Agricultural Sci. J. 52 : 2 (Suppl.) : 102-106 (2021) ว. วิทย. กษ. 52 : 2 (พิเศษ) : 102-106 (2564)

# ผลของสารเคลือบผิวไขผึ้งต่อคุณภาพของส้มซ่าระหว่างการขนส่งแบบจำลอง
# Effect of Bee Wax Coatings on Quality of Sour Orange (*Citrus aurantium*) during Simulated Transportation

**ศรัณยา เพ่งผล[1] ณัฐชา ชื่นเนียม[1] และวิลาวัลย์ คำปวน[2]**
Sarunya Pengphol[1], Natcha Chuenniam[1] and Wilawan Kumpoun[2]

**Abstract**

Effect of bee wax coating on quality during simulated transportation at 29°C was investigated. The experimental design was a Completely Randomized Design (CRD) with 7 treatments (3 replicates): unwashed, washed, bee wax coating concentration at 4 and 6%, bee wax coating concentration at 4% with antifungal, commercial coating (Teva) and plastic wrap (polyethylene). Then fruit were packed in the cardboard boxes, after that transport qualities were analysis every 3 days. It was found that the sour orange of unwashed and polyethylene plastic wrap treatments had storage time 12 days, while the coating treatments can extend shelf life of the orange up to 15 days. In addition, the 6% bee wax coating was reduced weight loss and slow down the yellowing of the peel. Treatment of 4% bee wax coating with anti-fungal had the highest score of consumer sensory such as color, flavor and freshness, followed by 6% bee wax coating treatment. However, total soluble solids (TSS) and titratable acidity (TA) in sour orange of all treatments were not significantly throughout transportation time.

**Keywords**: bee wax coating, sour orange, transportation

**บทคัดย่อ**

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวไขผึ้งต่อคุณภาพของส้มซ่าระหว่างการขนส่งแบบจำลองที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design (CRD)) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี (3 ซ้ำ) ได้แก่ ไม่ล้างผล ล้างผล การเคลือบผิวด้วยไขผึ้งความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารกันรา การเคลือบผิวทางการค้า (Teva) และการหุ้มผลด้วยพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนชนิดยืด จากนั้นบรรจุผลส้มซ่าในกล่องกระดาษ และทำการวิเคราะห์คุณภาพของส้มซ่าระหว่างการขนส่งทางไปรษณีย์ทุก 3 วัน พบว่า กรรมวิธีไม่ล้าง และการใช้พลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดยืดมีอายุการเก็บรักษาเพียง 12 วัน ในขณะที่กรรมวิธีที่เคลือบผิวสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มซ่าได้ถึง 15 วัน นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่ากรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเกิดสีเหลืองของเปลือกได้ ส่วนกรรมวิธีเคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 4 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารกันรามีคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านสี กลิ่น และความสดมากที่สุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 6 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) ของผลส้มซ่าทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการขนส่ง

**คำสำคัญ**: สารเคลือบผิวไขผึ้ง ส้มซ่า การขนส่ง

## คำนำ

ส้มซ่า (Seville orange) มีผลกลมเส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 5-8 เซนติเมตร เปลือกผลหนา ผิวขรุขระมีกลิ่นหอม ผลดิบสีเขียว ผลสุกสีเหลือง เนื้อฉ่ำน้ำ รสเปรี้ยวปนหวาน ในปัจจุบันมีการใช้สารเคลือบผิวกันอย่างแพร่หลายเพื่อยืดอายุผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะส้ม ซึ่งสารเคลือบผิวหรือไข (wax) คือสารในกลุ่มลิพิด (lipid) ไขที่พบในธรรมชาติเป็นสารประกอบประเภทเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและเป็นแอลกอฮอล์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเพียงหมู่เดียว (monohydric alcohol) มีจุดหลอมเหลวสูง เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ได้แก่ ไขที่ผลิตจากส่วนประกอบจากพืช เช่น

[1] คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000
[1] Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000
[2] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] Science and Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

