

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาการผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามคุณภาพในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน
กิจกรรม : การพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : พัฒนาเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Development of Postharvest Management Technology for Pummelo cv. Tub Tim Siam
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : กิรนนท์ เหมาะะประมาณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครศรีธรรมราช
ผู้ร่วมงาน : ไพบุรณ์ เปรียบยิ่ง สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7
วริยา ประจิมพันธุ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครศรีธรรมราช
อาพร คงอิสโร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม โดยการใช้สารเคลือบผิวชนิดต่างๆ ได้แก่ ไม่ใช้สารเคลือบผิว เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Rosy Wax และเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Tropica wax ร่วมกับการเก็บรักษาผลส้มโอภายใต้อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส พบว่า การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Rosy Wax และ Tropica wax สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวของผลส้มโอได้ดีใกล้เคียงกันและมีประสิทธิภาพดีกว่าการไม่ใช้สารเคลือบผิว สำหรับสีเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน แต่การศึกษาการให้คะแนนความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภคพบว่าการกรรมวิธีที่ใช้สารเคลือบผิวทั้ง 2 กรรมวิธีมีแนวโน้มความพึงพอใจของผู้บริโภคภายหลังการเก็บรักษา

นานขึ้นที่สูงกว่าการไม่เคลือบผิวโดยมีข้อสังเกตว่าการใช้สารเคลือบผิวสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของส้มโอได้นานกว่า 3 เดือน

Abstract

The study to development of postharvest management technology for pummelo cv. Tub Tim Siam varieties by using different types of coating, including no coating, coated with Rosy, and coated with Tropica wax. The fruits were storage under 10 ° C low temperature. It was found that coating with Rosy Wax and Tropica wax was similarly able to reduce the change in skin color of the pummelo, and was more effective than no coating. For flesh color, total soluble solid (TSS) and titrated acid (TA) were found that no differences between the treatment. However, the overall consumer satisfaction rating study found that the two coating processes tended to have higher consumer satisfaction after storage than without coating. Note that using the coating can extend the shelf life of pomelo by more than 3 months.

5. คำนำ

ส้มโอเป็นไม้ผลเขตร้อนในตระกูลส้มชนิดหนึ่งที่มีขนาดผลใหญ่ที่สุด จัดได้ว่าเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและสร้างชื่อเสียงให้กับประเทศไทยมากกว่าส้มชนิดอื่นๆ (ไพโรจ,2546) เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศเนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น วิตามินซี แคลเซียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น (กรกัญญาและคณะ, 2551) อีกทั้งมีเปลือกที่หนาสามารถเก็บรักษาได้นานและขนส่งได้ไกล ทำให้มีศักยภาพในการส่งออกสูง เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศอย่างมาก จึงได้รับความสนใจจากเกษตรกรและมีการขยายพื้นที่ปลูกออกไปอย่างกว้างขวาง เนื่องจากในอดีตส้มโอได้ถูกบรรจุไว้เป็นพืชหนึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529) และ 6 (พ.ศ.2530-2534) เพื่อตอบสนองการบริโภคทั้งภายในประเทศและการส่งออก แนวโน้มการส่งออกในอนาคตจึงเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (ธวัช,2532) ปัจจุบันไทยเป็นผู้ผลิตส้มโอรายใหญ่ที่มีส้มโอพันธุ์ดีตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ในปี 2556 ประเทศไทยส่งออกส้มโอสด 14,338 ตันคิดเป็นมูลค่า 226.53 ล้านบาท ส่วนในปี 2557 ไทยส่งออกส้มโอสดปริมาณ 12,523 ตัน คิดเป็นมูลค่า 227.88 ล้านบาท แม้จะมีปริมาณผลผลิตที่ลดลงตามเนื้อที่ให้ผลผลิตที่ลดลง แต่ปริมาณผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพอากาศเอื้ออำนวยต่อการติดดอกออกผล

ประกอบกับเกษตรกรให้การดูแลรักษาต้นส้มโอที่มีอยู่เป็นอย่างดี ซึ่งผลผลิตส้มโอถึงร้อยละ 95 เป็นส้มโอที่ใช้เพื่อบริโภคภายในประเทศ และส่งออกร้อยละ 5 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามนั้นนับเป็นอีกพันธุ์หนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตที่ดีของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีบริเวณการผลิตในพื้นที่ 3 ตำบล ของ อ.ปากพ่อง จ.นครศรีธรรมราช ได้แก่ ต.คลองน้อย ต.เกาะทวด และ ต.ปากพ่องฝั่งตะวันตก โดยมีลักษณะเด่นประจำพันธุ์คือ ผิวผลมีสีเขียวเข้ม และมีขนอ่อนนุ่มปกคลุมทั่วผลคล้ายกำมะหยี่ มีเนื้อสีชมพูอ่อนข้างแดง หรือเนื้อสีแดงเข้มเหมือนสีทับทิม รสชาติ หวาน หอม นุ่ม จากคุณสมบัติที่เป็นจุดเด่นดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามขายได้ราคาดี เนื่องจากได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาด ปัจจุบันสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกเป็นอย่างมากโดยมีราคาต่อผลสูงถึง 150-300 บาท นอกจากนี้ยังมีการส่งออกไปยังต่างประเทศ ได้แก่ จีน ญี่ปุ่นและสิงคโปร์ อีกด้วย

สำหรับผลไม้เมื่อเก็บเกี่ยวมาจากต้นแล้วก็จะถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำและอาหาร แต่เนื่องจากผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วนี้ยังคงมีชีวิตและยังคงมีการหายใจอยู่ซึ่งเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงอาหารที่สะสมภายในของผลไม้ไปเป็นพลังงานเพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมทั้งมีการสูญเสียน้ำออกมา นอกจากนี้ผลไม้ยังคงมีการสูญเสียน้ำได้ตลอดเวลาโดยการแพร่ผ่านออกมาทางช่องเปิดต่าง ๆ สำหรับการสูญเสียน้ำเกิดขึ้นได้มากเนื่องจากผลไม้สดส่วนใหญ่มีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงถึง 70-95% ซึ่งการสูญเสียน้ำสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพของตัวผลิตผลเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และน้ำหนัก เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อราคาของผลิตผล การที่ผลิตผลมีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 1-2% อาจส่งผลกระทบต่อลักษณะปรากฏของผลิตผล เช่น ผลอวบ จะเกิดอาการขั้วผลแห้ง และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แต่ผลิตผลส่วนใหญ่มีระดับการสูญเสียน้ำที่ยอมให้เกิดขึ้นได้สูงสุดอยู่ระหว่าง 3-10% นอกจากนี้การสูญเสียน้ำสามารถชักนำให้ผลิตผลเกิดความเครียดทางสรีรวิทยา เกิดการรั่วไหลของสารต่าง ๆ ออกจากเซลล์ ทำให้เสื่อมสภาพ และสูญเสียคุณภาพในการบริโภคในที่สุด

