Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 22-25 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 22-25 (2561)

ผลของแคลเซียมแล็กแทตต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้หั่นชิ้น

Effect of Calcium lactate for Browning Reduction of Fresh-cut Mango cv. 'Nam Dok Mai'

ณิชาภัทร แก้วมณี[1] มัณฑนา บัวหนอง[1,2] และพนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2]

Nichapat Keawmanee[1], Mantana Buanong[1,2] and Panida Boonyaritthongchai[1,2]

Abstract

The major problem of fresh-cut mango is browning symptom on the cut surface and microbial infection which lead to a shorter shelf life and affecting consumer acceptance. Efficiency of calcium lactate solution (CL) on reducing browning symptom of fresh-cut mango cv. 'Nam Dok Mai' were investigated. The mangoes were washed, peeled and cut into pieces and then separately dipped in 0 (control), 0.5, 1 and 2% of CL solutions for 1 min. After air dried, they were packed into semi-rigid packaging and stored at 4 °C for 6 days. The results showed that 1% and 2% (w/v) of CL treatments could maintain the color changes expressed as lightness (L*), Hue angle and total color difference (ΔE). These two treatments revealed higher L* and Hue angle values and lesser ΔE value than other treatments. All CL treated mangoes revealed browning intensity and browning score lower than control set. The 2% (w/v) of CL treatment maintained firmness of fresh-cut mango during storage for 6 days while other treatments can be stored for 4 days.

Keywords: Browning, Fresh-cut mango, Calcium lactate

บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญของเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นในระหว่างการวางจำหน่ายและการเก็บรักษา ได้แก่ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการใช้สารละลายแคลเซียมแล็กเทต (CL) ต่อการลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้หั่นชิ้น โดยนำผลมะม่วงสุกที่ความแน่นเนื้อ 11-13 นิวตัน ที่ผ่านการล้าง ปอกเปลือก และหั่นชิ้นมาจุ่มในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตที่ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2% เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นปล่อยให้สะเด็ดน้ำและบรรจุใส่กล่องพลาสติกแบบกึ่งคงรูปมีฝาปิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน พบว่าสารละลายแคลเซียมแล็กเทตที่ความเข้มข้น 1% และ 2% ชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นมากกว่าทรีตเมนท์อื่น ทั้งค่า L*, Hue angle และค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (ΔE) โดยพบว่าค่า L* และค่า Hue angle มีค่าสูงกว่าเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นทรีตเมนท์อื่น และค่า ΔE ต่ำกว่าทรีตเมนท์อื่น และพบว่าเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นที่ผ่านการจุ่มสารละลายแคลเซียมแล็กเทต ปริมาณความเข้มของสีน้ำตาล (browning intensity) และคะแนนการเกิดสีน้ำตาล (browning score) ต่ำกว่าเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นทรีตเมนท์อื่น นอกจากนี้การจุ่มในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตยังสามารถรักษาความแน่นเนื้อ และเก็บรักษาได้เป็นเวลา 6 วัน ในขณะที่เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นทรีตเมนท์อื่นเก็บรักษาได้ 4 วัน

คำสำคัญ: การเกิดสีน้ำตาล เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้น แคลเซียมแล็กเทต

คำนำ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นมะม่วงที่นิยมรับประทานผลสุก โดยผลสุกจะมีผิวเหลืองนวล กลิ่นหอม มีรสหวาน และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ ปริมาณวิตามินซี บีต้า-แคโรทีน และวิตามินอีสูง นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) (Gonzlez-Aguilar *et al*., 2008) เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นเป็นการนำผลมะม่วงสุกมาผ่านกระบวนการล้าง ปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นให้สะดวกต่อการบริโภค เพื่อเป็นการตอบสนองต่อวิถีชีวิตของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ต้องการความเร่งด่วน แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น เนื่องจากเซลล์หรือเนื้อเยื่อของพืชถูกทำลายจาก

[1] สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

[1] Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), 49 Tientalay 25, Thakam, Bangkuntien, Bangkok 10150, Thailand