คาร์นูบา (carnuba) แคนเดลิลลา (candelilla) ไขที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ เชลแล็ก (shellac) และไขผึ้ง (bee wax) โดยไขผึ้งเป็นไขธรรมชาติที่ได้จากรังผึ้ง ไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภค ส่วนใหญ่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง นอกจากนี้ยังมีการนำเอาไขผึ้งมาเป็นส่วนประกอบของสารเคลือบผิวผลไม้ พบว่า สามารถลดอัตราการสูญเสียน้ำได้ดี แต่มีความมันวาวน้อยกว่าสารเคลือบผิวที่ทำจากเชลแล็ก และปิโตรเลียมแว็กซ์ การใช้สารเคลือบผิวกับผลไม้ทำให้ผลผลิตคงความสด เนื่องจากสารเคลือบผิวช่วยลดอัตราการคายน้ำออกจากผล นอกจากนี้ยังทำให้ผลิตผลเกิดความมันวาวสวยงาม และสามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย แต่การใช้สารเคลือบผิวกับผลไม้แต่ละชนิดก็มีข้อจำกัด เนื่องจากผลไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทางสรีรวิทยา ซึ่งประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดหรือส่วนผสมของสารเคลือบผิว ความหนาในการเคลือบ ชนิดและขนาดของผลไม้ อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา ระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งผู้ประกอบการจำเป็นต้องพิจารณาก่อนเลือกใช้สารเคลือบผิวกับผลไม้แต่ละชนิด โดย วิลาวัลย์ และจำนงค์ (2553) ได้ศึกษาผลของการนำเอาไขผึ้งมาใช้เพื่อเป็นสารเคลือบผิวสำหรับเคลือบผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ที่ผลิตจาก 2 แหล่งผลิต โดยใช้สารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมของไขผึ้งในปริมาณต่าง ๆ มาเคลือบบนผิวมะม่วง เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวที่มีจำหน่ายทางการค้าและชุดควบคุมที่ไม่เคลือบผิว ก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C พบว่า สารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของไขน้ำผึ้งเหมาะสมสำหรับยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ได้ดี และสามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้นานกว่าชุดควบคุมที่มีการสูญเสียน้ำและมีการเกิดโรคสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำสารเคลือบผิวไขผึ้งความเข้มข้นต่าง ๆ มาเคลือบผิวผลส้มซ่าสด เพื่อวิเคราะห์คุณภาพในระหว่างการขนส่งแบบจำลอง

## อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพระหว่างการขนส่งของส้มซ่าที่อุณหภูมิห้อง (29°C) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบไปด้วย 7 กรรมวิธี (3 ซ้ำ) ดังนี้ 1) ไม่ล้าง 2) ล้าง 3) ล้าง + สารเคลือบผิวไขผึ้ง 4% 4) ล้าง + สารเคลือบผิวไขผึ้ง 6% 5) ล้าง + สารเคลือบผิวไขผึ้ง 4% + สารกันรา 6) ล้าง + สารเคลือบผิวทางการค้า (Teva) และ 7) หุ้มผลด้วยพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดยืด จากนั้นหุ้มผลส้มซ่าแต่ละกรรมวิธีด้วยตาข่ายโฟมห่อผลไม้แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษสภาพเสมือนการขนส่งทางไปรษณีย์แบบจำลองที่อุณหภูมิ 29°C และวิเคราะห์ผลการทดลองระหว่างการขนส่ง ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (%) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA) การเกิดสีเหลือง โดยทำการเปรียบเทียบพื้นที่เกิดสีเหลืองจากพื้นที่ทั้งหมดของผล (%) และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านสี กลิ่น และความสด โดยวิเคราะห์คุณภาพทุก 3 วัน เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ในโปรแกรม (Statistical Package for the Social Science for Windows, SPSS)

