รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตร

2. **โครงการวิจัย** : การพัฒนาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด

   กิจกรรม : -

   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การเก็บรักษาผักในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอน

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Modified atmosphere packaging of vegetables by using micro-perforated film

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

   หัวหน้าการทดลอง : นางสาวคมจันทร์ สรงจันทร์ สังกัด กวป.

   ผู้ร่วมงาน : นางศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ สังกัด กวป.

   นางสาวปรางค์ทอง กวานห้อง สังกัด กวป.

   นางสาวงามพิศ สุดเสน่ห์ สังกัด กวป.

5. **บทคัดย่อ** :

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผักสลัดบัตเตอร์เฮด ถั่วฝักยาว ผักชี และผักสลัดคอส โดยศึกษาผลของน้ำหนักบรรจุต่อพื้นที่ผิวบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ใช้ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน (LDPE MPF) ที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมี main plot คือ 1) ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 100 กรัม (ชุดควบคุม) 2) ฟิล์ม LDPE MPF ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 100 กรัม 3) ฟิล์ม LDPE MPF ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 200 กรัม 4) ฟิล์ม LDPE MPF ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 100 กรัม และ 5) ฟิล์ม LDPE MPF ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 200 กรัม พบว่า ภายในถุงฟิล์ม LDPE MPF ขนาดถุง

กรมวิชาการเกษตร

20x28 เซนติเมตร บรรจุผักสลัดบัตเตอร์เฮด 200 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด และมีคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ผักสลัดบัตเตอร์เฮดบรรจุในถุงฟิล์ม LDPE MPF ทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงสีและคุณภาพทางเคมีใกล้เคียงกัน สามารถเก็บรักษาได้นาน 21 วัน โดยยังมีคะแนนความชอบรวมเป็นที่ยอมรับ ถั่วฝักยาว ใช้ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอน (OPP MPF และ LDPE MPF) ที่มี OTR 15,000-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมี main plot คือ 1) ไม่บรรจุถุง (ชุดควบคุม) 2) ฟิล์ม OPP MPF น้ำหนักบรรจุ 150 กรัม 3) ฟิล์ม OPP MPF น้ำหนักบรรจุ 300 กรัม 4) ฟิล์ม LDPE MPF น้ำหนักบรรจุ 150 กรัม และ 5) ฟิล์ม LDPE MPF น้ำหนักบรรจุ 300 กรัม พบว่า ภายในถุงฟิล์ม LDPE MPF บรรจุถั่วฝักยาว 300 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุง (ชุดควบคุม) มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด โดยมีการสูญเสียน้ำหนักมากถึง 31.87 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ถั่วฝักยาวบรรจุในถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 18 วัน ถั่วฝักยาวทุกกรรมวิธีมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน อยู่ที่ประมาณ 22.16-26.19 นิวตัน เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุงมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองมากกว่ากรรมวิธีอื่น ถั่วฝักยาวบรรจุถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีสามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน โดยมีคะแนนความชอบรวมเป็นที่ยอมรับ ส่วนถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุงสามารถเก็บรักษาได้นาน 9 วัน ผักชี ใช้ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน (OPP MPF) ที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมี main plot คือ 1) ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 50 กรัม (ชุดควบคุม) 2) ฟิล์ม OPP MPF ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 50 กรัม 3) ฟิล์ม OPP MPF ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 80 กรัม 4) ฟิล์ม OPP MPF ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 50 กรัม และ 5) ฟิล์ม OPP MPF ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 80 กรัม พบว่า ภายในถุงฟิล์ม OPP MPF ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 80 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ผักชีบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ผัดชีทุกกรรมวิธีมีค่า L a* และ b* ไม่แตกต่างกัน สามารถเก็บรักษาได้นาน 18 วัน โดยยังมีคะแนนความชอบรวมเป็นที่ยอมรับ และทดสอบการใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนในการยืดอายุการเก็บรักษาผักสลัดคอส วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมี main plot คือ 1) ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 2) ฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 3) ฟิล์ม active 4) ฟิล์ม OPP MPF ที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน และ 5) ฟิล์ม LDPE MPF ที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน พบว่า ผักสลัดคอสบรรจุในถุงฟิล์ม active ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ทุกกรรมวิธี

