

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : -
2. โครงการวิจัย : โครงการวิจัยการจัดการคุณภาพผลิตผลสดหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก
กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาสารเคลือบผิวเพื่อใช้ในการยืดอายุผลิตผลสด
3. การทดลองที่ 2.2 : การพัฒนาสารเคลือบผิวชนิดไมโครอิมัลชัน (microemulsion) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด
: The Development on Microemulsion Coating to Prolong Shelf Life of Fresh Produce
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์
ผู้ร่วมงาน : นางสาวปราศรัยทอง กวานห้อง
นางสาวคมจันทร์ สรงจันทร์
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

การพัฒนาสารเคลือบผิวชนิดไมโครอิมัลชัน (microemulsion) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นูบาและ oxidized polyethylene (OPE) ที่เป็นไมโครอิมัลชัน ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ทำการทดลองที่อาคารปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2554-กันยายน 2558 โดยใช้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จากสวน GAP จังหวัดสระแก้ว ที่มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน หลังพ้นสารเร่งดอก นำมะม่วงมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 0.02% แล้วคัดเลือกมะม่วงที่มีความแก่สม่ำเสมอ จากนั้นตัดซั้วให้มีความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปจุ่มน้ำร้อน (hot water treatment) ที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนนำไปทดสอบสารเคลือบผิว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง คือ 1. ศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นูบาต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 2. ศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของ OPE ต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และ 3. ศึกษาผลของสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 การศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นูบาต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 วางแผนการทดลองแบบ split plot design มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิว 5 กรรมวิธี คือ เคลือบผิวมะม่วงด้วยสาร

เคลือบผิวคาร์นูบา 20 เปอร์เซ็นต์ สารเคลือบผิวเซลแลค 20 เปอร์เซ็นต์ สารเคลือบผิวคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 และสารเคลือบผิวคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2 เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว มี sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 20 25 30 และ 35 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน พบว่า สารเคลือบผิวช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และช่วยชะลอการสุกของมะม่วงได้ โดยมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบา 20 เปอร์เซ็นต์ และคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ได้นานที่สุด 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และสามารถพัฒนาการสุกได้ปกติภายหลังจากนำออกจากห้องเย็น ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวสามารถเก็บได้นาน 20 วัน และพบการเกิดโรคเมื่อเก็บนานขึ้น การศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของ OPE ต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 วางแผนการทดลองแบบ split plot design มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิว 5 กรรมวิธี คือ เคลือบผิวมะม่วงด้วยสารเคลือบผิว OPE 25 เปอร์เซ็นต์ สารเคลือบผิวเซลแลค 15 เปอร์เซ็นต์ สารเคลือบผิว OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 และสารเคลือบผิว OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2 เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว มี sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 20 25 30 และ 35 วัน เก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน พบว่า สารเคลือบผิวทุกกรรมวิธีช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักและชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงได้ โดยมะม่วงที่เคลือบด้วย OPE 25 เปอร์เซ็นต์ และ OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ได้นานที่สุด 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และสามารถพัฒนาการสุกได้ปกติภายหลังจากนำออกจากห้องเย็น ส่วนมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลค พบว่า มะม่วงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองได้ถึงแม้ผลมะม่วงจะนิ่ม และมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวสามารถเก็บได้นาน 20 วัน หากเก็บนานขึ้นจะพบการเกิดโรค และการศึกษาผลของสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 วางแผนการทดลองแบบ split plot design มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิว 5 กรรมวิธี คือ เคลือบผิวมะม่วงด้วยสารเคลือบผิวคาร์นูบา 20 เปอร์เซ็นต์ สารเคลือบผิวคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 สารเคลือบผิว OPE 25 เปอร์เซ็นต์ และสารเคลือบผิว OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว มี sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 20 25 30 และ 35 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน พบว่า สารเคลือบผิวทุกกรรมวิธีสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และช่วยชะลอการสุกของมะม่วงได้ โดยสามารถเก็บได้นาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และสามารถพัฒนาการสุกได้ปกติภายหลังจากนำออกจากห้องเย็น ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวสามารถเก็บได้นาน 20 วัน

Abstract

This study was to determine the effect of various types and concentrations of microemulsion coating compounds on postharvest quality of mango fruits. The first experiment, mango fruit cv. Nam Dok Mai No.4 were coated with 20% carnauba, 20% shellac, carnauba vs

shellac ratio 9:1 and 8:2 to compare with non-coating fruits. Then the fruits packed in corrugated boxes and stored at 12°C with 90-95% relative humidity (RH). The effect of this coating were follow by measurement changes in weight loss, color, TSS, TA, vitamin C and sensory evaluation. The results showed that the fruits which were coated with carnauba and shellac could reduce weight loss, ripening process and disease occurrence in mango fruits. The fruits were coated with 20% carnauba and carnauba vs shellac ratio 9:1 could prolong storage life for 25 days. After transferring to 25°C, coated fruit could with naturally ripen to acceptable appearance and flavor. Further, experiment was to determine the effect of oxidized polyethylene (OPE) and shellac coating on shelf life of mango fruit cv. Nam Dok Mai No.4. The fruits were divided into 5 groups and treated with 25% OPE, 20% shellac, OPE vs shellac ratio 9:1 and 8:2 while the last group of fruit remained untreated. The fruits were kept at 12°C with 90-95% RH storage before being observed for postharvest deteriorations. All coated fruit had lower weight loss, less decay and less ripening as compared to control group. The OPE at 25% concentration and OPE vs shellac ratio 9:1 coating could prolong storage life and maintained quality of mango fruit at 12°C for 25 days storage with acceptable appearance and flavor for consumers. Afterward, effect of various coating compounds at 20% carnauba, 25% OPE, carnauba vs shellac ratio 9:1 and OPE vs shellac ratio 9:1 on postharvest quality of mango fruit cv. Nam Dok Mai No.4 were determined. Treated mangoes were stored at 12°C with 90-95% RH for 25 days. All treatment could reduce weight loss, color change, decay and delay ripening whilst increased shiny skin than other treatments with acceptance from consumers.

6. คำนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ มีรสชาติเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ ตลาดที่สำคัญในการส่งออกมะม่วง ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น เกาหลี จีน ฮองกง เวียดนาม มาเลเซีย สิงคโปร์และสหรัฐอเมริกา ในปี 2558 มีการส่งออกมะม่วงสด 33,902 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 1,211 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) แต่มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric ที่มีการสุกอย่างรวดเร็ว ภายหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้มีปัญหาด้านการส่งออกและการวางจำหน่าย เนื่องจากมีอายุการเก็บรักษาสั้น ผลนิ่มและซ้ำง่ายระหว่างการขนส่ง รวมถึงมีการเกิดโรคเมื่อผลสุก (Baldwin *et al.*, 1998) การเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิเหมาะสม 10-15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้ (Kader, 1994) แต่หากเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ มะม่วงจะได้รับความเสียหายจากความเย็น การเคลือบผิวมะม่วงด้วยสารเคลือบผิวจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้ (Baldwin, 1999; Anjum *et al.*, 2006) เนื่องจากสารเคลือบผิวเป็นสารที่ผลิตขึ้นมาเพื่อทดแทนสารเคลือบผิวตามธรรมชาติที่หายไป มีหน้าที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำ ลดอัตราการ

แลกเปลี่ยนแก๊ส ส่งผลให้กระบวนการหายใจช้าลง ช่วยให้ผลไม้มีลักษณะปรากฏที่ดี ผิวสด ไม่เหี่ยว และมีความมันวาว (นิธิยา, 2547)

สารเคลือบผิวนิยมใช้ในการเคลือบผิวผักและผลไม้เป็นการค้า เช่น แอปเปิ้ล ส้ม อาโวคาโด พริกหวาน มะเขือ และมะเขือเทศ เป็นต้น เพื่อเป็นการลดการสูญเสียน้ำของผลผลิต ผลการเคลื่อนที่ของน้ำมันและไขมันจากภายในออกสู่ภายนอก ชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ชะลอการหายใจของผลผลิตผลสดให้ช้าลง ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มช้าลงด้วย การเคลือบผิวยังมีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซเข้า-ออก โดยเฉพาะลดการดูดซึ่มก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศเข้าสู่ภายในผลไม้ โดยสารเคลือบผิวที่ใช้จะไปอุดเลนติเซลล์ (lenticels) สโตมาตา (stomata) และรอยขั้วผล (stem scars) ที่เป็นรูเปิดตามธรรมชาติ เมื่อใช้สารเคลือบผิวผลไม้จะลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างผลไม้และบรรยากาศภายนอกให้น้อยลงส่งผลให้มีอัตราการหายใจลดลงและมีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลมากขึ้น (Hagenmaier and Baker, 1993)

