ผลของระยะเก็บเกี่ยวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4

Effect of Harvesting Stages on Chilling Injury Incidence of Mango Fruit cv Nam Dok Mai No. 4

ศิโรรัตน์ เตชะแก้ว[1] จุฑามาศ จินดาหลวง[1] วิลาวัลย์ คำปวน[2] และ อุษาวดี ชนสุต[1,3]

Sirorat Taechakaew, Juthamas Jindaluang, Wilawan Kumpoun and Usawadee Chanasut

Abstract

Low temperature storage is a practical treatment for extending the shelf-life of mango fruits. However, mango is a tropical fruit and highly susceptible to chilling injury. Harvesting stage is a factor affecting chilling injury of fresh produces. The objective of this study was to determine the effect of harvesting stage on the changes of tissues and cells of chilling injured mango fruits cv. Nam Dok Mai No. 4 in Chiang Mai province area where the fruits are harvested between 110-120 days after full bloomed (DFB). Group A fruits (110 DFB) and group B fruits (120 DFB) were stored at 5 and 8°C. Fruits were sampled once a week and divided into 2 groups. The first group was immediately investigated after storage and the second group was kept at 25°C further for 1 week. Results showed that chilling injury had been found on group A mangoes stored at both temperatures and group B mango stored at 5°C since 3 weeks after storage. The symptoms were peel pitting, peel browning and water soaking. Abnormal ripening and disease incidence occurred on both groups when stored at 5°C. Cell death in flesh of group A mangoes was found after stored at 5°C for 2 weeks and 8°C for 3 weeks, but not found in group B mangoes. Electrolyte leakage from peel and flesh of group A mangoes stored at 5°C increased and was highest at week three, whereas group B was almost stable. Therefore in the present study, harvesting stage and storage temperature affected the chilling injury sensitivity of the fruits but not the symptoms.

Keywords : cell death, harvesting stage, chilling injury

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติในการยืดอายุการวางจำหน่ายมะม่วง แต่เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้เขตร้อนจึงเกิดอาการสะท้านหนาวได้ง่าย โดยปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวคือ อายุของมะม่วง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อที่เกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งนิยมเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 110-120 วันหลังดอกบาน โดยนำผลมะม่วงกลุ่มเอ (อายุ 110 วัน) และมะม่วงกลุ่มบี (อายุ 120 วัน) เก็บรักษาที่ 5 และ 8°C สุ่มตัวอย่างทุกสัปดาห์ นำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงทันทีและภายหลังวางไว้ที่ 25°C 1 สัปดาห์ พบว่า มะม่วงกลุ่มเอเก็บรักษาที่ 5 และ 8°C และมะม่วงกลุ่มบีเก็บรักษาที่ 5°C นาน 3 สัปดาห์ เกิดลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวเหมือนกันคือ เปลือกยุบตัว เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและช้ำฉ่ำน้ำ มะม่วงกลุ่มเอและกลุ่มบีเก็บรักษาที่ 5°C มีการสุกผิดปกติ ช้ำและเน่าเสีย เซลล์ในเนื้อมะม่วงกลุ่มเอเกิดการตายระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เมื่อเก็บรักษาที่ 5°C และสัปดาห์ที่ 3 เมื่อเก็บรักษาที่ 8°C แต่ไม่พบในกลุ่มบี ค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อและเปลือกของมะม่วงกลุ่มเอเก็บรักษาที่ 5°C เพิ่มขึ้นสูงสุดหลังเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มบีมีค่าค่อนข้างคงที่ จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงว่า ระยะเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อความไวในการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 แต่ไม่มีผลต่อลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้น

คำสำคัญ : การตายของเซลล์, ระยะเก็บเกี่ยว, สะท้านหนาว

คำนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เป็นมะม่วงพันธุ์หนึ่งที่นิยมส่งออก วิธีปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่นิยมใช้ชะลอการสุกและลดการเน่าเสียคือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แต่