การเคลือบผิวเป็นแนวทางหนึ่งที่จะชะลอการสูญเสียน้ำและป้องกันการเหี่ยวในผักและผลไม้ ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น สามารถช่วยชะลอการสูญเสียของผลิตผลหากต้องส่งไปไกล อีกทั้งยังทำให้ผิวเป็นมันเงามีความสวยงาม สะอาดตา น่าซื้อ น่ารับประทาน ผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวที่ผลิตในทางการค้ามากมายหลายชนิดหลายสูตร แต่ละชนิดมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มักจะเป็นความลับทางการค้าส่วนใหญ่มักเป็นสารเคลือบผิวที่ใช้ไขหลายชนิดผสมกันเพื่อดึงเอาคุณสมบัติที่ดีของไขแต่ละอย่างมารวมกันและทำให้เหมาะสมกับผลิตผลที่จะเคลือบผิว ในสารเคลือบผิวมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ ไข ตัวทำละลาย และ emulsifier (จริงแท้, 2549)

ปัจจุบันนี้ผู้บริโภคในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วนิยมเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เคลือบด้วยสารที่มีส่วนประกอบของไฮดรอกซีไขมัน ได้แก่ canuba-wax shellac และ sucrose fatty acid ester (เจริญญา และคณะ, 2550) โดย canuba-wax เป็นไขมันที่มีความแข็งแรงมากที่สุด มีความเป็นมันเงาสูง มีคุณภาพดีที่สุดในบรรดาไขมันที่รับประทานได้ (จริงแท้, 2549) shellac เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้จากแมลงครั่งซึ่งมีการเลี้ยงมากทางภาคเหนือตอนบน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยไม่เป็นพิษ เมื่อนำมาทำเป็นฟิล์มจะมีความวาว ทนทานแข็งแรงยึดติดได้ดีกับผิวต่างๆ ซึ่งผลไม้นิยามเคลือบด้วย shellac ได้แก่ ส้ม (Hagenmaier, 2002) ส่วน sucrose fatty acid ester มีคุณสมบัติควบคุมการผ่านเข้าของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ โยลดการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเข้าไปในผล ทำให้อัตราการหายใจของผลลดลง จึงทำให้ผลผลิตเสื่อมสภาพช้าลงด้วย (Krochta et al., 1994) โดยทั่วไปการเคลือบผิวส้มโอเป็นการใช้สารประเภทขี้ผึ้ง (wax) (นันทชนก และคณะ, 2544) สำหรับสารเคลือบผิวที่นิยมใช้กับพืชตระกูลส้มจะเป็นพวกสารเคลือบสังเคราะห์ เช่น Citrashine และ Sta-Fresh No.360 (ดวงพร, 2541)

รัตตา (2548) ได้ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาส้มโอหลังการเก็บเกี่ยวด้วยระบบควบคุมบรรยากาศในอุณหภูมิต่ำในเชิงการค้า โดยทดสอบการเก็บรักษาในระบบควบคุมบรรยากาศ (CA) ทำการทดสอบกับส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้งด้วยการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Sta-Fresh No.360 อัตรา 1 ส่วนต่อน้ำ 2 ส่วน และ Citrashine อัตรา 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน เก็บในสภาพควบคุมบรรยากาศ O₂ 7 เปอร์เซ็นต์ CO₂ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศที่มีสัดส่วนของ O₂ 7 เปอร์เซ็นต์ CO₂ 5 เปอร์เซ็นต์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของส้มโอขาวน้ำผึ้งได้เป็นเวลา 5 สัปดาห์ และควรทำการเคลือบผิวส้มโอเพื่อช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและรักษาความสด โดยที่สารเคลือบผิว Citashine มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 1.3 เปอร์เซ็นต์ และ Sta-Fresh No.360 มีค่าการสูญเสียน้ำหนัก 6.5 เปอร์เซ็นต์ แต่สภาพควบคุมบรรยากาศที่มีสัดส่วน O₂ 7 เปอร์เซ็นต์ CO₂ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถใช้เก็บรักษาส้มโอพันธุ์ทองดีได้ เนื่องจากทำให้เกิดความเสียหายจาก CO₂ injury ที่ผิวเกิดเป็นรอยช้ำสีน้ำตาลไหม้ สำหรับการทดสอบการเก็บรักษาในระบบความเย็น (Cold Treatment, CT) ทำการทดสอบกับส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งด้วยการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Citrosol AK และ Citrashine เก็บรักษาในระบบความเย็นที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถเก็บรักษาได้นานเป็นเวลา 15 วัน โดยที่ผลส้มโอยังคงมีลักษณะที่ปรากฏผลสด สีผิวเขียว ไม่พบอาการผิดปกติ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำ และการเคลือบผิวด้วย Citashine มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 0.4 เปอร์เซ็นต์

รองลงมาคือตัวควบคุม 0.9 เปอร์เซ็นต์ และ Citrosol AK 0.9 เปอร์เซ็นต์ หลังออกจาก CT สัมโอ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสได้นาน 7 วันโดยที่คุณภาพเนื้อยังเป็นที่ยอมรับ

อย่างไรก็ตามการเก็บผลผลิตที่เคลือบด้วยสารเคลือบในสภาพอุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจเป็นการเร่งให้ผลผลิตเสื่อมสภาพได้เร็วขึ้นดังนั้นจึงควรเก็บผลผลิตที่ผ่านการเคลือบผิวในสภาพอุณหภูมิต่ำจึงจะมีประสิทธิภาพที่สุดดังเช่นการศึกษาอิทธิพลของสารเคลือบผิวบางชนิดต่อคุณภาพของส้มโอในระหว่างการเก็บรักษาของ นันท์ชนก และคณะ (2544) โดยทดสอบสารเคลือบผิว 6 ชนิด ได้แก่ Methylcellulose Corn Zein Chitosan Wheat gluten Glucomannan และ Sta-Fresh ในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3) เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าสารดังกล่าวไม่สามารถช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียได้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม แม้จะพบว่า Wheat gluten และ Sta-Fresh สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ในระหว่างการเก็บรักษาเมื่อเทียบกับส้มโอที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบผิว และสารเคลือบ Wheat gluten ช่วยลดการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของส้มโอได้ เมื่อเก็บรักษาไว้ 21 วัน

สารเคลือบผิวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมักเป็นสารเคลือบผิวที่เตรียมหรือผลิตขึ้นในต่างประเทศทั้งสิ้น ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตขึ้นเพื่อให้เหมาะกับการใช้กับผลไม้ในเขตอบอุ่น เมื่อนำมาใช้กับผักและผลไม้ในเขตร้อน เช่น ในประเทศไทยก็ได้ผลบ้างแต่ยังไม่ดีที่สุด สมควรได้รับการศึกษาและพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับผลิตผลเขตร้อนมากขึ้น (จริงแท้, 2549) ปัจจุบันเริ่มมีการผลิตสารเคลือบผิวในประเทศ เช่น สารเคลือบผิวที่มีชื่อทางการค้าว่า Tropica Wax ซึ่งเป็นผลงานการพัฒนาสารเคลือบผิวจาก shellac สำหรับผลไม้เมืองร้อน โดยคณะผู้วิจัย ประกอบด้วย รศ.ดร.สีรุ่ง ปรีชา นนท์ ผศ.ดร.ไศรดา กนกพานนท์ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ และ รศ.ดร.นภา ศิวรังสรรค์ จาก คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ดร.อภิตา บุญศิริ ภายใต้การสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายอุตสาหกรรม โดยผลิตภัณฑ์ shellac ที่ได้มีราคาโดยประมาณ 100 บาท/ลิตร ขณะที่ผลิตภัณฑ์ shellac นำเข้าจากต่างประเทศจะมีราคาประมาณ 170-200 บาท/ลิตร ซึ่งการทดสอบสารเคลือบผิวที่พัฒนาขึ้นดังกล่าวช่วยให้มะนาวเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลาถึง 9 วัน โดยผิวเปลือกยังคงมีสีเขียว รักษาความสดได้ดี ต่างจากมะนาวที่ไม่เคลือบผิวที่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล แห้งและแข็งมากขึ้น ส่วนเปลือกผลมะนาวที่ใช้สารเคลือบผิวนำเข้า พบการหลุดลอกของสารเคลือบบนเปลือก และเมื่อทดลองเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสก็สามารถเก็บได้นานถึง 42 วัน (อภิตา และคณะ, 2558) นอกจากนี้การศึกษารักษาในส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ Tropica Wax ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ของ ภัทรานิษฐ์ (2553) พบว่าเมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ผลส้มโอยังคง

ความสด เปลือกผลยังเขียวอยู่ และคุณภาพภายในยังคงดีอยู่ เป็นเวลา 2 เดือน และ เก็บรักษา
ผลผลิตได้ 1 เดือนหากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ปัจจุบันผู้ผลิตยังคงขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวทั้งในเรื่องการทำ
ความสะอาดผล การเก็บในสภาพที่เหมาะสมต่อการคงคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามให้ได้
เป็นเวลานาน ประกอบกับส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากส้มโอพันธุ์อื่น คือมีผิว
เปลือกค่อนข้างบางและนุ่ม หากเก็บหรือขนส่งไม่ดีผลจะช้ำได้ง่าย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเทคโนโลยี
ที่เหมาะสมในการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวต่อไปเพื่อเป็นประโยชน์ในการเก็บรักษาไว้ให้ได้
นานและสามารถขนส่งไปในระยะทางที่ไกลได้

6. วิธีดำเนินการ :

อุปกรณ์

- 1) ผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม
- 2) อุปกรณ์ทำความสะอาดผล
- 3) สารเคลือบผิวชนิดต่างๆ
- 4) ภาชนะใส่เนื้อส้มโอและฟิล์มพลาสติก
- 5) เครื่องชั่ง
- 6) สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของพืช

วิธีการ

การวางแผนการทดลอง

แผนการทดลองแบบ Split plot Design จำนวน 4 ซ้ำ โดยมี

ปัจจัยหลัก (Main plot) คือ การใช้สารเคลือบผิว 3 ชนิด ได้แก่

1. ไม่ใช้สารเคลือบผิว (Control)
2. เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Rosy Wax (polyethylene and shellac-base)
3. เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Tropica wax (shellac-base)

ปัจจัยรอง (Sub plot) คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา 7 ระยะเวลา ได้แก่

1. ระยะเวลาในการเก็บรักษา 0 สัปดาห์
2. ระยะเวลาในการเก็บรักษา 2 สัปดาห์
3. ระยะเวลาในการเก็บรักษา 4 สัปดาห์
4. ระยะเวลาในการเก็บรักษา 6 สัปดาห์
5. ระยะเวลาในการเก็บรักษา 8 สัปดาห์
6. ระยะเวลาในการเก็บรักษา 10 สัปดาห์
7. ระยะเวลาในการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

1. ดำเนินการทดลองภายหลังจากทราบระยะที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวจากการทดลองที่ 3.1 แล้ว โดยคัดเลือกสวนส้มโอพันธ์ทับทิมสยามที่ให้ผลผลิตแล้ว ซึ่งมีอายุต้น ขนาดต้น และความสมบูรณ์ของต้นสม่ำเสมอซึ่งมีการจัดการดูแลรักษาที่ดี เมื่อถึงระยะออกดอกทำการตัดแต่งดอกส้มโอพร้อมทำสัญลักษณ์ที่ดอก ดูแลรักษาจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม จากนั้นนำผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ซึ่งมีขนาดสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน จำนวน 252 ผล มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและสารละลาย NaOCl 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ฟองน้ำขัดทำความสะอาดผิว จุ่มผลในสารป้องกันเชื้อรา ผึ่งผลให้แห้ง

2. นำผลส้มโอที่ได้มา ทำการสุ่มและจัดแบ่งตามกรรมวิธีที่วางแผนไว้ทั้ง 3 กรรมวิธี โดยมีการเตรียมสารเคลือบผิว ดังนี้

- สารเคลือบผิว Rosy Wax (นำเข้าโดยบริษัท Nature Bright) เตรียมสารโดยใช้ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (อัตราผลผลิต 1,000 กิโลกรัมต่อสารเคลือบ 1 ลิตร)

- สารเคลือบผิว Tropica wax (บริษัท Nature Bright) เตรียมตามวิธีของ ภัทรานิษฐ์ (2553) โดยใช้สารเคลือบผิวความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