อิมัลชัน (emulsion) หมายถึง การกระจายตัวของของเหลว 2 ชนิดหรือมากกว่าที่ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากมีแรงตึงผิวที่เกิดขึ้นระหว่างของเหลวทั้งสองชนิด อนุภาคในส่วนที่เป็น dispersed phase จะเป็นอนุภาคทรงกลม หากเป็นอิมัลชันปกติหรือแมโครอิมัลชันจะเป็นสารละลายสีขาวขุ่นและเมื่อตั้งทิ้งไว้ของเหลวจะแยกออกจากกันเป็น 2 ชั้น สำหรับไมโครอิมัลชัน (microemulsion) จะไม่ปรากฏลักษณะเป็นสีขาวขุ่น สารละลายที่ได้จะมีลักษณะโปร่งแสง (translucent) หรือโปร่งแสง (transparent) มีความคงตัวดี และไม่แยกชั้น อนุภาคมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 ไมโครเมตร ถึง 0.01 ไมโครเมตร โดยในการทดลองนี้ใช้สารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นุบา (carnauba) ที่ได้จากผิวปาล์ม (Brazil palm) มีรายงานว่า สารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นุบาช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins (Baldwin *et al.*, 1999) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง (ศิริกานต์และคณะ 2555ก) แพร้ (Amarante *et al.*, 2001) และแอปเปิ้ลพันธุ์ฟูจิ ได้ (Bai *et al.*, 2003) และออกซิไดส์โพลีเอทิลีน (oxidized polyethylene: OPE) ที่เป็นสารเคลือบผิวที่ได้จากการออกซิเดชันของโพลีเอทิลีน มีรายงานว่า สารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของ OPE ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง (ศิริกานต์และคณะ 2555ข) ส้มแมนดาริน พันธุ์ 'Mor' ได้ (Porat *et al.*, 2005) ดังนั้น จึงได้ทดสอบการเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ด้วยสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันที่มีส่วนประกอบของคาร์นุบาและ OPE ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

7. วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. มะม่วง พันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4
2. คาร์นุบา
3. oxidized polyethylene (OPE)
4. เซลแลค (shellac)
5. มอร์โฟลีน (morpholine)

6. กรดโอเลอิก (oleic acid)
7. สารลดการเกิดฟอง (anti-foam)
8. 2,6-dichloroindophenol
9. 0.1N สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
10. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl)
11. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
12. เครื่องกวนสาร (overhead stirrer)
13. เตาให้ความร้อน (hot plate)
14. เทอร์โมมิเตอร์
15. data logger
16. หม้อต้มน้ำร้อนในการทำ hot water treatment
17. ห้องเย็น
18. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ
 - เครื่องวัดสีแบบพกพา Minolta รุ่น CR-10
 - เครื่อง digital refractometer รุ่น PR-101
 - เครื่อง auto titration acidity
 - เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

วิธีดำเนินการ

การเตรียมมะม่วง ใช้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จากสวน GAP จังหวัดสระแก้ว โดยเก็บเกี่ยวมะม่วงที่มีอายุประมาณ 110 วัน หลังพ่นสารเร่งดอก เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วนำมะม่วงกลับมาทำการทดลองที่อาคารปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรกรรมวิชาการเกษตร โดยนำมะม่วงมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ คัดเลือกมะม่วงที่มีความแก่สม่ำเสมอ ด้วยวิธีการลอยด้วยน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ จากนั้นตัดขั้วให้มีความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปจุ่มน้ำร้อน (hot water treatment) ที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วนำมาผ่านน้ำเย็นทันทีเพื่อลดอุณหภูมิ จากนั้นผึ่งให้แห้ง ก่อนนำไปทดสอบสารเคลือบผิว

การทดสอบสารเคลือบผิวแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นูบาต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

1.1 เตรียมสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นูบา กรดโอเลอิก มอร์โฟลีน และสารลดการเกิดฟอง คัดเลือกสารเคลือบผิวที่มีลักษณะเป็นไมโครอิมัลชันซึ่งเป็นสารละลายที่มีความโปร่งใส ไม่มีสีขาวขุ่น มีความคงตัว

ดีและไม่แยกชั้นมาทำการทดลอง โดยคัดเลือกสูตรที่มี total solid content (TSC) 20 เปอร์เซ็นต์ และเตรียมสารเคลือบผิวเซลแลค TSC 20 เปอร์เซ็นต์

1.2 วางแผนการทดลองแบบ split plot design โดยมี

main plot คือ วิธีการเคลือบผิว 5 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 มะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิว (control)

กรรมวิธีที่ 2 สารเคลือบผิวคาร์นูบา 20 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 สารเคลือบผิวเซลแลค 20 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 4 สารเคลือบผิวคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1

กรรมวิธีที่ 5 สารเคลือบผิวคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2

sub plot คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ได้แก่ 0 5 10 15 20 25 30 และ 35 วัน

1.3 หุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมกันกระแทก ก่อนบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 5 วัน และนำไปวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเมื่อผลสุก

การทดลองที่ 2 ผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของ oxidized polyethylene ต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

2.1 เตรียมสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของ OPE กรดโอเลอิก มอร์โฟลีน และสารลดการเกิดฟอง คัดเลือกสารเคลือบผิวที่มีลักษณะเป็นไมโครอิมัลชันซึ่งเป็นสารละลายที่มีความโปร่งใส ไม่มีสีขาวขุ่น มีความคงตัวดีและไม่แยกชั้นมาทำการทดลอง โดยคัดเลือกสูตรที่มี TSC 25 เปอร์เซ็นต์ และเตรียมสารเคลือบผิวเซลแลค TSC 15 เปอร์เซ็นต์

2.2 วางแผนการทดลองแบบ split plot design โดยมี

main plot คือ วิธีการเคลือบผิว 5 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 มะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิว (control)

กรรมวิธีที่ 2 สารเคลือบผิว OPE 25 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 สารเคลือบผิวเซลแลค 15 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 4 สารเคลือบผิว OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1

กรรมวิธีที่ 5 สารเคลือบผิว OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2

sub plot คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ได้แก่ 0 5 10 15 20 25 30 และ 35 วัน

2.3 หุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมกันกระแทกก่อนบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 5 วัน และนำไปวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเมื่อผลสุก

การทดลองที่ 3 ผลของสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

3.1 เตรียมสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์บูนา TSC 20 เปอร์เซ็นต์ สารเคลือบผิว OPE TSC 25 เปอร์เซ็นต์ และสารเคลือบผิวเซลแลค TSC 15 เปอร์เซ็นต์

3.2 วางแผนการทดลองแบบ split plot design โดยมี

main plot คือ วิธีการเคลือบผิว ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 มะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิว (control)

กรรมวิธีที่ 2 สารเคลือบผิวคาร์บูนา 20 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 สารเคลือบผิวคาร์บูนาผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1

กรรมวิธีที่ 4 สารเคลือบผิว OPE 25 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 5 สารเคลือบผิว OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1

sub plot คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ได้แก่ 0 5 10 15 20 25 30 และ 35 วัน

3.3 หุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมกันกระแทกก่อนบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 5 วัน และนำไปวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเมื่อผลสุก

การวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่

- การสูญเสียน้ำหนัก
- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ทำการวัดบริเวณส่วนกลางของผลมะม่วงทั้ง 2 ด้าน ด้านละ 2 จุด ด้วยเครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-10 แล้วบันทึกค่าในระบบ CIE LAB

ค่า L^* คือ ค่าความสว่างของสี ซึ่งค่า L^* มีค่า 0 ถึง 100 ถ้าค่า L^* มาก แสดงว่าสีสว่างมาก โดยที่ระดับ L^* เท่ากับ 0 จะเป็นสีดำ

ค่า a^* คือ ค่าแสดงระดับสีแดง-เขียว เมื่อค่า a^* เป็นบวกจะแสดงลักษณะสีแดง และเมื่อค่าเป็นลบจะแสดงลักษณะสีเขียว โดยที่เมื่อค่าห่าง 0 มากแสดงถึงค่าสีแดงหรือสีเขียวมากขึ้น

ค่า b^* คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง-น้ำเงิน เมื่อค่า b^* มีค่าเป็นบวกจะแสดงลักษณะสีเหลือง และเมื่อเป็นลบจะแสดงลักษณะสีน้ำเงิน โดยที่เมื่อค่าห่าง 0 มากแสดงถึงค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงินมากขึ้น

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids: TSS) โดยนำน้ำคั้นมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ด้วย digital refractometer รุ่น PR-101

- ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity: TA) โดยไตเตรทน้ำคั้นกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 N แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก (citric acid)

- ปริมาณวิตามินซี วัดเป็นปริมาณกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) โดยวิธีไตเตรทกับ 2,6-dichloroindophenol แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและคำนวณเป็น มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

- วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter

- ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

ระยะเวลา (เริ่มต้น – สิ้นสุด)

ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2558

สถานที่ดำเนินการ

อาคารปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์นูบาต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ น้ำดอกไม้เบอร์ 4

