Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 173-176 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 173-176 (2560)

ผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60

Effect of Pre-harvest Calcium Chloride Application on Postharvest Quality of 'Chiang Mai 60' Mulberry Fruit

อิษยา นะมิกิ[1] สุภาวดี วงษ์ภมร[1] ภาณุมาศ โคตรพงศ์[2] การิตา จงเจือกลาง[2] และ เจนจิรา เชาว์ไว[2]

Issaya Namiki[1], Supawadee Wongphamorn[1], Panumas Kotepong[2], Karita Chongchuaklang[2] and Janchira Chaowai[2]

Abstract

Mulberry fruit has become increasingly popular fruits due to its high nutritional value. However, mulberry fruit has short storage-life. This study investigated the effect of pre-harvest calcium application on postharvest quality of 'Chiang Mai 60' mulberry fruit by spraying with 0 (control), 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20% calcium chloride solution to fruit at 2, 4 and 6 weeks after full bloom (1 liter/time/plant). The experiment was randomized complete block design with 12 replications per treatment. Mulberry fruit were harvested at mature (red-black fruit) and full mature stages (black fruit), and stored at 4°C (80-85% RH) for 21 days. It was found that, both stages, pre-harvest calcium application of 0.15 and 0.20% calcium chloride solution delayed weight loss, color change (a* values), the increases in total soluble solids and the decreases in titratable acidity, as compared to control fruits, but no significantly difference in both treatments. Moreover, pre-harvest calcium chloride application increased firmness, but no significant difference, and no effect on the L* and b* values. Full mature stage of mulberry fruit treated with 0.20% calcium chloride solution had highest vitamin C and anthocyanin levels during storage. The result suggest that pre-harvest calcium application of 0.20% calcium chloride solution and harvesting fruit at full mature stage delayed senesces and postharvest quality loss.

Keywords: mulberry, calcium chloride, storage

บทคัดย่อ

ผลหม่อนเป็นที่นิยมของผู้บริโภคมากขึ้นเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ผลมีอายุการเก็บรักษาสั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 ที่ผลในระยะ 2, 4 และ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน (ครั้งละ 1 ลิตรต่อต้น) วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design จำนวน 12 ต้นต่อชุดทดลอง เก็บเกี่ยวผลที่ระยะสุก (สีแดงผสมดำ) และระยะสุกจัด (สีดำทั้งผล) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-85) นาน 21 วัน พบว่า การให้แคลเซียมคลอไรด์กับผลหม่อนทั้ง 2 ระยะที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และ 0.20 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงค่าสีผล (ค่า a*) การเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ซึ่งทั้ง 2 ระดับความเข้มข้นให้ผลต่อคุณภาพของผลหม่อนไม่แตกต่างกัน ผลหม่อนที่เก็บเกี่ยวที่ระยะสุกจัดและได้รับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 มีปริมาณวิตามินซีและแอนโทไซยานินมากที่สุด อย่างไรก็ตามการให้แคลเซียมคลอไรด์สามารถเพิ่มค่าความแน่นเนื้อของผลแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ และไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L*) และค่าความเหลือง (b*) ดังนั้นการใช้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 และเก็บเกี่ยวผลหม่อนในระยะสุกจัด สามารถชะลอการเสื่อมสภาพ และการสูญเสียคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของหม่อนผลสดดีที่สุด