กรมวิทยาศาสตร์

สามารถเก็บรักษาได้นาน 21 วัน โดยยังมีคะแนนความชอบรวมเป็นที่ยอมรับ โดยผักสลัดคอสบรรจุในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด

Abstract

The objective of this experiment was to test the use of micro perforated film to preserve quality and extend shelf life of butterhead, yard long bean, coriander and cos lettuce. The effect of weight per packaging surface area on changing in gas concentration inside packaging and shelf life of butterhead was investigated by using LDPE micro perforated film (LDPE MPF) with OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$. The study was conducted by split plot design with the main plot of 1) LDPE with 0.5 cm. perforated, size 20x28 cm. packing weight 100 g (control) 2) LDPE MPF, size 20x28 cm. packing weight 100 g 3) LDPE MPF, size 20x28 cm. packing weight 200 g 4) LDPE MPF, size 28x39 cm, packing weight 100 g and 5) LDPE MPF, size 28x39 cm, packing weight 200 g. It was found that inside the LDPE MPF, size 20x28 cm. contain 200 g of butterhead has least O_2 concentration and highest CO_2 concentration. All LDPE MPF treatment has weight loss less than 1%. And all treatment has no difference in color change and chemical quality. It can be stored for 21 days with an acceptable. Yard long bean, used OPP and LDPE micro perforated film (OPP MPF and LDPE MPF) with OTR 15,000-20,000 $cm^3/cm^2/day$, size 20x28 cm. The study was conducted by split plot design with the main plot of 1) no packed (control) 2) OPP MPF, packing weight 150 g 3) OPP MPF, packing weight 300 g 4) LDPE MPF, packing weight 150 g and 5) LDPE MPF, packing wight 300 g. It was found that inside LDPE MPF contain yard long bean 300 g has lowest O_2 and highest CO_2 concentration. Yard long bean without packaging has highest %weight loss. While yard long bean packed in micro perforated all treatment has weight loss less than 1%. Yard long bean in all treatment had no difference in firmness. Yard long bean without packaging had turn to yellow more than other treatment. Yard long bean in all MPF packaging can be stored for 15 days with an acceptable while yard long bean without packaging can be stored for 9 days. Coriander, used OPP micro performed film (OPP MPF) with OTR 15,000-20,000 $cm^3/cm^2/day$. The study was conducted by split plot design with main plot 1) OPP film with 0.5 cm. perforated, size 16x35 cm. packing weight 50 g (control) 2) OPP MPF, size 16x35 cm. packing weight 50 g 3) OPP MPF size 16x35 cm. packing weight 80 g 4) OPP MPF, size 28x39 cm packing weight 50 g and 5) OPP MPF, size 28x39 cm

ศรีบูรพา

packing weight 80 g. It was found that inside OPP MPF size 16x36 cm. with 80 g coriander had lowest O_2 and highest CO_2 concentration. Coriander packed in all micro perforated film have weight loss approximately 1% and can be stored for 18 days with an acceptable. Using micro perforated film to extend shelf life of cos lettuce. The study was conducted by split plot design with main plot 1) OPP with 0.5 cm. perforated 2) LDPE with 0.5 cm. perforated 3) active film 4) OPP MPF with OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day and 5) LDPE MPF with OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day. It was found that cos lettuce packed in active film, OPP MPF and LDPE MPF with OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day can reduce weight loss better than OPP and LDPE 0.5 cm perforated. Cos lettuce in all treatment can be stored for 21 days with an acceptable. Cos lettuce packed in LDPE MPF with OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day has highest overall preference score.