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เริ่มต้นการทดลองในขณะที่ผลยังมีสีเขียว ภายหลังจากเคลือบผิวและเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าที่บอกความเป็นสีเขียว-สีแดง (a^*) และค่าที่บอกความเป็นสีน้ำเงิน-สีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเมื่อเก็บรักษานาน 25 วัน ค่า L^* ของมะม่วงที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่า L^* มากกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่า 68.93 ในขณะที่มะม่วงที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ย 66.96 (ตารางที่ 1) ค่า a^* ของมะม่วงเมื่อเก็บรักษานาน 25 วัน พบว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคมีค่า a^* น้อยที่สุด คือ -5.06 ซึ่งแสดงว่าเปลือกของมะม่วงมีสีเขียวมากกว่ากรรมวิธีอื่น รองลงมาคือ มะม่วงที่เคลือบด้วยคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2 คาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 คาร์นูบาความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว โดยมีค่า a^* 4.88 -3.19 -1.71 และ -0.06 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ส่วนค่า b^* ของมะม่วงที่เก็บรักษานาน 25 วัน พบว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b^* น้อยที่สุด 43.48 ซึ่งหมายความว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าที่สุด ในขณะที่มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเหลืองมากกว่ากรรมวิธีอื่นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน โดยมีค่า b^* 45.95 (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากเอทิลินที่ผลิตขึ้นขณะเข้าสู่กระบวนการสุกจะชักนำเอนไซม์คลอโรฟิลเลสให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Shimokawa *et al.*, 1978)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก มะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บรักษานานขึ้นมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น โดยมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลค 20 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด 8.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะม่วงที่เคลือบด้วยคาร์นูบา 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก 5.16 เปอร์เซ็นต์ คาร์นูบาผสมเซลแลค 8:2 4.93 เปอร์เซ็นต์ คาร์นูบาผสมเซลแลค 9:1 4.78 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 4.37 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) สารเคลือบผิวทุกกรรมวิธีเป็นสารเคลือบผิวประเภทไขมันซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการถ่ายเทความชื้นได้ดี ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่เคลือบผิว (Krochta *et al.*, 1994) และเช่นเดียวกับการทดลองเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์

Tommy Atkins ที่พบว่า สารเคลือบผิวคาร์นูบาช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการสุก และชะลอการเน่าเสียของมะม่วงได้ (Baldwin *et al.*, 1999)

คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางเคมีที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ปริมาณวิตามินซี และค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่า มะม่วงที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวเมื่อผลสุกมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่ามะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิว โดยเมื่อเก็บในห้องเย็นนาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่ห้องมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 15.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย 12.86 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการสูญเสียและอาหารที่สะสมไว้มีการเปลี่ยนรูปเป็นน้ำตาล ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้น (Fuchs *et al.*, 1980) (ตารางที่ 5) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 0.44 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บนาน 25 วัน (ตารางที่ 6) ในส่วนของปริมาณวิตามินซี พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวเมื่อสุกมีแนวโน้มว่ามีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบผิว (ตารางที่ 7) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ของมะม่วงทุกกรรมวิธีพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

ระยะเวลาในการสุกของมะม่วง มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวจะใช้เวลาในการสุกเร็วกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวภายหลังจากออกจากห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการสุกช้าที่สุดและเมื่อเก็บในห้องเย็นนาน 10 วัน เมื่อนำมาวางให้สุกพบว่า สีเปลือกจะไม่เปลี่ยนเป็นสีเขียวถึงแม้ว่าผลมะม่วงจะนิ่มแล้วก็ตาม ในขณะที่มะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบาและคาร์นูบาผสมเซลแลคทั้งสองอัตราส่วนมะม่วงสุกได้ปกติเมื่อนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มะม่วงที่เคลือบด้วยคาร์นูบาและคาร์นูบาผสมเซลแลคใช้เวลาสุก 4 วัน ในขณะที่มะม่วงที่ไม่ผ่านการเคลือบผิววางที่อุณหภูมิห้องเพียง 2 วัน ผลสุก ส่วนมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเหลืองแม้ผลจะนิ่ม ซึ่งใช้เวลาประมาณ 7 วัน ผลจึงนิ่ม (ตารางที่ 9)

การยอมรับของผู้บริโภค มะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบาและคาร์นูบาผสมเซลแลค 9:1 เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บนานไม่เกิน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และเมื่อนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้องสามารถพัฒนาการสุกได้ปกติไม่มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ โดยมีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเฉลี่ย 5.25 (ตารางที่ 10) ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบาผสมเซลแลค 8:2 มีการยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บนานไม่เกิน 20 วัน เพราะหากเก็บนานขึ้นจะเกิดโรคในขณะการเก็บรักษา โดยมีอาการเป็นจุดสีดำที่ผิวและขั้วผล และจะเกิดกลิ่นผิดปกติในมะม่วงที่เคลือบผิว ในขณะที่มะม่วงที่เคลือบผิวด้วยเซลแลคพบว่า เมื่อเก็บในห้องเย็นมะม่วงไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเหลืองเมื่อผลสุกแม้ว่าผลมะม่วงจะนิ่ม และเมื่อรับประทานจะมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ เนื่องจากการที่สารเคลือบผิวไปอุดรูเปิดที่ผิวหนังด้านนอกของมะม่วง ความหนาของสารเคลือบผิวไม่ใช่ปัจจัยหลักที่จะมีผลต่อปริมาณอากาศที่เข้าไปในผลไม้ทั้งหมดแต่ชนิดของสารเคลือบผิวที่ใช้เป็นปัจจัยหลัก การใช้สารเคลือบผิวที่เป็นเรซิน (resinous coating) เช่น เซลแลค และวูดโรซิน (wood rosin) เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชัน พบว่า สารเคลือบผิวที่เป็นเรซินลดปริมาณอากาศลงถึง 92-98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันลดปริมาณอากาศลง 78-83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอธิบายได้ว่าการทำให้อยู่ในรูปไมโครอิมัลชัน เมื่อสารเคลือบผิวแห้งโครงสร้างของสารเคลือบผิวจะมีรูเล็กๆ เกิดขึ้น เนื่องจากอนุภาคหยดน้ำ

ในอิมัลชันระเหยหายไปเมื่อผิวแห้งจึงเป็นช่องทางให้ก๊าซผ่านเข้าออกได้บ้าง (Hagenmaier and Baker, 1997) ทำให้มะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสีเปลือกได้และเกิดกลิ่นผิดปกติระหว่างการเก็บรักษา

การเกิดโรค มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่นำมาใช้ในการทดลองไม่พบอาการของโรคเมื่อเริ่มต้นทดลอง (ภาพที่ 1) จนกระทั่งเมื่อเก็บนาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวพบการเกิดโรคเมื่อผลสุก (ภาพที่ 2) โดยมีจุดดำที่เปลือกและแสดงอาการถึงเนื้อมะม่วง และมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคสีเปลือกยังคงเป็นสีเขียวและเริ่มมีอาการของโรคเมื่อผลนิ่ม สำหรับมะม่วงที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธี พบการเกิดโรคเมื่อเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 3) และพบอาการของโรคมายิ่งขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ถึงแม้ว่าจะเก็บรักษาในห้องเย็นก็ตาม (ภาพที่ 4) โดยอาการของโรคที่พบขณะการเก็บรักษา คือ ขั้วผลเน่าและเป็นจุดดำที่ผล (ภาพที่ 5) ซึ่งอาการดังกล่าวจะทำให้เนื้อมะม่วงมีอาการช้ำ ดำและเกิดกลิ่นผิดปกติ

ตารางที่ 1 ค่าความสว่างของสี (L-value) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	65.37	66.47	66.13	66.20	68.93 a	68.93 a	67.00
Carnauba 20%	65.13	66.78	66.93	67.19	67.18 b	67.28 ab	66.75
Shellac 20%	65.62	66.63	66.38	66.97	66.98 b	66.08 b	66.44
Carnauba:Shellac 9:1	65.33	66.14	65.60	66.70	67.12 b	65.41 c	66.05
Carnauba:Shellac 8:2	65.42	66.00	67.19	67.70	66.56 b	64.95 c	66.30
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	65.37	66.40	66.45	66.95	67.35	66.53	66.51

CV (กรรมวิธี) = 2.0% CV (เวลาเก็บรักษา) = 2.3%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่า a* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	-7.29	-7.03	-7.04	-4.92	-0.06	1.51	-4.14
Carnauba 20%	-7.49	-7.76	-7.15	-4.72	-1.71	-1.33	-5.03
Shellac 20%	-8.08	-8.08	-6.56	-6.12	-5.06	-3.86	-6.29
Carnauba:Shellac 9:1	-8.20	-8.07	-7.21	-6.06	-3.19	-2.48	-5.87
Carnauba:Shellac 8:2	-7.73	-7.94	-6.78	-5.53	-4.88	-2.92	-5.96
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	-7.76	-7.78	-6.95	-5.47	-2.98	-1.81	-5.46

ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากข้อมูลมีค่าติดลบ

ตารางที่ 3 ค่า b* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	42.14	41.78	42.05	43.46 b	45.95 b	47.17 b	43.76
Carnauba 20%	41.70	41.64	41.13	42.99 b	44.98 ab	46.87 b	43.22
Shellac 20%	41.23	41.25	40.90	40.98 a	43.48 a	44.32 a	42.03
Carnauba:Shellac 9:1	41.75	42.47	41.51	42.05 ab	44.34 ab	46.08 ab	43.03
Carnauba:Shellac 8:2	41.95	42.01	41.35	42.22 ab	43.98 ab	45.57 ab	42.85
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	41.75	41.83	41.39	42.34	44.55	46.00	

CV (กรรมวิธี) = 3.3% CV (เวลาเก็บรักษา) = 4.4%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	1.85 b	3.85 b	5.17 c	6.53 c	8.77 c	9.90 c	6.01
Carnauba 20%	1.06 a	2.08 ab	3.15 b	4.01 ab	5.16 b	5.68 b	3.52
Shellac 20%	0.87 a	1.89 a	2.52 a	3.49 a	4.37 a	5.04 a	3.03
Carnauba:Shellac 9:1	1.13 ab	2.21 ab	2.66 ab	4.32 b	4.78 ab	5.42 ab	3.42
Carnauba:Shellac 8:2	1.15 ab	2.00 ab	3.00 ab	3.95 ab	4.93 b	5.33 ab	3.40
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	1.21	2.41	3.30	4.46	5.60	6.28	
CV (กรรมวิธี) = 11.0% CV (เวลาเก็บรักษา) = 11.3%							

