

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** : การจัดการคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวนเศรษฐกิจ
2. **โครงการวิจัย** : การพัฒนาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษา
ผลิตผลสด
- กิจกรรม** : การศึกษาฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอน (micro-perforated) โดยใช้เลเซอร์
มาร์กเกอร์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้
3. **ชื่อการทดลอง** : การศึกษาฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนที่เหมาะสมสำหรับการยืดอายุการเก็บรักษา
ผลไม้
: Micro-perforated film for prolong storage life of fruits
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวคมจันทร์ สรงจันทร์
ผู้ร่วมงาน : นางศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์
นางสาวปราศรัยทอง กวานห้อง
นางสาวงามพิศ สุดเสนห์
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
5. **บทคัดย่อ**

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ โดยทดสอบในมะม่วงน้ำดอกไม้ วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมี main plot คือ 1) กล่องกระดาษลูกฟูก 2) ฟิล์มแอคทีฟ 3) ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู 4) ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน 5) ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู และ 6) ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001- 20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน sub plot คือ ระยะเวลาเก็บรักษา 0 5 10 15 20 25 และ 30 วัน พบว่า ฟิล์มแอคทีฟช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีและความแน่นเนื้อของผลมะม่วงได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น แต่พบว่าทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติที่เนื้อผล เนื่องจากเกิดสภาพสุญญากาศภายในบรรจุภัณฑ์ ขณะที่ฟิล์ม OPP และ LDPE ที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน สามารถเก็บรักษาผลมะม่วงได้นาน 30 วัน และใช้ระยะเวลา 3 วัน ในการสุกที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่พบกลิ่นผิดปกติที่เนื้อผลเมื่อผลสุก และทดสอบในเงาะโรงเรียน วาง

แผนการทดลองแบบ split plot โดยมี main plot คือ 1) พลาสติกแอคทีฟ 2) พลาสติก OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู 3) พลาสติก OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน 4) พลาสติก LDPE ไม่เจาะรู 5) พลาสติก LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู และ 6) พลาสติก LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน sub plot คือ ระยะเวลาเก็บรักษา 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลเงาะทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า L^* และ a^* ใกล้เคียงกัน ถุงพลาสติกทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อและคุณภาพทางเคมีของผลเงาะ ผลเงาะบรรจุในถุงพลาสติกแอคทีฟ และพลาสติก LDPE ไม่เจาะรู สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ได้นาน 14 วัน ส่วนผลเงาะบรรจุในถุงพลาสติก OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน เก็บรักษาได้นาน 12 และ 10 วัน ตามลำดับ โดยยังมีคุณภาพภายนอกเป็นที่ยอมรับ

Abstract

The purpose of this experiment was to test the use of micro-perforated film for maintain quality and extend the shelf life of fruits. By testing with mango (cv. Nam dok Mai). The experiment were conduct by split plot design with the main plot of 1) corrugated paper box 2) active film 3) OPP film with hole diameter 0.5 centimeter 8 holes 4) OPP micro perforated film with OTR 15,001-20,000 cubic centimeter per square meter per day 5) LDPE film with hole diameter 0.5 centimeter 8 holes and 6) LDPE micro-perforated film with OTR 15,001-20,000 cubic centimeter per square meter per day. Sub plot was the storage time. It was found that mango packed in active film show minimally weight loss and change in color also maintain fruit firmness. But abnormal odor has occur due to the vacuum condition in the package. While mango packed in OPP and LDPE micro-perforated film with OTR 15,001-20,000 cubic centimeter per square meter per day can be stored for 30 days and 3 days ripening at room temperature without abnormal odor occur. And testing with rambutan (cv. Rongrein). The experiment were conduct by split plot design with the main plot of 1) active film 2) OPP film with hole diameter 0.5 centimeter 8 holes 3) OPP micro-perforated film with OTR 5,000-10,000 cubic centimeter per square meter per day 4) LDPE film 5) LDPE film with hole diameter 0.5 centimeter 8 holes and 6) LDPE micro-perforated film with OTR 5,000-10,000 cubic centimeter per square meter per day. Sub plot was storage time. It was found that through the storage period, all treatments has weight loss less than 1 percent and has similar L^* and a^* value. All plastic film has no effect on firmness and chemical quality of rambutan. Rambutan packed in active film and LDPE film can be

stored at 13 degree Celsius for 14 days. While rambutan packed in OPP and LDPE micro-perforated film with OTR 5,000-10,000 cubic centimeter per square meter per day can be stored for 12 and 10 days, respectively with acceptable external quality.

6. คำนำ

การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดจำเป็นต้องมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีก่อนการเก็บรักษา ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การจัดการหลังเก็บเกี่ยว การทำความสะอาด pre-treatment การบรรจุ การขนส่ง โดยในทุกขั้นตอนจะส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด ซึ่งผลิตผลสดเมื่อผ่านขั้นตอนการจัดการหลังเก็บเกี่ยวต่าง ๆ มาแล้ว จะต้องมีการนำมาเก็บรักษาเพื่อรอจำหน่ายต่อไป การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงเป็นการเก็บรักษาผลิตผลสดในบรรจุภัณฑ์ เช่น พลาสติก ทำให้สัดส่วนของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ของบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยมีก๊าซออกซิเจนต่ำลงและมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นเนื่องจากการหายใจของผลิตผล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ เนื่องจากทำให้อัตราการหายใจลดลง ซึ่งช่วยลดการสูญเสียพลังงานสะสม รวมถึงลดการสูญเสียน้ำ และชะลอการสุก (Mir and Beaudry, 2016) การสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์แบบพาสซีฟ (passive modified atmosphere) อาศัยคุณสมบัติของฟิล์มที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์เป็นตัวกำหนดสัดส่วนของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ (Zagory and Kader, 1988) ซึ่งผลิตผลแต่ละชนิดมีความต้องการฟิล์มที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของผลิตผล โดยผลิตผลที่มีอัตราการหายใจสูงมักต้องการฟิล์มที่มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนสูง เพื่อทำให้เกิดสภาวะบรรยากาศดัดแปลงแบบสมดุลภายในบรรจุภัณฑ์ การเจาะรูฟิล์มด้วยเลเซอร์ เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่น่าสนใจนำมาใช้ในการเจาะรูที่มีขนาดเล็กระดับไมครอน เพื่อให้ได้ฟิล์มที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซสูงขึ้น โดยอัตราการซึมผ่านของก๊าซของฟิล์มขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนรูเจาะ (Chow, 2012) การนำฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนมาใช้ในการเก็บรักษาผลิตผล ต้องมีการทดสอบเพื่อให้ได้ฟิล์มที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเหมาะสมสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลแต่ละชนิด

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2560 ประเทศไทยส่งออกผลมะม่วงสดปริมาณ 64,237,892 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,299 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562ก) ตลาดส่งออกมะม่วงสดที่สำคัญ คือ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ เวียดนาม สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ข้อจำกัดของการส่งออกมะม่วงไปจำหน่ายยังต่างประเทศ คือ ผลมะม่วงมีอายุการเก็บรักษาสั้น อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคแอนแทรกโนส การเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้โดยใช้ภาชนะบรรจุที่มีการซึมผ่านของก๊าซสูง (อัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนมากกว่า 15,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน) ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงแบบสมดุล ช่วยชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าการใช้ภาชนะบรรจุ LDPE โดยภาชนะบรรจุ IQ11-2 ซึ่งมีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 23,000

ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน สามารถเก็บรักษามะม่วงได้นาน 21 วัน โดยไม่พบการเกิดกลิ่นผิดปกติ (ชนิด และคณะ, 2552)

เงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกอยู่ทางภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศ ในปี 2560 มีปริมาณผลผลิต 250,498 ตัน โดยเงาะส่วนใหญ่จะจำหน่ายภายในประเทศเท่านั้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562ข) ผลเงาะมีอายุการเก็บรักษาสั้น โดยหลังจากเก็บเกี่ยวผลเงาะจะมีการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็ว เนื่องจากบริเวณขนเงาะมีรูปร่างจำนวนมาก และที่ปลายขนยังมีขนเล็กๆ (trichome) จำนวนมาก ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวในการคายน้ำ ส่งผลให้ผลเงาะเหี่ยวและเกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว (เฉลิมชัย และศิริชัย, 2555) การเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียนในถุงพอลิเอทิลีนเงาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 8 และ 12 รู และถุงแอกทีฟ ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน (ดุซงกี และคณะ, 2554) ชาริณี และคณะ (2553) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาผลเงาะโดยใช้ฟิล์มเงาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 15x17 เซนติเมตร พบว่า การบรรจุผลเงาะน้ำหนักประมาณ 150 กรัม ในถุง BOPP เงาะรูขนาดไมครอน ที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน 3,765 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก และชะลอการเกิดสีน้ำตาลดำของขนและผิวเปลือกของเงาะได้ดี และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 14 วัน รองลงมา คือ เงาะที่บรรจุในถุง BOPP เงาะรูขนาดไมครอน ที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน 2,700 และ 6,400 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 และ 8 วัน ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

การทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้ฟิล์มเงาะรูขนาดไมครอนในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ และเงาะ เพื่อให้ได้ฟิล์มเงาะรูขนาดไมครอนที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเหมาะสมกับอัตราการหายใจของผลไม้แต่ละชนิด