## ผล

จากการศึกษาผลของสารเคลือบผิวไขผึ้งต่อคุณภาพส้มซ่าระหว่างการขนส่งที่อุณหภูมิ 29°C พบว่า ทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาในระหว่างการขนส่ง และส้มซ่ากรรมวิธีไม่ล้างและหุ้มด้วยพลาสติกยืดมีอายุการเก็บรักษาเพียง 12 วัน และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่าผลส้มซ่าในกรรมวิธีที่ผ่านการล้างมีการสูญเสียน้ำหนักของผลมากที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนกรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 6% มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (Figure 1A) นอกจากนี้การทดลองยังพบว่าผลส้มซ่าทุกกรรมวิธีมีเปลือกผลเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ผลของส้มซ่าที่ไม่ได้เคลือบผิว 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีไม่ล้าง และกรรมวิธีล้าง พบการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของเปลือกมากกว่าผลส้มซ่าที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธีตลอดอายุการเก็บรักษา นอกจากนี้ผลส้มซ่าที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 6% และที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 4% ร่วมกับสารกันรามีแนวโน้มการเกิดสีเหลืองน้อยที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Figure 1B และ Figure 2)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของส้มซ่าทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 3) ขณะที่ผลส้มซ่าที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 4% ร่วมกับสารกันรามีคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านสี กลิ่น และความสดมากที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา 15 วัน โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 4)

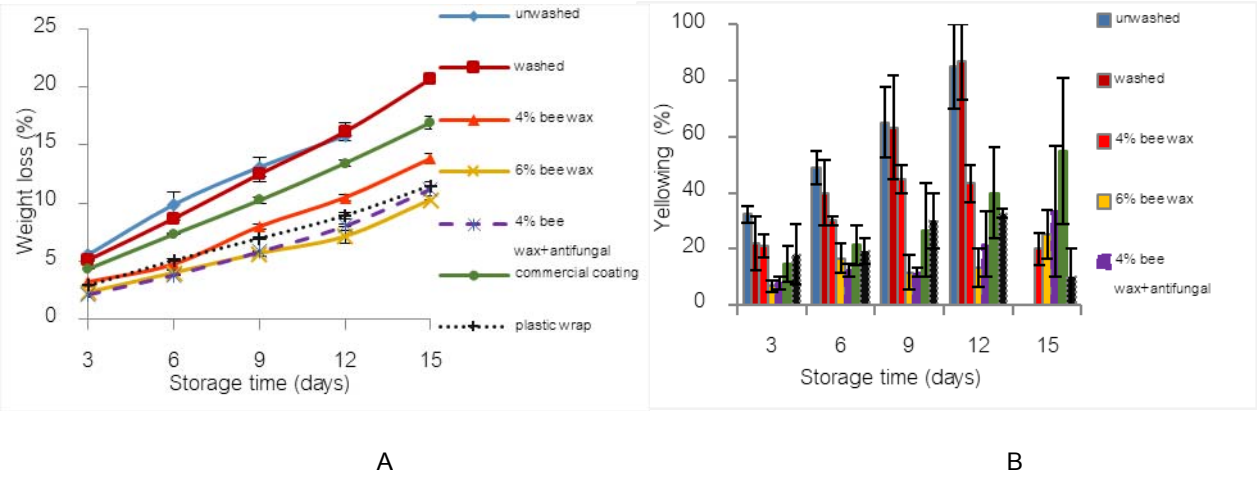


**Figure 1** Weight loss (A) and peel yellowing (B) of sour orange with difference coating materials during simulated transportation at 29°C.