คำสำคัญ: มัลเบอรี่ แคลเซียมคลอไรด์ การเก็บรักษา

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

[2] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

หม่อน (*Morus alba*) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Moraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus* spp. เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันทั้งการบริโภคสดและผลิตภัณฑ์แปรรูป พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย คือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 (วสันต์, 2546) หม่อนผลสดมีคุณค่าทางเภสัชโภชนาการสูง เช่น วิตามิน เอ วิตามินบี 1 บี 2 และ บี 6 วิตามินซี และกรดโฟลิก นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanins) และสารเคอร์ซีทิน (quercetin) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟาโวนอยด์ (flavonoid) ที่มีคุณสมบัติในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือด และโรคมะเร็ง เป็นต้น ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการของหม่อนผลสดจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออยู่ในระยะผลสุก (ศศิมา, 2554) แต่ปัญหาการเก็บเกี่ยวหม่อนผลสด คือ อายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายสั้น เนื่องจากเกิดการบอบช้ำได้ง่ายเพราะเนื้อผลมีความอ่อนนุ่ม ปัจจุบันในประเทศไทยมีการยืดอายุการเก็บรักษาหม่อนผลสดหลายวิธี เช่น การใช้แคลเซียม (วสันต์, 2546) เป็นต้น แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อกระบวนการต่าง ๆ ของพืช แคลเซียมมีบทบาทสำคัญในการรักษาโครงสร้างของผนังเซลล์ (Martín-Diana *et al*., 2006) การให้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวกับผลสตรอเบอร์รี่ ช่วยเพิ่มแคลเซียมภายในผล เพิ่มความแน่นเนื้อ และลดการเกิดเชื้อรา (*Botrytis cinerea*) ได้ (Singh *et al*., 2007) ดังนั้นการรักษาคุณภาพผลผลิตให้มีคุณภาพดีในระหว่างการเก็บรักษาและการวางจำหน่าย ควรจะต้องมีการจัดการที่ดีตั้งแต่ในแปลงปลูกจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการให้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ 60 ภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อเป็นแนวทางในการยืดอายุหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 อายุ 3 ปี ที่ปลูกในอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 60 ต้น ทำศึกษาผลของแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของหม่อนผลสดภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 (3 ครั้ง ๆ ละ 1 ลิตรต่อต้น) ที่ผลที่ระยะ 2, 4 และ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design โดยมีจำนวน 12 ต้นต่อชุดทดลอง เก็บเกี่ยวหม่อนผลสดที่ระยะสุก (สีแดงผสมดำ) ผลมีอายุ 42 วันหลังดอกบาน และระยะสุกจัด (สีดำทั้งผล) ผลมีอายุ 49 วันหลังดอกบาน บรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride) ถาดละ 100 กรัม แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-85 นาน 21 วัน บันทึกข้อมลทุก 3 วัน โดยศึกษาการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) การเปลี่ยนแปลงสีผิว (L*, a* และ b*) ความแน่นเนื้อผล (วัดแรงเฉือน) ปริมาณวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) (Roe *et al*., 1948) และปริมาณแอนโทไซยานิน (Watada and Abbott, 1975)

ผล

จากการศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 ต่อคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของหม่อนผลสดที่เก็บเกี่ยวที่ระยะสุก (สีแดงผสมดำ) และระยะสุกจัด (สีดำทั้งผล) พบว่า ผลหม่อนทุกชุดการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Figure 1A) โดยในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา พบว่า ผลหม่อนทั้งระยะสุกและระยะสุกจัดที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และ 0.20 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลหม่อนทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และ 0.20 สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Figure 1B) และการลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Figure 1C) เมื่อเทียบกับทุกชุดควบคุม ผลหม่อนระยะสุกและระยะสุกจัดที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวทุกความเข้มข้น มีค่าความสว่าง (L*) (Figure 1D) และค่าความเหลือง (b*) (Figure 1F) ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ผลหม่อนทั้งระยะสุกและระยะสุกจัดที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และ 0.20 มีการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Figure 1E) ผลหม่อนทั้งสองระยะมีค่าความแน่นเนื้อลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และการให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยว สามารถช่วยเพิ่มค่าความแน่นเนื้อของผลหม่อนทั้งสองระยะได้แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (Figure 2A) ผลหม่อนทุกชุดทดลองมีปริมาณวิตามินซีลดลง (Figure 2B) และปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น (Figure 2C) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยผลหม่อนระยะสุกและระยะสุกจัดที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 มีปริมาณวิตามินซี และปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด เมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง