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, 239 Suthep district, Meung, Chiang Mai 50200.
[2] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
Science and Technology Research Institute, Chiang Mai University, 239 Suthep district, Meung, Chiang Mai 50200
[3] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่. 50200.
Postharvest Technology Research Institute/Postharvest Technology Innovation Center. Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำทำให้เกิดปัญหาอาการสะท้านหนาว ในการเก็บรักษามะม่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 13°C ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95 % (เบญจมาส และคณะ, 2548) มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ แต่ระยะเวลาการขนส่งและเก็บรักษามะม่วงมักมีระยะเวลานานกว่านั้นจึงอาจส่งผลให้เกิดอาการสะท้านหนาวได้ การเกิดลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างได้แก่ ชนิดของผลิตผล ระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา อายุของผลิตผล ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวแตกต่างกัน มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ส่วนมากปลูกในเขตจังหวัดภาคกลาง นิยมเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุ 91-105 วันหลังดอกบาน (days after full boom – DAF) (ชมัยพร, 2537) แตกต่างจากมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ปลูกในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งนิยมเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุ 110-120 DAF (เสาวภา, 2547) ซึ่งอาจส่งผลต่อลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะการเก็บเกี่ยวและระดับอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีบางประการของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุ 110 และ 120 วัน เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและเข้าใจกลไกการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงมากขึ้นและสามารถพัฒนาวิธีลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1.การเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษา

นำผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 จากสวนใน อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ อายุ 110 วัน (กลุ่ม A) และ 120 วัน (กลุ่ม B) มาล้างทำความสะอาดและผึ่งให้แห้ง บรรจุลงกล่องกระดาษสำหรับส่งออก กล่องละ 10 ผล นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 8°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 ± 2 สุ่มตัวอย่างสัปดาห์ละ 1 กล่องแล้วแบ่งเป็น 2 ชุดทดลองคือ นำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงทันทีหลังเก็บรักษาและนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 25±2 °C เพื่อสังเกตการณ์สุก/สุกผิดปกติ

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์และเนื้อเยื่อระหว่างการเก็บรักษา

นำตัวอย่างมะม่วงมาประเมินการเกิดอาการสะท้านหนาว นำเนื้อติดเปลือกและเนื้อบริเวณใกล้เมล็ดและบริเวณที่เกิดอาการสะท้านหนาวไปตัดขวางด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อเยื่อให้มีความหนา 10 μm ย้อมเนื้อเยื่อที่ได้ด้วยสารละลาย Evans blue ความเข้มข้น 0.4% นาน 1 นาทีแล้วล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น นำไปส่องดูใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์และการติดสี Evans blue เพื่อศึกษา viability test และประเมินการตายของเซลล์ในเนื้อเยื่อของมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาพร้อมบันทึกภาพ

3.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวเคมีบางประการ

แบ่งเนื้อมะม่วงเป็น 2 ส่วนคือ เนื้อติดเปลือกและเนื้อมะม่วงใกล้เมล็ด นำเนื้อของแต่ละผลมาหั่นให้มีขนาด 1 cm^3 ชั่งน้ำหนัก 10 กรัมจำนวน 5 ซ้ำ แล้วนำไปวัดค่าการรั่วไหลของประจุ (% Electrolyte leakage - %EL) จากเปลือกและเนื้อมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา ตามวิธีของ Campus *et al*. (2003) นำตัวอย่างเนื้อมะม่วง 0.5 กรัมจำนวน 5 ซ้ำ มาหาปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ (malondialdehyde, MDA) ในเนื้อมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้กรรมวิธีของ Velikova *et al*. (2000)

ผล

มะม่วงกลุ่ม A เก็บรักษาที่ 5 และ 8°C และมะม่วงกลุ่ม B เก็บรักษาที่ 5°C นาน 3 สัปดาห์ เกิดลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวเหมือนกันคือ เปลือกยุบตัว เปลือกมีสีน้ำตาล-เทาดำ และช้ำฉ่ำน้ำ เมื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 สัปดาห์ พบว่ามะม่วงกลุ่ม A และกลุ่ม B เก็บรักษาที่ 5°C มีการสุกผิดปกติ ช้ำและเน่าเสียเพิ่มขึ้น ส่วนมะม่วงกลุ่ม B เก็บรักษาที่ 8°C ไม่เกิดอาการสะท้านหนาว แต่ผลมะม่วงเริ่มสุกระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3

เมื่อนำเนื้อเยื่อมาศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า เซลล์บริเวณเปลือกถัดจากเซลล์ชั้นผิวมีเซลล์พาเรงคิมาภายในบรรจุโครโมพลาสต์ ในเซลล์บริเวณเนื้อของมะม่วงดิบเมื่อเริ่มทดลองมีเม็ดแป้งจำนวนมาก จำนวนเม็ดแป้งในเซลล์เนื้อมะม่วงทุกชุดทดลองมีจำนวนเม็ดแป้งลดลงและมีปริมาณต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 4 บริเวณเปลือกยุบตัวเกิดจากชั้นของเซลล์พาเรงคิมาใต้ชั้นเซลล์ผิวยุบตัวลง (Fig. 1a) เซลล์เปลือกบริเวณที่เกิดจุดสีน้ำตาลพบว่า มีการสะสมสารสีน้ำตาลในเซลล์พาเรงคิมาเริ่มจากกลุ่มเซลล์ใต้ชั้นเซลล์ชั้นผิวก่อนจะขยายออกไปยังด้านนอกยังชั้นเซลล์ผิวเมื่อมีอาการรุนแรงขึ้น (Fig. 1b)