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ผลผลิตที่ใช้ทดลอง ได้แก่ มะม่วงน้ำดอกไม้ เงาะโรงเรียน
2. ฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่มีการจัดเรียงตัว (oriented polypropylene: OPP) ฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene: LDPE) และฟิล์มแอกทีฟ (M-tech 4)
3. กล่องกระดาษลูกฟูก
4. เครื่องเลเซอร์มาร์กเกอร์ ชนิดคาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ ยี่ห้อ KEYENCE รุ่น ML-29500 Series
5. เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก
6. กล่องสำหรับวัดอัตราการหายใจ
7. เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-8A และรุ่น GC-14B
8. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง
9. เครื่องวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ยี่ห้อ Dansensor รุ่น CheckMate3

10. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-10
11. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ ยี่ห้อ LLOYD รุ่น LF plus
12. เครื่อง digital refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101
13. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี
14. ห้องเย็น

- วิธีการ

1. วัดอัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้ระยะ mature green, firm ripe และ ripe เงาะโรงเรียนระยะสามสี ที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส โดยใช้ระบบปิด โดยนำผลมะม่วงและเงาะ น้ำหนักประมาณ 300 และ 200 กรัม ตามลำดับ บรรจุในกล่องสำหรับวัดอัตราการหายใจขนาด 4 และ 2 ลิตร ตามลำดับ แล้วนำไปวางในห้องเย็นอุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลไม้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิที่ต้องการวัดอัตราการหายใจ จากนั้นปิดฝากล่องให้สนิท สุ่มตัวอย่างก๊าซภายในกล่องปริมาตร 1 มิลลิลิตร มาวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-8A ทุก 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำค่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปคำนวณอัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้ และเงาะโรงเรียนที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส

คำนวณอัตราการหายใจของผลิตผลจากสมการ

$$\text{อัตราการหายใจ (mg CO}_2\text{/kg/hr.)} = \frac{\text{AV. CO}_2\text{ difference/100} \times \text{head space volume (mL)} \times 2 \times 1,000}{\text{weight (g)}}$$

เมื่อ AV. CO₂ difference = ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่ละครั้งที่วัด

head space volume = ปริมาตรช่องว่างภายในบรรจุภัณฑ์

weight = น้ำหนักของผลิตผล

2. นำค่าอัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้ และเงาะโรงเรียน ขนาดถุงฟิล์มบรรจุภัณฑ์ และน้ำหนักบรรจุต่อถุง มาคำนวณอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (OTR) ของฟิล์มที่ผลิตผลต้องการเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ (Ishitani, 2011) โดยใช้สมการ

$$\text{Required OTR (cm}^3\text{/m}^2\text{.day)} = \frac{\text{CO}_2\text{ produce per day} \times \frac{1}{2}}{\text{pouch area (cm}^2\text{) /different partial pressure}}$$

เมื่อ CO₂ production per day = respiration rate x 0.5 x weight (kg) x 24 hr.

$\frac{1}{2}$ = modified atmosphere effect of respiration by O₂ decrease

pouch area = พื้นที่ผิวของบรรจุภัณฑ์

different partial pressure = (O₂ in air (%) – O₂ partial pressure inside pouch)/100

O₂ partial pressure inside pouch = ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์

3. ทดสอบการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ และเงาะโรงเรียน โดยใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอน โดยนำค่าอัตราการหายใจของผลไม้แต่ละชนิด มาใช้ในการพิจารณาคัดเลือกอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนของฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอน

มะม่วงน้ำดอกไม้

นำมะม่วงจากสวนเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออก จังหวัดเพชรบูรณ์ มาคัดเลือกผลที่มีผิวสวย ปราศจากตำหนิ มีน้ำหนักและความแก่ใกล้เคียงกัน นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง ตัดขั้วผลให้เหลือประมาณ 2 มิลลิเมตร แล้ววางคว่ำผลในตะกร้าที่มีกระดาษสะอาดรองจนน้ำยางแห้ง จากนั้นบรรจุผลมะม่วงจำนวน 1 ผล ในถุงขนาด 20x28 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ split plot design จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 2 ถุง main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์

กรรมวิธีที่ 1 กล่องกระดาษลูกฟูก

กรรมวิธีที่ 2 ถุงฟิล์มแอกทีฟ

กรรมวิธีที่ 3 ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู

กรรมวิธีที่ 4 ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์

เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน

กรรมวิธีที่ 5 ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู

กรรมวิธีที่ 6 ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์

เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน

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

นำไปเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วสุ่มมาตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน โดยตรวจสอบคุณภาพทันทีหลังนำออกจากห้องเย็น และตรวจสอบคุณภาพหลังนำออกจากห้องเย็นมา วางให้ผลสุกที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)

เงาะโรงเรียน

นำเงาะจากสวนเกษตรกร จังหวัดจันทบุรี มาล้างทำความสะอาด จากนั้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วคัดเลือกผลเงาะที่ปราศจากโรคและแมลง มีระยะความสุกใกล้เคียงกัน มาบรรจุในถุงขนาด 20x28 เซนติเมตร จำนวนถุงละ 6 ผล ตามกรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ถุงฟิล์มแอกทีฟ

กรรมวิธีที่ 2 ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู

กรรมวิธีที่ 3 ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000- 10,000 ลูกบาศก์

เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน

กรรมวิธีที่ 4 ถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู

กรรมวิธีที่ 5 ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู

กรรมวิธีที่ 6 ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000- 10,000 ลูกบาศก์

เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน

sub plot คือ ระยะเวลาเก็บรักษานาน 2 4 6 8 10 12 14 16 และ 18 วัน

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2561

สถานที่ดำเนินการ : อาคารปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

อัตราการหายใจ

มะม่วงน้ำดอกไม้และเงาะโรงเรียนมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยมะม่วงน้ำดอกไม้ระยะ full mature มีอัตราการหายใจ 20.51 38.86 และ 66.35 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ จัดอยู่ในประเภทอัตราการหายใจสูง ขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้ระยะ half ripe มีอัตราการหายใจสูงขึ้น เป็น 126.88 207.18 และ 343.82 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ จัดอยู่ในประเภทอัตราการหายใจสูงมากพิเศษ ส่วนมะม่วงน้ำดอกไม้สุก (ripe) มีอัตราการหายใจที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส 54.51 156.80 และ 174.41 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ จัดอยู่ในประเภทอัตราการหายใจสูงมาก และเงาะโรงเรียนมีอัตราการหายใจที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียสเท่ากับ 28.38 38.93 และ 63.50 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ จัดอยู่ในประเภทอัตราการหายใจสูง (ตารางที่ 1) ผลิตผลสามารถแบ่งกลุ่มได้ตามอัตราการหายใจสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยผลิตผลที่มีอัตราการหายใจ 20-100 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง จัดอยู่ในประเภทอัตราการหายใจปานกลาง ผลิตผลที่มีอัตราการหายใจ 100-200 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง จัดอยู่ในประเภทอัตราการหายใจสูง และผลิตผลที่มีอัตราการหายใจมากกว่า 200 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง จัดอยู่ในประเภทอัตราการหายใจสูงมาก (จริงแท้, 2546)

เมื่อนำค่าอัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้และเงาะโรงเรียน และน้ำหนักบรรจุต่อถุง มาคำนวณอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (OTR) ของฟิล์มที่ผลิตผลต้องการเมื่อเก็บรักษาในถุงขนาด 20x28 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาอัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้ระยะต่างๆ และเงาะโรงเรียนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ร่วมกับการคาดคะเน OTR ของฟิล์มที่ผลิตผลต้องการ พบว่า OTR ของฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนที่สอดคล้องกับอัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้และเงาะโรงเรียน คือ ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 และ 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 1 อัตราการหายใจ (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง) ของมะม่วงน้ำดอกไม้ และ

เงาะ ที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส

ชนิด	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	10	15	20
มะม่วงน้ำดอกไม้ (full mature)	20.51	38.86	66.35
มะม่วงน้ำดอกไม้ (half ripe)	126.88	207.18	343.82
มะม่วงน้ำดอกไม้ (ripe)	54.51	156.80	174.41
เงาะโรงเรียน (ระยะสามสี)	28.38	38.93	63.50

ตารางที่ 2 อัตราการซึมผ่านก๊าซออกซิเจนของฟิล์มที่มะม่วงน้ำดอกไม้ และเงาะโรงเรียนต้องการเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส (จากการคำนวณ)

ผลิตผล	นน.บรรจุ (กรัม)	OTR (cm ³ /m ² .day) ที่ผลิตผลต้องการ		
		10° C	15° C	20° C
มะม่วงน้ำดอกไม้ (full mature)	300	915.63	1,734.82	2,962.05
มะม่วงน้ำดอกไม้ (half ripe)	300	5,664.29	9,249.11	15,349.11
มะม่วงน้ำดอกไม้ (ripe)	300	3,215.18	11,785.27	19,038.84
เงาะโรงเรียน (ระยะสามสี)	200	844.64	1,158.63	1,889.88

มะม่วงน้ำดอกไม้

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์

ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 30 วัน ภายในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เงาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน บรรจุมะม่วงมีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงเล็กน้อย และมีปริมาณใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 15.48-9.81 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ภายในถุงฟิล์มแอคทีฟที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงมากที่สุด และมีสภาพเป็นสูญญากาศเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 20 วัน ส่วนถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เงาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณก๊าซออกซิเจนใกล้เคียงกับสภาพบรรยากาศ (ภาพที่ 1) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ภายในถุงฟิล์ม OPP เงาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือถุงฟิล์ม LDPE เงาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน และถุงฟิล์มแอคทีฟ ซึ่งมีก๊าซปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ใกล้เคียงกัน ขณะที่ภายในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เงาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใกล้เคียงกับสภาพบรรยากาศ (ภาพที่ 2) การเก็บรักษาผลิตผลที่มีการหายใจในบรรจุภัณฑ์ฟิล์มพลาสติก จะทำให้สภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพบรรยากาศปกติ โดยปริมาณก๊าซออกซิเจนจะลดต่ำลง และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสภาพบรรยากาศที่เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์นี้ เป็นผลลัพธ์จากปฏิสัมพันธ์ของหลายปัจจัย ได้แก่ สมบัติของบรรจุภัณฑ์ ลักษณะการหายใจของผลิตผล และสภาพแวดล้อม (Mir and Beaudry, 2016)