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	15.93 a	16.40 a	16.03 a	15.53 a	15.80 a	15.00 a	16.52 a	15.89
Carnauba 20%	12.73 c	12.42 c	13.23 bc	12.53 c	12.55 b	13.05 b	12.02 b	12.65
Shellac 20%	13.52 b	14.07 b	14.05 b	14.70 b	12.57 b	12.82 b	12.93 b	13.52
Carnauba:Shellac 9:1	13.85 b	12.98 c	12.58 c	13.08 c	12.75 b	13.25 b	12.63 b	13.02
Carnauba:Shellac 8:2	13.23 b	13.68 b	12.87 c	13.20 c	12.28 b	12.35 b	13.12 b	12.96
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	13.85	13.91	13.75	13.81	13.19	13.29	13.44	
CV (กรรมวิธี) = 5.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 6.8%								

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	0.44	0.36	0.41	0.6	0.49	0.49	0.60	0.48
Carnauba 20%	0.40	0.53	0.6	0.49	0.42	0.44	0.40	0.47
Shellac 20%	0.53	0.59	0.44	0.43	0.46	0.42	0.42	0.47
Carnauba:Shellac 9:1	0.49	0.43	0.42	0.42	0.66	0.54	0.45	0.49
Carnauba:Shellac 8:2	0.47	0.50	0.51	0.56	0.40	0.31	0.45	0.46
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	0.47	0.48	0.48	0.50	0.49	0.44	0.46	

CV (กรรมวิธี) = 61% CV (เวลาเก็บรักษา) = 57.5%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	13.47	13.70 a	13.43 a	13.88 a	14.70 a	12.40	13.00 a	13.51
Carnauba 20%	12.33	11.82 b	13.55 a	12.35 b	11.82 b	12.48	12.42 ab	12.40
Shellac 20%	11.68	11.72 b	11.12 b	11.78 b	11.80 b	11.43	12.27 ab	11.69
Carnauba:Shellac 9:1	11.50	11.70 b	12.45 b	12.63 b	14.57 a	12.72	11.72 b	12.47
Carnauba:Shellac 8:2	11.82	13.97 a	12.13 b	12.65 b	11.47 b	11.55	12.20 ab	12.26
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	12.16	12.58	12.54	12.66	12.87	12.12	12.32	
CV (กรรมวิธี) = 19.5% CV (เวลาเก็บรักษา) = 26.2%								

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 8 ค่าความเป็นกรด-ด่างของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	5.52	5.14	4.93	4.60	4.78	4.86	4.07	4.84
Carnauba 20%	4.81	4.78	4.77	4.65	4.85	4.97	4.32	4.74
Shellac 20%	4.84	4.50	4.64	4.56	4.72	4.61	4.60	4.64
Carnauba:Shellac 9:1	4.44	4.80	4.95	4.95	4.72	4.78	4.90	4.79
Carnauba:Shellac 8:2	4.89	4.38	4.79	4.65	5.10	5.34	4.98	4.87
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	4.90	4.72	4.81	4.68	4.83	4.91	4.57	
CV (กรรมวิธี) = 9.2% CV (เวลาเก็บรักษา) = 9.4%								

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 จำนวนวันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก ภายหลังจากนำมะม่วงออกมาจาก ห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
ไม่เคลือบผิว	11	8	8	5	5	2	0
Carnauba 20%	12	8	8	8	7	4	3
Shellac 20%	13	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก
Carnauba:Shellac 9:1	13	8	10	8	7	4	3
Carnauba:Shellac 8:2	12	9	9	8	7	7	3

ตารางที่ 10 ค่าคะแนนความชอบโดยรวม (ค่าคะแนน 1-9) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	7.17	7.50	7.67	6.83	5.00	3.67	3.17	5.86
Carnauba 20%	6.50	6.17	7.17	4.83	6.33	5.17	3.33	5.64
Shellac 20%	6.83	4.00	4.17	4.50	4.33	3.17	3.67	4.38
Carnauba:Shellac 9:1	5.17	5.67	6.83	5.33	5.17	5.33	4.83	5.48
Carnauba:Shellac 8:2	7.00	6.50	5.67	6.50	5.50	3.17	2.83	5.31
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	6.53	5.97	6.30	5.60	5.27	4.10	3.57	

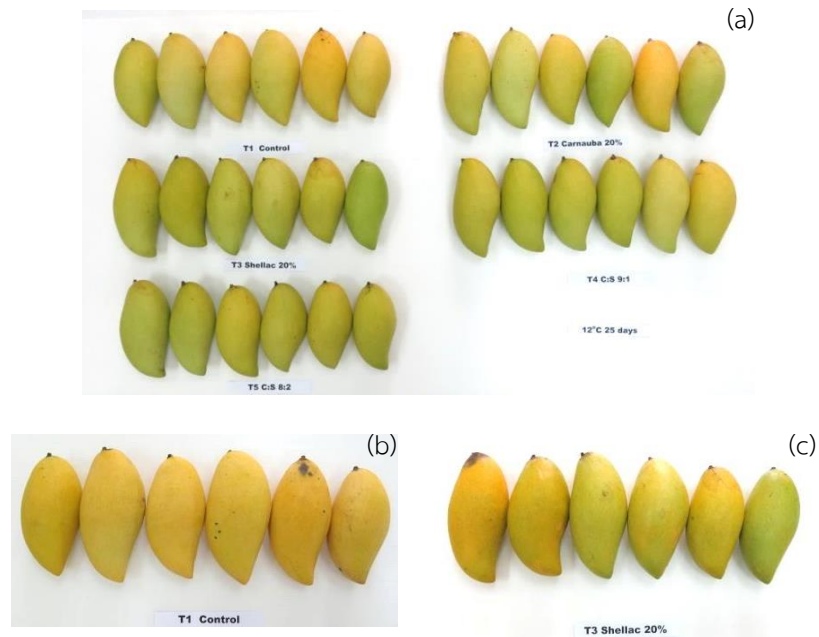
CV (กรรมวิธี) = 43.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 38.5%

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด



ภาพที่ 1 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เมื่อเริ่มต้นทำการทดลอง



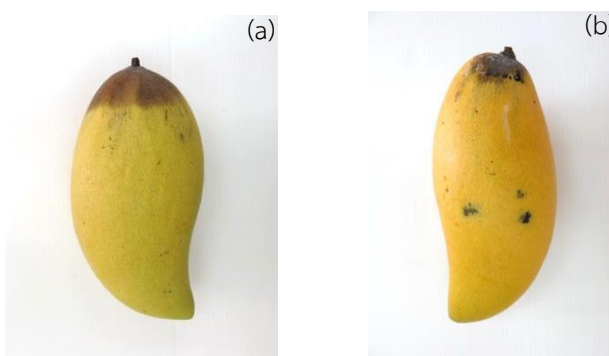
ภาพที่ 2 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (a) มะม่วงที่ไม่เคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน (b) และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน (c)



ภาพที่ 3 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน



ภาพที่ 4 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน



ภาพที่ 5 โรคที่พบในระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองที่ 2 ผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของ oxidized polyethylene ต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก มะม่วงที่นำมาทดลองมีความแก่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ แต่สีเปลือกยังมีสีเขียว ภายหลังจากเคลือบผิวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าความสว่างของสี (L^*) ค่าสีเขียว-แดง (a^*) และค่าที่บอกความเป็นสีน้ำเงิน-สีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยค่าความสว่างของสีพบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่าความสว่างของสีสูงกว่ามะม่วงกรรมวิธีอื่น โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน มีค่า 73.93 มะม่วงที่เคลือบด้วย OPE และ OPE ผสมเซลแลคมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ย 72.22 ส่วนมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคมีค่า L^* ต่ำที่สุด 69.30 (ตารางที่ 11) ค่า a^* ของมะม่วงพบว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคมีการเป็นสีเขียวมากกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน มีค่า a^* -1.80 มะม่วงที่เคลือบด้วย OPE ผสมเซลแลคอัตราส่วน 8:2 อัตราส่วน 9:1 และเคลือบด้วย OPE 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า a^* 2.31 2.89 และ 3.29 ตามลำดับ และมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่า a^* มากที่สุดคือ 4.23 ซึ่งหมายถึง มะม่วงมีการเปลี่ยนแปลง สีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองมากที่สุด (ตารางที่ 12) ส่วนค่า b^* ของมะม่วงพบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่า b^* มากที่สุด ซึ่งหมายถึง สีเปลือกมีความเป็นสีเหลืองมากกว่ากรรมวิธีอื่นหรือจะเรียกว่า สุกเร็วกว่ากรรมวิธีอื่นนั่นเอง โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน มีค่า b^* 47.92 ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย OPE และ OPE ผสมเซลแลคทั้งสองอัตราส่วนมีค่า b^* เฉลี่ย 46.26 ส่วนมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลค 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด 42.71 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้ากว่ากรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 13)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก มะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บรักษานานขึ้นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงขึ้น โดยมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยเซลแลคมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 3.49 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14) รองลงมาคือมะม่วงที่เคลือบด้วย OPE ผสมเซลแลคอัตราส่วน 8:2 OPE ผสมเซลแลคอัตราส่วน 9:1 และสารเคลือบผิว OPE โดยมีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก 4.37 4.49 และ 4.51 ตามลำดับ และมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด 7.45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน สารเคลือบผิวเป็นตัวช่วยในการปกคลุมหรือทดแทนไขที่เคี่ยมืออยู่ จึงช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักที่เกิดขึ้นได้ (จริงแท้, 2541)