3. เก็บรักษาผลส้มโอที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยนำผล ส้มโอมาวิเคราะห์คุณภาพหลังจากเก็บรักษาทุกๆ 2 สัปดาห์ นำผลส้มโอออกมาวิเคราะห์คุณภาพครวละ 3 ผลต่อซ้ำในแต่ละกรรมวิธี โดยวิเคราะห์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซออกซิเจน และก๊าซเอทิลีนภายในผลส้มโอ การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และการให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1 พร้อมวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณคลอโรฟิลล์และเบต้า-แคโรทีนของเปลือกส้มโอ ปริมาณแอนโทไซยานินของเนื้อ ส้มโอและปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลง สีเปลือกและสีเนื้อ พร้อมถ่ายภาพ
2. บันทึกความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และเอทิลีนภายในผลโดยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ
3. บันทึกค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และการให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1
4. วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก โดยนำผลส้มโอมาชั่งค่านวณก่อนและหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ คำนวณการสูญเสียน้ำหนัก ตามสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

5. วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์และเบต้า-แคโรทีนของเปลือกส้มโอ (ดัดแปลงจากวิธีของ Nagata *et al.*, 1992 และ Dere *et al.*, 1998) โดยนำตัวอย่างเปลือกส้มโอผสมกับไนโตรเจนเหลว แล้วบดให้ละเอียด ประมาณ 25 นาที ด้วยเครื่องบดตัวอย่าง ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 0.5 กรัมใส่ลงใน microfuge tube แล้วเติม อะซิโตน : เฮกเซน (4:6) ลงไป 36 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixture รินเอาส่วนใสมาใช้วิเคราะห์ ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663 645 505 470 และ 453 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วรายงานผลเป็นค่าการดูดกลืนแสงที่ 663 645 505 และ 453 นาโนเมตร หรือ A_{663} A_{645} A_{505} และ A_{453} นำค่าที่อ่านได้มาคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์และเบต้า-แคโรทีน ตามสูตร

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักสด)} (C_a) = 11.75A_{663} - 2.350 A_{645}$$

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักสด)} (C_b) = 18.61A_{645} - 3.960 A_{663}$$

$$\text{ปริมาณเบต้า-แคโรทีน (มิลลิกรัม/100กรัม ของน้ำหนักสด)} = 0.216 \times A_{663} - 1.22 \times A_{645} - 0.304 \times A_{505} + 0.452 \times A_{453}$$

6. ปริมาณแอนโทไซยานินของเนื้อส้มโอ (ดัดแปลงจาก Watada and Abbott, 1975) โดยนำตัวอย่างเนื้อส้มโอ 5 กรัม นำมาปั่นกับสารสกัดที่ผสมจาก เอทานอล 95% กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น และ น้ำในอัตราส่วน 85 : 2 : 13 จำนวน 10 มิลลิลิตร กรองผ่าน celite ที่แผ่กระจายบนผิวหน้ากระดาษกรอง Whatman # 1 ต่อเข้ากับเครื่องปั๊ม นำเอาสารสกัดมาล้างตัวอย่างพีชบน celite จนไม่มีสีเหลืออยู่ นำสารละลายส่วนใสมาปรับปริมาตรด้วยสารสกัดให้ได้ 100 มิลลิลิตร ไปเปตสารละลายที่ได้มา 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารสกัดให้ได้ 8 มิลลิลิตร เก็บรักษาในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินในรูปของ cyanidin-3-galactoside ตามสูตร

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/100กรัม ของน้ำหนักสด)} = (A_{540} \times 25,000) / 95.8$$

7. บันทึกระยะเวลาที่ส้มโอยังคงคุณภาพยอมรับได้ และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา 2 ปี เริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด กันยายน 2563

สถานที่

- แปลงส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามของเกษตรกร จังหวัดนครศรีธรรมราช

- ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

7. ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณภาพของส้มโอภายหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ (ปีที่ 1)

เก็บเกี่ยวส้มโอผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามที่ได้คัดเลือกจากสวนของเกษตรกรในพื้นที่ ต.คลองน้อย อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2562 เพื่อดำเนินการทดสอบตามแผนงานวิจัย ขนส่งมาดำเนินการต่อที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ล้างทำความสะอาดด้วย NaOCl 0.02 เปอร์เซ็นต์ และจุ่มในสารป้องกันกำจัดเชื้อราผึ่งให้แห้ง ก่อนเคลือบผลด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ ได้แก่ ไม่เคลือบผิว (control) เคลือบผิวด้วย Rosy Wax และ เคลือบผิวด้วย Tropica wax และตรวจสอบคุณภาพภายหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆกัน

จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก และ สีเนื้อ ของส้มโอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งนำออกมาวิเคราะห์ตามช่วงเวลาการเก็บรักษาต่างๆกัน มีผลการวิเคราะห์ในสัปดาห์ที่ 0-12 ของการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าค่าความสว่าง (L) ของเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่า a^* ยังไม่มีความแตกต่างกันที่ชัดเจน ส่วนค่า b^* มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการใช้สารเคลือบผิวผลส้มโอมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกมากที่สุด ส่วนการใช้สารเคลือบทั้ง 2 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกที่ไม่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อพบว่าค่า L, a^* และ b^* มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจนโดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีการเคลือบผิว

สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) พบว่าตลอดช่วงการเก็บรักษายังมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) มีค่าคงที่ตลอดช่วงการเก็บรักษา และการให้คะแนนความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภคพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารเคลือบผิวทั้ง 2 กรรมวิธีมีแนวโน้มความพึงพอใจของผู้บริโภคภายหลังการเก็บรักษานานขึ้นที่สูงกว่าการไม่เคลือบผิว (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มโอภายหลังการเก็บรักษาพบว่า ผลส้มโอที่ไม่ได้เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักภายหลังจากเก็บรักษาไปแล้วสูงที่สุด ในขณะที่ผลที่เคลือบผิวด้วย Rosy Wax และ Tropica wax มีปริมาณการสูญเสียน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์และเบต้า-แคโรทีนของเปลือกส้มโอ ปริมาณแอนโทไซยานินของเนื้อ พบว่าในแต่ละกรรมวิธีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันนัก (ภาพที่ 2-4)

ตารางที่ 1 สีเปลือก และสีเนื้อของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

