

การชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกของผลมะนาวซึ่งเก็บเกี่ยวที่ 2 ระยะด้วยสารเคลือบผิวผลไม้จากเซลแล็ก
 Delaying Peel Color Changes of Limes Harvested at Two Maturity Stages with Shellac-derived
 Fruit Coating

จิตติมา จิรโพธิธรรม¹ อภิตา บุญศิริ^{1,2} พชณี เวียงนิล¹ ลักษมณ บุญแก้ว¹ สมนึก ทองบ่อ¹ และพิษณุ บุญศิริ³
 Jittima Jirapothithum¹, Apita Bunsiri^{1,2}, Patchanee Wiangnil¹, Luxamon Boonkaew¹, Somnuk Thongbor¹ and Phitsanu Bunsiri³

Abstract

The price of lime depends on peel color changes. Therefore, a study was conducted on delaying peel color changes of limes harvested at two maturity stages with shellac-derived fruit coating. The fruits were washed in 200 ppm NaOCl solution and subsequently air-dried. They were divided into two maturity stages: stage 1 (with 80-100% green peel color) and stage 2 (with 50-70% green peel color). Shellac-derived fruit coating was applied to the fruits. Thirty treated fruits were packed in each plastic tray and wrapped with polyvinylchloride film before storage at 7±1 °C, 90±5%RH for 12 weeks. It was found that the limes at stages 1 and 2 turned from green to completely yellow within 12 and 8 weeks, respectively. However, there was no significant difference in weight loss, firmness, total soluble solids, titratable acidity, pH or vitamin c between these two fruit groups.

Keywords: shellac, lime, quality

บทคัดย่อ

ราคาของผลมะนาวขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลมะนาว ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการชะลอการเปลี่ยนสีของมะนาว 2 ระยะ ด้วยสารเคลือบผิวผลไม้จากเซลแล็ก โดยล้างทำความสะอาดผลมะนาวด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม ผึ่งให้แห้ง ทำการแยกสีเปลือก 2 ระยะ คือ ระยะเปลือกเขียว 80-100 เปอร์เซ็นต์ (ระยะที่ 1) และระยะเปลือกเขียว 50-70 เปอร์เซ็นต์ (ระยะที่ 2) จากนั้นนำมาเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากเซลแล็ก ผึ่งให้แห้ง บรรจุในถาดพลาสติกจำนวน 30 ผล/ถาด หุ้มด้วยพลาสติกพีวีซี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า การเคลือบผิวมะนาวในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากเขียวไปเป็นเหลืองทั้งผลได้นาน 12 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มะนาวในระยะที่ 1 มีการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ กรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี ไม่แตกต่างจากมะนาวระยะที่ 2

คำสำคัญ: สารเคลือบผิวเซลแล็ก, มะนาว, คุณภาพ

คำนำ

มะนาว เป็นผลไม้ประเภทนอนไคลแมกเทอริก ซึ่งมีอัตราการหายใจและการสังเคราะห์เอทิลีนต่ำ มะนาวมีความสำคัญมากต่อวิถีชีวิตของคนไทย เนื่องจากถูกนำไปใช้เป็นองค์ประกอบของอาหารที่มีรสเปรี้ยวเช่น ต้มยำ ยำต่างๆ ส้มตำ และใช้ทำเป็นเครื่องดื่ม ทำให้ความต้องการบริโภคมะนาวอยู่ในเกณฑ์สูงสุดตลอดทั้งปี ปกติผลผลิตมะนาวจะออกสู่ตลาดมากในฤดูฝนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ราคาของมะนาวในช่วงนี้จะถูก หลังจากนั้นผลผลิตของมะนาวจะลดลงทำให้ราคาสูงขึ้น โดยพบว่าในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมราคามะนาวจะสูง (กฤษณชัย, 2551) ในปัจจุบันการกำหนดราคาของมะนาวขึ้นอยู่กับคุณภาพภายนอกคือ สีหากเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองจะทำให้ราคาต่ำลง และความต้องการของผู้บริโภคลดลง และปัญหาที่สำคัญของมะนาวหลังการเก็บเกี่ยว คือ เปลือกเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองและสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว ทำ