คุณภาพทางเคมี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่าสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธีโดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 13.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยกรรมวิธีอื่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ระหว่าง 11-12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15) ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรทได้พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่าสูงที่สุดคือ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีอื่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บนาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 16) และปริมาณวิตามินซีก็เช่นเดียวกันที่พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีแนวโน้มว่ามีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด 18.89 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อเก็บนาน 25 วัน ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของคาร์บูนามีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ย 15.31 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมะม่วงที่เคลือบด้วยเซลแลคมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด 11.51 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 17)

ระยะเวลาในการสุกของมะม่วง มะม่วงภายหลังจากเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และย้ายออกมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ผลสุก พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวใช้ระยะเวลาในการสุกสั้นที่สุด และมะม่วงที่

เคลื่อนด้วยเซลล์ 15 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาในการสุกนานที่สุด และยิ่งเก็บรักษาในห้องเย็นนานขึ้นมะม่วงที่เคลื่อนด้วยเซลล์ยิ่งมีการพัฒนาการสุกผิดปกติคือ สีเปลือกยังคงเป็นสีเขียวไม่แตกต่างจากเริ่มต้นทดลองมากนัก ถึงแม้ว่าผลจะนิ่ม มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติเมื่อรับประทาน โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน มะม่วงที่ไม่เคลื่อนผิวใช้เวลาในการสุก 1 วัน มะม่วงที่เคลื่อนด้วย OPE และ OPE ผสมเซลล์ใช้เวลา 5 วัน ส่วนมะม่วงที่เคลื่อนด้วยเซลล์ ตรวจสอบคุณภาพเมื่อ 8 วัน สีเปลือกยังคงเป็นสีเขียวแต่เนื้อผลนิ่ม (ตารางที่ 18) การใช้สารเคลือบผิวสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนค่อยๆ ลดลงในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานและการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีน (Zagory and Kader, 1988) ทำให้สามารถชะลอการสุกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงได้

การยอมรับของผู้บริโภค มะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บรักษานานขึ้นมีค่าการยอมรับของผู้บริโภคลดลงโดยมะม่วงที่เคลื่อนผิวด้วย OPE และ OPE ผสมเซลล์ อัตราส่วน 9:1 สามารถเก็บได้นาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส โดยมีการพัฒนาการสุกปกติและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 6.08 คือ ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 19) หากเก็บนานขึ้นจะพบอาการเกิดโรคเมื่อผลสุก ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลื่อนผิวและมะม่วงที่เคลื่อนผิวด้วย OPE ผสมเซลล์ อัตราส่วน 8:2 เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บนานไม่เกิน 20 วัน โดยมีค่าคะแนนความชอบโดยรวม 6.50 และ 5.33 ตามลำดับ ในขณะที่มะม่วงที่เคลื่อนด้วยเซลล์มะม่วงไม่สามารถสุกได้ตามปกติ โดยสีเปลือกไม่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองแม้ว่าผลจะนิ่มและมีกลิ่นผิดปกติเมื่อรับประทาน ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคตั้งแต่เริ่มต้น เช่นเดียวกับการทดลองเคลือบผิวส้มแมนดารินที่พบว่า การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว OPE มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่าการเคลือบผิวด้วยเซลล์และเรซิน ซึ่งหากการแลกเปลี่ยนก๊าซไม่ดีจะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่งผลให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติเมื่อรับประทาน (Porat *et al.*, 2005)

การเกิดโรค มะม่วงที่ใช้ทำการทดลองจะคัดเลือกผลที่ไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง (ภาพที่ 6) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ในระยะ 20 วันแรก ไม่พบการเกิดโรค ยกเว้นในมะม่วงที่เคลื่อนด้วยเซลล์ที่พบการเกิดโรคเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน (ภาพที่ 7) มะม่วงที่ไม่เคลื่อนผิวและมะม่วงที่เคลื่อนผิวด้วย OPE ผสมเซลล์ อัตราส่วน 8:2 เก็บรักษานาน 25 วัน แล้วนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบการเกิดโรคเมื่อผลสุก (ภาพที่ 8a) โดยมะม่วงที่ไม่เคลื่อนผิวเมื่อผลสุกจะมีจุดสีดำบริเวณเปลือกและบริเวณซั้วผลไม่มากนัก ซึ่งอาจจะเกิดจากโรคขั้วเน่า (ภาพที่ 8b) ส่วนมะม่วงที่เคลื่อนผิวด้วย OPE ผสมเซลล์ อัตราส่วน 8:2 ผลมะม่วงจะเกิดอาการช้ำดำตั้งแต่ซั้วผลจนถึงกึ่งกลางผล ทำให้เกิดรอยเสี้ยนสีดำตามผิวมะม่วง และเนื้อมะม่วงก็ได้รับความเสียหายเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 8c) ส่วนมะม่วงที่เคลื่อนผิวด้วย OPE และ OPE ผสมเซลล์ อัตราส่วน 9:1 พบการเกิดโรคเมื่อเก็บนาน 30 วัน (ภาพที่ 9) แล้วนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยพบอาการเน่าที่ซั้วผลและกระจายลงมาจนถึงกึ่งกลางผลซึ่งอาการดังกล่าวกระทบต่อเนื้อมะม่วงด้วย (ภาพที่ 10)

ตารางที่ 11 ค่าความสว่างของสี (L-value) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย
----------	-------------------	-----------

	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	กรรมวิธี
ไม่เคลือบผิว	69.80	70.58 a	72.64 a	73.34 a	73.93 a	74.08 a	72.39
OPE 25%	69.38	69.20 ab	70.56 b	72.00 a	72.46 ab	72.79 b	71.06
Shellac 15%	68.67	68.75 b	68.83 c	69.13 b	69.30 c	69.56 c	69.04
OPE:Shellac 9:1	70.00	69.35 ab	70.29 b	71.83 a	72.23 b	72.27 b	70.99
OPE:Shellac 8:2	69.38	69.48 ab	69.97 bc	71.12 ab	71.99 b	71.91 bc	70.64
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	69.45	69.47	70.46	71.48	71.98	72.12	

CV (กรรมวิธี) = 2.0% CV (เวลาเก็บรักษา) = 2.3%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 ค่า a* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	-7.66	-4.88	-2.12	0.35	4.23	5.43	-0.77
OPE 25%	-7.24	-6.39	-3.92	-0.47	3.29	4.90	-1.64
Shellac 15%	-8.68	-7.93	-7.27	-4.90	-1.80	-1.36	-5.32
OPE:Shellac 9:1	-7.81	-6.12	-2.84	-0.67	2.89	4.43	-1.69
OPE:Shellac 8:2	-6.77	-6.92	-4.25	-1.45	2.31	4.32	-2.13
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	-7.63	-6.45	-4.08	-1.43	2.18	3.54	

ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากข้อมูลมีค่าติดลบ

ตารางที่ 13 ค่า b* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	38.60	40.00	42.48 b	44.91 b	47.92 c	49.22 c	43.85
OPE 25%	39.52	40.38	41.24 ab	44.21 b	46.48 bc	48.29 bc	43.35
Shellac 15%	39.15	39.72	39.73 a	43.24 a	42.71 a	42.63 a	41.20
OPE:Shellac 9:1	38.80	40.30	40.63 a	44.09 b	46.18 b	47.93 bc	42.99
OPE:Shellac 8:2	38.46	39.91	40.65 a	43.67 a	46.14 b	47.23 b	42.67
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	38.90	40.06	40.94	44.02	45.89	47.06	

CV (กรรมวิธี) = 3.1% CV (เวลาเก็บรักษา) = 3.6%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	1.51 b	2.35 c	4.63 d	5.61 d	7.45 c	9.54 c	5.18
OPE 25%	0.92 a	1.60 b	3.03 c	3.74 c	4.51 b	5.03 b	3.14
Shellac 15%	0.63 a	0.87 a	1.79 a	2.47 a	3.49 a	4.06 a	2.22
OPE:Shellac 9:1	0.90 a	1.51 b	2.66 b	3.23 bc	4.49 b	4.81 b	2.93
OPE:Shellac 8:2	0.87 a	1.40 b	2.30 b	3.16 b	4.37 b	4.62 b	2.79
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	0.96	1.55	2.88	3.64	4.86	5.61	

CV (กรรมวิธี) = 15.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 13.9%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	13.98 a	13.35 a	13.90 a	13.53 a	13.47 a	13.15 a	13.98 a	13.62
OPE 25%	12.70 b	12.98 ab	13.00 b	13.58 a	13.48 a	12.22 b	12.17 b	12.88
Shellac 15%	12.72 b	12.45 b	12.98 b	12.37 b	12.13 b	11.98 b	11.82 bc	12.35
OPE:Shellac 9:1	13.62 a	12.05 b	12.02 c	12.75 b	12.63 b	12.08 b	12.30 b	12.49
OPE:Shellac 8:2	12.57 b	12.18 b	12.18 c	12.67 b	11.50 b	11.25 c	11.58 c	11.99
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	13.12	12.60	12.82	12.98	12.64	12.14	12.37	

