Agricultural Sci. J. 50 : 3 (Suppl.) : 228-231 (2019) ว. วิทย. กษ. 50 : 3 (พิเศษ) : 228-231 (2562)

การยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง

Extending the Post-harvest Life of Rambutan by Modified Atmosphere Packaging

อพินยา หนูแป้น[1] กาญจนา บุญเรือง[1] และ อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์[1]

Apinya Noopan,[1] Kanchana Boonruang[1] and Anchaya Mongkolchaiyaphruek[1]

Abstract

Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) is an important tropical crop in Thailand. However, fresh rambutan is exported in small quantity due to its perishable nature causing short storage life. Rambutan fruit shows peel browning and wilting within 3-4 days after harvest. The objective of this study was to extend the shelf life of 'Rong-Rian' rambutan fruit by modified atmosphere packaging (MAP). The various types of plastic bags which differ in gas permeability including LDPE, PE-1, PE-2 and UHPP in maintaining rambutan quality were studied. Non-packaging treatment was served as a control. Fruits were evaluated every 3 days during storage at 12°C and 85-90% RH for 21 days. Weight loss, peel color, total soluble solids (TSS), sensory evaluation, disease severity, ethylene concentration and gas composition in the package headspace were recorded. The results showed that the shelf life of rambutan fruits packed in PE-1 was extended to 21 days which was correlated with the sensory panel scores. While non-packaging treatment (Control) showed disease severity and noticeable wilting due to rapid water loss at 6 days after storage which was the end of its shelf life.

Keywords: Rambutan, modified atmosphere packaging (MAP), gas transmission rate, shelf life

บทคัดย่อ

เงาะเป็นไม้ผลเขตร้อนที่สำคัญที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยแต่มีการส่งออกแบบผลสดน้อยเนื่องจากเป็นผลไม้ที่ค่อนข้างบอบบาง เมื่อเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วจะเกิดการเสื่อมเสียอย่างรวดเร็ว โดยเปลือกจะเหี่ยวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลภายใน 3-4 วัน วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง โดยใช้ถุงพลาสติกที่มีการซึมผ่านของแก๊สต่างกัน 4 ชนิด คือ LDPE, PE-1, PE-2, UHPP และเงาะที่ไม่บรรจุในถุงเป็นชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 21 วัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ทุก 3 วัน ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก สีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด การประเมินทางประสาทสัมผัส ระดับความรุนแรงของโรค ปริมาณเอทิลีนและองค์ประกอบของแก๊สในถุง พบว่าถุง PE-1 ช่วยรักษาคุณภาพด้านต่าง ๆ ของเงาะได้ดีที่สุด และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเงาะได้ถึง 21 วันโดยคุณภาพยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ขณะที่เงาะที่ไม่บรรจุในถุง (ชุดควบคุม) เกิดการเน่าเสียและการเหี่ยวจากการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วทำให้มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน

คำสำคัญ: เงาะ การบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง อัตราการซึมผ่านของแก๊ส อายุการเก็บรักษา

คำนำ

จากข้อมูลในปี 2561 เงาะมีผลผลิตรวม 275,366 ตัน ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี 2560 26,253 ตัน คิดเป็นร้อยละ 10.54 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) อย่างไรก็ดี ปัญหาที่สำคัญในการจำหน่ายและส่งออกเงาะสดคือการเหี่ยว การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกและขนเงาะและการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว ทำให้มีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้น การบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified atmosphere packaging, MAP) ที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำและปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่เหมาะสมในบรรจุภัณฑ์สามารถชะลออัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ลดการสูญเสียกลิ่นรสของผักผลไม้ ลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดการเปลี่ยนแปลงสี ช่วยรักษาและคงคุณภาพของผลิตผลให้ดูสดใหม่ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตได้ (Kader, 2002) โดยทั่วไปบรรยากาศดัดแปลงที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด คือปริมาณออกซิเจนร้อยละ 2-8 และคาร์บอนไดออกไซด์