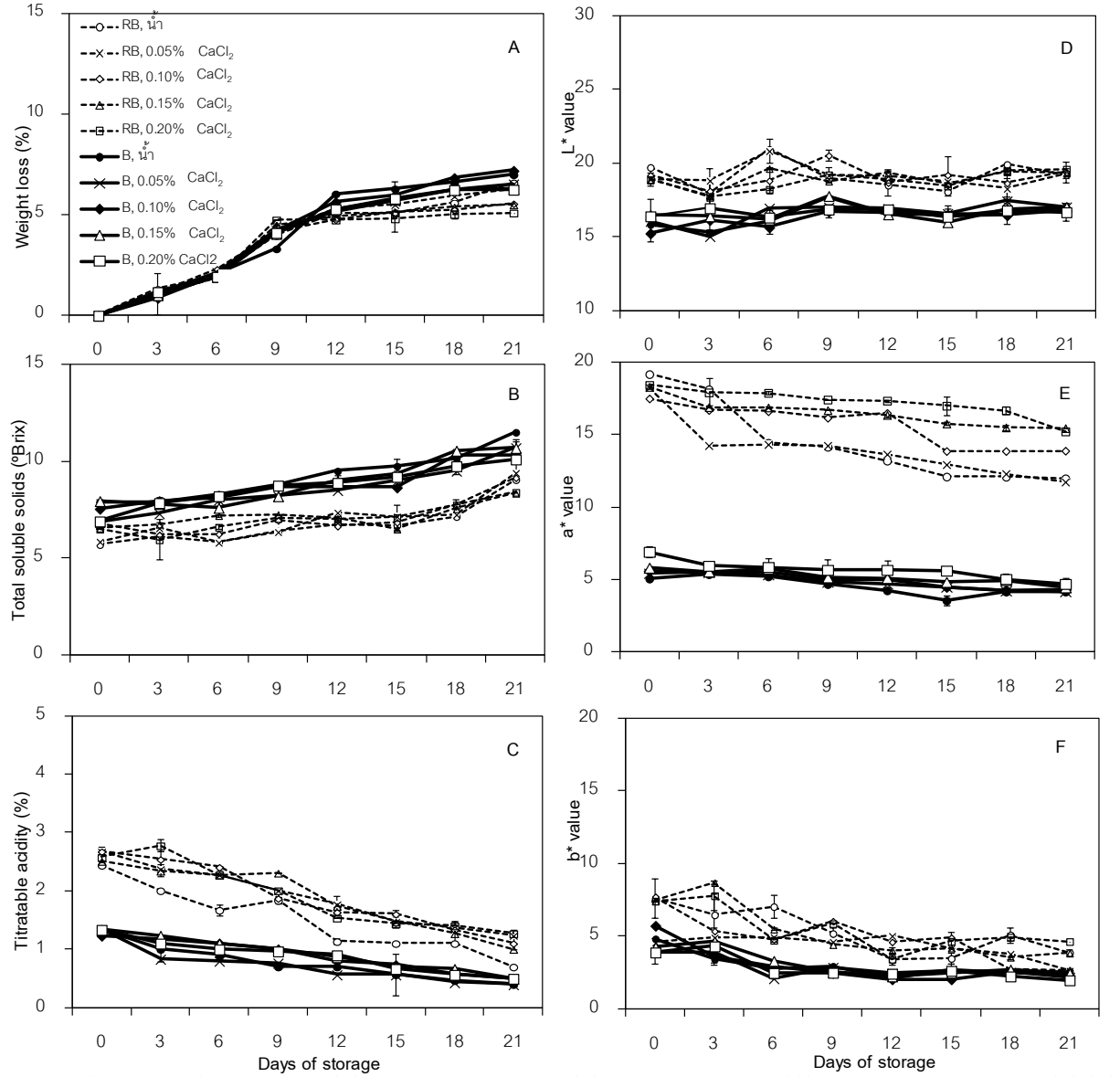

Figure 1 Changes of weight loss (A), total soluble solids (B), titratable acidity (C) and peel color values (L* (D), a* (E), b*(F)) of mature (RB) and full mature stages (B) of 'Chiang Mai 60' mulberry fruits sprayed pre-harvest with 0, 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20% calcium chloride solution and stored at 4°C for 21 days. Data are mean ± SE of 3 replications.

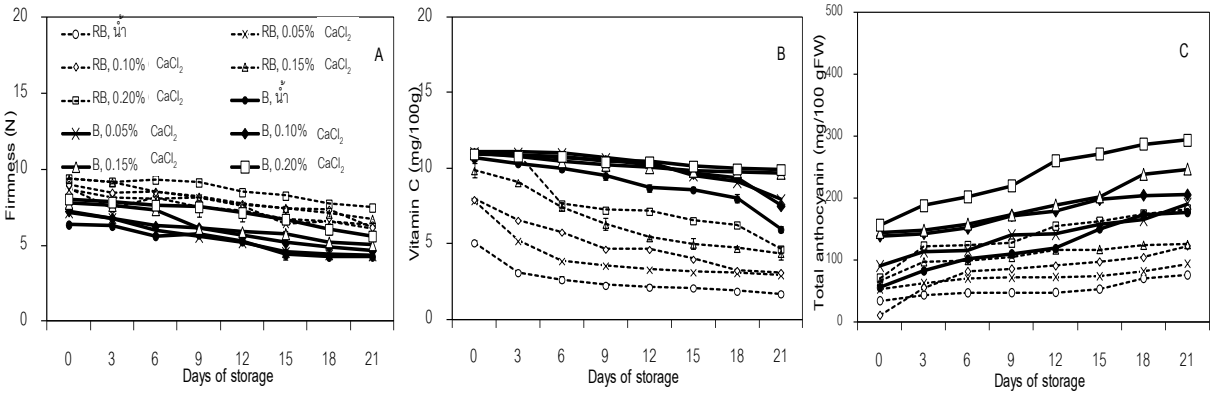

Figure 2 Changes of firmness (A), vitamin C (B) and total anthocyanin (C) of mature (RB) and full mature stages (B) of 'Chiang Mai 60' mulberry fruits sprayed pre-harvest with 0, 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20% calcium chloride solution and stored at 4°C for 21 days. Data are mean ± SE of 3 replications.