6. คำนำ :

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere packaging: MAP) เป็นการเก็บรักษาผลิตผลสดในบรรจุภัณฑ์ที่ภายในมีสัดส่วนของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพบรรยากาศปกติ ทำให้ผลิตผลมีอัตราการหายใจลดลง ซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Mir and Beaudry, 2004) สภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ควรช่วยลดอัตราการหายใจให้ต่ำสุด โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายเนื่องจากสภาพขาดออกซิเจน หรือเสียหายเนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์สูง (Zagory and Kader, 1988) โดยสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีก๊าซออกซิเจน 1-5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 2-10 เปอร์เซ็นต์ เป็นบรรยากาศที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผักและผลไม้สด (Mir and Beaudry, 2004) สภาพบรรยากาศที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ เป็นผลลัพธ์ร่วมกันของปัจจัยหลักที่สำคัญ คือ การหายใจของผลิตผล สภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้น) และบรรจุภัณฑ์ (Sandhya, 2010) ซึ่งผลิตผลหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้ว ยังคงหายใจโดยมีการใช้ออกซิเจนและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณออกซิเจนลดต่ำลงและมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น การสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่ต้องการ ต้องอาศัยการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมดุลระหว่างกระบวนการหายใจและการซึมผ่านก๊าซ ได้แก่ อัตราการหายใจของผลิตผล น้ำหนักบรรจุ ค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซ พื้นที่ผิวบรรจุภัณฑ์ head space รวมถึงอัตราส่วนของก๊าซต่าง ๆ ภายในบรรจุภัณฑ์ (อศิรา และคณะ, 2549) การเลือกใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนที่พัฒนาขึ้นให้เหมาะสมกับผลิตผล จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ด้วย

จากการทดลองของ Niamthong (2007) พบว่า การเก็บรักษากะเพราโดยใช้ฟิล์ม polyethylene (PE) ที่มีค่าการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนระดับกลางถึงระดับสูงมาก ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ช่วยรักษาคุณภาพของกะเพราได้นาน 9 วัน ซึ่งดีกว่าการใช้ถุงโพลิเอทิลีนเจาะรู (perforated holes) Charles *et al*. (2008) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของผักอองดีฟ (endives) กับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

การบรรจุแบบต่าง ๆ ได้แก่ ฟิล์ม oriented polypropylene (OPP) เจาะรูขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นการบรรจุแบบ unmodified atmosphere packaging ฟิล์ม low density polyethylene (LDPE) พร้อมใส่ตัวดูดซับเอทิลีน (active packaging) และฟิล์ม LDPE ไม่ใส่ตัวดูดซับเอทิลีน (passive packaging) พบว่า การบรรจุแบบ active packaging ช่วยเร่งให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์ และให้ผลดีในการช่วยชะลอการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเกิดสีน้ำตาลของผักออง ดีฟ ส่วน passive packaging ให้ผลใกล้เคียงกับการบรรจุแบบ unmodified atmosphere packaging จากการทดลองของอศิรา และคณะ (2549) พบว่า การบรรจุผักคะน้าในถุงฟิล์มที่มีค่าการซึมผ่านของก๊าซสูง (12,000 และ 16,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร.วัน) โดยบรรจุในถุงขนาด 8x12 นิ้ว น้ำหนักบรรจุ 500 กรัม สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 24 วัน โดยมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ Ibaraki *et al.,* 2000. ศึกษาผลของฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพของต้นหอมแบ่ง พบว่า การใช้ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ช่วยแก้ปัญหาการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณสูงในบรรจุภัณฑ์จากการใช้ฟิล์ม OPP ไม่เจาะรู โดยต้นหอมแบ่งบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาด 50 ไมโครเมตร จำนวน 24 รู สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 วัน

ผักสลัดหรือผักกาดหอม (Lettuce) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lactuca sativa* นิยมบริโภคส่วนของใบ ผักสลัดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือผักกาดหอมห่อ (head Lettuce) ผักกาดหอมชนิดธรรมดาไม่ห่อหัว (leaf Lettuce) และผักกาดหอมที่มีลำต้นยาว (stem Lettuce) ปัจจุบันความนิยมบริโภคผักสลัดมีเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากคนหันมาใส่ใจสุขภาพกันมากขึ้น ผักสลัดบัตเตอร์เฮด (*Luctuca sativa* L.) และผักสลัดคอส (*Luctuca sativa* L. var. Longifolia) นับเป็นผักสลัดที่นิยมรับประทานเป็นลำดับต้น ๆ จากการศึกษาของสิริลักษณ์ (2554) พบว่า สภาวะการปรับแต่งบรรยากาศและระยะเวลาในการเก็บรักษา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสี กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และอัตราการสูญเสียน้ำหนักในบัตเตอร์เฮดและกรีนโอ๊ค การเก็บรักษาบัตเตอร์เฮดและกรีนโอ๊คในสภาวะความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซออกซิเจนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 1:5 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 8 และ 16 วัน ตามลำดับ

ถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) เป็นผักชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกทั่วทุกภาคของไทย ปัจจุบันการปลูกถั่วฝักยาวไม่ใช่เพื่อบริโภคในครัวเรือนเท่านั้น แต่เป็นการผลิตเชิงการค้าและเพื่อการส่งออก โดยมีตลาดส่งออกหลัก ได้แก่ สวิตเซอร์แลนด์ อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมนี เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557ข) วิษณุ และคณะ (2545) ศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของถั่วฝักยาว พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของถั่วฝักยาวได้ โดยลดการพองตัวของฝัก การสูญเสียน้ำหนัก การสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ และรักษาความแน่นเนื้อ ทำให้มีอายุเก็บรักษาเท่ากับ 14 วัน โดยระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมคือ 90-100 เปอร์เซ็นต์

ผักชีเป็นผักที่อยู่ในตระกูล Unbelliferae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coriandrum sativa* L. เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุสั้น คือ ประมาณ 40-60 วัน ลำต้น ราก ใบ ก้านใบ ดอก และเมล็ดมีกลิ่นหอม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

สามารถนำมาใช้บริโภคได้ทุกส่วน ผักชีสามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย และปลูกได้ตลอดปี ช่วงที่เหมาะสมในการปลูกที่สุด คือ ฤดูหนาว แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ราชบุรี นครปฐม และเขตปริมณฑล ผักชีจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 30-45 วัน เก็บเกี่ยวโดยการถอนด้วยมือติดทั้งต้นและรากไม่ขาด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557ก) มีการทดสอบการเก็บรักษาผักชีในถุงฟิล์มกำจัดเอทิลีน พบว่า สามารถรักษาความเขียวของผักชีได้นาน 8 วันที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส (อศิรา และคณะ, 2553)

วัตถุประสงค์ในการทดลองครั้งนี้ เพื่อทดสอบการใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผักสลัดบัตเตอร์เฮด ถั่วฝักยาว ผักชี และผักสลัดคอส

7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

1. ผลิตผลที่ใช้ทดลอง ได้แก่ ผักสลัดบัตเตอร์เฮด ถั่วฝักยาว ผักชี และผักสลัดคอส
2. ฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่มีการจัดเรียงตัว (oriented polypropylene: OPP) ฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene: LDPE)
3. เครื่องเลเซอร์มาร์กเกอร์ ชนิดคาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ ยี่ห้อ KEYENCE รุ่น ML-29500 Series
4. เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก
5. เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-8A
6. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง
7. เครื่องวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ยี่ห้อ Dansensor รุ่น CheckMate3
8. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-10
9. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ ยี่ห้อ LLOYD รุ่น LF plus
10. เครื่อง digital refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101
11. เครื่อง homogenizer
12. เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Thermo รุ่น Evolution 300 UV-VIS
13. เครื่องไตเทรตอัตโนมัติ ยี่ห้อ KEM รุ่น AT-710
14. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี
15. ห้องเย็น

- วิธีการ

1. ศึกษาน้ำหนักบรรจุที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาผักโดยใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอน

กรมวิชาการเกษตร

โดยศึกษาผลของน้ำหนักบรรจุต่อพื้นที่ผิวบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ถั่วฝักยาว และผักชี

1.1 เตรียมผลิตผลที่นำมาใช้ทำการทดลอง โดยคัดเลือกผลิตผลที่มีความสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิและความเสียหายจากโรคและแมลง นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ

1.2 นำผลิตผลมาบรรจุในถุงฟิล์ม OPP หรือ LDPE เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 20x28 หรือ 16x35 เซนติเมตร (S) หรือ 28x39 เซนติเมตร (L)