การสูญเสียน้ำหนัก

ผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาเวลานานขึ้น โดยเมื่อเก็บรักษานาน 30 วัน ผลมะม่วงบรรจุกล่องกระดาษลูกฟูกมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 9.20 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เท่ากับ 1.28 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลมะม่วงบรรจุถุงฟิล์มกรรมวิธีอื่น ๆ มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) เมื่อนำผลมะม่วงออกจากถุงแล้ววางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก พบว่า ผลมะม่วงบรรจุในกล่องกระดาษมีการสูญเสียน้ำหนักเมื่อผลสุกมากที่สุด โดยมีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด 11.98 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผลมะม่วงเก็บรักษาในถุงฟิล์มแอคทีฟ มีการสูญเสียน้ำหนักเมื่อผลสุกน้อยที่สุด ผลมะม่วงเมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลาเวลานานขึ้น เมื่อนำออกมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในห้องเย็นระยะเวลาสั้นกว่า (ตารางที่ 4) การเก็บรักษาในถุงฟิล์มพลาสติกช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงได้ เนื่องจากทำให้เกิดสภาพบรรยากาศตัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีก๊าซออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูง จึงชะลออัตราการหายใจ ทำให้ผลิตผลมีอัตราการคายน้ำลดลง นอกจากนี้ฟิล์มพลาสติกยังช่วยป้องกันการระเหยของน้ำจากผลิตผลได้อีกด้วย (Zagory and Kader, 1988)

การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก

การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ พิจารณาจากค่า L^* ซึ่งเป็นค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (dark) ถึง 100 (white) และค่า b^* ซึ่งเป็นค่าระดับสีเหลือง-น้ำเงิน สำหรับค่า L^* พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของฟิล์มและระยะเวลาการเก็บรักษา ผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่า L^* ลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน นานขึ้น โดยผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟมีค่า L^* เฉลี่ยมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้นผลมะม่วงบรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน ซึ่งมีค่า L^* น้อยที่สุด (ตารางที่ 5) สำหรับค่า b^* ของเปลือกมะม่วงมีค่าเป็นบวก แสดงลักษณะสีเหลือง โดยค่า b^* เป็นบวกมากแสดงว่าเป็นสีเหลืองมาก เมื่อเก็บรักษานาน 20-30 วัน ผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟมีค่า b^* น้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บรักษานาน 20 และ 30 วัน (ตารางที่ 7) เมื่อนำผลมะม่วงออกมาวางที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก พบว่า ผลมะม่วงเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลาต่าง ๆ มีค่า L^* และค่า b^* ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่า L^* และ b^* เมื่อผลสุกอยู่ระหว่าง 64.63-73.26 และ 43.33-49.42 ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และ 8) เมื่อผลมะม่วงสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ได้แก่ สีเนื้อเปลี่ยนจากสีเขียวเหลืองเป็นสีเหลืองหรือส้ม สีผิวเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง คลอโรฟิลล์ลดลง ขณะที่แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น (Brecht and Yahia, 2009) จากผลการทดลองพบว่า ผลมะม่วงสุกมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองเข้มขึ้น และมีความสว่างของสีผิวลดลง โดยผลมะม่วงสุกมีค่า b^* มากกว่า และค่า L^* น้อยกว่าผลดิบ ดังนั้นเมื่อผลมะม่วงมีค่า b^* เพิ่มขึ้นแสดงว่าผลมีการสุกเพิ่มขึ้น ซึ่งผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟ มีแนวโน้มช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลมะม่วงได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น

ความแน่นเนื้อ

ผลมะม่วงทุกระบบวิธีมีความแน่นเนื้อของเปลือกลดลงหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน โดยผลมะม่วงเก็บรักษาในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,000-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน มีความแน่นเนื้อเปลือกน้อยที่สุด เมื่อเก็บรักษานาน 20-25 วัน ผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของเปลือกได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น แต่เมื่อเก็บรักษานาน 30 วัน ผลมะม่วงทุกระบบวิธีมีความแน่นเนื้อของเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9) สำหรับความแน่นเนื้อของเนื้อ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของฟิล์มและระยะเวลาการเก็บรักษา ระยะเวลาที่มีผลต่อความแน่นเนื้อของเนื้อผลมะม่วง โดยผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อของเนื้อลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ขณะที่ผลมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มีความแน่นเนื้อของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) เมื่อนำผลมะม่วงมาวางที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก พบว่า ผลมะม่วงที่เก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลานานขึ้น มีความแน่นเนื้อเปลือกเมื่อผลสุกน้อยกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในห้องเย็นระยะเวลาสั้นกว่า ขณะที่ความแน่นเนื้อของเนื้อไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 10 และ 12) ผลมะม่วงเมื่อเริ่มสุกจะมีความแน่นเนื้อลดลง เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์และสารประกอบเพคตินภายในเมล็ดเลลลาล่า โดยเพคตินมีการละลายน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มขึ้นของพอลิแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ (Brecht and Yahia, 2009; Prasanna, 2007) จากการทดลองพบว่า ผลมะม่วงเมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลานาน มีความแน่นเนื้อของเปลือกและความแน่นเนื้อของเนื้อลดลง เนื่องจากเริ่มมีการสุก แม้ว่าจะมีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและบรรจุในถุงฟิล์ม แต่ผลมะม่วงยังคงมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้ผลมะม่วงเกิดการสุก

คุณภาพทางเคมี

เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ผลมะม่วงทุกระบบวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และวิตามินซีลดลง โดยผลมะม่วงบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุด ขณะที่ผลมะม่วงบรรจุถุงฟิล์มแอคทีฟ มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุด สำหรับปริมาณวิตามินซี พบว่า ผลมะม่วงบรรจุกล่องกระดาษมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด (ตารางที่ 13 15 และ 17) ผลมะม่วงทุกระบบวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เมื่อผลสุกใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 11-14 บริกซ์ โดยผลมะม่วงเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลานานขึ้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เมื่อผลสุกลดลง (ตารางที่ 14) ขณะที่ผลมะม่วงทุกระบบวิธีเมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลา 0-20 วัน มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เมื่อผลสุกไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลานาน 25 และ 30 วัน ผลมะม่วงที่เก็บบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟ มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มมากขึ้น สูงกว่าผลมะม่วงกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 16) ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลานานขึ้นมีปริมาณวิตามินซีเมื่อผลสุกมากขึ้น โดยผลมะม่วงเก็บรักษาในกล่องกระดาษมีปริมาณวิตามินซีเมื่อผลสุก มากกว่าผลมะม่วงกรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 18) ผลมะม่วงเมื่อมีการสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำตาล โดยเกิดการย่อยสลายแป้งโดยเอนไซม์อะไมเลส และมีการสังเคราะห์ซูโครส และกลูโคสเพิ่มขึ้น โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอินทรีย์ โดยเกิดการย่อยสลายของกรดอินทรีย์ด้วยเอนไซม์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จึงลดลง

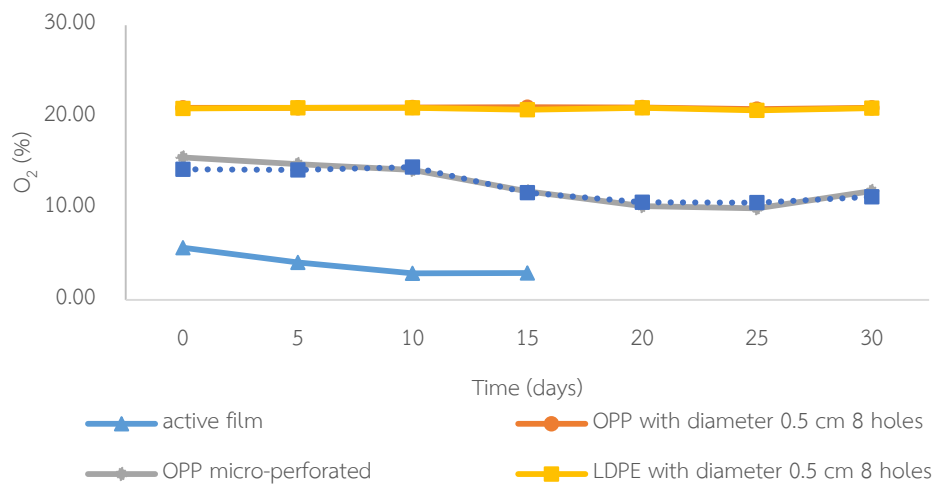
ทำให้ผลไม่มีรสชาติหวานขึ้น (Brecht and Yahia, 2009) การเก็บรักษาผลิตผลในสภาพบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงและออกซิเจนต่ำ ทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลลดลง มีผลทำให้กระบวนการเมตาโบลิซึมต่าง ๆ ของผลิตผลเกิดขึ้นช้าลง (Kader, 1986) ซึ่งจากการทดลองพบว่า การบรรจุผลมะม่วงในถุงฟิล์มพลาสติก สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของผลมะม่วงได้ เนื่องจากสภาพบรรยากาศภายในถุงมีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงและมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น

การเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ

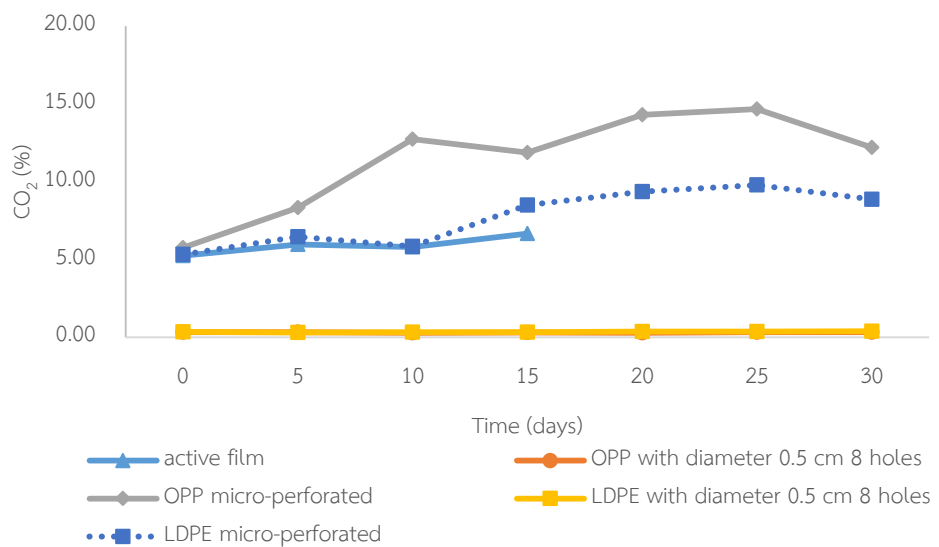
ผลมะม่วงทุกกรรมวิธีไม่พบการเกิดกลิ่นผิดปกติเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 0-20 วัน แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 25-30 วัน พบว่า ผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟมีกลิ่นผิดปกติปานกลาง ขณะที่ผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย (ตารางที่ 19) เมื่อนำผลมะม่วงมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟ เก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลานานตั้งแต่ 20 วันเป็นต้นไป พบการเกิดกลิ่นผิดปกติที่เนื้อผล ขณะที่ผลมะม่วงกรรมวิธีอื่นไม่พบการเกิดกลิ่นผิดปกติ (ตารางที่ 20) ทั้งนี้เนื่องจาก ภายในถุงฟิล์มแอคทีฟบรรจุผลมะม่วง มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และเกิดสภาพสุญญากาศ ซึ่งสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำ ทำให้เกิดกระบวนการหมักและทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้นได้ (Mir and Beaudry, 2016)

ระยะเวลาสุกที่อุณหภูมิห้อง

ผลมะม่วงเมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลานานขึ้น ใช้ระยะเวลาในการวางที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุกสั้นลง ผลมะม่วงเก็บรักษาในถุงฟิล์มทุกกรรมวิธีใช้ระยะเวลาในการสุกที่อุณหภูมิห้องไม่แตกต่างกัน โดยผลมะม่วงบรรจุในกล่องกระดาษใช้ระยะเวลาในการสุกน้อยกว่าผลมะม่วงบรรจุในถุงฟิล์ม 1 วัน (ตารางที่ 21)



ภาพที่ 1 ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงบรรจุมะม่วงที่บรรจุในถุงฟิล์มชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุมะม่วงที่บรรจุในถุงฟิล์มชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	0.00 a A	2.38 b B	3.58 c C	4.90 b D	5.71 c E	8.38 d F	9.20 c G
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	0.00 a A	0.37 a AB	0.37 a AB	0.98 a CD	0.64 a BC	0.99 a CD	1.28 a D
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.00 a A	0.72 a A	1.01 b BC	1.18 a BC	1.44 b D	2.14 c E	2.51 c E
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	0.00 a A	0.50 a BC	0.42 a B	0.87 a C	1.32 b D	1.68 b DE	2.04 a E
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.00 a A	0.59 a B	0.63 ab B	0.90 a B	1.49 b C	2.17 c D	2.52 c D
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	0.00 a A	0.49 a B	0.57 a B	0.83 a BC	1.21 b C	1.76 bc D	2.08 b D
CV (กรรมวิธี) 17.4% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 21.4%							

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	11.53 b A	11.47 b A	11.32 b A	10.89 c A	11.91 c A	11.28 b A	10.93 d A
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	11.73 b E	9.61 a D	8.52 a CD	8.17 a C	6.08 a AB	6.25 a B	4.83 a A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	11.57 a C	10.32 ab BC	9.87 a B	9.90 bc B	7.36 ab A	6.94 a A	6.95 c A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	11.41 a D	9.61 a C	9.72 a C	8.72 ab C	7.03 ab B	7.13 a C	5.52 ab A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	9.84 a D	9.84 a D	9.31 a D	9.07 ab CD	7.92 a BC	7.41 a AB	6.40 bc A

ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน 9.92 a C 9.41 a C 9.39 a C 9.81 bc C 7.55 a B 6.88 a B 5.53 ab A

CV (กรรมวิธี) 12.1% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 12.8%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 5 ค่า L* ของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0	5	10	15	20	25	30	
กล่องกระดาษลูกฟูก	78.70	78.15	77.98	76.68	75.78	72.77	72.53	76.08 ab
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	78.83	78.51	77.02	76.98	76.89	76.34	75.03	77.09 a
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	78.95	78.62	78.56	77.17	75.66	74.88	73.84	76.81 ab
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	77.04	79.05	78.26	71.10	74.89	74.33	74.38	75.58 b
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	78.68	74.55	76.70	77.09	75.66	73.89	72.88	75.64 ab
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	78.85	78.01	77.81	76.19	75.01	74.53	73.68	76.30 ab
ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บรักษา	78.51 A	77.81 A	77.72 A	75.87 B	75.65 B	74.46 BC	73.72 C	
CV (กรรมวิธี) 3.8% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 3.9%								

ตารางที่ 6 ค่า L* ของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	71.08 a AB	71.51 a AB	71.23 a AB	69.73 ab B	71.37 a AB	72.01 a AB	72.91 ab A
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	70.93 a A	70.81 a A	71.59 a A	67.13 c B	71.58 a A	70.95 a A	73.26 a A

ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	71.97 a A	71.08 a AB	72.12 a A	69.12 abc B	71.31 a AB	71.92 a A	71.70 ab A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	71.93 a A	72.69 a A	72.01 a A	70.32 a A	70.83 a A	72.17 a A	71.52 ab A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	71.08 a A	71.27 a A	71.15 a A	70.86 a AB	71.60 a A	68.59 b B	68.59 c B
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	70.49 a A	72.08 a A	71.78 a A	67.87 bc B	71.16 a A	70.58 ab A	70.70 bc A

CV (กรรมวิธี) 2.5% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 2.7%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 7 ค่า b* ของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	37.02 ab AB	37.37 ab AB	35.48 a A	35.46 ab A	39.73 ab AB	42.38 b C	42.08 ab C
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	35.94 a A	37.36 ab A	37.48 a A	36.53 ab A	37.13 a A	38.92 a A	39.24 a A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	34.82 a AB	35.58 ab AB	34.47 a A	36.70 ab AB	38.10 ab B	44.36 b C	42.21 ab C
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	39.86 b B	33.95 a A	36.02 a A	36.59 ab A	40.42 ab B	44.43 b C	44.06 a C
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	36.01 a AB	35.65 ab AB	36.85 a AB	33.53 a A	38.48 ab BC	42.41 b D	41.57 ab CD
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	34.73 a A	37.87 b AB	36.59 a AB	38.19 b BC	41.21 b CD	45.13 b D	43.86 a DE

CV (กรรมวิธี) 6.6% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 7.2%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 8 ค่า b* ของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	47.05 ab AB	48.00 a B	46.56 a AB	46.25 a AB	48.78 ab B	46.33 ab AB	44.22 a A
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	47.45 ab A	48.31 a A	47.36 ab A	47.01 a A	47.99 ab A	48.38 b A	45.28 a A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	47.98 ab AB	48.43 a AB	49.73 ab B	47.38 a AB	45.79 a A	47.08 ab AB	46.44 a A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	46.34 ab ABC	49.41 a CD	49.93 b D	49.22 a CD	45.79 a AB	48.33 b BCD	45.18 a A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	49.09 b B	49.42 a B	48.47 ab B	48.76 a B	47.97 ab B	44.08 a A	43.33 a A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	45.72 a BC	46.79 a BCD	49.61 ab D	48.66 a CD	49.05 b D	48.13 b CD	44.51 a A
CV (กรรมวิธี) 5.3% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 5.4%							

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 9 ความแน่นเนื้อเปลือกของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	27.01 a A	25.73 a A	28.45 a A	26.56 a A	19.11 b B	8.54 bc C	7.77 a C
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	26.63 a A	25.64 a AB	25.36 a AB	22.71 bc B	22.88 a B	14.62 a C	8.11 a D
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	26.20 a A	27.82 a A	26.00 a A	20.79 bc B	17.20 b C	8.02 bc D	8.12 a D
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	25.56 a A	26.67 a A	26.81 a A	19.47 c B	10.07 c C	6.40 c D	5.85 a D
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	25.18 a A	26.80 a A	24.73 a A	24.28 ab A	17.41 b B	10.32 b C	7.67 a C
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	25.10 a A	25.88 a A	25.92 a A	19.99 c B	11.59 c C	6.21 c D	5.58 a D