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand

กระบวนการปอกเปลือกและหั่นชิ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่รวดเร็วและมีการเสื่อมเสียได้ง่ายกว่าผลไม้ทั้งผล เช่น การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) บริเวณรอยตัด การอ่อนนุ่ม และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เป็นต้น การเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ของสารประกอบฟีนอล เมื่อเซลล์ของผลิตผลถูกปอกเปลือกและหั่นชิ้น ซึ่งทำให้สารประกอบฟีนอลทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศและมีเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นสีน้ำตาลขึ้น เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายหรือเกิดบาดแผลสามารถกระตุ้นเอนไซม์บางชนิดที่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ เช่น เอนไซม์ pectinmethylesterase (PME) เอนไซม์ polygalacturonase (PG) และเอนไซม์ cellulase และง่ายต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ การใช้สารละลายที่มีแคลเซียมไอออนเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผนังเซลล์ และลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เช่น แคลเซียมคลอไรด์ ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในผลิตผลสดและผลิตผลตัดแต่ง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์กับผลิตผลตัดแต่งทำให้เกิดรสขมและกลิ่นผิดปกติ (Bolin and Huxsoll, 1989; Ohlsson, 1994) ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่นำสารละลายแคลเซียมอนุพันธ์ต่างๆมาใช้ ได้แก่ แคลเซียมแล็กเทต และแคลเซียมแอสคอร์เบท เป็นต้น โดย Alandes *et al.* (2006) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายแคลเซียสแลคเตทในการรักษาคุณภาพของแอปเปิ้ล ผักกาดหอม (Rico *et al*., 2006) และแคนตาลูปหั่นชิ้น (Luna-Guzman and Barette, 2000) พบว่าไม่ทำให้เกิดรสขมและมีกลิ่นผิดปกติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของแคลเซียมแล็กเทตต่อการลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สุกหั่นชิ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ใช้ผลมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความแน่นเนื้อ 10-13 นิวตัน โดยการวัดความแน่นเนื้อทั้งผลแบบไม่ทำลาย (Non-destructive Limited Compression Technique) ทำการล้างผลมะม่วงด้วยสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้ผิวนอกแห้ง หลังจากนั้นปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้น (ตัดตามขวางของผลจำนวน 8 ชิ้นต่อหนึ่งผล) แล้วนำมาจุ่มในสารละลายแคลเซียมแล็กเทต ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.5, 1 และ 2 เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นปล่อยให้สะเด็ดน้ำและบรรจุใส่กล่องพลาสติกแบบกึ่งคงรูปมีฝาปิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองทุกๆ 2 วัน ดังนี้ ตรวจสอบค่าสี L*, Hue angle และ ΔE โดย colorimeter รุ่น CR-400 ยี่ห้อ Konica minolta ค่าความเข้มของสีน้ำตาล (browning intensity) โดยวัดการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร คะแนนการเกิดสีน้ำตาล (browning score) และการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนมีหลักเกณฑ์ดังนี้ คะแนน 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล คะแนน 3 คือ เกิดสีน้ำตาลอ่อนร้อยละ 1-25 คะแนน 5 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลางร้อยละ 26-50 คะแนน 7 คือ สีน้ำตาลเข้มร้อยละ 51-75, คะแนน 9 คือ สีน้ำตาลเข้มมากร้อยละ 76-100 ค่าความแน่นเนื้อของชิ้นเนื้อมะม่วง โดยใช้หัวเจาะขนาด 5 มิลลิเมตร และคะแนนการยอมรับโดยรวม โดยการให้คะแนนมีหลักเกณฑ์ดังนี้ คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 2 คือ ไม่ชอบมาก คะแนน 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง คะแนน 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย คะแนน 5 คือ เฉยๆ คะแนน 6 คือ ชอบเล็กน้อย คะแนน 7 คือ ชอบปานกลาง คะแนน 8 คือ ชอบมาก และคะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ Duncan's Multiple Range (DMRT)

ผล

ผลการศึกษาการใช้สารละลายแคลเซียมแล็กเทตเพื่อลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้หั่นชิ้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณผิวของเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นทุกทรีตเมนท์ และมีค่า L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่า L* ที่ลดลงแสดงถึงเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลขึ้น และเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมแล็กเทตมีค่า Hue angle สูงกว่าเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นชุดควบคุม ซึ่งค่า L* และค่า Hue angle ที่ลดลงจากผลการทดลองแสดงถึงชิ้นมะม่วงชุดควบคุมมีสีน้ำตาลคล้ำเพิ่มมากขึ้น (Fig. 1 A และ B) เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่จุ่มในด้วยสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวของชิ้นเนื้อมะม่วง (ΔE) (Fig. 1C) และค่าความเข้มของสีน้ำตาล (browning intensity) (Fig. 2A) ต่ำกว่าเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมแล็กเทต ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และชุดควบคุม แสดงให้เห็นว่าทรีตเมนท์ดังกล่าวมีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นทรีตเมนท์อื่น สำหรับคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นซึ่งประเมินโดยการให้คะแนนของผู้บริโภคจำนวน 40 คน และมีเส้นเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภคที่คะแนน 4.9 ถ้าได้คะแนนต่ำกว่า 4.9 แสดงถึงการไม่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการทดลองพบว่าเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้นร้อยละ 2 มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าเส้นเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภคตลอดอายุการเก็บรักษา (Fig. 2B) และมีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค