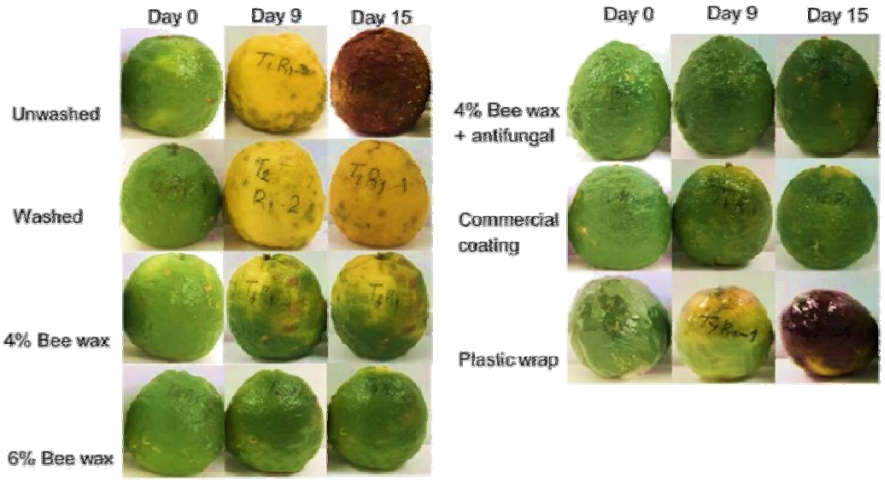


**Figure 2** Appearance of sour orange coating with difference materials during simulated transportation at 29°C.

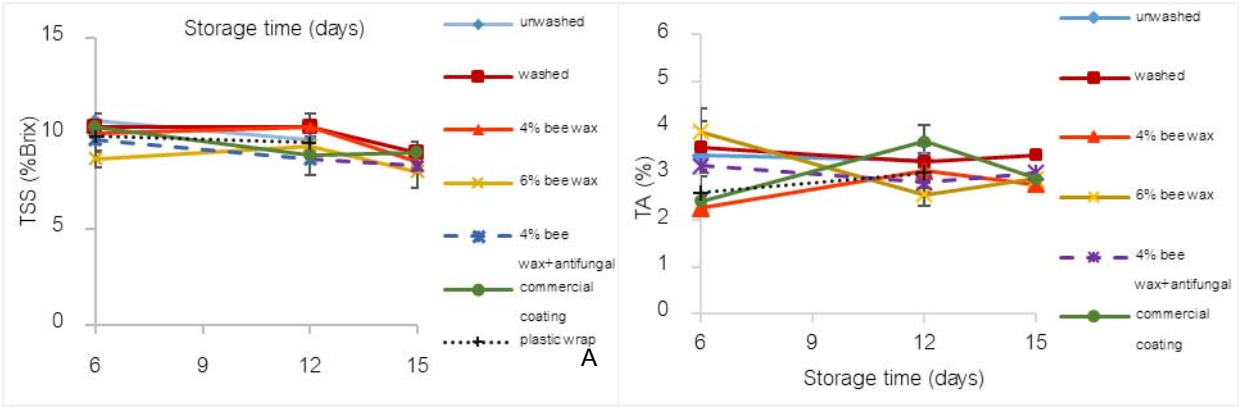


**Figure 3** Total soluble solids (A) and titratable acidity (B) of sour orange coated with difference coating materials during simulated transportation at 29°C.

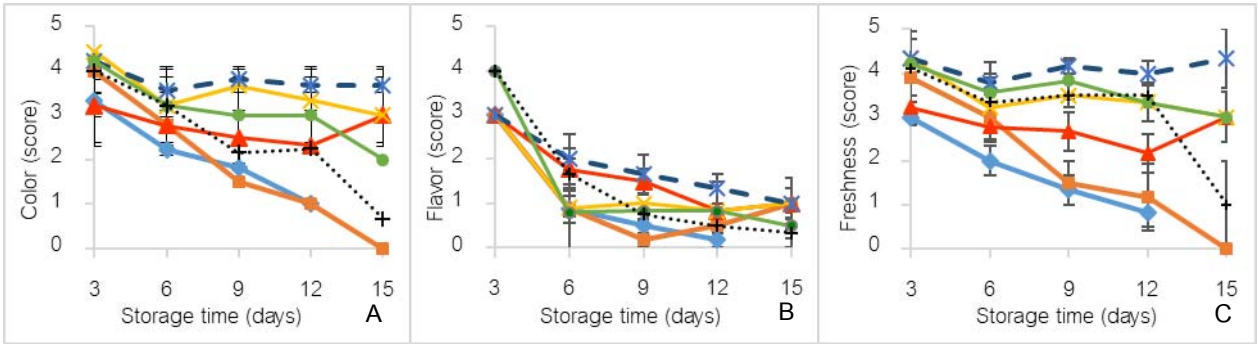


**Figure 4** Sensory evaluation of color (A), flavor (B) and freshness (C) of sour orange coated with difference coating materials during simulated transportation at 29°C.