¹ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² Postharvest Technology Center, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

³ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ Central Laboratory and Greenhouse Complexes, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

ให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น (Sri-laong *et al.*, 2011) ดังนั้น จึงควรหาวิธีการในการชะลอการเปลี่ยนสีและยืดอายุการเก็บรักษา มะนาว ซึ่งมีมะนาวที่มีสีเหลืองมากกว่าย่อมมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผลสีเขียว และการสูญเสียน้ำหนักทำให้ผลเหี่ยว การเก็บ มะนาวไว้ที่อุณหภูมิห้องทำให้มะนาวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้เร็วและมีอายุการเก็บรักษา 5-7 วัน (ถำรงค์, 2548) การเก็บรักษา ในสภาพตัดแปลงบรรยากาศร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีและ ยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะนาวให้นานขึ้นได้ การเก็บมะนาวในถาดโฟมหุ้มด้วยพลาสติกพีวีซี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสี 2 สัปดาห์ (อภิธา และคณะ, 2553) หรือการเก็บรักษามะนาวในถุงพลาสติก พอลิเอทิลีนช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้นาน 5 สัปดาห์ (อภิธา และคณะ, 2556) การใช้สารเคลือบผิวเป็นวิธีการตัดแปลง สภาพบรรยากาศอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ชะลอการเปลี่ยนสีและยืดอายุการเก็บรักษามะนาวได้ เช่น การใช้สารเคลือบ ผิวเซลแล็กส์ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (ถำรงค์, 2548) จากข้อมูลเบื้องต้นทำให้ทราบวิธีการที่จะสามารถชะลอการเปลี่ยนสีและยืดอายุการเก็บรักษามะนาวให้ได้ยาวนานที่สุด เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณผลมะนาวให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้ มะนาวที่จำหน่ายมีระยะเวลาของสีที่แตกต่าง กันทำให้การเปลี่ยนสีและอายุการเก็บรักษาต่างกันด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของมะนาว 2 ระยะ ด้วยการเคลือบด้วยเซลแล็กส์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและวางแผนการจำหน่ายได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ขนส่งมะนาวที่เก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกรในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี มายังห้องปฏิบัติการ ศูนย์เทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำมาล้างทำความสะอาดด้วยสารละลาย โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม และจุ่มยากันราความเข้มข้น 250 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้ง แยก มะนาวออกเป็น 2 วัย คือ ระยะที่ 1 ความเขียว 80-100% และระยะที่ 2 ความเขียว 50-70% วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) นำมาเคลือบด้วยสารเคลือบผิวเซลแล็กส์ เมื่อแห้งแล้ว บรรจุถาดพลาสติกจำนวน 30 ผล หุ้มด้วยพลาสติกพีวีซี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ก่อนหน้านั้นได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลมะนาวที่ไม่เคลือบและ เคลือบผิว ปรากฏว่าการเคลือบผิวสามารถชะลอการเปลี่ยนสีเปลือก ดังนั้นในการทดลองต่อมาจึงเปรียบเทียบเฉพาะผล มะนาวซึ่งเก็บเกี่ยวที่ 2 ระยะ (โดยไม่มีชุดควบคุม) บันทึกผลการทดลองทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ดังนี้ คะแนน คุณภาพที่มองเห็นด้วยตา การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณ กรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลและวิจารณ์