CV (กรรมวิธี) 14.1% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 15.6%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 10 ความแน่นเนื้อเปลือกของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	8.52 a A	9.08 a A	8.63 a A	9.44 a A	6.05 ab B	5.62 ab B	6.09 b B
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	8.76 a A	9.37 a A	9.05 a A	7.50 ab A	7.77 a A	7.09 a A	8.48 a A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	8.32 a AB	8.96 a A	9.21 a A	7.02 b ABC	7.00 ab ABC	6.33 ab BC	4.94 b C
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	6.96 a BC	10.67 a A	8.87 a AB	8.72 ab AB	4.95 b CD	5.81 ab CD	4.28 b D
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	8.45 a AB	9.91 a A	6.93 a BC	8.82 ab AB	7.48 a B	5.14 ab CD	4.73 b D
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	7.96 a AB	9.04 a A	7.58 a AB	6.73 b B	7.10 ab AB	4.67 b C	3.97 b C

CV (กรรมวิธี) 27.3% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 23.7%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 11 ความแน่นเนื้อเนื้อของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0	5	10	15	20	25	30	
กล่องกระดาษลูกฟูก	63.21	51.55	59.25	34.24	15.90	2.81	2.94	32.84 a
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	56.49	50.96	47.47	23.68	13.51	4.87	3.91	28.70 a

ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	61.48	59.23	59.86	16.62	16.92	3.06	3.11	31.47 a
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	64.87	55.99	60.11	11.44	4.67	3.01	3.04	29.02 a
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	57.17	52.13	45.74	29.06	11.70	3.96	3.64	29.06 a
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	49.88	50.59	53.14	33.30	5.73	2.87	2.96	28.35 a
ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บรักษา	58.85 A	53.41 B	54.26 AB	24.72 C	11.40 D	3.43 E	3.27 E	
CV (กรรมวิธี) 32.8% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 36.2%								

ตารางที่ 12 ความแน่นเนื้อเนื้อของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	1.76 a B	2.03 a AB	1.98 a AB	1.95 ab B	1.75 b B	2.10 ab AB	2.42 ab A
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	1.78 a B	1.76 a B	1.86 a B	1.69 b B	1.70 b B	1.90 b B	2.75 a A
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	1.69 a C	1.81 a BC	2.22 a AB	1.86 ab BC	2.07 ab ABC	2.45 a A	2.12 bc ABC
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	1.81 a A	2.14 a A	2.09 a A	2.26 a A	2.07 ab A	2.13 ab A	1.86 c A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	1.93 a A	2.00 a A	1.76 a A	2.10 ab A	2.14 ab A	2.14 ab A	2.08 bc A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	1.98 a AB	1.98 a AB	1.92 a AB	1.76 b B	2.37 a A	1.90 b B	2.03 bc AB
CV (กรรมวิธี) 18.1% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 18.1%							

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0	5	10	15	20	25	30	
กล่องกระดาษลูกฟูก	8.09	8.92	10.93	13.18	13.32	13.19	13.03	11.52 b
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	7.90	9.33	9.77	11.19	11.58	12.88	12.59	10.75 a
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	7.58	9.56	9.70	11.76	12.51	12.44	11.62	10.74 a
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	7.53	9.38	10.28	12.35	12.57	12.00	11.72	10.83 a
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	7.64	9.51	10.28	10.83	12.60	13.33	11.72	10.84 a
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	7.86	9.33	10.71	11.22	12.63	11.72	11.87	10.76 a
ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บรักษา	7.77 A	9.34 B	10.28 C	11.76 D	12.53 EF	12.59 F	12.09 DE	
CV (กรรมวิธี) 18.1% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 18.1%								

ตารางที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0	5	10	15	20	25	30	
กล่องกระดาษลูกฟูก	13.63	14.16	11.94	14.25	12.43	11.44	11.50	12.77 a
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	13.30	13.73	12.15	12.79	12.93	12.19	11.43	12.65 a
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	12.82	14.41	12.28	12.20	12.37	10.85	11.54	12.35 ab
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	13.74	13.28	11.53	11.13	11.48	11.54	11.63	12.05 b
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	13.73	13.32	12.21	11.34	12.34	12.68	11.93	12.51 a
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	14.05	13.99	11.52	11.93	12.48	11.64	11.67	12.47 ab

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บรักษา	13.55 A	13.82 A	11.94 BCD	12.27 BC	12.34 B	11.72 CD	11.62 D
----------------------------	---------	---------	-----------	----------	---------	----------	---------

CV (กรรมวิธี) 7.5% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 9.5%

ตารางที่ 15 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	2.77 a A	2.94 a A	2.74 a A	1.93 a B	1.75 b B	0.79 b C	0.59 b C
ถุงฟิล์มแอกทีฟ	2.57 a A	2.60 a A	2.62 a A	2.26 a AB	2.35 a AB	1.59 a C	1.87 a BC
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	2.63 a A	2.72 a A	2.80 a A	1.98 a B	1.43 b BC	0.70 b C	0.67 b C
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	2.83 a A	2.85 a A	2.55 a A	1.81 a B	1.45 b BC	1.07 ab C	1.08 b C
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	2.83 a A	2.50 a A	2.43 a A	2.27 a A	1.69 b B	0.86 b C	0.79 b C
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	2.54 a A	2.60 a A	2.63 a A	1.95 a B	1.63 b B	1.08 ab C	0.85 b C

CV (กรรมวิธี) 21.0% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 23.1%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 16 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	0.28 a A	0.26 a A	0.29 ab A	0.30 a A	0.25 a A	0.36 a A	0.41 a A
ถุงฟิล์มแอกทีฟ	0.26 a A	0.24 a A	0.27 ab A	0.26 a A	0.33 a A	0.60 b D	1.65 b C
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.28 a AB	0.24 a A	0.46 b B	0.25 a A	0.28 a AB	0.34 a AB	0.34 a AB

ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	0.27 a A	0.39 ab A	0.46 b A	0.27 a A	0.28 a A	0.38 a A	0.37 a A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.29 a A	0.32 ab A	0.26 a A	0.45 a A	0.31 a A	0.26 a A	0.30 a A
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	0.26 a A	0.47 b B	0.28 ab AB	0.27 a A	0.28 a AB	0.34 a AB	0.33 a AB

CV (กรรมวิธี) 43.6% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 43.7%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 17 ปริมาณวิตามินซีของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	34.81 a	38.17 a	36.11 a	32.09 ab	32.45 a	30.45 a	30.07 a
ถุงฟิล์มแอกทีฟ	33.53 a	30.97 b	26.88 bc	27.54 c	26.18 b	24.44 b	26.15 ab
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	34.62 a	40.04 a	28.77 b	33.75 a	29.12 ab	30.10 a	28.61 ab
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	34.12 a	31.16 b	33.43 a	27.34 c	28.92 ab	25.76 b	24.80 b
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	33.93 a	33.63 b	24.40 c	31.68 abc	31.27 a	27.17 ab	28.56 ab
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	23.67 b	30.87 b	28.87 b	29.30 bc	28.33 ab	24.44 b	25.80 ab

CV (กรรมวิธี) 12.8% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 11.3%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 18 ปริมาณวิตามินซีของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)
----------	-------------------------

	0	5	10	15	20	25	30	ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
กล่องกระดาษลูกฟูก	14.89	8.44	13.16	17.55	17.22	20.14	24.64	16.57 a
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	14.79	9.00	11.89	11.72	13.99	13.77	20.52	13.69 c
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	14.50	9.67	13.74	16.47	14.39	13.82	22.94	15.15 abc
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	16.96	11.00	13.55	10.10	14.49	14.12	19.14	14.22 bc
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	15.38	9.22	15.30	12.89	14.75	18.81	22.27	15.60 ab
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	15.88	10.56	13.30	12.65	11.97	15.12	21.24	14.39 bc
ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บรักษา	15.53 B	9.69 D	13.49 C	13.56 C	14.53 BC	15.96 B	21.79 A	
CV (กรรมวิธี) 24.1% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 23.3%								