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

ร้อยละ 5-15 (Day, 2000) ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีฟิล์มบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพของผักและผลไม้สดโดยเฉพาะผลิตผลเกษตรเขตร้อนภายในประเทศซึ่งมีลักษณะทางสรีรวิทยาที่แตกต่างจากผลิตผลเขตอบอุ่น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วยวิธีการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลงด้วยถุงพลาสติกที่มีอัตราการซึมผ่านของแก๊สต่างกันที่พัฒนาโดยทีมวิจัยในประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวเงาะอายุ 120 วันหลังดอกบาน ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า บรรจุลงกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งขนส่งจากจังหวัดพังงาถึงกรุงเทพมหานคร ใช้เวลา 20 ชั่วโมงนับตั้งแต่เก็บเกี่ยว เมื่อถึงห้องปฏิบัติการคัดเลือกผลที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ ล้างทำความสะอาดด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 200 ppm เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้งแล้วบรรจุเงาะในถุงพลาสติกขนาด 6” x 8” ที่มีอัตราการซึมผ่านของแก๊สต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ LDPE (แก๊สผ่านได้ต่ำถึงปานกลาง) และถุงพลาสติกที่พัฒนาโดยกลุ่มวิจัยเทคโนโลยีโพลิเมอร์ขั้นสูง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 3 ชนิด ได้แก่ PE-1 (แก๊สผ่านได้สูง) PE-2 (แก๊สผ่านได้สูงมาก) และ UHPP (แก๊สผ่านได้สูงพิเศษ) โดยเงาะที่ไม่ได้บรรจุในถุงเป็นชุดควบคุม (Control) รวมทั้งหมด 5 ทรีทเม้นท์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ถุง (บรรจุเงาะ 5 ผล น้ำหนักประมาณ 200 กรัมต่อถุง) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 21 วัน วิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ทุก 3 วัน ได้แก่ องค์ประกอบของแก๊สในถุง ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนด้วยเครื่อง Gas analyzer (Dansensor® CheckPoint 3, Mocon, USA) และเอทิลีนด้วยเครื่อง Gas chromatograph (GC-2014, Shimadzu, Japan) การสูญเสียน้ำหนัก สีเปลือก (L* a* b*) ด้วยเครื่อง Colorimeter (MiniScan EZ, HunterLab, USA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ด้วยเครื่อง Hand refractometer (Atago, Japan) การเกิดโรค ความรุนแรงของโรค และการประเมินทางประสาทสัมผัส ได้แก่ คะแนนการเกิดกลิ่นหมักกำหนดเป็น 4 ระดับคือ 1 ไม่เกิดกลิ่นหมัก – 4 เกิดกลิ่นหมักรุนแรง และความพอใจโดยรวม กำหนดเป็น 7 ระดับคือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด – 7 ชอบมากที่สุด

ผล

1. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และเอทิลีนในถุงระหว่างการเก็บรักษา

ปริมาณแก๊สออกซิเจนในถุง LDPE ลดลงอย่างรวดเร็วและมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่อง ในวันที่ 3 และ 6 มีค่าเท่ากับ 2.3 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าอยู่ในช่วง 6-8 เปอร์เซ็นต์ แก๊สในถุง PE-1 เข้าสู่สภาพบรรยากาศดัดแปลงสมดุลอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 3 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนเท่ากับ 7±1 และ 6±1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่แก๊สในถุง PE-2 ไม่เข้าสู่สภาพบรรยากาศดัดแปลงสมดุล แต่ปริมาณแก๊สออกซิเจนลดลงเล็กน้อยมีค่าอยู่ในช่วง 16-18 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยมีค่าอยู่ในช่วง 2-4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแก๊สในถุง UHPP เข้าสู่สภาพบรรยากาศดัดแปลงสมดุลในช่วงวันที่ 3-9 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนเท่ากับ 10±1 และ 10±1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและปริมาณออกซิเจนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเช่นกัน (Figure 1) ในถุง LDPE มีปริมาณเอทิลีนสูงตั้งแต่วันแรกและสูงที่สุดในวันที่ 6 เท่ากับ 1.7 ppm จากนั้นปริมาณเอทิลีนจะลดลงและคงที่ สำหรับถุง PE-1 PE-2 และ UHPP มีปริมาณแก๊สเอทิลีนต่ำในช่วง 12 วันแรกแต่จะเพิ่มขึ้นในช่วงหลัง จนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 1.2 ppm