## วิจารณ์ผล

การเคลือบผิวผลส้มซ่าด้วยไขผึ้งซึ่งเป็นสารเคลือบผิวจากธรรมชาติสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มซ่าได้ เนื่องจากสารเคลือบผิวสามารถปิดช่องเปิดต่างๆ เช่น ปากใบ และเลนติเซล จึงทำให้มีการคายน้ำลดลง (สายชล, 2538) นอกจากนี้สารเคลือบผิวตามธรรมชาติยังช่วยลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ ส่งผลให้กระบวนการหายใจช้าลง ผลไม้จึงมีลักษณะปรากฏที่ดี (กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) จากการทดลองพบว่าผลส้มซ่าที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 6% มีการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มซ่าน้อยที่สุด เนื่องจากสารเคลือบผิวมีปริมาณไขผึ้งมากกว่ากรรมวิธีอื่น จึงมีผลทำให้เกิดการคายน้ำออกนอกผลน้อยกว่า โดยปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคลือบผิวกับผลิตผลแต่ละชนิด ได้แก่ ความแตกต่างของสารเคลือบผิวแต่ละชนิด และความเข้มข้น เนื่องจากผลไม้มีไขธรรมชาติเคลือบผิวอยู่แล้ว ซึ่งปริมาณอาจแตกต่างกัน การใช้สารเคลือบผิวกับผลิตผลอีกครั้งหนึ่งต้องใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสมจึงจะสามารถรักษาคุณภาพ เช่น การสูญเสียน้ำของผลิตผลได้ดี นอกจากนี้การเคลือบผิวมีผลชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ อาจเนื่องมาจากการใช้สารเคลือบผิวมีผลลดหรือชะลอปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ภายในผลลงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้วิธีการลดปริมาณออกซิเจนลงเพื่อชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลไม้ได้ (จริงแท้, 2541) ทั้งนี้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลส้มซ่าที่ไม่ล้างและหุ้มผลด้วยพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดยืดมีอายุการเก็บรักษาเพียง 12 วัน โดยผลส้มซ่าที่ไม่ล้างทำความสะอาดอาจมีเชื้อติดมาทำให้เกิดการเน่าเสีย ส่วนผลส้มซ่าที่หุ้มผลด้วยพลาสติกชนิดยืดเกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศภายในผลทำให้การคายน้ำ การหายใจ และการแลกเปลี่ยนเข้าออกของแก๊สภายในและภายนอกไม่ปกติ จึงส่งผลทำให้เกิดลักษณะผิดปกติของผลส้มซ่า แต่จากการทดลองใช้สารเคลือบผิวไขผึ้งทุกกรรมวิธี พบว่า มีปริมาณ TSS และ TA ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับ Kumpoun and Uthaibutra (2018) ซึ่งใช้สารเคลือบผิวไขผึ้งเคลือบผิวมะนาวพันธุ์แป้นที่ผลิตจาก 2 แหล่งผลิตในพื้นที่สูง และพื้นที่ลุ่ม พบว่า การเคลือบผิวด้วยไขผึ้งความเข้มข้น 6% สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของมะนาวพันธุ์แป้นทั้ง 2 แหล่งผลิตได้ เมื่อเปรียบเทียบกับมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิว แต่การเคลือบผิวไม่มีผลต่อปริมาณ TSS และ TA ของมะนาว

## สรุป

การเคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 6% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของส้มซ่า และสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นเกิดสีเหลืองได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี สำหรับผลส้มซ่าที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 4% ร่วมกับสารกันรามีคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยไขผึ้ง 6% โดยการเคลือบผิวไม่มีผลต่อปริมาณ TSS และ TA ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกลุ่มผู้ผลิตส้มซ่า จากจังหวัดอุทัยธานี และขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสารเคลือบผิวไขผึ้งในการทำวิจัยใน และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืชและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557. งานวิจัยสารเคลือบผิวผลไม้ยืดระยะเวลาในการสุกตัวลดการสูญเสียจากการขนส่งสินค้าในระยะเวลานาน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://oldweb.most.go.th/main/index.php/org/40 50.html. (18 กรกฎาคม 2563).

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 396 น.

วิลาวัลย์ คำปวน และจำนงค์ อุทัยบุตร. 2553. การใช้ไขผึ้งเป็นสารเคลือบผิวสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้จาก 2 แหล่งผลิต. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(1): 130-133.

สายชล เกตุษา. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลัง การเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ. นครปฐม. 364 น.

Kumpoun, W. and J. Uthaibutra. 2018. Shelf and storage life extension by beeswax coating for 'Pan' lime fruit from two production locations. Acta Horticulturae 1213: 171-176.