การชะลอการเปลี่ยนสีของเปลือกและการยืดอายุการเก็บรักษามะนาว 2 วัย คือ ระยะที่ 1 เปลือกเขียว 80-100% และระยะที่ 2 เปลือกเขียว 50-70% ด้วยสารเคลือบผิวเซลแล็กส์ พบว่า สารเคลือบผิวสามารถชะลอการเปลี่ยนสีจากเขียวเป็น เหลืองทั้งผลของมะนาวในระยะที่ 1 และ 2 ได้นาน 12 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ จากภาพจะเห็นได้ว่า มะนาวระยะที่ 2 มี การเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองอย่างช้าๆ ตลอดระยะเวลา 7 สัปดาห์ และมีสีเหลืองมากถึง 50% ในสัปดาห์ที่ 8 ของการเก็บ รักษา และเป็นสัปดาห์สุดท้าย แต่สำหรับผลมะนาวระยะที่ 1 เปลือกมีการเปลี่ยนสีตลอดเวลา โดยสีเขียวค่อยๆ ลดลง และมีสี เหลืองเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 12 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายที่ผู้บริโภคยอมรับ ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการเปลี่ยนแปลง สี และค่า L^* , a^* และ $-b^*$ ที่วัดได้ (Figure 1)

การเปลี่ยนสีของเปลือกมะนาวจากผลสีเขียวไปเป็นเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น วัดการเปลี่ยนแปลง ค่า L^* และ $-b^*$ ของมะนาวทั้ง 2 ระยะ มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา แต่มะนาวระยะที่ 2 มีค่า L^* และ $-b^*$ สูงกว่า แสดงให้เห็นว่า มะนาวมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาของการเก็บรักษา แต่เมื่อเก็บรักษาเป็น ระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ค่า L^* และ $-b^*$ ของมะนาวในระยะที่ 1 มีค่าไม่แตกต่างกันกับมะนาวในระยะที่ 2 นั้นแสดงให้เห็น ว่า ค่า L^* และ $-b^*$ สามารถบอกระยะเวลาของการเก็บรักษามะนาวทั้ง 2 ระยะได้ สำหรับ a^* พบว่า มีค่าลดลงจนกระทั่งถึง สัปดาห์ที่ 4 และหลังจากนั้นมีค่าคงที่จนกระทั่งถึงสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งมะนาวในระยะที่ 1 มีค่า a^* สูงกว่า แต่เมื่อ เก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างมะนาวทั้ง 2 ระยะ (Figure 1)

การสูญเสียน้ำหนัก มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1.93% แต่ไม่มีความแตกต่าง ระหว่างมะนาวทั้ง 2 วัย เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของถำรงค์ (2548) พบว่า ในสัปดาห์ที่ 8 มะนาวที่ไม่เคลือบผิวมีการ สูญเสียน้ำหนัก 12.5% ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง และเมื่อเคลือบด้วยเซลแล็กส์มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 5.32% ดังนั้นการใช้สาร เคลือบผิวช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากสารเคลือบผิวจะไปกักตักการซึมผ่านของไอน้ำโดยไปปิดรูเปิดตามธรรมชาติในชั้น เนื้อเยื่อชั้นผิว (สุทธิศักดิ์ และคณะ, 2553) ความแน่นเนื้อ และ พีเอช มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา สำหรับ ปริมาณ TSS และ TA ค่าค่อนข้างๆ ลดลงเล็กน้อย จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ไม่แสดงข้อมูล)

สำหรับ ปริมาณวิตามินซี ของมะนาวทั้ง 2 ระยะเวลา มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยลดลงเฉลี่ยจาก 28.89 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เหลือเฉลี่ย 18.74 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (Figure 2A) เนื่องจากวิตามินซีเป็นวิตามินที่ละลายน้ำได้ จึงสามารถสูญเสียไปกับการสูญเสียน้ำหนักของมะนาวในระหว่างการเก็บรักษา อีกทั้งวิตามินซียังมีหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการเสื่อมสภาพของเซลล์พืช (จริงแท้, 2553) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณวิตามินซี ของมะนาวทั้ง 2 ระยะเวลา มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเก็บรักษาผลมะนาวเป็นเวลานานขึ้น การเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จึงทำให้สีเหลืองแสดงขึ้นอย่างชัดเจน (จริงแท้, 2553) ซึ่งการเปลี่ยนสีสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ หลังจากเก็บรักษามะนาวแล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ของมะนาวในระยะที่ 1 ลดลงเฉลี่ยจาก 2,611.73 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด มาเป็น 1,217.83 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และมะนาวในระยะที่ 2 ลดลงเฉลี่ยจาก 2,020.25 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด มาเป็น 806.63 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Figure 2B) เช่นเดียวกับการทดลองของ นพรัตน์ และคณะ (2556) ปริมาณคลอโรฟิลล์ของเปลือกผลมะนาวลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 24 วัน