ซึ่งมีเส้นเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภคที่คะแนน 5 (Fig. 3A) เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้นร้อยละ 2 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคสูงกว่าเส้นเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภคตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นในทรีตเมนท์อื่นมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน นอกจากนี้เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้นร้อยละ 2 มีค่าความแน่นเนื้อสูงว่าทรีตเมนท์อื่น (Fig. 3B)

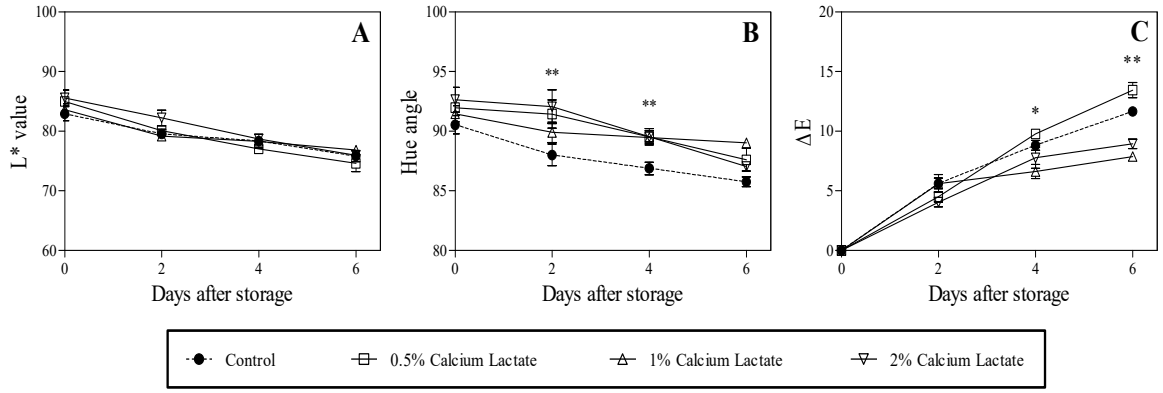

Figure 1 L* value (A), Hue angle (B) and ΔE (C) of fresh cut mango cv. Nam Dok Mai treated with 0 (control), 0.5, 1 and 2% calcium lactate solutions packed into semi rigid packaging then stored at 4ºC for 6 days.

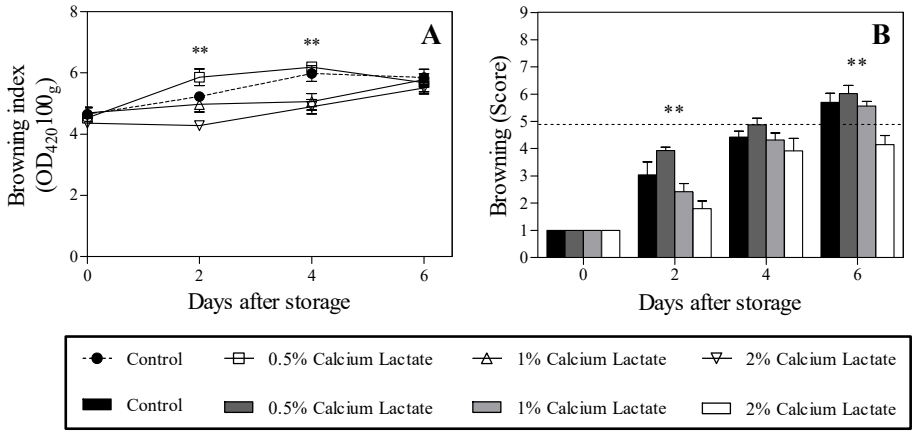

Figure 2 Browning intensity (A) and Browning score (B) of fresh cut mango cv. Nam Dok Mai treated with during storage in 0 (control), 0.5, 1 and 2% of calcium lactate solutions packed into semi rigid packaging then stored at coated fresh-cut mango at 4ºC for 6 days.

