น อาจเนื่องจากมีกลไกการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส และเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ซึ่งมีรายงานการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์ทองดำ พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลล์เลสและเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในมะม่วงพันธุ์ทองดำต่ำกว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ทำให้สีผลของมะม่วงพันธุ์ทองดำไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อผลสุก (วันดี, 2539)

การเปลี่ยนสีเนื้อด้านในที่ติดเมล็ด (internal flesh color) มีการเปลี่ยนจากสีขาว เป็นสีเหลืองอ่อน และเป็นสีเหลืองเข้มในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง และสีเหลืองส้มในพันธุ์เขียวมรกต มะม่วงทั้งสองพันธุ์มีค่า L* และ ค่า H° ของเนื้อด้านในที่ติดเมล็ดและเนื้อเมื่อปอกเปลือกออก (flesh beneath the peel) ลดลง (Figure 3a, c) โดยมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตมีค่า L* ของเนื้อด้านในที่ติดเมล็ดลดลงจาก 73.79 เหลือ 60.90 และ ค่า H° ลดลงจาก 81.04 เหลือ 70.56 ส่วนเนื้อเมื่อปอกเปลือกออกมีค่า L* และ H* เท่ากับ 66.85 – 66.43 และ 98.45 – 78.53 ตามลำดับ สำหรับพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองนั้นมีค่า L* และ H° ของเนื้อด้านในที่ติดเมล็ดเท่ากับ 87.82 - 66.98 และ 90.62 – 76.62 เนื้อเมื่อปอกเปลือกออกเท่ากับ 87.09 – 73.53 และ 90.38 – 79.40 ตามลำดับ แต่ค่า Chroma ในมะม่วงทั้งสองพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีค่าสูงกว่าพันธุ์เขียวมรกต เพิ่มสูงขึ้นในช่วงวันที่ 4 ของการเก็บรักษา พันธุ์เขียวมรกตมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 3b) ในระหว่างการสุกของผลมะม่วงมีการสังเคราะห์บีต้าแคโรทีนในเนื้อผลมากโดยจะเห็นได้จากการเปลี่ยนสีของเนื้อจากสีขาวเป็นสีเหลือง ซึ่งให้ผลการศึกษาคล้ายกับ Khamesee (2008) ที่ศึกษาในมะม่วงพันธุ์เขียวมรกต และวันดี (2539)ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์ทองดำ

3.ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เริ่มต้นมากกว่าพันธุ์เขียวมรกต คือ 1.15% และ 0.80% ตามลำดับ (Figure 4a) ในช่วง 4 วันแรกของระยะเวลาการเก็บรักษา ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ทั้งหมดในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองลดลงอย่างรวดเร็ว และค่อยๆลดลงอย่างช้าๆ จนเหลือ 0.15% ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา แต่มะม่วงพันธุ์เขียวมรกตจะลดลงเล็กน้อยอย่างช้าๆจนเหลือ 0.44% ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในมะม่วงทั้งสองพันธุ์มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 7.98 – 21.34% และ 12.56 – 21.75% ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง และพันธุ์เขียวมรกต ตามลำดับ (Figure 4b) การที่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดต่ำลงและปริมาณน้ำแข็งที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้นหรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงเพราะมีการนำกรดอินทรีย์บางส่วนมาใช้ในการหายใจและบางส่วนนำไปสร้างน้ำตาลระหว่างการสุกของผลมะม่วง (Wills *et. al*., 1981)