1.3 วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 2 ถุง ดังนี้

ผักสลัดบัตเตอร์เฮด

Main plot คือ วิธีการบรรจุ ได้แก่

1) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร (S) น้ำหนัก 100 กรัม (ชุดควบคุม)
2) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร (S) น้ำหนัก 100 กรัม
3) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร (S) น้ำหนัก 200 กรัม
4) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร (L) น้ำหนัก 100 กรัม
5) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 10,001-15,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร (L) น้ำหนัก 200 กรัม

Sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา ได้แก่ 0 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน

ถั่วฝักยาว

Main plot คือ วิธีการบรรจุ ได้แก่

1) ไม่บรรจุถุง (ชุดควบคุม)
2) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,000-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 150 กรัม
3) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,000-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 300 กรัม
4) บรรจุถุง LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,000-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 150 กรัม
5) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 15,000-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 300 กรัม

Sub plot คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ได้แก่ 0 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน

กรมวิทยาศาสตร์

ผักชี

Main plot คือ วิธีการบรรจุ ได้แก่

1) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร (S) น้ำหนัก 50 กรัม (ชุดควบคุม)

2) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร (S) น้ำหนัก 50 กรัม

3) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร (S) น้ำหนัก 80 กรัม

4) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร (L) น้ำหนัก 50 กรัม

5) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,001-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร (L) น้ำหนัก 80 กรัม

1.4 นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สุ่มมาตรวจสอบคุณภาพทุก 3 วัน

2. ทดสอบการใช้ฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนในการยืดอายุเก็บรักษาผักสลัดคอส ซึ่งมีอัตราการหายใจอัตราการหายใจระดับ high

2.1 เตรียมผลิตผลที่นำมาใช้ทำการทดลอง โดยคัดเลือกผลิตผลที่มีความสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิและความเสียหายจากโรคและแมลง นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ

2.2 นำผลิตผลมาบรรจุในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร

2.3 วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 2 ถุง ดังนี้

ผักสลัดคอส

Main plot คือ วิธีการบรรจุ ได้แก่

1) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 8 รู (ชุดควบคุม)

2) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 8 รู (ชุดควบคุม)

3) บรรจุถุงฟิล์มชนิดแอคทีฟ (ชุดควบคุม)

4) บรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน

5) บรรจุถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน

Sub plot คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ได้แก่ 0 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน

2.4 นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สุ่มมาตรวจสอบคุณภาพทุก 3 วัน

กรมวิทยาศาสตร์

การตรวจสอบคุณภาพ

-ปริมาณก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ วัดด้วยเครื่องวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ยี่ห้อ Dansensor รุ่น CheckMate3 โดยใช้เข็มสำหรับวัดแทงเข้าไปในถุง แล้วอ่านค่าจากเครื่องวัด

- การสูญเสียน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักสดเริ่มต้น น้ำหนักสดเมื่อตรวจสอบคุณภาพ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ตามสมการ

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสดเมื่อตรวจสอบคุณภาพ}}{\text{น้ำหนักสดเริ่มต้น}} \times 100$$

- การเปลี่ยนแปลงสี (เฉพาะผักสลัดบัตเตอร์เฮด ผักสลัดคอส และผักชี) วัดด้วยเครื่องวัดสี (color meter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-10 ในหน่วย hunter scale (L*, a*, b*) โดยผักสลัดบัตเตอร์เฮดและผักสลัดคอส วัดบริเวณด้านบนของใบชั้นที่ 2 จำนวน 3 ตำแหน่งต่อต้น และผักชีวัดบริเวณใบ จำนวน 3 ตำแหน่งต่อซ้ำ

ค่า L* คือ ค่าความสว่าง (brightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (dark) ถึง 100 (white)

ค่า a* คือ ค่าแสดงระดับสีแดง-เขียว เมื่อค่า a* เป็นบวกจะแสดงลักษณะสีแดง และเมื่อค่าเป็นลบ จะแสดงลักษณะสีเขียว โดยที่เมื่อค่าห่าง 0 มากแสดงถึงค่าสีแดงหรือสีเขียวมากขึ้น