2. คุณภาพด้านต่าง ๆ ของเงาะระหว่างการเก็บรักษา

เงาะที่ไม่ได้บรรจุในถุงมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 3 และ 6 มีการสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 7.6 และ 18.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เงาะที่บรรจุด้วยฟิล์มทั้ง 4 ชนิด มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยมากตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่าระหว่าง 0.02-0.58 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2 A) ไม่พบความแตกต่างของปริมาณ TSS ของเงาะในทุกทรีตเมนต์ โดยปริมาณ TSS ของเงาะทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะการเก็บรักษามากขึ้น แต่พบว่าเงาะที่ไม่ได้บรรจุในถุงมีระดับความรุนแรงของโรคเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 และวันที่ 6 ในขณะที่เงาะที่บรรจุในถุง PE-1 มีระดับความรุนแรงของโรคน้อยที่สุด รองลงมาคือ UHPP PE-2 และ LDPE ตามลำดับ (Figure 2 B) อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงของโรคจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา ค่าความสว่างและค่าสีแดงของผลเงาะมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเงาะที่ไม่ได้บรรจุในถุง (ชุดควบคุม) มีค่าความสว่างและค่าสีแดงลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ค่าความสว่างและค่าสีแดงของเงาะที่บรรจุในถุงทั้ง 4 ชนิดจะค่อยๆ ลดลง โดยค่าสีแดงของเงาะในถุง PE-1 มีแนวโน้มลดลงช้ากว่าถุง PE-2 และถุง UHPP (Figure 3 A)

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการประเมินกลิ่นผิดปกติ กลิ่น รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวม พบว่าคะแนนการเกิดกลิ่นหมักของเงาะมีแนวโน้มเพิ่มสูงตามระยะเวลาของการเก็บรักษาทุกทรีตเมนต์ (Figure 3 B) โดยเงาะที่ไม่ได้บรรจุในถุง (ชุดควบคุม) มีกลิ่นหมักจากการสุกมากเกินไป (overripe) และเกิดการเน่าเสียเร็วกว่าเงาะที่บรรจุในถุง ส่วนผลการประเมินคุณภาพด้านอื่น ๆ พบว่าคะแนนความพอใจในทุกทรีตเมนต์มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลางขึ้นไปและคะแนนความพึงพอใจโดยรวมมีระดับคะแนนเฉลี่ยระดับปานกลางซึ่งมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ประเมิน (ข้อมูลไม่ได้แสดง)

วิจารณ์ผล

การบรรจุเงาะในถุงพลาสติกทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลงในถุงที่แตกต่างจากสภาวะอากาศปกติ และแตกต่างกันตามการยอมให้ซึมผ่านได้ของแก๊สของถุง การบรรจุเงาะในถุง LDPE ที่แก๊สผ่านได้ต่ำถึงปานกลางมีปริมาณแก๊สออกซิเจนในถุงน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ซึ่งต่ำเกินไปสำหรับเงาะ ทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้เอทานอลและเกิดการหมักตามมา การบรรจุเงาะในถุง PE-1 ที่แก๊สผ่านได้สูงขึ้นและเข้าสู่สภาพบรรยากาศดัดแปลงสมดุลที่มี 7±1%CO_2+ 6±1%O_2 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเงาะได้ถึง 21 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยรัตน์ (2552) ที่ศึกษาการเก็บรักษาเงาะในสภาพบรรยากาศควบคุมและพบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์จะทำให้เงาะเกิดกลิ่นหมัก เปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเสื่อมเสียคุณภาพ และบรรยากาศควบคุมที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเงาะคือ ที่ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน 5-10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถุง PE-2 และ UHPP แก๊สผ่านได้สูงมากเกินไปทำให้มีปริมาณออกซิเจนในถุงสูงเกินไปจึงช่วยชะลอการเสื่อมเสียได้น้อยกว่าถุง PE-1 โดยถุง PE-2 แก๊สผ่านได้สูงทั้งมากออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ไม่เข้าสู่สภาวะสมดุลและมีปริมาณออกซิเจนใกล้เคียงกับอากาศปกติ (16-18 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำเกินไป การบรรจุด้วยถุงพลาสติกสามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี จึงสามารถรักษาความชื้นภายในถุงและควบคุมการสูญเสียน้ำและชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตได้ (Serrano *et al*., 2006) นอกจากนี้ สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าอากาศปกติยังช่วยชะลอหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ ทำให้การปรากฏอาการของโรคหรือความรุนแรงของโรคน้อยกว่าการเก็บรักษาในอากาศปกติ (Kader, 2002) อย่างไรก็ดี หากฟิล์มพลาสติกมีคุณสมบัติในการซึมผ่านของไอน้ำที่ต่ำเกินไป จะทำให้ความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากผลิตผลมีการคายน้ำตลอดเวลาและส่งผลให้เชื้อโรคเจริญได้ดีทำให้เกิดการเน่าเสียในที่สุดได้เช่นกัน (ปิยรัตน์, 2552)