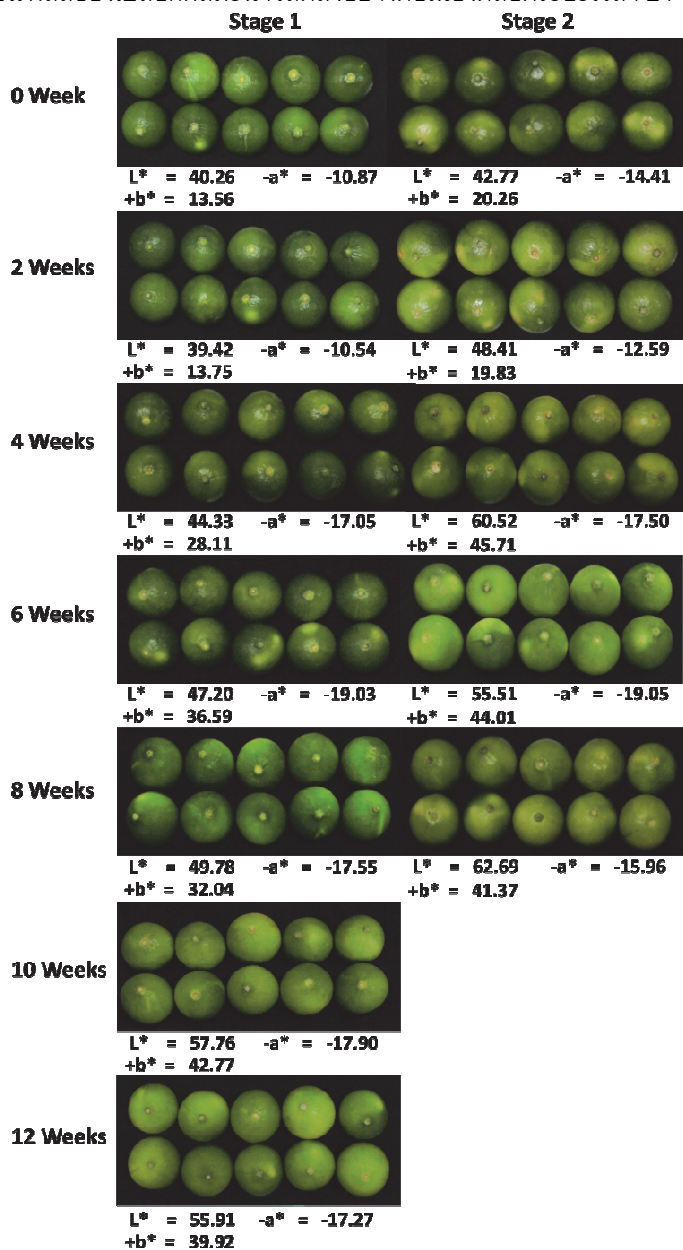


Figure 1 Peel color changes of limes harvested at two maturity stages as influenced by shellac-derived fruit coating during storage at 7±1 °C, 90±5%RH for 12 weeks