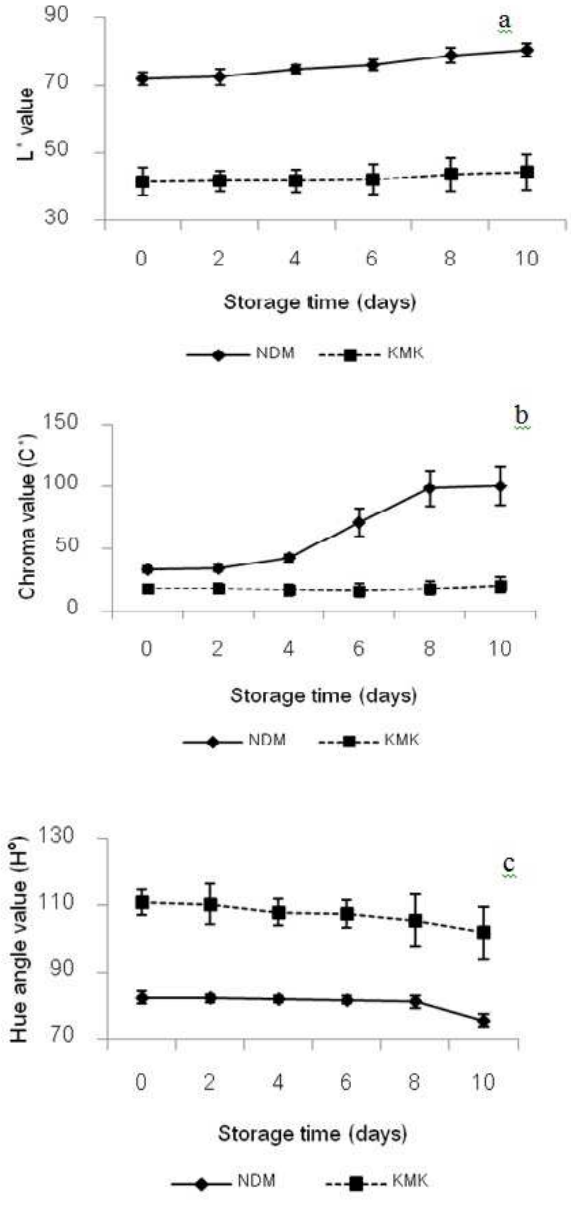

Figure 2 Changes of the peel color of mango fruit cv. Nam Dok Mai See Thong (NDM) and Keaw Morakot (KMK) during storage at 25± 2°C and 95±3% RH