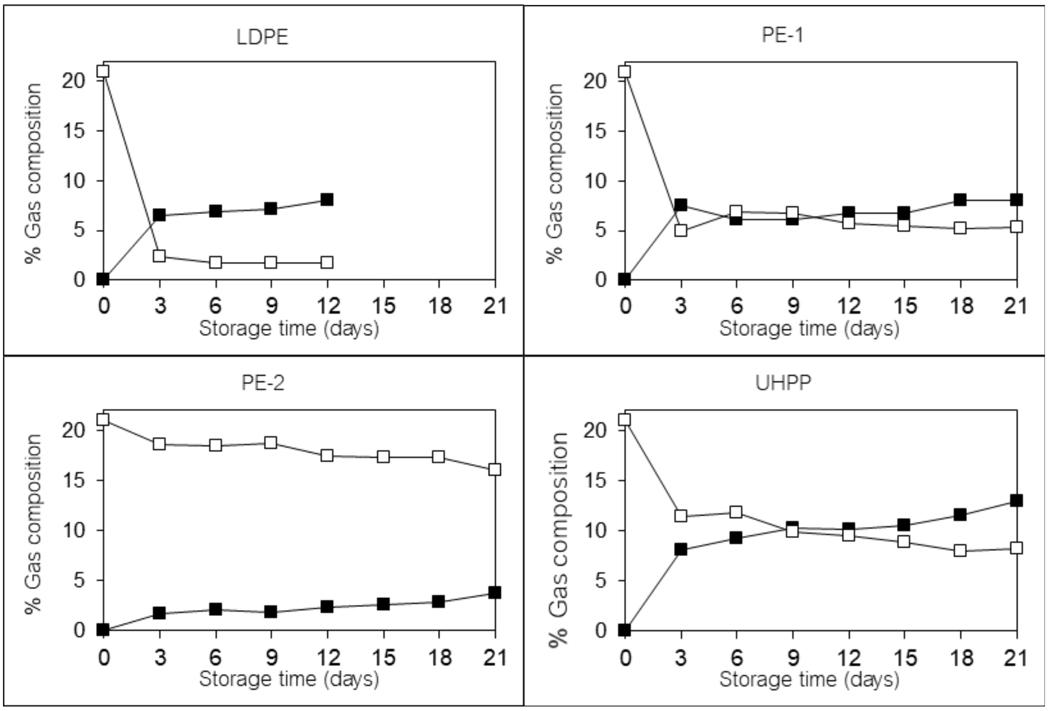

Figure 1 Gas compositions (■ CO_2 and □O_2) in LDPE, PE-1, PE-2 and UHPP packages during storage at 12°C.