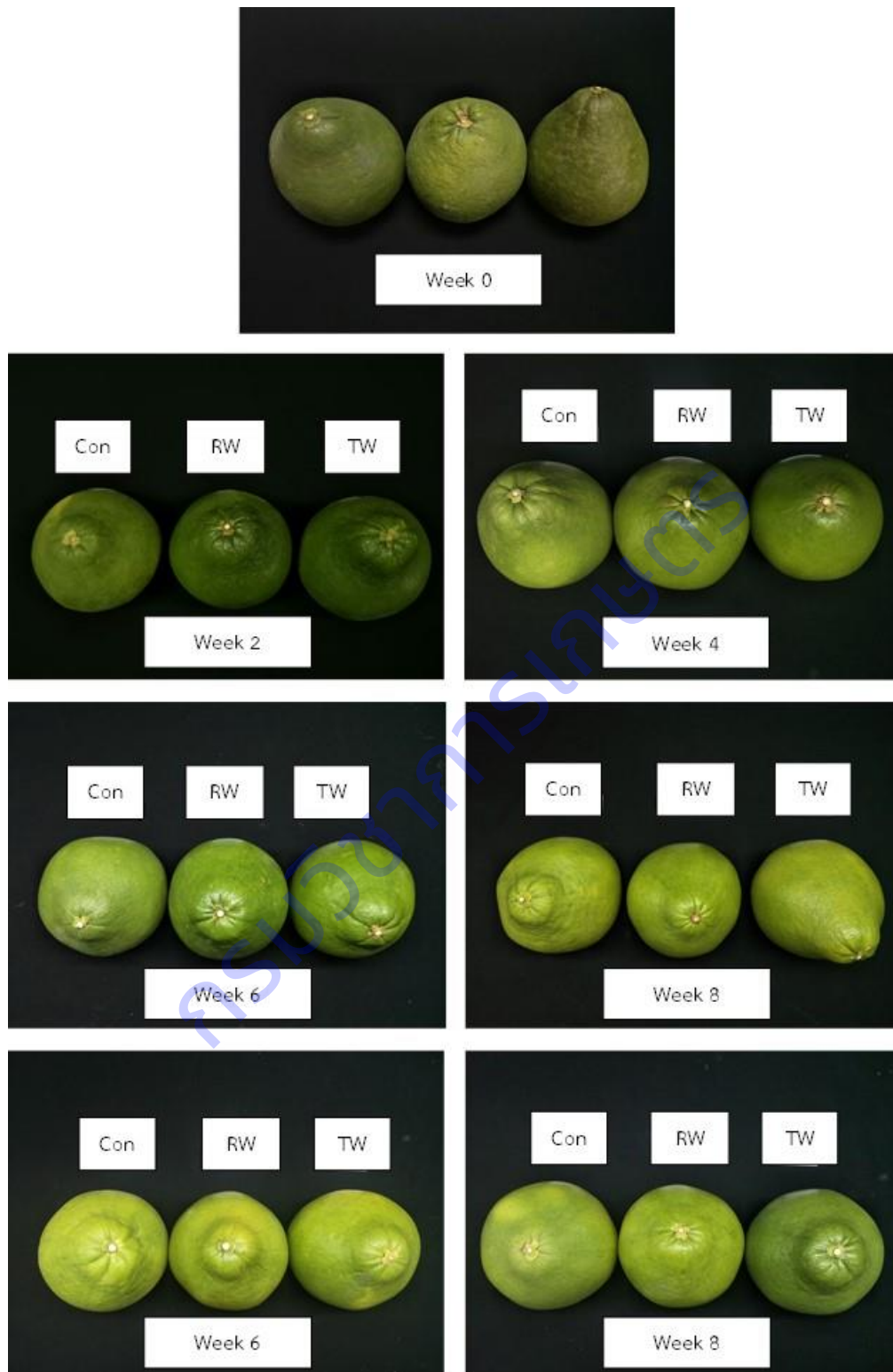
กรรมวิธีการ ทดลอง	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	สีเปลือก			สีเนื้อ		
		L	a*	b*	L	a*	b*
ไม่ใช้สารเคลือบผิว (Control)	0	52.8	-13.0	25.1	46.7	8.0	3.4
	2	54.9	-14.4	28.0	43.1	6.7	5.4
	4	54.6	-14.5	28	43.8	6.6	1.9
	6	57.7	-14.6	30	42.1	6.1	2.6
	8	59.6	-15.1	33.8	43.4	8.3	4.0
	10	60.3	-15.3	37.5	42.9	7.28	4.16
	12	65.3	-12.0	34.3	41.82	5.95	4.45
เคลือบผิวด้วย Rosy Wax	0	52.8	-13.0	25.1	46.7	8.0	3.4
	2	50.2	-15.3	25.8	42.1	9.7	3.1
	4	52.3	-13.9	24.6	43.8	7.2	4.5
	6	56.8	-11.4	26.9	45.3	6.6	3.4
	8	57.4	-13.8	28.5	44.8	7.8	2.2
	10	56.9	-13.2	26.8	44.4	8.7	2.9
	12	58.3	-13.4	35.2	44.0	9.43	5.5
เคลือบผิวด้วย Tropica wax	0	52.8	-13.0	25.1	46.7	8.0	3.4
	2	52.5	-13.4	23.8	42.4	8.7	2.6
	4	51.3	-12.2	20.6	44.4	7.6	3.0
	6	57.8	-13.3	27.9	46.9	7.8	2.9
	8	56.2	-13.3	25.7	44.4	8.5	2.1
	10	56.6	-14.5	29.4	43.7	7.6	3.3
	12	59.1	-13.1	28.1	45.4	5.5	3.6

ตารางที่ 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้(TA) และคะแนนความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภค ของส้มโอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

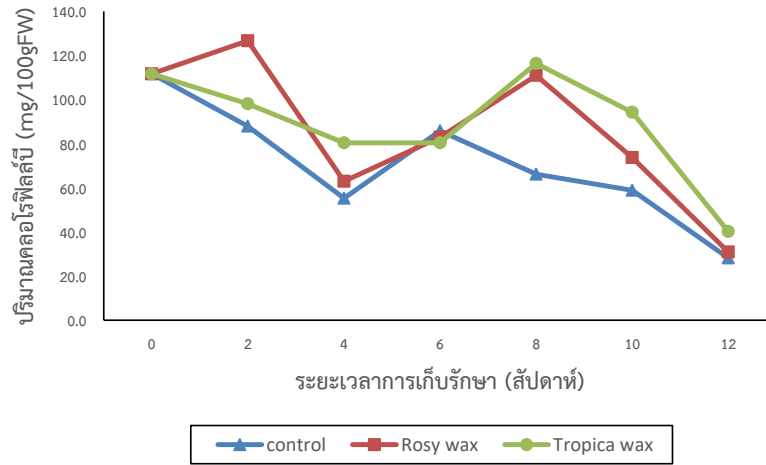
กรรมวิธีการทดลอง	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	TSS (°Brix)	%TA	คะแนนความพึงพอใจโดยรวม
ไม่ใช้สารเคลือบผิว (Control)	0	13.2	8	8.1
	2	12.6	8	7.1
	4	12.2	7	6.2
	6	13.3	7	8.0
	8	11.6	7	8.0
	10	12	7	5.0
	12	10.9	7	5.0
เคลือบผิวด้วย Rosy Wax	0	13.2	8	8.1
	2	13	8	7.2
	4	13.2	7	7.0
	6	12.2	7	8.0
	8	11.1	7	8.0
	10	11.2	7	7.0
	12	11.6	7	7.0
เคลือบผิวด้วย Tropica wax	0	13.2	8	8.1
	2	12.2	8	7.7
	4	14.3	7	7.2
	6	12.5	7	7.0
	8	11.6	7	7.0
	10	11.9	7	7.0
	12	11.5	7	7.0