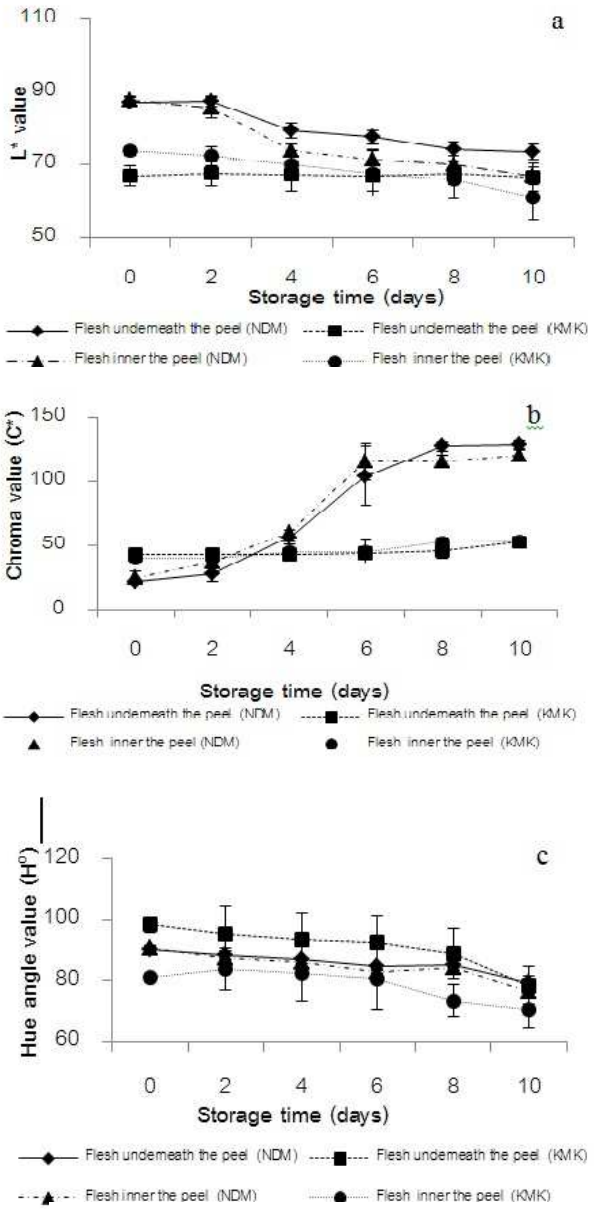

Figure 3 Color of flesh underneath the peel and flesh inner the peel mango fruit cv. Nam Dok Mai See Thong (NDM) and Keaw Morakot (KMK) during storage

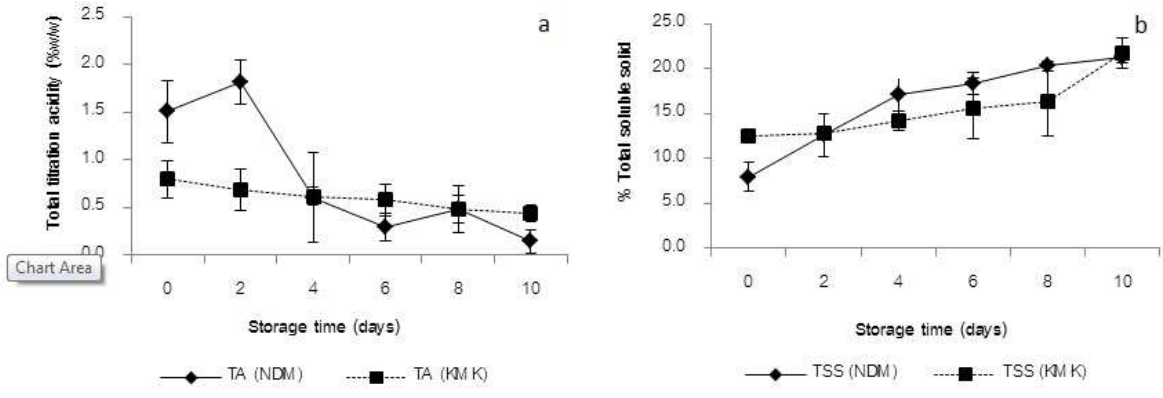

Figure 4 Total titratable acidity (a) and total soluble solid (b) of mango fruit cv. Nam Dork Mai See Thong (NDM) and Keaw Morakot (KMK) during storage at 25± 2°C and 95±3% RH for 10 days.

สรุปผลการทดลอง

ระหว่างการเก็บรักษามะม่วงทั้งสองพันธุ์ ในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95 % เป็นเวลา 10 วัน ผลมะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักและสุก ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลง สีเนื้อด้านในที่ติดเมล็ด และเมื่อปอกเปลือกออกมีค่า L* และ H° ลดลง ค่า C* เพิ่มขึ้น โดยเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลือง-เหลืองส้ม แต่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีเปลือกสีเหลืองเมื่อผลสุก แต่เปลือกของพันธุ์เขียวมรกตยังมีสีเขียว โดยมีค่า C* เท่ากับ 100.56 และ 20.56 ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ขั้นตอนการส่งออกมะม่วงไปจำหน่ายในญี่ปุ่น. 2551.(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.rthaitrade.com/blog/169. (17 มิถุนายน 2555)

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 226 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช.2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: หน้า 29-32.

วันดี ภควัตมงคล. 2539. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์ทองดำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 304 หน้า.

Khamsee, Y. 2008. Postharvest Physical and Biochemical Change of 'Keaw Morakot' Mango. Ph.D thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. 226 p.

Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. New South Wales University Press, N.S.W. 161 p.

Wilson,L.G. 2006. Postharvest handling and cooling of fresh fruits, vegetables, and flowers for small farms.[online]. Avaiable http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil-800.html. (July, 2012)