ตารางที่ 19 คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

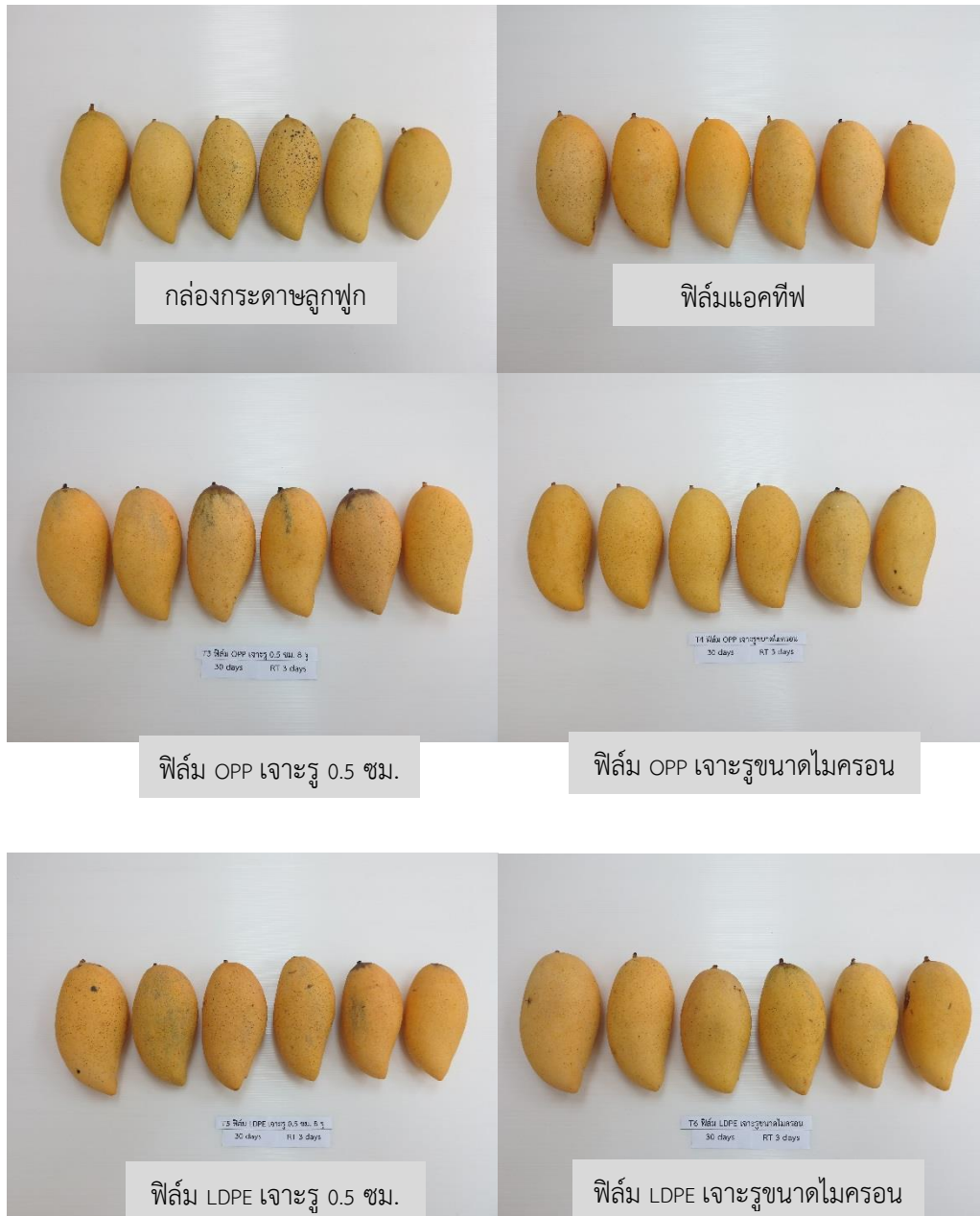
กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ถุงฟิล์มแอคทีฟ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.39	2.83
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06	1.00
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.33	2.22
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	1.00
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00

ตารางที่ 21 ระยะเวลาวางที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุกของผลมะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ
เก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
กล่องกระดาษลูกฟูก	11	8	8	5	4	3	2
ถุงฟิล์มแอกทีฟ	11	8	8	5	5	4	3
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาด 0.5 ซม. 8 รู	11	8	8	5	5	4	3
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	11	8	8	5	5	4	3
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาด 0.5 ซม. 8 รู	11	8	8	5	5	4	3
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	11	8	8	5	5	4	3



ภาพที่ 3 ผลมะม่วงน้ำดอกไม้บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
นาน 30 วัน



ภาพที่ 4 ผลมะม่วงน้ำดอกไม้บรรจุนในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน แล้วนำออกมาวางที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก

เงาะโรงเรียน

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซ

ภายในถุงฟิล์มแอคทีฟ ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000- 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน บรรจุผลเงาะ มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลง และคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยภายในถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรูบรรจุเงาะ มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงมากที่สุด รองลงมาคือถุงฟิล์มแอคทีฟ ถุงฟิล์ม LDPE และ OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000- 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน ตามลำดับ ขณะที่ภายในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณก๊าซออกซิเจนใกล้เคียงกับสภาพบรรยากาศปกติ (ภาพที่ 5) สำหรับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ภายในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000- 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000- 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน และถุงฟิล์มแอคทีฟ ตามลำดับ (ภาพที่ 6) สภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงและมีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น เกิดขึ้นเนื่องจากการหายใจของผลิตผล ทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยสมบัติการยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ มีผลต่อปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์

การสูญเสียน้ำหนัก

ผลเงาะบรรจุถุงฟิล์มทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยผลเงาะที่บรรจุในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 18 วัน ผลเงาะทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22) การเก็บรักษาผลิตผลในถุงฟิล์มพลาสติก ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำจากผลิตผลได้ ผลิตผลจึงมีการสูญเสียน้ำหนักเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์มีผลทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลลดลง ส่งผลให้อัตราการคายน้ำลดลง (Zagory and Kader, 1988)

การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ผลเงาะบรรจุถุงฟิล์มทุกกรรมวิธีมีค่า L^* (ค่าความสว่าง) และค่า a^* (ค่าสีแดง-เขียว) ลดลงเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลเงาะทุกกรรมวิธีมีค่า L^* และ a^* ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 23 และ 24) ผลเงาะเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วจะมีการสูญเสียสีน้ำหนักรวดเร็ว เนื่องจากบริเวณขนเงาะมีรูปากใบจำนวนมาก และที่ปลายขนยังมีขนเล็ก ๆ (trichome) จำนวนมาก ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวในการคายน้ำ ส่งผลให้ผลเงาะเหี่ยวและเกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว (เฉลิมชัย และศิริชัย, 2555) ผลเงาะที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ฟิล์มพลาสติกมีการสูญเสียสีน้ำหนักรวดเร็วเพียงเล็กน้อย จึงมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกไม่มาก ซึ่งการเก็บรักษาในถุงฟิล์มนอกจากจะลดการสูญเสียสีน้ำหนักรวดเร็วแล้วยังช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกเงาะได้ สอดคล้องกับรายงานของ O'Hare, 1995 ว่าสามารถรักษาลักษณะปรากฏภายนอกของเงาะไว้ได้ หากให้มีการสูญเสียสีน้ำหนักรวดเร็ว

ความแน่นเนื้อ

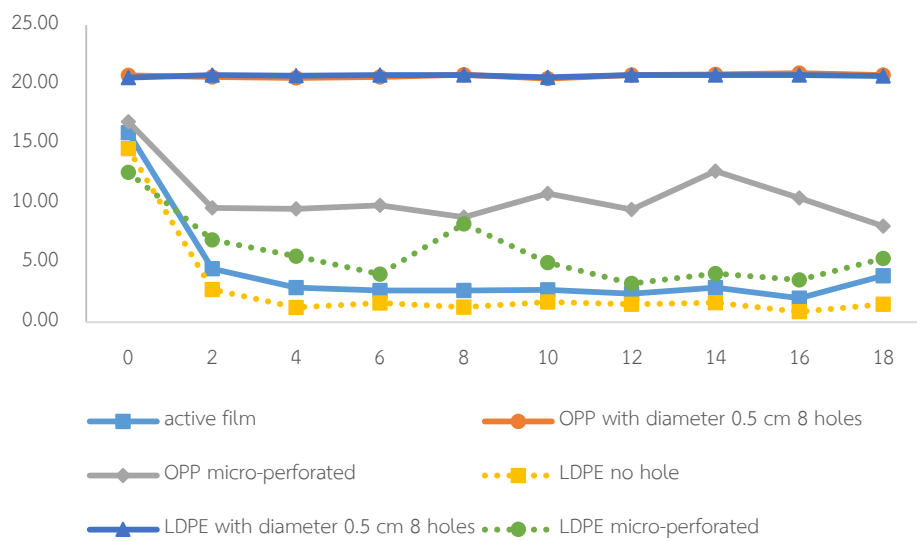
ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 18 วัน ความแน่นเนื้อของผลเงาะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก โดยผลเงาะมีความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 6.62-3.09 นิวตัน (ตารางที่ 25) ซึ่งเงาะจัดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric เมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วจะไม่มีการสุกเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงไม่มีการอ่อนนุ่มของเนื้อผล นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำยังช่วยรักษาความแน่นเนื้อของเงาะได้ดี (O'Hare, 1995)

คุณภาพทางเคมี

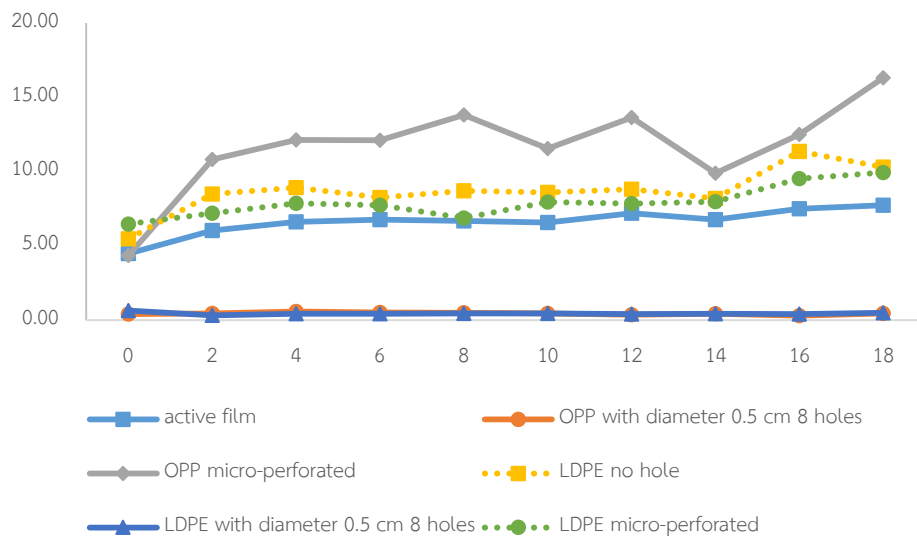
สำหรับคุณภาพทางเคมีของผลเงาะ พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ผลเงาะทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณวิตามินซีลดลง โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 16 วัน ผลเงาะบรรจุในถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด เท่ากับ 19.00 บริกซ์ ขณะที่ผลเงาะบรรจุในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด เท่ากับ 28.48 มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัม ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก (ตารางที่ 26-28)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลเงาะบรรจุฟิล์มแอคทีฟ และถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู มีลักษณะภายนอกเป็นที่ยอมรับได้นานที่สุดคือ 14 วัน รองลงมาคือผลเงาะบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน มีลักษณะภายนอกเป็นที่ยอมรับได้นาน 12 วัน ขณะที่ผลเงาะบรรจุในถุงฟิล์มกรรมวิธีอื่นมีคุณภาพภายนอกเป็นที่ยอมรับได้นาน 10 วัน (ตารางที่ 29) สำหรับความชอบรสชาติ พบว่า เงาะบรรจุในถุงฟิล์มแอคทีฟ ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู และถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000- 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน มีคะแนนความชอบรสชาติเป็นที่ยอมรับได้นาน 16 วัน ส่วนเงาะบรรจุในถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู และถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีคะแนนความชอบรสชาติเป็นที่ยอมรับได้นาน 14 วัน (ตารางที่ 30)