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ย ของส้มโอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

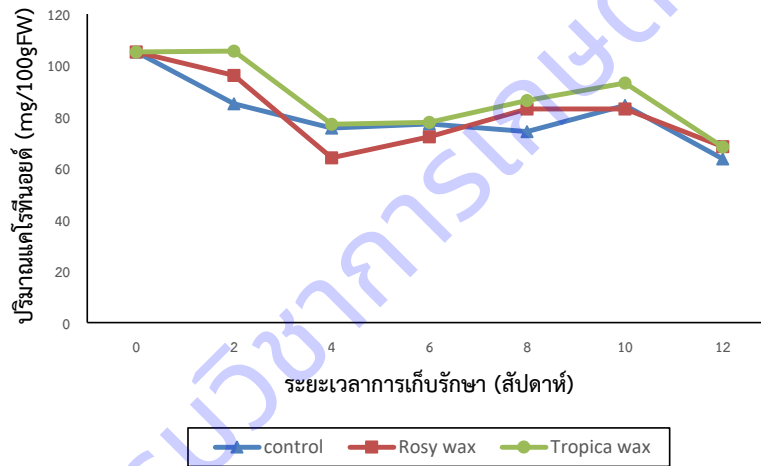
กรรมวิธีการทดลอง	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ผลต่างของน้ำหนักหลังการเก็บรักษา (กรัม)
ไม่ใช้สารเคลือบผิว (Control)	0	0
	2	5
	4	6
	6	8
	8	13
	10	15.6
	12	17.5
เคลือบผิวด้วย Rosy Wax	0	0
	2	2
	4	6
	6	6
	8	12
	10	9.5
	12	20
เคลือบผิวด้วย Tropica wax	0	0
	2	2
	4	6
	6	7
	8	14
	10	12
	12	14



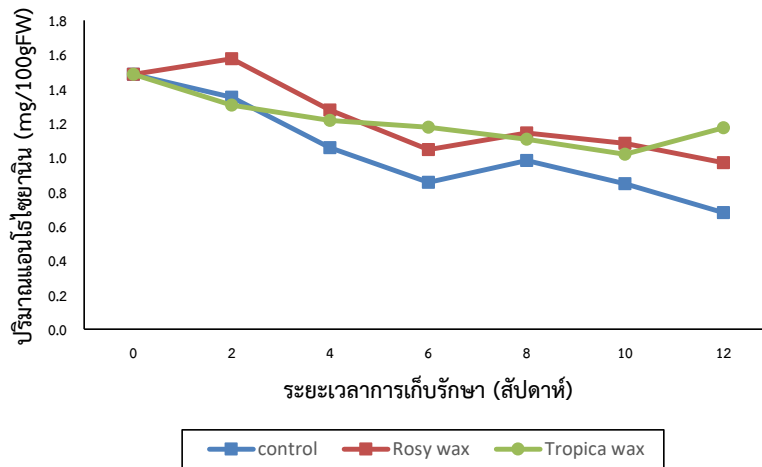
ภาพที่ 1 ภาพแสดงลักษณะการเปลี่ยนของผลส้มโอที่อายุการเก็บรักษาต่างๆกัน ในกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ ไม่เคลือบผิว (control) = Con เคลือบผิวด้วย Rosy Wax = RW และ เคลือบผิวด้วย Tropica wax = TW



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์บีในเปลือกของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์บีในเปลือกของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินในน้ำคั้นของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งไว้ 10 องศาเซลเซียส

คุณภาพของส้มโอภายหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ (ปีที่ 2)

การศึกษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามในระยะที่ 2 จะดำเนินการโดยเก็บเกี่ยวผลส้มโอที่มีระยะการออกดอกในช่วงเดือน กันยายน ถึง เดือนตุลาคม และสามารถเก็บเกี่ยวเพื่อนำมาเก็บรักษาและวิเคราะห์คุณภาพหลังการเก็บได้ประมาณช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมีนาคม 2563 ซึ่งได้ดำเนินการคัดเลือกแปลงส้มโอที่ออกดอกในช่วงดังกล่าว ในพื้นที่ ต.คลองน้อย อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช เก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2563 เพื่อดำเนินการทดสอบตามแผนงานวิจัย ขนส่งมาดำเนินการต่อที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ล้างทำความสะอาดด้วย NaOCl 0.02 เปอร์เซ็นต์ และจุ่มในสารป้องกันกำจัดเชื้อราผึ่งให้แห้ง ก่อนเคลือบผลด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ ได้แก่ ไม่เคลือบผิว (control) เคลือบผิวด้วย Rosy Wax และ เคลือบผิวด้วย Tropica wax และตรวจสอบคุณภาพภายหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆกัน โดยปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการเก็บรักษาและช่วงของการนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ภายหลังการเก็บรักษา จากเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ เป็น 15 สัปดาห์ และนำตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ทุกๆ 3สัปดาห์ เนื่องการทดลองในปีแรกสังเกตพบความแตกต่างของคุณภาพส้มโอที่เคลือบผิวจะเริ่มแสดงความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้นในสัปดาห์ที่ 12

จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก และ สีเนื้อ ของส้มโอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งไว้ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งนำออกมาวิเคราะห์ตามช่วงเวลาการเก็บรักษาต่างๆกันมีผลการวิเคราะห์ในสัปดาห์ที่ 0-18 ของการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่าค่าความสว่าง (L) ของเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่า a* ของผลส้มโอที่ไม่ได้เคลือบผิวมี

แนวโน้มลดลง สำหรับผลสัมฤทธิ์ที่เคลือบผิวทั้งสองชนิดมีค่า a^* คงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า b^* ในแต่ละกรรมวิธีมีค่าเพิ่มตามระยะเวลาการเก็บรักษาแสดงให้เห็นว่าผลมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น และพบว่าสัมฤทธิ์ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีการเปลี่ยนแปลงสีเหลืองมากที่สุด ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อภายหลังจากการเก็บรักษา ค่า L , a^* และ b^* มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจนโดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีการเคลือบผิว

สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) พบว่าตลอดช่วงการเก็บรักษามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) มีค่าคงที่ตลอดช่วงการเก็บรักษา และการให้คะแนนความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภคพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารเคลือบผิวทั้ง 2 กรรมวิธีมีแนวโน้มความพึงพอใจของผู้บริโภคภายหลังจากการเก็บรักษานานขึ้นที่สูงกว่าการไม่เคลือบผิว (ตารางที่ 5)

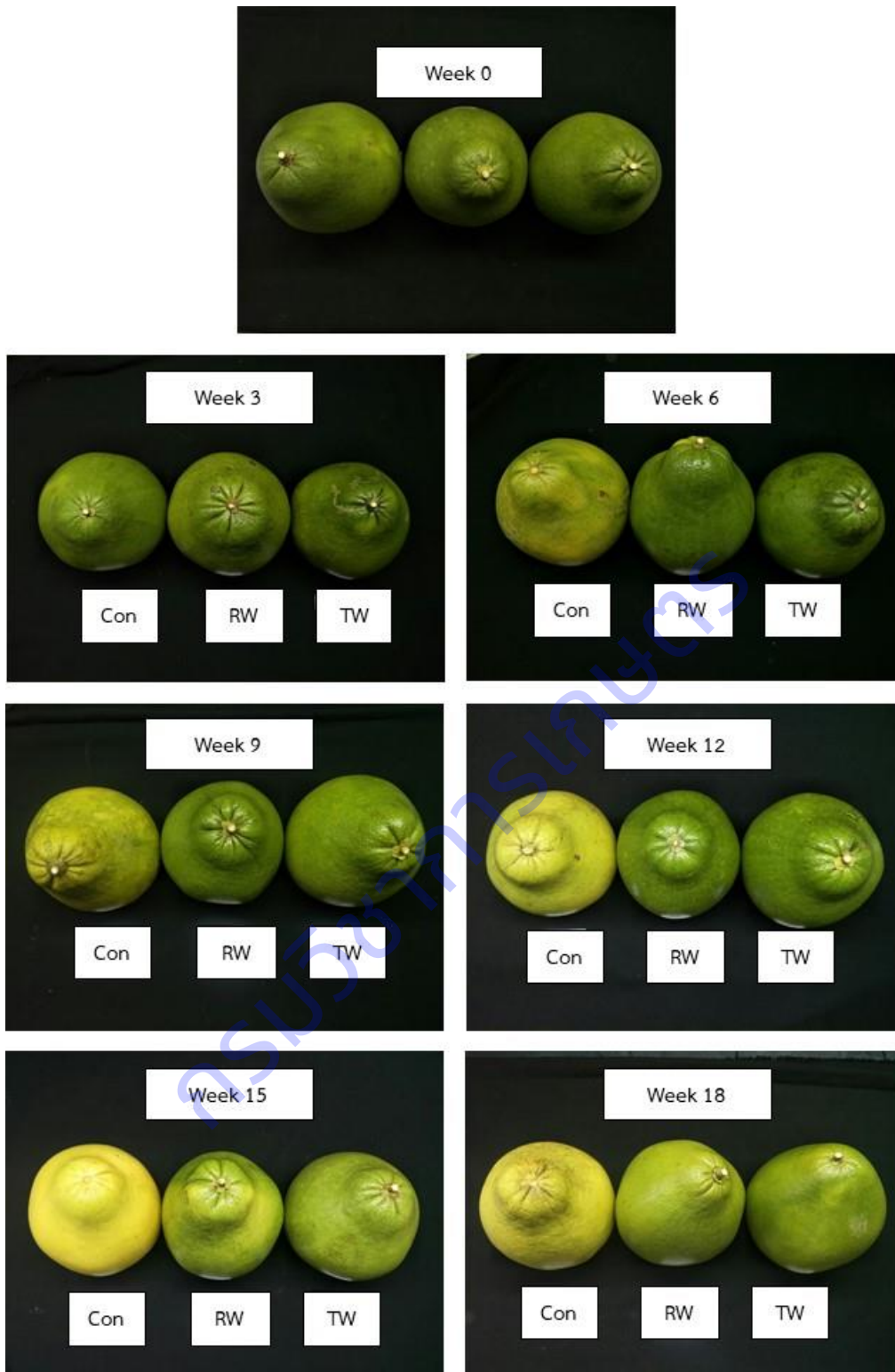
กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 สีเปลือก และสีเนื้อของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส
(การศึกษาปีที่ 2)

กรรมวิธีการ ทดลอง	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	สีเปลือก			สีเนื้อ		
		L	a*	b*	L	a*	b*
ไม่ใช้สารเคลือบผิว (Control)	0	52.2	-14.96	28.6	44.6	10.3	5.7
	3	56.9	-15.0	35.2	42.4	8.9	5.7
	6	60.0	-15	35.0	40.2	8.9	4.3
	9	62.1	-13.7	40.7	40.4	8.0	5.0
	12	62.3	-12.6	41.7	40.1	7.5	5.5
	15	67.6	-9.2	43.6	41.0	7.7	5.0
	18	71.48	-8.4	43.3	42.1	9.1	5.7
เคลือบผิวด้วย Rosy Wax	0	52.2	-14.96	28.6	44.6	10.3	5.7
	3	50.8	-14.6	28.1	45.2	7.5	6.4
	6	52.1	-14.1	28.0	42.7	8.5	5.1
	9	53.7	-16.0	31.3	45.1	7.7	5.1
	12	55.5	-15.2	32.5	45.1	8.6	6.1
	15	58.8	-14.3	34.0	45.5	8.4	4.9
	18	64.4	-13.5	38.1	44.5	9.0	4.6
เคลือบผิวด้วย Tropica wax	0	52.2	-14.96	28.6	44.6	10.3	5.7
	3	51.5	-16.0	30.1	45.0	8.4	5.3
	6	50.8	-13.5	25.63	43.9	9.2	4.7
	9	57.3	-15.2	33.3	46.2	8.5	5.3
	12	54.8	-15.3	31.7	45.5	8.6	5.8
	15	56.5	-14.3	30.9	45.3	9.2	5.2
	18	63.6	-13.8	37.1	45.9	8.1	4.5

ตารางที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้(TA) และคะแนนความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภค ของส้มโอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (การศึกษาปีที่ 2)