เมื่อทดสอบความมีชีวิตของเซลล์โดยใช้สีย้อม Evans blue พบว่า เซลล์ของชุดควบคุมในสัปดาห์ที่ 0 ไม่พบเซลล์ที่ย้อมติดสี (Fig. 1c) เซลล์ในเนื้อมะม่วงกลุ่ม A เกิดการตายระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เมื่อเก็บรักษาที่ 5°C เซลล์ที่ติดสีย้อมพบได้บริเวณเนื้อติดเมล็ดและมีจำนวนมากกว่าเนื้อติดเปลือก (Fig. 1d) และพบในสัปดาห์ที่ 3 เมื่อเก็บรักษาที่ 8°C แต่ไม่พบการตายของเซลล์ในเนื้อมะม่วงกลุ่ม B ที่เก็บรักษาไว้ทั้งสองอุณหภูมิ

ค่า %EL จากเนื้อและเปลือกของมะม่วงกลุ่ม A เก็บรักษาที่ 5°C เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาและมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 มะม่วงกลุ่ม B มีค่า %EL ของเปลือกเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่เมื่อเก็บรักษาได้ 2 สัปดาห์ ส่วน %EL ของเนื้อเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 (Fig. 4) %EL ที่เพิ่มขึ้นของมะม่วงกลุ่ม A สอดคล้องกับการตายของเซลล์ที่ทดสอบด้วย Evan blue ส่วนค่า %EL ของมะม่วงกลุ่ม B เก็บรักษาที่ 5 และ 8°C มีค่าใกล้เคียงกันและไม่สอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว ค่า MDA ของมะม่วงกลุ่ม A ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษา ปริมาณ MDA ของมะม่วงกลุ่ม B มีค่าสูงกว่ากลุ่ม A (Fig. 5) และสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งไม่สอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว

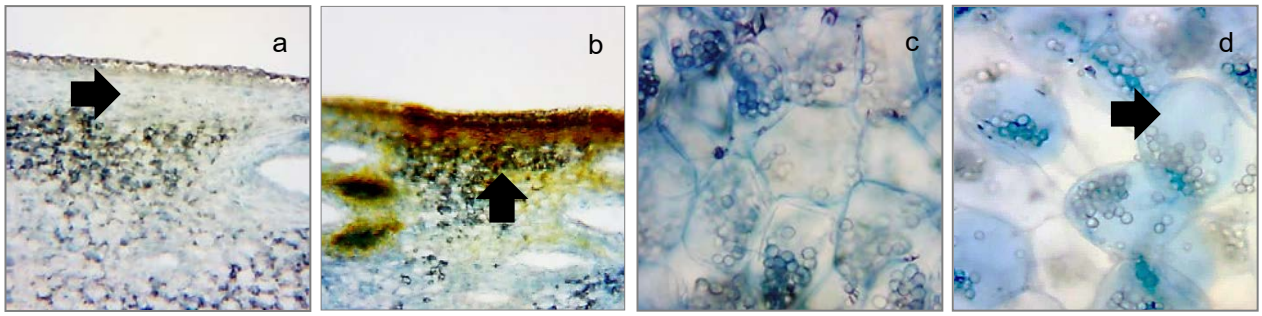

Figure 1. Anatomical changes of (a) pitting area on mango peel, (b) browning spot, (c) live and intact cells from control mango flesh tissue and (d) dead but intact cells from chilling injured tissue of group A mango flesh after stored for 3 weeks.