ภาพที่ 5 ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงบรรจุเงาะที่บรรจุในถุงฟิล์มชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 6 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุเงาะที่บรรจุในถุงฟิล์มชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 22 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
ฟิล์มแอคทีฟ	0.00	0.04	0.12	0.20	0.36	0.32	0.38	0.46	0.51	0.26 bc
ฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.00	0.28	0.19	0.24	0.26	0.32	0.42	0.59	0.62	0.32 de
ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	0.00	0.04	0.07	0.12	0.19	0.20	0.33	0.33	0.36	0.18 a
ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	0.00	0.07	0.13	0.19	0.33	0.34	0.45	0.45	0.67	0.29 bc
ฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.00	0.15	0.21	0.24	0.27	0.45	0.54	0.64	0.65	0.35 e
ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	0.00	0.05	0.12	0.16	0.19	0.30	0.37	0.41	0.51	0.24 b
ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บรักษา	0.00 A	0.11 B	0.14 AB	0.19 B	0.26 D	0.32 E	0.42 F	0.48 G	0.55 H	
CV (กรรมวิธี) 8.6% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 10.4%										

ตารางที่ 23 ค่าความสว่าง (L*) ของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
ฟิล์มแอคทีฟ	25.40 a D	32.49 ab A	28.19 ab BCD	26.44 a CD	29.90 ab AB	28.91 a BC	28.79 a BC	27.21 a BCD	26.41 ab CD	
ฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	26.34 a CD	30.72 abc AB	28.68 ab BCD	26.50 a CD	32.11 a A	28.78 a BC	25.74 a CD	25.61 a D	25.81 ab CD	
ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	26.37 a CD	33.09 a A	31.08 a AB	25.60 a D	28.83 b BC	27.97 a CD	28.46 a BCD	25.49 a D	28.42 a BCD	
ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	28.08 a AB	28.94 c AB	30.42 ab AB	28.12 a AB	31.15 ab A	29.25 a AB	27.88 a B	28.52 a AB	24.51 b C	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	26.48 a CD	29.85 bc AB	27.78 b BC	27.35 a BC	30.93 ab A	28.60 a ABC	26.37 a CD	25.84 a CD	23.89 b D	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	25.55 a C	30.33 abc A	27.78 b ABC	25.27 a C	29.61 ab AB	30.58 a A	26.58 a C	27.18 a BC	25.70 ab C	
CV (กรรมวิธี) 10.9% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 8.7%										

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 24 ค่าสีแดง (a*) ของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
ฟิล์มแอคทีฟ	36.65 a A	28.34 a B	33.04 b AB	32.57 a AB	31.96 a AB	32.47 a AB	30.18 a B	36.16 a A	29.81 a B	
ฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	30.13 b B	30.73 a B	38.90 a A	30.23 a B	33.13 a B	32.15 a B	30.84 a B	28.03 b B	30.50 a B	
ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	31.11 b A	28.34 a A	32.59 b A	30.55 a A	31.67 a A	32.50 a A	30.49 a A	29.74 b A	28.06 a A	
ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	30.48 b A	32.22 a A	31.14 b A	32.20 a A	29.84 a A	33.63 a A	28.37 a A	30.85 b A	28.98 a A	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	31.14 b AB	32.19 a A	31.92 b A	30.84 a ABC	30.92 a ABC	31.61 a AB	26.44 a BC	25.77 b C	32.58 a A	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	33.34 ab A	32.47 a A	31.11 b A	33.39 a A	28.27 a A	31.79 a A	29.87 a A	30.64 b A	29.65 a A	
CV (กรรมวิธี) 16.3% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 13.6%										

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 25 ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
ฟิล์มแอคทีฟ	4.56 a AB	4.97 a A	3.37 b C	4.45 a AB	4.34 ab B	4.19 a B	4.28 a B	3.50 b C	4.55 a AB	
ฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	3.33 b DE	4.82 a A	3.64 b CDE	3.89 b BCD	4.34 ab AB	3.27 b E	4.38 a AB	3.58 b CDE	4.01 b BC	
ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	4.58 a A	4.52 ab A	4.64 a A	3.38 bc BC	4.51 a A	3.12 b C	3.88 ab B	3.79 ab B	3.65 b BC	
ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	3.28 b D	4.43 ab A	4.37 a AB	3.63 bc D	3.81 bc BCD	3.28 b D	4.20 a ABC	4.29 a ABC	3.75 b CD	

ฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8									
รู	3.38 b BC	4.12 b A	3.67 b ABC	3.20 c C	3.43 c BC	3.10 b C	3.53 bc BC	3.68 b ABC	3.87 b AB
ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	3.22 b CDE	4.81 a A	3.31 b CDE	3.09 c DE	3.77 bc BC	2.74 b E	3.16 c DE	3.63 b BCD	3.93 b B
CV (กรรมวิธี) 13.2% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 12.0%									

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 26 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (บริกซ์) ของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี

ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ฟิล์มแอคทีฟ	21.02 a A	20.62 a AB	20.55 ab ABC	20.43 a ABC	20.07 a BCD	19.47 a D	19.77 ab BCD	19.30 ab D	19.67 ab CD
ฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	20.33 a ABC	20.92 a A	20.72 ab AB	19.87 a BC	20.15 a ABC	19.95 a BC	20.57 a ABC	19.70 ab C	20.03 a ABC
ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	20.55 a ABC	20.62 a AB	20.87 ab A	20.10 a A-D	20.07 a A-D	19.95 a BCD	19.68 ab CDE	18.93 b E	19.48 ab DE
ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	20.75 a AB	21.38 a A	20.47 ab BC	20.10 a BCD	19.65 a CDE	19.50 a DE	19.38 b DE	19.27 ab DE	19.00 b E
ฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	20.75 a AB	20.62 a ABC	21.15 a A	20.72 a AB	20.27 a ABC	20.15 a BC	19.87 ab BC	20.00 a BC	19.77 a C
ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	20.48 a AB	21.00 a A	20.07 b BC	20.22 a ABC	19.82 a BC	18.60 b D	19.93 ab BC	19.53 ab C	19.42 ab C
CV (กรรมวิธี) 4.1% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 3.5%									

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 27 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
ฟิล์มแอคทีฟ	0.20 c C	0.26 b A	0.25 b A	0.26 c A	0.21 c BC	0.25 b A	0.25 bc A	0.23 b AB	0.23 bc ABC	
ฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.25 ab E	0.28 ab B-E	0.25 b DE	0.31 a A	0.29 a AB	0.28 a BC	0.28 ab BCD	0.25 ab CDE	0.29 a AB	
ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	0.23 b BC	0.29 a A	0.25 b BC	0.25 c BC	0.25 b BC	0.25 b BC	0.23 c C	0.26 ab B	0.23 b BC	
ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	0.25 ab AB	0.26 b AB	0.26 b A	0.24 c AB	0.26 b AB	0.24 b AB	0.25 bc AB	0.26 ab A	0.23 bc B	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	0.27 a BCD	0.29 a AB	0.31 a A	0.28 b A-D	0.31 a A	0.26 ab CD	0.29 a ABC	0.27 a BCD	0.25 b D	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	0.25 ab B	0.30 a A	0.25 b B	0.24 c B	0.26 b B	0.25 ab B	0.25 bc B	0.26 ab B	0.21 c C	
CV (กรรมวิธี) 7.5% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 9.5%										

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 28 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
ฟิล์มแอคทีฟ	54.95 a A	41.19 a B	42.23 ab B	41.48 b B	37.59 bc BC	35.51 b C	33.90 ab CD	40.10 a B	30.19 ab D	
ฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	40.29 b AB	37.36 ab BC	42.52 ab A	39.96 b AB	40.34 ab AB	40.15 a AB	32.48 ab D	34.48 b CD	33.81 a CD	
ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	40.95 b A	34.48 b AB	38.26 b AB	34.75 c B	42.80 a A	40.44 a A	33.62 ab BC	34.00 b B	29.52 ab C	
ฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	44.38 b A	41.38 a AB	44.41 a A	37.88 bc BC	39.02 abc BC	41.19 a AB	35.90 a C	39.24 a BC	29.33 ab D	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	40.38 b A	33.81 b CD	39.77 ab AB	41.29 b A	35.61 c BC	38.35 ab ABC	30.57 b DE	37.81 ab ABC	28.48 b E	
ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	41.05 b BCD	38.03 ab CDE	42.23 ab ABC	46.50 a A	43.18 a AB	40.34 a BCD	37.14 a DE	37.24 ab DE	33.62 a E	
CV (กรรมวิธี) 9.0% CV (ระยะเวลาเก็บรักษา) 9.8%										

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 29 คะแนนลักษณะภายนอกของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