วิจารณ์ผล

การให้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวกับผลหม่อนผลสดที่เก็บเกี่ยวที่ระยะสุก (สีแดงผสมดำ) และระยะสุกจัด (สีดำทั้งผล) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และ 0.20 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงค่าสีผล (ค่า a*) การเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ การลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสถิติ เนื่องจากแคลเซียมมีบทบาทสำคัญในการรักษาโครงสร้างของผนังเซลล์ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Antunes *et al*. (2007) ที่พบว่าการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.03 กับผลกีวี่ ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อของผลได้ โดยแคลเซียมไอออนจะจับกับหมู่คาร์บอกซิลอิสระของกรดเพกทิกเกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมเพกเทต ทำให้สามารถรักษาโครงสร้างของเซลล์ไว้ได้ และการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 3 สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก และชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีในผลโลควอท (Akhtar *et al*., 2010) ราสเบอร์รี และสตรอว์เบอร์รี ภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ (Turmanidze *et al*., 2017) โดยที่การให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูงขึ้น จะเพิ่มสามารถการชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของวิตามินซีได้มากขึ้น (Veltman *et al*., 2000) นอกจากนี้การให้การให้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวกับผลหม่อนผลสดที่เก็บเกี่ยวที่ระยะสุกจัด (สีดำทั้งผล) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 สามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีและทำให้ผลมีสารปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด สอดคล้องกับการให้สารละลายแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวกับผลสตรอว์เบอร์รี จะกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารแอนโทไซยานิน เช่น dihydroflavonol 4-reductase (*DFR*) และ UDP-glucosyltransferase *(UGT)* ได้ และทำให้ผลมีปริมาณสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น (Xu *et al*., 2017)

สรุป

การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 ให้กับผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 ก่อนการเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวผลหม่อนที่ระยะสุกจัด ทำให้ผลหม่อนมีคุณภาพดีที่สุด และมีการสูญเสียคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย และขอบคุณกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร สำหรับสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

วสันต์ นุ้ยภิรมย์. 2546. หม่อนรับประทานผลและการแปรรูป. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยหม่อนไหม, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศศิมา ปานพรหม. 2554. การเก็บรักษาหม่อนผลสดด้วยวิธีผสมผสาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 79 น.

Antunes, M. D. C., N. Neves, F. Curado, S. Rodriguse, J. Franco and T. Panagopoulos. 2007. The effect of calcium applications on kiwifruit quality preservation during storage. Acta Horticulturae 753 : 727-732.

Akhtar, A., N.A. Abbasi and A. Hussain. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. Journal of Botany 42 (1): 181-188.

Martin-Diana, A.B., D. Rico, J. Frías, G.T.M. Henehan, J. Mulcahy, J.M. Barat and C. Barry-Ryan. 2006. Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. Journal of Food Engineering 77:1069-1077.

Roe, J.H., M.B. Milles, M.J. Oesterling and C.M. Damron. 1948. The determination of diketo-/-gulonic acid, dehydrol/-ascorbic acid and /-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4 dinitrophenylhydrazine method. Biol. Chem. 174: 201-208.

Singh, R., R. Sharma and S. Tyagi. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*fragaria* x *Ananassa* Duch.). Scientia Horticulturae 112 (2): 215-220.

Turmanidz, T., L. Gulua, M. Jgenti and L. Wicker. 2017. Potential antioxidant retention and quality maintenance in raspberries and strawberries treated with calcium chloride and stored under refrigeration. Journal of Food Technology 20: 1-7.

Veltman, R.H., R.M. Kho, A.C.R. van Schaik, M.G. Sanders and J. Oosterhaven. 2000. Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. Postharvest Biology and Technology 19(2): 129-137.

Watada, A. E. and J. A. Abbott. 1975. Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes. J. Food Sci. 40: 1278-1279.

Xu, W., H. Peng, T. Yang, B. Whitaker, L. Huang, J. Sun and P. Chen. 2014. Effect of calcium on strawberry fruit flavonoid pathway gene expression and anthocyanin accumulation. Plant Physiology and Biochemistry 82: 289–298.