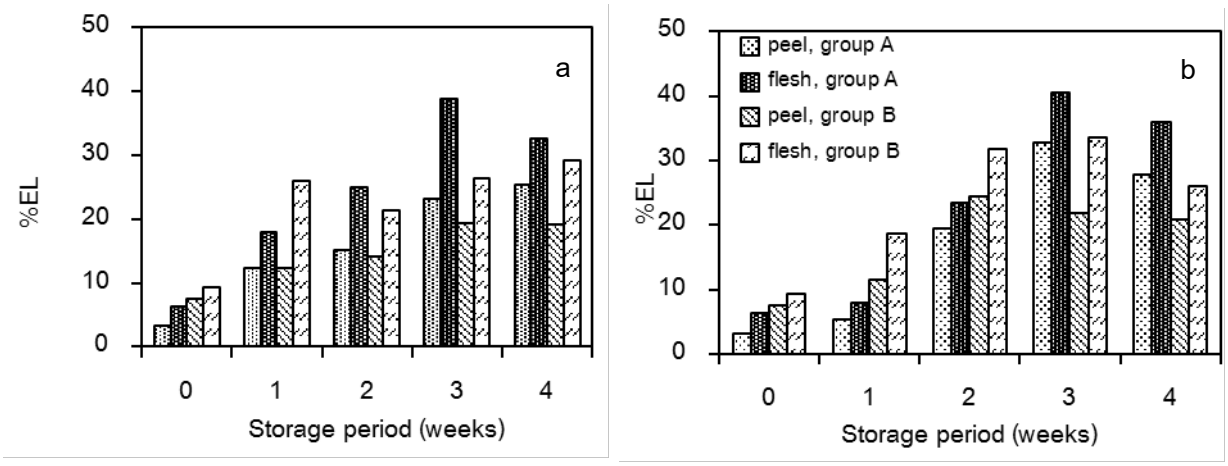

Figure 2. Changes of %EL from peel and flesh of mango group A and group B stored at (a) 5°C and 8°C for 4 weeks

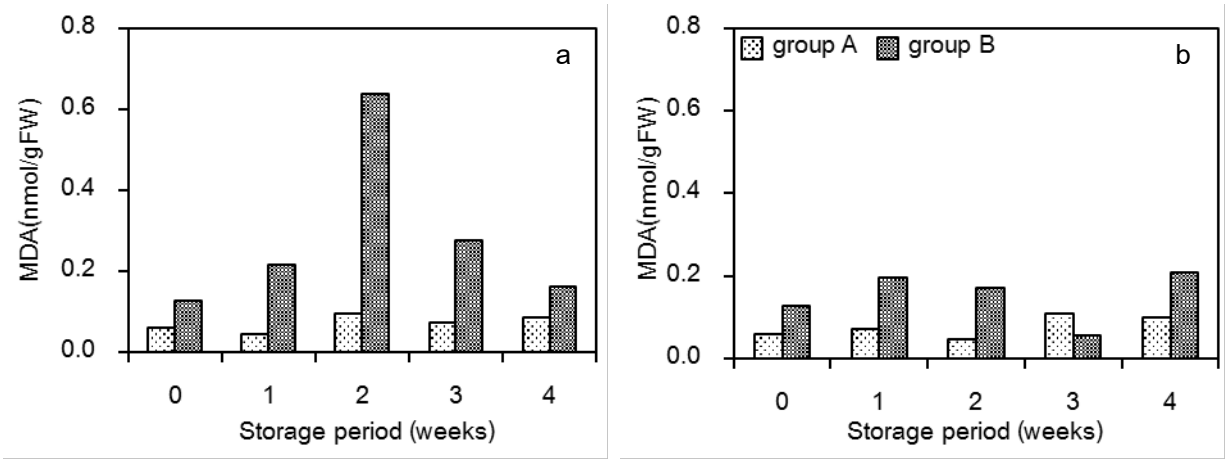

Figure 3. Changes of MDA content from peel and flesh of mango group A and group B stored at (a) 5°C and 8°C for 4 weeks