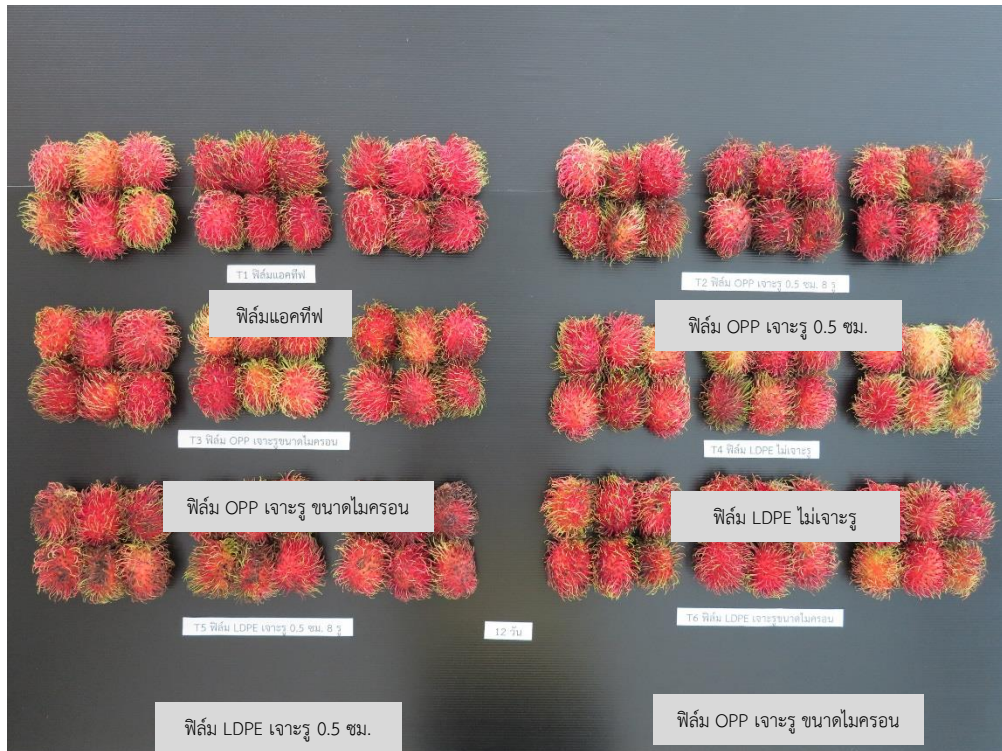
กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ฟิล์มแอคทีฟ	9.00	9.00	9.00	8.33	8.67	7.33	7.42	6.33	4.92
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	9.00	9.00	9.00	6.92	8.42	6.67	4.17	2.00	1.67
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	9.00	9.00	9.00	7.83	8.50	6.83	7.00	4.42	4.67
ถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	9.00	9.00	9.00	8.50	8.75	7.67	6.08	7.17	4.25
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	9.00	9.00	9.00	8.00	7.83	6.17	3.50	1.92	1.58

ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	9.00	9.00	9.00	8.50	8.67	7.08	5.75	5.33	4.42
--------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

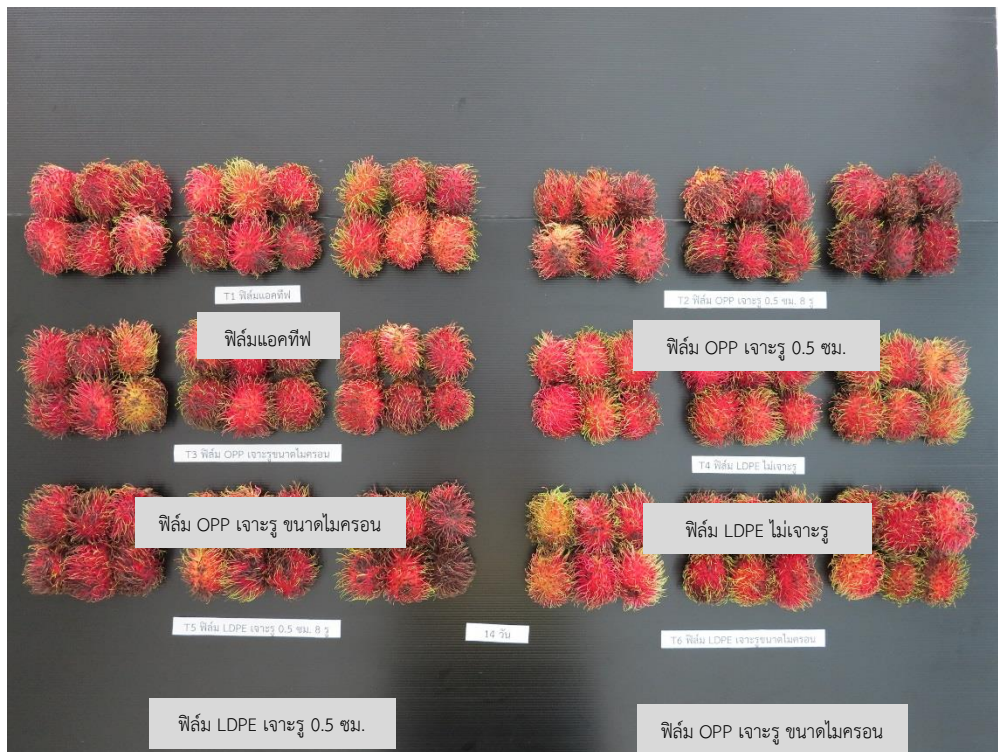
ตารางที่ 30 คะแนนความชอบรสชาติของเงาะที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
ฟิล์มแอคทีฟ	9.00	9.00	8.92	8.50	8.92	8.75	8.33	7.67	7.08	

ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	9.00	8.83	8.67	9.00	9.00	8.58	8.67	6.17	6.42
ถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน	9.00	9.00	9.00	9.00	8.92	8.42	7.83	7.92	6.67
ถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู	9.00	9.00	8.75	9.00	8.50	8.58	7.58	8.08	3.92
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. 8 รู	9.00	9.00	8.92	9.00	8.67	8.50	6.25	6.75	5.92
ถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน	9.00	8.92	9.00	9.00	8.83	8.42	7.42	7.92	6.92



ภาพที่ 7 ผลงาะโรงเรียนเก็บรักษาในถุงฟิล์มชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน



ภาพที่ 8 ผลเงาโรงเรียนเก็บรักษาในถุงฟิล์มชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองบรรจุถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอน ที่มี OTR 15,001-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ได้นาน 30 วัน และเมื่อนำออกมาวางที่อุณหภูมิห้องจะสุกในเวลา 3 วัน โดยไม่พบการเกิดกลิ่นผิดปกติเมื่อผลสุก

2. ผลเงาบรรจุฟิล์มแอคทีฟ และถุงฟิล์ม LDPE ไม่เจาะรู สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสได้นาน 14 วัน ส่วนผลเงาบรรจุในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 และ 10 วัน ตามลำดับ โดยยังมีคุณภาพภายนอกเป็นที่ยอมรับ และมีความชอบรสชาติเป็นที่ยอมรับได้นาน 16 วัน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนไปใช้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ได้

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

12. เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

เฉลิมชัย วงษ์อารี และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2555. การเก็บรักษาเงาะเพื่อการส่งออก. สืบค้นจาก:

<http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?aID=53>. (16 กันยายน 2557)

ชนิด วานิกานุกูล วาณี ชนเห็นชอบ และศศิธร จันทนวรารังกูร. 2552. ผลของการบรรจุในสภาพ

บรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในภาชนะบรรจุที่มีการซึมผ่านของแก๊สสูง. *ว.วิทย์.เกษตร. 38: 5 (พิเศษ): 242-245.*

ชารินทร์ วิโนทพรรษ์ นพดล เกิดดอนแฝก ปิติรัตน์ กลิ่นธรรม และ วรณิ ฉินศิริกุล. 2553. การยืดอายุการเก็บรักษาผลเงาะโดยใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอน. *ว.วิทย์.เกษตร. 41: 1 (พิเศษ): 175-178.*

คุชฎี ทรัพย์บัว ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ วาริช ศรีละออง และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2554. การยืดอายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยถุงพอลิเอทิลีน. *ว. วิทย์.เกษตร. 42: 3 (พิเศษ): 633-636.*

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2559. บริษัท 21 เซนจูรี จำกัด นนทบุรี. 111 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562ก. สถิติการส่งออกมะม่วงสดหรือแช่เย็นจนแข็งปี 2560. สืบค้นจาก:

http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2561&E_YEAR=2561&PRODUCT_GROUP=5252&PRODUCT_ID=4985&wf_search=&WF_SEARCH=Y (21 กุมภาพันธ์ 2562)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562ข. ข้อมูลการผลิตเงาะปี 2560. สืบค้นจาก:

http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2561&E_YEAR=2561&PRODUCT_GROUP=5252&PRODUCT_ID=4974&wf_search=&WF_SEARCH=Y (21 กุมภาพันธ์ 2562)

Brecht, J.K. and E.M. Yahia. 2009. The mango, 2nd edition: botany, production and uses. CAB International.

Chow, C. 2012. Microperforations for fresh cut produce packaging Available source: http://www.precoinc.com/PDF/microperforating_Chow.pdf. (3 June 2014).

Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40(5): 99-100, 102-104.

Mir, N. and R.M. Beaudry. 2016. Modified atmosphere packaging. In: The commercial storage of fruits vegetables and florist and nursery stocks. Agricultural handbook No. 66. USDA. ARS.

O'Hare, T.J. 1995. Postharvest physiology and storage of rambutan. *Post. Bio. Technol.* (6): 189-199.

Prasanna, V., T.N. Prabha and R.N. Thattanatha. 2007. Fruit ripening phenomena – an overview. *Food Sci Nutri.* 47(1): 1-19.

Zagory, D. and A.A. Kader. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food technol.*, 42 (9): 70-74 & 76-77.