ค่า b* คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง-น้ำเงิน เมื่อค่า b* มีค่าเป็นบวกจะแสดงลักษณะสีเหลืองและเมื่อค่าเป็นลบจะแสดงลักษณะสีน้ำเงิน โดยที่เมื่อค่าห่าง 0 มากแสดงถึงค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงินมากขึ้น

- แรงที่ใช้ในการตัดให้ขาด (เฉพาะถั่วฝักยาว) วัดด้วยเครื่อง texture analyzer ยี่ห้อ LLOYD รุ่น LF plus โดยใช้หัวตัดแบบตรง ขนาดแรงกด 0.5 นิวตัน ความเร็ว 50 มิลลิเมตร/นาที ระยะทางในการตัด 20 มิลลิเมตร โดยวัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางของความยาวฝัก จำนวนซ้ำละ 6 ฝัก

- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) (เฉพาะผักสลัดบัตเตอร์เฮด ผักสลัดคอส และถั่วฝักยาว) นำน้ำคั้นของผักมาวัดด้วยเครื่อง digital refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101

- ปริมาณคลอโรฟิลล์ นำตัวอย่างผักน้ำหนักสด 1 กรัม ใส่ในหลอดฝาเกลียว เติมสารละลาย acetone:hexane อัตราส่วน 4:6 ปริมาตร 20 มิลลิลิตรในหลอด แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่อง homogenizer จนตัวอย่างผักและสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำสารละลายส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Thermo รุ่น Evolution 300 UV-VIS ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Mackinney (1941) ดังนี้

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ (ไมโครกรัม/น้ำหนักสด)} = (0.999 \times Abs_{663}) - (0.0989 \times Abs_{645})$$

กรมวิชาการเกษตร

- คุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ผักสลัดคอส ถั่วฝักยาว และผักชี โดยการให้คะแนน ได้แก่

ความสด ระดับคะแนน 1-5 คะแนน ได้แก่

5=สดมาก

4=สด

3=สดปานกลาง ผักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อย

2=สดเล็กน้อย ผักเริ่มเหี่ยวเล็กน้อย เปลี่ยนเป็นสีเหลือง

1=ไม่สด ผักเหี่ยว เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมาก

สี (เฉพาะถั่วฝักยาว) ระดับคะแนน 1-5 คะแนน ได้แก่

1=มีสีเหลืองมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

2=มีสีเหลืองประมาณ 26-50 เปอร์เซ็นต์

3=มีสีเหลืองเล็กน้อยประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์

4=มีสีเขียว

5=มีสีเขียวมาก

ลักษณะปรากฏ ระดับคะแนน 1-5 คะแนน ได้แก่

5=ผักมีลักษณะสดมาก ไม่เหี่ยว ไม่เน่า ไม่ช้ำ และไม่มีความผิดปกติทางสรีรวิทยา

4=ผักมีลักษณะสด ไม่เหี่ยว ไม่เน่า ไม่ช้ำ และไม่มีความผิดปกติทางสรีรวิทยา

3=ผักมีลักษณะเหี่ยวเล็กน้อย เริ่มเน่า เริ่มมีรอยช้ำ และเริ่มมีความผิดปกติทางสรีรวิทยาเล็กน้อย ประมาณ 1-25 เปอร์เซ็นต์

2=ผักเหี่ยว มีรอยเน่า มีรอยช้ำ และมีความผิดปกติทางสรีรวิทยา ประมาณ 26-50 เปอร์เซ็นต์

1=ผักเหี่ยว เน่า ช้ำ และมีความผิดปกติทางสรีรวิทยามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

ความชอบรวม ระดับคะแนน 1-5 คะแนน ได้แก่

9=ชอบมากที่สุด

8=ชอบมาก

7=ชอบปานกลาง

6=ชอบเล็กน้อย

5=เฉย ๆ

4=ไม่ชอบเล็กน้อย

3=ไม่ชอบปานกลาง

2=ไม่ชอบมาก

1=ไม่ชอบมากที่สุด

(ระดับคะแนนต่ำกว่า 6 ถือว่าหมดอายุการวางจำหน่าย)