วิจารณ์ผล

อุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษามะม่วงทั่วๆ ไปคือ 12-13°C แต่ผลมะม่วงยังเกิดกระบวนการสุกระหว่างการเก็บรักษา หากต้องการยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น จะต้องนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำลง ซึ่งสามารถลดลงไปได้ถึง 5°C (Kumpoun and Uthaibutra, 2010) เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้เมืองร้อนจึงมักเกิดอาการสะท้านหนาวหากอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่ำเกินไป และอายุของผลิตผลยังมีผลต่ออายุการเก็บรักษาและการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยผลมะม่วงที่มีอายุมากจะมีระยะเวลาในการเก็บรักษาสั้นกว่าผลที่มีอายุน้อย ผลดิบจะมีความไวต่ออาการสะท้านหนาวมากกว่าผลสุก (Bender *et al*., 2000) ในการทดลองนี้ใช้ผลมะม่วงดิบที่อยู่ในระยะแก่จัดที่มีอายุ 110 และ 120 วัน หลังดอกบาน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 8°C เพื่อศึกษาผลของทั้งสองปัจจัยที่มีต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว ผลมะม่วงอายุ 110 วันที่เก็บรักษาไว้ทั้งสองอุณหภูมิ อาการสะท้านหนาวได้แก่ เปลือกยุบตัว เปลี่ยนสี และช้ำฉ่ำน้ำ ส่วนผลมะม่วงอายุ 120 วันจะพบลักษณะคล้ายกันเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เท่านั้น เซลล์บริเวณเนื้อใกล้เมล็ดของผลมะม่วงอายุ 110 วันย้อมติดสี Evans blue ตั้งแต่เก็บรักษาได้ 2 สัปดาห์ แสดงว่ามีการตายของเซลล์เกิดขึ้นและเริ่มแสดงอาการผิดปกติที่สังเกตได้ในสัปดาห์ที่ 3 การตายของเซลล์ยังส่งผลให้เนื้อเยื่อเสียหาย มี %EL ของเนื้อติดเมล็ดมากกว่า %EL ที่วัดได้จากเนื้อติดเปลือก เมื่อนำออกจากการเก็บรักษามะม่วงเกิดอาการสุกผิดปกติ เปลือกมีสีเขียว ช้ำฉ่ำน้ำและเน่าเสียอย่างรวดเร็ว ผลมะม่วงอายุ 120 วันไม่พบการตายของเซลล์บริเวณเนื้อใกล้เมล็ดแม้ผลมะม่วงจะมีการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกและยุบตัวลง ซึ่งสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นโรค ส่วนลักษณะช้ำฉ่ำน้ำเมื่อผ่าดูภายในผลอาจเกิดจากการเน่าเสีย และอาจไม่ใช่อาการสะท้านหนาว ส่วนปริมาณ MDA ซึ่งแสดงถึงระดับความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ระหว่างการเก็บรักษาที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และปริมาณ EL ที่เพิ่มขึ้นในช่วง 3 สัปดาห์แรกและค่อนข้างคงที่หลังจากนั้นไม่สอดคล้องกับอาการสะท้านหนาวที่แสดงออก ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพของเซลล์ มีการสลายอาหารสะสมต่างๆ มีเคลื่อนย้ายสารในผลที่กำลังสุกมากขึ้นและอาจมีการรั่วไหลของสารเหล่านี้จากกระบวนการสุกได้เช่นกัน อาจส่งผลให้ MDA มีปริมาณเพิ่มขึ้น ผลมะม่วงเก็บเกี่ยวอายุ 120 วันมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำน้อยกว่าผลมะม่วงที่เก็บเมื่ออายุ 110 วันอาจเนื่องจากมีความแก่บริบูรณ์ของผลและปริมาณอาหารสะสมภายในเซลล์แตกต่างกัน เซลล์ของเนื้อเยื่อผลมะม่วงอายุ 120 วัน มีปริมาณเม็ดแป้งในเซลล์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเม็ดแป้งในเซลล์ของเนื้อมะม่วงที่มีอายุ 110 วัน ซึ่งอาจส่งผลให้ความไวในการตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำของเซลล์ลดลง

สรุป

ระยะเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อความไวในการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 แต่ไม่มีผลต่อลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้น และในการศึกษาครั้งนี้ผลมะม่วงอายุ 120 วันสามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิ 8°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์โดยไม่แสดงอาการสะท้านหนาว

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ปีงบประมาณ 2557 และขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการนำเสนอผลงาน

เอกสารอ้างอิง

ชมัยพร เจตตกร. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสะสมและความบริบูรณ์ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 80 หน้า.

เบญจมาส รัตนชินกร, คมจันทร์ สรงจันทร์, ปรางค์ทอง กวานห้อง และ ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์. 2548. ผลของอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. การประชุมวิชาการพืชสวน แห่งชาติ ครั้งที่ 5. ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา. ชลบุรี, 26-29 เมษายน 2548.

เสาวภา ไชยวงศ์. 2547. ความแตกต่างทางสรีรวิทยาและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และน้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 155 หน้า.

Bender, R.J., J.K. Brecht, S..A. Sargent and D.J. Huber. 2000. Low temperature controlled atmosphere storage for tree-ripe mangoes (*Mangifera indica* L.). *Acta Horticulturae* 509: 447-458.

Campus, P.S., Q.V. Virginia, J. Ramalho and M.A. Nunes. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. plants. *Plant Physiology* 160 : 283-92.

Kumpoun, W. and J. Uthaibutra. 2010. Storage life extension of exported; Nam Dok Mai' mango by refrigerated modified atmosphere packing. *Acta Horticulturae* 876: 221-226.

Velikova, V., I. Yordanov and A. Edreva. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science* 151 : 59-66.