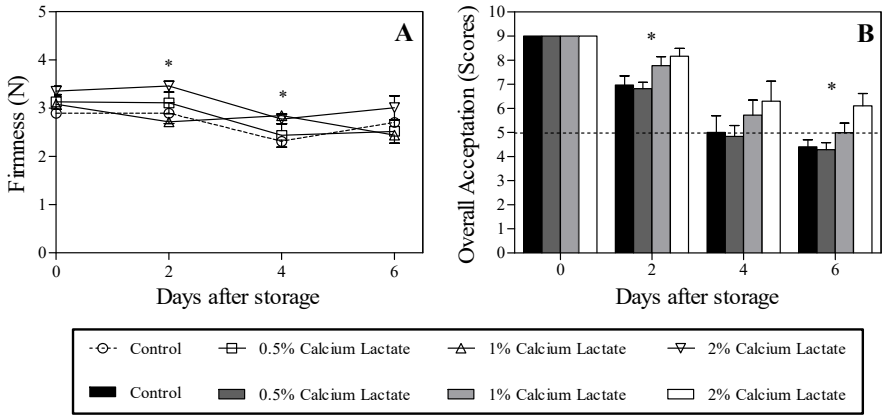

Figure 3 Firmness (A) and Overall acceptation scores (B) of fresh cut mango cv. Nam Dok Mai treated with during storage in 0 (control), 0.5, 1 and 2% of calcium lactate solutions packed into semi rigid packaging then stored at coated fresh-cut mango at 4ºC for 6 days.

วิจารณ์ผล

สารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถชะลอการเกิดอาการสีน้ำตาลที่บริเวณผิวของเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นและช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เซลล์ได้ เนื่องจากสมบัติของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) สามารถเข้าไปจับกับสารประกอบเพกทิน (pectin substance) ในผนังเซลล์และ middle lamella ของพืชเป็นแคลเซียมเพกเทต (calcium pectate) โดยแคลเซียมไอออนจะเชื่อมกับหมู่คาร์บอกซิลอิสระของสายพอลิกาแล็กทูโลเนส (polygalacturonate polymer) ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรงขึ้น (Degrave *et al*., 2003) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Attia (2014) ที่รายงานว่าเมื่อจุ่มแคนตาลูปหั่นชิ้นในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสี และกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) ซึ่งเป็นเอนไซม์หลักที่เร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดสีน้ำตาล โดยแคลเซียมไอออนอาจจะเข้าไปรักษาความสมบูรณ์ของเซลล์ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์สามารถรักษาการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ได้ (Degrave *et al*., 2003) ดังนั้นจึงสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสที่อยู่ในแวคิวโอล และยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลที่พบในไซโทพลาซึมได้จึงทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลลดลง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Luna-Guzman and Brarett (2000) ที่ได้รายงานว่าสารละลายแคลเซียมแล็กเทตที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในแคนตาลูปหั่นชิ้นได้ นอกจากนี้การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมแล็กเทตสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในผักกาดแก้วหั่นชิ้นได้ (Martin-Diana *et al*.,2005)

สรุป

สารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถชะลอปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และรักษาความแน่นเนื้อในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้หั่นชิ้นได้ เมื่อเก็บรักษาในกล่องพลาสติกกึ่งคงรูปที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Alandes, L., I. Hernando, A. Quiles, I. Pérez-Munuera and M. A. Lluch. 2006. Cell wall stability of fresh-cut Fuji apples treated with calcium lactate .Journal of Food Science 71: 615–620.

Attia, M. M. 2014. Effect of calcium chloride, calcium lactate and hydrogen peroxide treatments on quality of fresh cut cantaloupe during cold storage. Egyptian Journal of Agricultural Research 92 (3): 916-978.

Bolin, H. R. and C. C. Huxsoll. 1989. Storage stability of minimally processed fruit.. Journal of Food Processing and Preservation 13: 281-292.

Degrave, P., R. Saurel and Y. Cautel. 2003. Vacuum impregnation pretreatment with pectin methyl esterase to improve firmness of pasteurized fruits. Journal of Food Science 68: 716-721.

Gonzlez-Aguilar, G.A., J. Celis, R.R. Sotelo-Mundo, L.A. de la Rosa, J. Rodrigo-Garcia and E.. Alvarez-Parrilla. 2008. Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5 ˚C. International Journal of Food Science & Technology 43: 91-101.

Luna-Guzman, I. and D.M. Barette. 2000. Comparison of Calcium Chloride and Calcium Lactate Effectiveness in Maintaining Shelf Stability and Quality of Fresh-Cut Cantaloupe. Postharvest Biology and Technology 19: 61-72.

Martin-Diana, A.B., D. Rico, C. Barry-Ryan, J.M. Frias, J. Mulcahy and G.T.M. Henehan. 2005. Calcium lactate washing treatments for salad-cut Iceberg lettuce: Effect of temperature and concentration on quality retention parameters. Food Research International 38: 729–740.

Ohlsson, T. 1994. Minimal processing preservation methods of the future e an overview. Trends in Food Science and Technology 5: 341-344.

Rico, D., A. B. Martín-Diana, J. M. Frías, G. T. Henehan and C. Barry-Ryan 2006. Effect of ozone and calcium lactate treatments on browning and texture properties of fresh-cut lettuce. Journal of the Science of Food and Agriculture 86: 2179–2188.