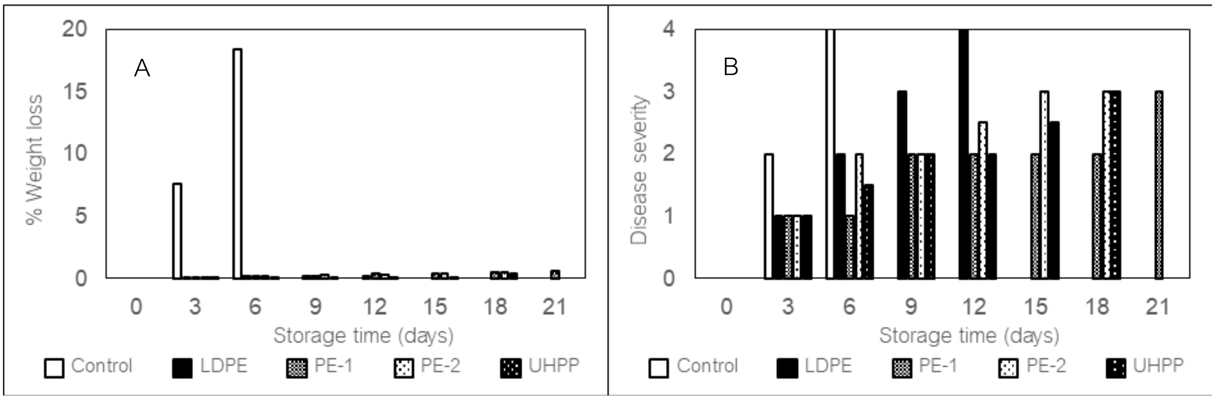

Figure 2 Weight loss (A) and disease severity (B) of rambutan fruits during storage at 12°C for 21 days.

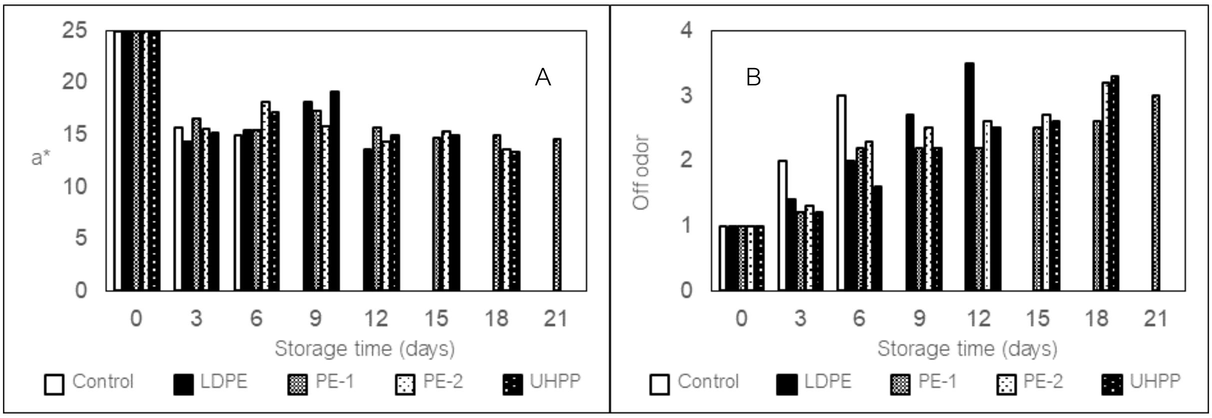

Figure 3 Redness (a* value) (A) and off odor scores (B) of rambutan fruits during storage at 12°C for 21 days.

สรุปผลการทดลอง

การบรรจุผลเงาะภายใต้บรรยากาศดัดแปลงช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและชะลอการเกิดโรคของผลเงาะอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่บรรจุในถุง ซึ่งเกิดการเน่าเสียและการเหี่ยวจากการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วทำให้มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน การบรรจุเงาะในถุง PE-1 ที่เข้าสู่สภาพบรรยากาศดัดแปลงสมดุลที่มี 7±1%CO_2+ 6±1%O_2 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเงาะได้ถึง 21 วัน เมื่อพิจารณาจากค่าสี การประเมินกลิ่นผิดปกติ และความพึงพอใจโดยรวม ขณะที่การบรรจุในถุง LDPE ที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ทำให้เงาะเกิดการหมักและเสื่อมเสียคุณภาพภายใน 6 วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทีมวิจัยเทคโนโลยีพลาสติก กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีโพลิเมอร์ขั้นสูง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สำหรับฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ และภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ปิยรัตน์ ผ่องใส. 2552. ผลของการเก็บรักษาภายใต้บรรยากาศควบคุมและการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลงโดนใช้ฟิล์มที่มีสภาพให้ซึมผ่านได้ของแก๊สสูงต่อคุณภาพของเงาะพันธุ์โรงเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 193 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ข้อมูลไม้ผลเศรษฐกิจ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th. (7 กรกฎาคม 2562).

Day, B.P.F. 2000. Novel MAP for freshly prepared fruit and vegetable products. Postharvest News and Information 11: 27-31.

Kader, A. A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd ed. The Regents of University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311.

Serrano, M., D. Martinez-Romero, F. Guillen, S. Castillo and D. Valero. 2006. Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology 39: 61-68.