CV (กรรมวิธี) = 6.0% CV (เวลาเก็บรักษา) = 6.1%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 16 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศา-เซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	0.29 a	0.19 b	0.21	0.21 ab	0.20	0.27 a	0.19 ab	0.22
OPE 25%	0.19 c	0.19 b	0.18	0.20 ab	0.17	0.21 b	0.17 b	0.18
Shellac 15%	0.24 b	0.26 a	0.19	0.25 a	0.19	0.23 ab	0.23 a	0.23
OPE:Shellac 9:1	0.15 c	0.20 ab	0.20	0.18 b	0.18	0.20 b	0.16 b	0.18
OPE:Shellac 8:2	0.23 b	0.22 ab	0.21	0.18 b	0.20	0.21 ab	0.17 b	0.20
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.22	0.18	

CV (กรรมวิธี) = 26.6% CV (เวลาเก็บรักษา) = 24.7%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	12.84 ab	16.33 a	15.02 a	18.76 a	19.64 a	18.89 a	17.22 a	17.96
OPE 25%	13.76 a	10.40 b	11.41 b	16.59 ab	18.44 a	15.25 b	14.42 ab	14.04
Shellac 15%	13.55 ab	11.53 b	10.63 b	15.33 b	17.38 ab	11.51 c	13.04 b	16.28
OPE:Shellac 9:1	10.10 b	10.15 b	11.81 b	11.51 c	16.04 b	16.96 ab	15.24 ab	13.40
OPE:Shellac 8:2	14.88 a	10.20 b	11.61 b	10.28 c	13.55 c	13.73 bc	15.99 ab	14.75

ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	17.03	13.12	12.10	15.49	17.01	16.47	15.78	
CV(a) (กรรมวิธี) = 19.6% CV (b) (เวลาเก็บรักษา) = 19.1%								
อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)								

ตารางที่ 18 จำนวนวันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก ภายหลังจากนำมะม่วงออกมาจากห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
ไม่เคลือบผิว	8	4	6	4	4	1	1
OPE 25%	11	5	7	5	5	5	4
Shellac 15%	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก	ไม่สุก
OPE:Shellac 9:1	11	5	7	6	5	5	4
OPE:Shellac 8:2	12	5	7	6	5	5	4

ตารางที่ 19 ค่าคะแนนความชอบโดยรวม (ค่าคะแนน 1-9) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	7.33 a	6.50 a	7.00 a	6.50 a	6.50 a	3.50 c	3.00 b	5.76
OPE 25%	6.50 a	6.00 a	6.33 a	6.50 a	5.83 a	6.50 a	4.33 a	6.00
Shellac 15%	4.33 b	5.00 b	4.50 b	2.83 b	3.00 c	1.83 d	3.83 ab	3.62
OPE:Shellac 9:1	7.50 a	5.83 ab	6.33 a	6.83 a	5.83 a	5.67 ab	4.33 a	6.05
OPE:Shellac 8:2	6.83 a	6.00 a	6.00 a	6.33 a	5.33 b	4.17 b	4.17 a	5.55
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	6.50	5.87	6.03	5.80	5.30	4.33	3.93	
CV (กรรมวิธี) = 15.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 18.7%								

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด





ภาพที่ 7 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน (a) และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน (b)



ภาพที่ 8 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (a) มะม่วงที่ไม่เคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (b) และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วันและนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 5 วัน (c)



ภาพที่ 9 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน (a) มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย OPE 25 เปอร์เซ็นต์ OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 และอัตราส่วน 8:2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 4 วัน (b) และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค 15 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 6 วัน (c)



ภาพที่ 10 โรคที่พบในระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองที่ 3 ผลของสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เมื่อเริ่มต้นการทดลองมีสีเปลือกเป็นสีเขียว ภายหลังจากเก็บรักษาที่ 12 องศาเซลเซียส สีเปลือกค่อยๆ มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง โดยมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเหลืองเร็วกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธี โดยค่าความสว่างของสีเมื่อเก็บนาน 25 วัน มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่าสูงสุด 71.48 ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธีมีค่าความสว่างของสีเปลือกไม่แตกต่างกันโดยมีค่าเฉลี่ย 68.85 (ตารางที่ 20) ส่วนค่า a^* พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่า a^* มากที่สุด โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน มีค่า a^* -0.38 ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวมีค่า a^* ไม่แตกต่างกันมากนักโดยมีค่าเฉลี่ย -4.42 (ตารางที่ 21) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามะม่วงที่เคลือบผิวมีสีเปลือกเป็นสีเขียวมากกว่ามะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและค่า b^* พบว่า เริ่มพบความแตกต่างเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน โดยพบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเหลืองเร็วกว่ามะม่วงที่เคลือบผิว ซึ่งจะเห็นได้จากมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่า b^* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน ค่า b^* 43.30 ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวมีค่า b^* เฉลี่ย 41.40 (ตารางที่ 22)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวและเมื่อเก็บนานขึ้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงทุกกรรมวิธีจะสูงขึ้นและเมื่อเก็บนาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวประมาณ 2 เท่า ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 23) ซึ่งมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวนั้น สารเคลือบผิวจะเป็นตัวช่วยปกคลุมหรือทดแทน ไซโตไคนนินอยู่ จึงสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ (จริงแท้, 2541)

คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ และวิตามินซี พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ และวิตามินซี สูงกว่ามะม่วงที่เคลือบผิว โดยมะม่วงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 15.58 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะม่วงที่เคลือบผิวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 13.72-14.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 24) ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ก็เช่นเดียวกันที่พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่าสูงกว่าเมื่อผลสุก (ตารางที่ 25) โดยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ 0.62 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะม่วงที่เคลือบผิวมีค่าเฉลี่ย 0.25 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณวิตามินซีของมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่า 19.84 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมะม่วงที่เคลือบผิวมีค่าเฉลี่ย 14.38 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 26)

ระยะเวลาในการสุกของมะม่วง มะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บในห้องเย็นนานขึ้น จะใช้เวลาในการสุกสั้นลงภายหลังจากวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง โดยการเคลือบผิวมะม่วงจะช่วยชะลอการสุกของมะม่วงให้ช้าลง โดยเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้า มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า และผลมะม่วงจะนิ่มช้ากว่ามะม่วงที่ไม่เคลือบผิว โดยมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการสุก 6 วัน ในขณะที่มะม่วงที่เคลือบผิวใช้เวลาในการสุก 8 วัน (ตารางที่ 27) การใช้สารเคลือบผิวสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนค่อยๆ ลดลงในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อ

การทำงานและการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีน (Zagory and Kader, 1988) ทำให้สามารถชะลอการสุกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงได้

ความชอบโดยรวม ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงทุกระบบวิธีเมื่อผลสุกมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยมะม่วงที่เคลือบผิวทุกระบบวิธีมีค่าคะแนนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บนานไม่เกิน 25 วัน โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 6.17 ซึ่งหมายถึง ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 28) ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บนานไม่เกิน 20 วัน โดยมีค่าคะแนนความชอบ 5.5 ซึ่งหมายถึงยอมรับได้ ทุกระบบวิธีหากเก็บนานขึ้นจะพบค่าคะแนนความชอบลดลงจนไม่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากพบการเกิดโรคและมึกลิ่นและรสชาติผิดปกติขณะรับประทาน ซึ่งการที่ค่าคะแนนความชอบลดลงนั้นแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของมะม่วงที่ค่อยๆ ลดลงด้วย เนื่องจากการเข้าสู่ระยะของการเสื่อมสลายหลังจากที่มีการสุกเกิดขึ้น อันเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของผลไม้ (Wills *et al.*, 1981)

การเกิดโรค มะม่วงที่นำมาทำการทดลองนั้น ได้คัดเลือกผลที่ไม่มีตำหนิ ไม่มีโรคและแมลงเข้าทำลาย (ภาพที่ 11) เมื่อนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน ไม่พบการเกิดโรคในทุกระบบวิธี (ภาพที่ 12) แต่เมื่อเก็บนาน 25 วัน มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวจะพบการเกิดโรคเมื่อผลสุก โดยเป็นจุดสีดำเล็กๆ ที่เปลือกมะม่วง และแสดงอาการไปถึงเนื้อมะม่วงภายหลังการปอกเปลือก ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวไม่พบอาการของโรคเมื่อผลสุก (ภาพที่ 13) แต่เมื่อเก็บนานขึ้นถึง 30 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะพบการเกิดโรคทุกระบบวิธี (ภาพที่ 14) โดยอาการของโรคที่พบคือ จะเป็นจุดสีดำที่เปลือกมีอาการเน่าที่ซั้วผล บางครั้งอาการเน่าจะลามลงมาถึงกึ่งกลางผล (ภาพที่ 15 a-c) และบางผลจะแสดงอาการที่เนื้อมะม่วงโดยเป็นจุดสีดำภายในเนื้อมะม่วง (ภาพที่ 15 d)