กรรมวิธีการทดลอง	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	TSS (°Brix)	%TA	คะแนนความพึงพอใจโดยรวม
ไม่ใช้สารเคลือบผิว (Control)	0	10.5	7	7.5
	3	10.1	7	6.1
	6	10.0	7	6.2
	9	11.1	7	6.2
	12	11.0	7	5.3
	15	10.9	7	6.1
	18	9.7	7	6.0
เคลือบผิวด้วย Rosy Wax	0	10.5	7	7.5
	3	10.2	7	6.6
	6	10.9	7	7.4
	9	11.4	7	7.4
	12	11.1	7	7.0
	15	11.0	7	6.9
	18	10.4	7	6.4
เคลือบผิวด้วย Tropica wax	0	10.5	7	7.5
	3	10.1	7	7.1
	6	10.8	7	7.3
	9	11.3	7	7.4
	12	11.4	7	7.4
	15	11.0	7	6.8
	18	10.8	7	6.6



ภาพที่ 5 ภาพแสดงลักษณะการเปลี่ยนของผลส้มโอที่อายุการเก็บรักษาต่างๆกัน ในกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ ไม่เคลือบผิว (control) = Con เคลือบผิวด้วย Rosy Wax = RW และ เคลือบผิวด้วย Tropica wax = TW (การศึกษาปีที่ 2)

8. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้สารเคลือบผิวร่วมกับการเก็บรักษาผลส้มโอไว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 3 เดือน (อย่างน้อย 15 สัปดาห์) โดยพบว่าผลส้มโอยังคงคุณภาพด้านการบริโภคที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลช้ากว่าการไม่ใช้สารเคลือบผิว สำหรับการใส่สารเคลือบผิวทั้ง 2 ชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้ง ชนิดที่นำเข้า (Rosy Wax) และที่ผลิตได้ในประเทศ (Tropica wax) สามารถใช้ทดแทนกันได้และสามารถใช้ขั้นตอนอย่างง่ายในการเตรียมผลผลิตสำหรับการเคลือบผิวได้ (ภาพผนวกที่1)

9. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมสำหรับผลผลิตของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามให้คงคุณภาพที่ดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคได้เป็นระยะเวลานาน เพื่อเป็นประโยชน์ในการส่งออกไปได้ในต่างๆประเทศที่มีระยะทางไกลจากแหล่งผลิตของประเทศไทย หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารการวางจำหน่ายในช่วงที่ผลผลิตราคาสูง

10. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณ อ.ดร.อภิธา บุญศิริ นักวิจัยเชี่ยวชาญ และทีมงานนักวิจัยศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ช่วยให้คำแนะนำ และอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

11. เอกสารอ้างอิง

กรกัญญา อักษรเนียม วรณภา เสนาดี อธิพัฒน์ บุญเพิ่มราศี และ ดวงใจ เข้มแดง.2551. ส้มโอพีชทองของมืออาชีพ. เคหการเกษตร. 32 (8): 69-109

จรรย์ญา พงศ์ธร ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์ และ อภิรตี อุทัยรัตนกิจ. ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพการเก็บรักษา ชิงที่อุณหภูมิต่ำ. ว.เกษตรศาสตร์(วิทย์).38 (6) (พิเศษ): 226-229.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่6. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396หน้า

ดวงพร อมัตร์ตันนะ. 2541. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวส้มโอ. ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร. กรมวิชาการเกษตร. น. 64-87.

- ธวัช บุญยทวี. 2532. สัมโอเพื่อการส่งออก. ครั้งที่1. ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2546. หลากเรื่อง-หลายรสผลไม้ไทย. ครั้งที่1. บริษัท เดอะ มาสเตอร์เจอร์นัล
จำกัด. กรุงเทพฯ.
- นันทชนก นันทะไชย อนุวัตร แจ่มชัด และ เบญจมาศ รัตนชินกร. 2544. อิทธิพลของสารเคลือบผิว
บางชนิดต่อ คุณภาพของสัมโอในระหว่างการเก็บรักษา. ใน เอกสารประกอบการประชุมทาง
วิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร.
- ภัทรานิษฐ์ ตรียาอุฒิวาทย. 2553. การดัดแปลงสูตรสารเคลือบเซคแล็คด้วยการเติมสารสกัดข่าหรือ
แว็กซ์เพื่อ ยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 และสัมโอขาวใหญ่. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท. ภาควิชา วิศวกรรมเคมี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตตา สุทธยาคม. 2548. การยืดอายุการเก็บรักษาสัมโอหลังการเก็บเกี่ยวด้วยระบบควบคุม
บรรยากาศในอุณหภูมิต่ำในเชิงการค้า. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยด้านการเกษตร
ครั้งที่ 3 ปี 2548 กองทุนสนับสนุน งานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2557. สำนักงาน
เศรษฐกิจ การเกษตร, กรุงเทพฯ. 180 หน้า
- อภิธา บุญศิริ โสรดา กนกพานนท์ สิริรุ่ง ปรีชานนท์และศิริพร วิหคโต. 2554. สารเคลือบผิวเพื่อยืด
อายุการเก็บ รักษา ผลไม้ คงความสด ลดเน่าเสีย. Retrieved from:
[http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch54/GroupEconomic/27-
apita_bun/template.html](http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch54/GroupEconomic/27-apita_bun/template.html). 10 กรกฎาคม 2558.
- Dere, S., T. Gunes and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric determination of
chlorophyll-A,B and total carotenoid contents of some algae species using
different solvents. Tr. J. of Botany 22 : 13-17
- Hagenmaier, R. D., 2002, The flavor of mandarin hybrids with different coatings.
Postharvest Biology and Technology, 24:79-87
- Nagata M., and Yamashita I. 1992. Simple method for simultaneous determination of
chlorophyll and Carotenoids in tomato fruit. Journal of Japanese Society of
Food Science and Technology. 39, 925-928.
- Watada, A.E. and A.A. Abbott. 1975. Objective method of estimating anthocyanin
content for determining color grade of grape. Journal of Food Science 40 :
1278-1279.

12. ภาคผนวก



คัดเลือกผลส้มโอที่มีความสม่ำเสมอ



ล้างทำความสะอาดด้วย ดินยน้ำและสารละลาย NaOCl 0.02 เปอร์เซ็นต์ ถูด้วยฟองน้ำเบาๆ



จุ่มลงในสารละลายป้องกันเชื้อรา



จุ่มลงในสารละลายป้องกันเชื้อรา



ใช้สารเคลือบผิวทำให้สม่ำเสมอทั่วทั้งผล จากนั้นจึงฝังให้แห้งสนิท



ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกก่อนนำไปเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำ

ภาพผนวกที่ 1 กรรมวิธีในการเตรียมผลผลิตส้มโอโดยการเคลือบผิวก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