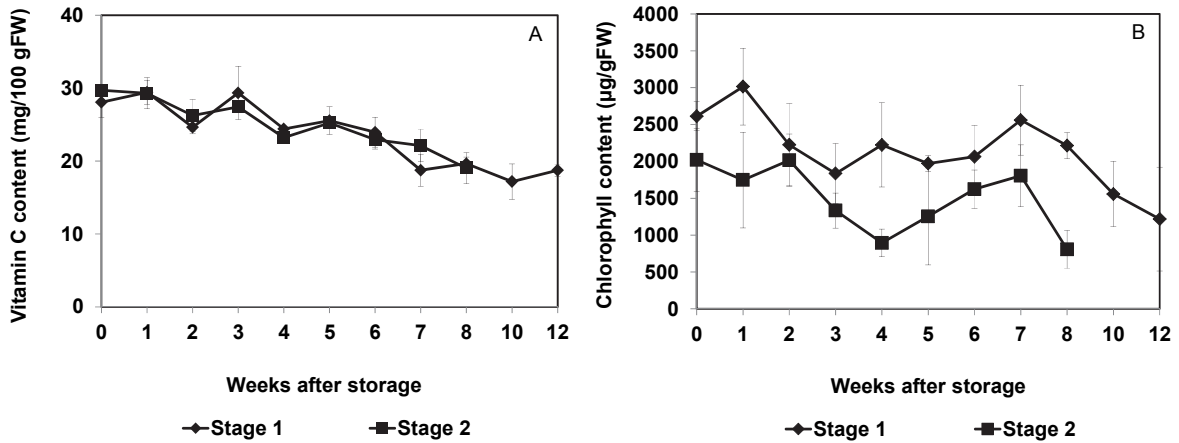


Figure 2 Changes in vitamin C (A) and chlorophyll (B) content of limes harvested at two maturity stages as influenced by shellac-derived fruit coating during storage at 7±1 °C, 90±5%RH for 12 weeks

สรุป

มะนาวในระยะที่ 1 ซึ่งมีความเขียว 80-100% สามารถชะลอการเปลี่ยนสีได้นาน 12 สัปดาห์ และมะนาวระยะที่ 2 ซึ่งมีความเขียว 50-70% พบว่า สามารถชะลอการเปลี่ยนสีได้ 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อทราบระยะเวลาของการเก็บรักษาผลมะนาวทั้ง 2 ระยะแล้ว สามารถที่จะคำนวณระยะเวลาในการเก็บรักษาเพื่อจำหน่ายได้ และสามารถเพิ่มปริมาณความต้องการมะนาวในช่วงผลผลิตน้อยได้

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาวิชาการ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่สนับสนุนอุปกรณ์ และสถานที่ สำหรับทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กฤษณชัย คลอดเพ็ง. 2551. ผลของสารล้างผลและสารเคลือบ ผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะนาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2553. ชีวิตวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 453 หน้า.

ถำรงค์ อัมพรรัตน์. 2548. การพัฒนาสารเคลือบเซลล์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหมอนทองและมะนาวแป้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นพรัตน์ ทัดมาลา, วาริช ศรีละออง, สมัคร แก้วสุกแสง, ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ และเฉลิมชัย วงษ์อารี. 2556. การสลายตัวของคลอโรฟิลล์และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของมะนาวพันธุ์แป้นและพันธุ์ตาฮิติ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44 (3 พิเศษ): 89-92.

สุทธิลักษณ์ พุ่มมณีสกุล, อนุวัตร แจ่มชัด และ กมลวรรณ แจ่มชัด. 2553. การพัฒนาสารเคลือบผิวไบโอเออร์และสารเคลือบผิวหลายองค์ประกอบเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48, 3-5 กุมภาพันธ์ 2554. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 9 หน้า.

อภิธา บุญศิริ. 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การใช้ฟิล์มบรรจุภัณฑ์พอลิเมอร์คอมพอสิตในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ไทย. ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จ. นครปฐม.

อภิธา บุญศิริ, จิตติมา จิรโพธิธรรม, ยุพิน อ่อนศิริ, สมนึก ทองบ่อ, อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์ และพิษณุ บุญศิริ. 2556. การชะลอการเปลี่ยนสีและการเสื่อมสภาพของผลมะนาวแป้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำด้วยถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44 (3 พิเศษ): 89-92.

Sri-laong, V., S. Ai-amla-or, A. Soontornwat, M. Shigyo and N. Yamauchi. 2011. UV-B irradiation retards chlorophyll degradation in lime (*Citrus latifolia* Tan.) fruit. Postharvest Biol. Technol. 59: 110-112.