ตารางที่ 20 ค่าความสว่างของสี (L*) ของมะม่วงของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	68.93 b	69.33 b	69.71 b	71.32 b	71.48 a	72.21 a	70.50
Carnauba	67.84 ab	68.16 ab	68.08 a	68.94 a	68.98 b	69.47 b	68.58
Carnauba+Shellac	67.33 a	67.41 ab	67.82 a	68.47 a	68.64 b	69.29 b	68.16
OPE	67.21 a	67.60 a	67.80 a	68.57 a	68.60 b	68.97 b	68.12
OPE+Shellac	67.34 a	68.27 a	68.28 a	68.87 a	69.18 b	69.90 b	68.64
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	67.73	68.15	68.34	69.23	69.37	69.97	

CV (กรรมวิธี) = 1.5% CV (เวลาเก็บรักษา) = 1.6%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 21 ค่า a* ของมะม่วงของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	-9.26	-8.73	-7.30	-3.09	-0.38	0.89	-4.65
Carnauba	-9.32	-8.68	-7.75	-5.64	-4.53	-2.50	-6.40
Carnauba+Shellac	-9.35	-8.45	-8.45	-6.28	-4.45	-2.56	-6.59
OPE	-9.68	-8.91	-8.34	-5.66	-4.19	-1.84	-6.44
OPE+Shellac	-9.46	-8.96	-8.54	-6.17	-4.51	-1.86	-6.58
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	-9.42	-8.75	-8.07	-5.37	-3.61	-1.58	

ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากข้อมูลมีค่าติดลบ

ตารางที่ 22 ค่า b* ของมะม่วงของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	38.59	38.47	39.18 b	41.28 b	43.26 b	47.38 b	41.36
Carnauba	37.90	37.46	37.93 a	39.17 a	41.06 a	43.17 a	39.45
Carnauba+Shellac	39.25	38.15	37.67 a	39.68 a	41.20 a	43.12 a	39.85
OPE	39.00	37.70	38.11 a	39.65 a	41.70 a	43.22 a	39.90
OPE+Shellac	39.02	38.00	38.18 a	39.89 a	41.58 a	43.59 a	40.04
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	38.75	37.96	38.21	39.93	41.76	44.10	

CV (กรรมวิธี) = 2.7% CV (เวลาเก็บรักษา) = 2.6%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 23 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	1.41 b	3.24 b	5.12 b	7.90 b	10.44 b	12.04 b	6.69
Carnauba	0.93 a	1.72 a	2.82 a	4.09 a	5.57 a	6.63 a	3.63
Carnauba+Shellac	0.91 a	1.74 a	2.91 a	4.01 a	5.40 a	5.95 a	3.49
OPE	0.94 a	1.84 a	3.45 a	4.29 a	5.65 a	6.98 a	3.86
OPE+Shellac	0.91 a	1.80 a	2.78 a	3.99 a	5.61 a	6.26 a	3.56
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	1.02	2.07	3.42	4.85	6.53	7.57	

CV (กรรมวิธี) = 7.7% CV (เวลาเก็บรักษา) = 9.8%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 24 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	13.60	14.00 a	13.73 a	14.12 a	15.42 a	15.58 a	14.72 a	14.45
Carnauba	13.60	12.87 b	12.98 ab	13.77 ab	14.50 b	13.95 bc	14.03 ab	13.67
Carnauba+Shellac	13.80	13.90 b	14.03 a	13.20 b	14.12 bc	14.50 b	14.05 ab	13.94
OPE	13.68	13.87 b	13.57 ab	13.23 b	13.83 bc	13.72 c	13.95 b	13.69
OPE+Shellac	13.48	14.13 b	13.68 ab	12.13 c	13.35 c	14.08 bc	14.53 ab	13.63
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	13.63	13.75	13.60	13.29	14.24	14.37	14.26	

CV (กรรมวิธี) = 4.9% CV (เวลาเก็บรักษา) = 5.2%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 25 ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	0.22 b	0.47 a	0.32 a	0.30 a	0.60 a	0.62 a	0.29 a	0.40
Carnauba	0.17 c	0.17 b	0.14 b	0.17 b	0.18 c	0.27 b	0.21 ab	0.19
Carnauba+Shellac	0.25 b	0.18 b	0.12 b	0.22 b	0.18 c	0.23 b	0.25 ab	0.20
OPE	0.36 a	0.15 b	0.15 b	0.18 b	0.18 c	0.25 b	0.19 b	0.21
OPE+Shellac	0.16 c	0.17 b	0.13 b	0.18 b	0.33 b	0.26 b	0.16 b	0.20
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	0.23	0.23	0.17	0.21	0.29	0.33	0.22	

CV (กรรมวิธี) = 62.3% CV (เวลาเก็บรักษา) = 46.4%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 26 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	12.38	9.88 b	13.27 c	13.43	19.04 a	19.84 a	15.80 a	14.81
Carnauba	13.74	14.29 a	19.01 a	13.70	14.41 b	14.90 bc	14.85ab	14.99
Carnauba+Shellac	13.03	14.24 a	19.62 a	13.09	11.94 b	12.64 c	11.54 b	13.73
OPE	14.34	16.56 a	17.27 ab	13.88	13.42 b	15.78 b	15.05 a	15.19
OPE+Shellac	14.54	13.74 a	16.14 b	10.81	11.64 b	14.21 bc	15.95 a	13.86
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	13.61	13.74	17.06	12.98	14.09	15.47	14.64	

CV (กรรมวิธี) = 16.3% CV (เวลาเก็บรักษา) = 19.4%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 27 จำนวนวันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก ภายหลังจากนำมะม่วงออกมาจากห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
ไม่เคลือบผิว	12	7	7	5	3	2	3
Carnauba	13	11	13	8	7	4	4
Carnauba+Shellac	13	10	11	8	6	4	4
OPE	13	10	11	8	6	4	4
OPE+Shellac	13	10	11	8	6	4	4

ตารางที่ 28 ค่าคะแนนความชอบโดยรวม (ค่าคะแนน 1-9) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	6.33 b	6.17 b	6.00 b	6.00 b	5.50	4.33 b	3.83 b	5.45
Carnauba	7.50 a	6.67 ab	6.83 ab	6.67 a	6.50	6.33 a	4.67 a	6.45
Carnauba+Shellac	6.50 b	7.00 a	7.00 a	6.06 b	6.33	6.33 a	4.83 a	6.29
OPE	6.33 b	7.17 a	6.17 b	6.06 b	5.50	6.17 a	4.67 a	6.00
OPE+Shellac	7.00 a	7.17 a	6.00 b	6.17 ab	5.83	5.83 ab	4.83 a	6.12
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	6.73	6.83	6.40	6.17	5.93	5.80	4.57	

CV (กรรมวิธี) = 9.3% CV (เวลาเก็บรักษา) = 9.3%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

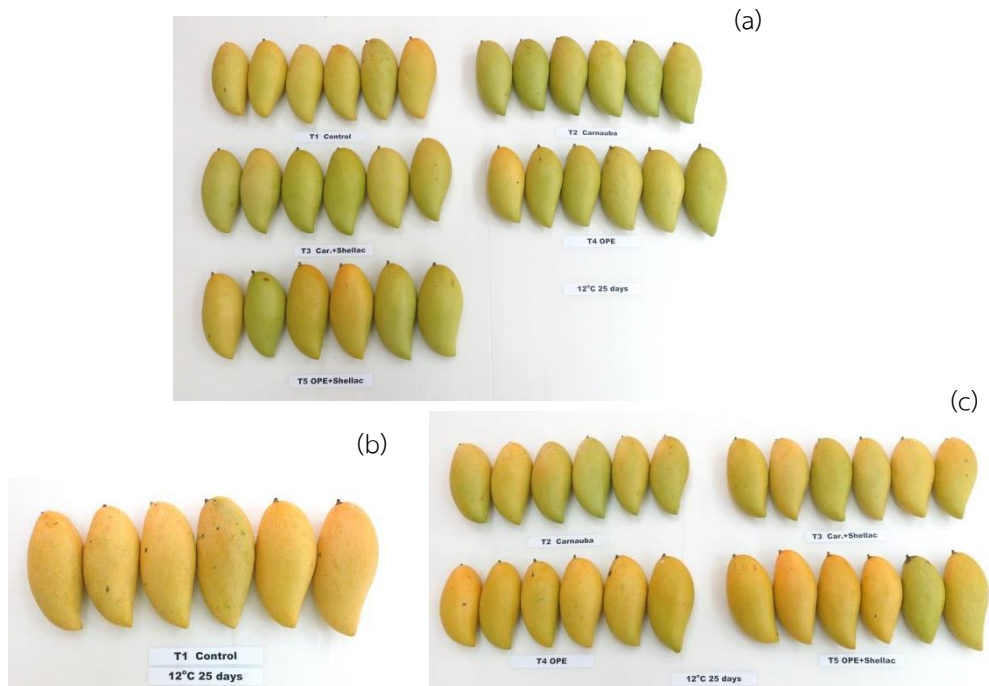
ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด



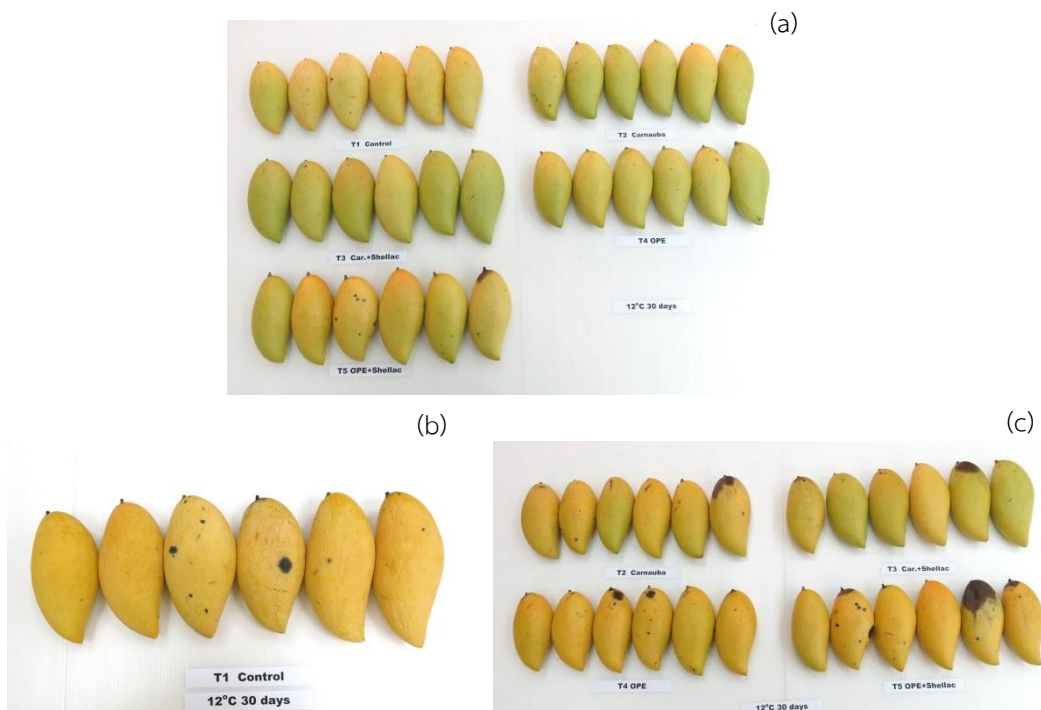
ภาพที่ 11 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เมื่อเริ่มต้นทำการทดลอง



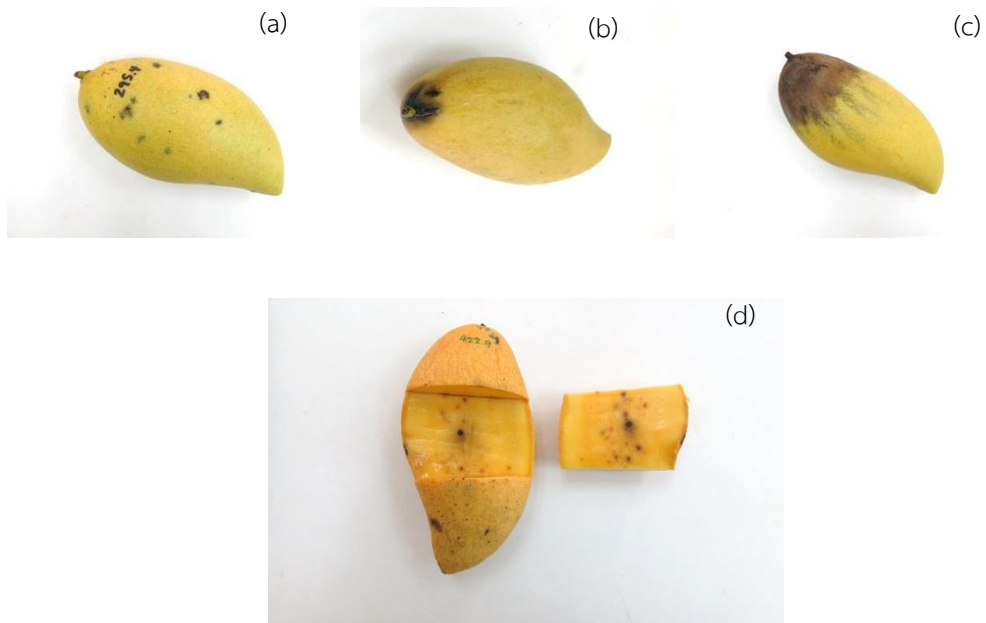
ภาพที่ 12 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน



ภาพที่ 13 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (a) มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน (b) และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบา คาร์นูบาผสมเซลแลค OPE และ OPE ผสมเซลแลค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน (c)



ภาพที่ 14 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน (a) มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (b) และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบา คาร์นูบาผสมเซลแลค OPE และ OPE ผสมเซลแลค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 4 วัน (c)



ภาพที่ 15 โรคที่พบในระหว่างการเก็บรักษา

9. สรุปผลการทดลอง

สารเคลือบผิวทุกกรรมวิธีสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และช่วยชะลอการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ได้ มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักสูงเป็น 2 เท่าของมะม่วงที่เคลือบผิว และมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองได้เร็วกว่า เมื่อพิจารณาจากค่า L^* a^* b^* ที่สูงกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวทุกกรรมวิธี แต่เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพทางเคมีจะเห็นว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่โดดเด่นได้ และปริมาณวิตามินซีสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวเมื่อผลสุก เมื่อพิจารณาถึงอายุการเก็บรักษา พบว่า มะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบา 20 เปอร์เซ็นต์ OPE 20 เปอร์เซ็นต์ คาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 และ OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 9:1 สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ได้นานที่สุด 25 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และสามารถพัฒนาการสุกได้ปกติภายหลังนำออกจากห้องเย็น มะม่วงที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบาผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2 และ OPE ผสมเซลแลค อัตราส่วน 8:2 สามารถเก็บได้นาน 20 วัน หากเก็บนานขึ้นจะพบการเกิดกลิ่นผิดปกติและการเกิดโรค ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค นั้น สีเปลือกจะยังคงเป็นสีเขียวไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองตลอดการทดลองถึงแม้ว่าผลจะนิ่มแล้วก็ตาม และเมื่อรับประทานจะพบว่ามึ้กลิ้นและรสชาติผิดปกติ และมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวสามารถเก็บได้นาน 20 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส หากเก็บนานขึ้นจะพบการเกิดโรค

โรคแอนแทรคโนสและขั้วเน่าเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลต่อการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ซึ่งหากเกิดโรคนี้ขณะทำการทดลองจะทำให้การทดลองผิดพลาด ดังนั้นในการทำการทดลองจำเป็นต้องเลือกสวนมะม่วงที่มีคุณภาพและฤดูกาลที่เหมาะสม

10. คำขอบคุณ

- บริษัท ซินเธค แอ็ดดิทิฟ จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลและวัตถุดิบในการทำงานวิจัย
- ผู้ปลูกมะม่วงอำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว และอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัย

11. เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นิธิยา รัตนปนนท์. 2547. สารเคลือบผิวที่บริโภคได้. ใน เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 179-198.
- ศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์ เบญจมาศ รัตนชินกร และปรารค์ทอง กวานห้อง. 2555ก. ผลของสารเคลือบผิวคาร์นูบาต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ). 42: 205-208.
- _____. 2555ข. ผลของสารเคลือบผิว polyethylene ต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ). 43: 155-158.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการส่งออก (export) มะม่วงสด : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน [ออนไลน์]. สืบค้นจาก :

http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php (1 กุมภาพันธ์ 2559).

Amarante, C., N.H. Bank and S. Genesh. 2001. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 291-230.

Anjum, N., T. Masud and A. Latif. 2006. Effect of various coating materials on keeping quality of mangoes (*Mangifera indica*) stored at low temperature. *Am. J. Food Technol.* 1: 52-58.

Bai, J., R.D. Hagenmaier and E.A. Baldwin. 2003. Coating selection for 'Delicious' and other apples. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 381-390.

Baldwin, E.A., J.K. Burns, W. Kazokas and J.K. Brecht. 1998. Effect of coating on mango (*Mangifera indica* L.) flavor. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 111: 247-250.

Baldwin, E.A., J.K. Burns, W. Kazokas, J.K. Brecht, R.D. Hagenmaier, R.J. Bender and E. Pesis. 1999. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 17: 215-226.

Fuchs, Y., E. Pesis and G. Zauberrma. 1980. Changes in amylase activity, starch and sugar contents in Mango fruit pulp. *Scientia Hortic.* 13: 155-160.

Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker. 1993. Reduction in gas exchange of citrus coatings. *J. Agric. Food chem.* 41: 283-287.

_____. 1997. Edible coatings from morpholine-free wax microemulsions. *J. Agric. Food chem.* 45: 349-352.

Kader, A.A. 1994. Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits. Pages 239-249. In : Postharvest handling of tropical fruits: proceedings of an international conference held. Jul. 19-23, 1993. Chiang Mai, Thailand.

Krochta, J.M., E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. Edible coatings and films to improve food quality. Technomic Publishing Co., Inc. Pennsylvania.

Porat, R., B. Weiss, L. Cohen, A. Daus and A. Biton. 2005. Effect of polyethylene wax content and composition on taste, quality, and emission of off-flavor volatiles in 'Mor' mandarin. *Postharvest Bio. Technol.* 38: 262-268.

Shimokawa, K., S. Shimada and K. Yaeo. 1978. Ethylene enhanced chlorophyllase activity during degreening of *Citrus unshiu* Marc. *Scientia Hortic.* 8: 129-135.

Wills, R.B.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables*. N.S.W. Univ. Press, New South Wales.

Zagory, D. and Kader, A.A. 1988. Effect of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Postharvest Bio. Technol.* 12: 195-202.