ครุศาสตร์เกษตร

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2563

สถานที่ดำเนินการ : อาคารปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผักสลัดบัตเตอร์เฮด

ปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธีลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยภายในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร บรรจุผักสลัดบัตเตอร์เฮด 200 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน มีปริมาณก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 17.88 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ภายในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร บรรจุผักสลัดบัตเตอร์เฮด 100 กรัม (ชุดควบคุม) มีปริมาณก๊าซออกซิเจนมากที่สุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปริมาณใกล้เคียงกับสภาพบรรยากาศปกติ (Figure 1A) สำหรับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ภายในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงเล็กน้อย โดยภายในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร บรรจุผักสลัดบัตเตอร์เฮด 200 กรัม มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1.67 เปอร์เซ็นต์ สำหรับชุดควบคุมมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ใกล้เคียงสภาพบรรยากาศปกติ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 1B)

สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ฟิล์มพลาสติก ขึ้นอยู่กับการยอมให้ก๊าซซึมผ่านของฟิล์ม ซึ่งเกี่ยวข้องกับชนิดของฟิล์ม ความหนา พื้นที่ผิวของฟิล์ม รวมถึงประสิทธิภาพในการปิดผนึก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของผลิตผล ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดผลิตผล ความบริบูรณ์และปริมาณในการบรรจุ รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น ลักษณะการแพร่กระจายของก๊าซของผลิตผล องค์ประกอบของก๊าซเริ่มต้นภายในบรรจุภัณฑ์ และสภาพแวดล้อมภายนอก (Kader, 1986) สอดคล้องกับผลการทดลองนี้ ซึ่งการบรรจุผักสลัดบัตเตอร์เฮดในถุงฟิล์มขนาดเล็กและมีปริมาณบรรจุมากกว่า จะมีก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่าและมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าการบรรจุในถุงขนาดใหญ่กว่าหรือปริมาณบรรจุน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เกิดขึ้นภายในบรรจุ

กรมวิชาการเกษตร

ภัณฑ์ผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธี ยังไม่ทำให้การเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักสลัดบัตเตอร์เฮดแตกต่างกันชัดเจน

การสูญเสียน้ำหนัก ผักสลัดบัตเตอร์เฮดบรรจุในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 21 วัน อยู่ระหว่าง 0.28-0.84 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดถึง 6.61 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา (Figure 2) ฟิล์มพลาสติกส่วนใหญ่มักไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในบรรจุภัณฑ์ฟิล์มเจาะรูและไม่เจาะรูส่วนใหญ่มักใกล้เคียงกับจุดอิ่มตัวด้วยไอน้ำ ซึ่งการเจาะรูขนาดเล็กมีผลต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ไม่มาก (Mir and Beaudry, 2004) ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลในถุงฟิล์มพลาสติกเจาะรูขนาดไมครอนจึงสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้

การเปลี่ยนแปลงสี ผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธีมีค่า L (ความสว่าง) และค่า a* (ค่าสีแดง-เขียว) ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 21 วัน โดยค่า L ไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงถึงสีเขียว พบว่าค่า a* เป็นลบน้อยลงในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา แสดงว่าเริ่มมีความเป็นสีเขียวลดลง (Figure 3A และ 3B) ส่วนค่า b* (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) พบว่า มีค่าเป็นบวก แสดงถึงสีเหลือง โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 21 วัน ผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธียังมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองไม่มาก (Figure 3C) การเปลี่ยนแปลงสีของผักสลัดบัตเตอร์เฮดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (Nunes, 2008) ดังนั้น ในแต่ละกรรมวิธีจึงยังไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสี

คุณภาพทางเคมี ผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดลดลง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 21 วัน ผักสลัดบัตเตอร์เฮดบรรจุถุง LDPE เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 20x28 และ 28X39 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 200 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น คือมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 2.57 และ 2.48 บริกซ์ (Figure 4A) ผักสลัดบัตเตอร์เฮดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง เนื่องจากภายหลังการเก็บเกี่ยว ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลง โดยผลิตผลที่มีการหายใจอยู่ตลอดเวลาจะมีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงาน ทำให้ปริมาณที่มีสะสมอยู่ลดน้อยลง ส่งผลให้มีรสชาติจืดชืด (จริงแท้, 2546)

เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ผักสลัดบัตเตอร์เฮดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน ผักสลัดบัตเตอร์เฮดบรรจุถุง LDPE เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 20x28 และ 28X39 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 100 กรัม มีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น คือปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.70 และ 0.63 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ (Figure 4B) ระหว่างเกิดการชราภาพ สีเขียวของพืชจะหายไปและปรากฏสีเหลืองหรือแดงขึ้น เป็นผลมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ รวมถึงการลดอุณหภูมิและแสงสว่าง สามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ (จริงแท้, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คุณภาพทางกายภาพ จากการประเมินคุณภาพทางกายภาพโดยการให้คะแนน พบว่า คะแนนความสดและลักษณะปรากฏของผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธีเริ่มลดลงในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน มีคะแนนความสดเท่ากับ 3 คือ มีความสดปานกลาง ผักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อย และมีคะแนนลักษณะปรากฏมากกว่า 3 โดยผักยังมีลักษณะสดหรือเหี่ยวเล็กน้อย อาจเริ่มมีรอยช้ำหรือลักษณะผิดปกติเล็กน้อย (Figure 5A และ 5B) ผักสลัดบัตเตอร์เฮดทุกกรรมวิธีสามารถเก็บรักษาได้นาน 21 วัน โดยยังมีคะแนนความชอบรวมเป็นที่ยอมรับ โดยผักสลัดบัตเตอร์เฮดบรรจุในถุง LDPE เจาะรูขนาดไมครอน OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 กรัม มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด (Figure 5C ลักษณะของผักสลัดบัตเตอร์เฮดเก็บรักษาในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ที่มีขนาดถุง และน้ำหนักบรรจุที่แตกต่างกัน แสดงดัง Figure 6

กรมวิชาการเกษตร

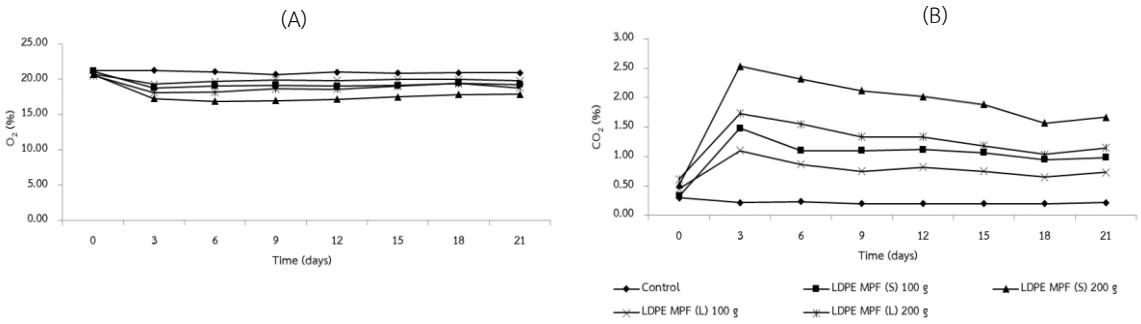

Figure 1 Oxygen (A) and carbon dioxide (B) inside butterhead packaging during store at 5°C

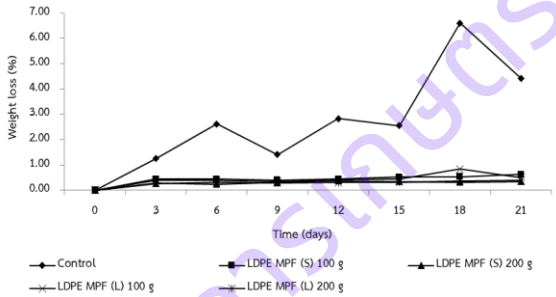

Figure 2 Weight loss (%) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

กรมวิทยาศาสตร์

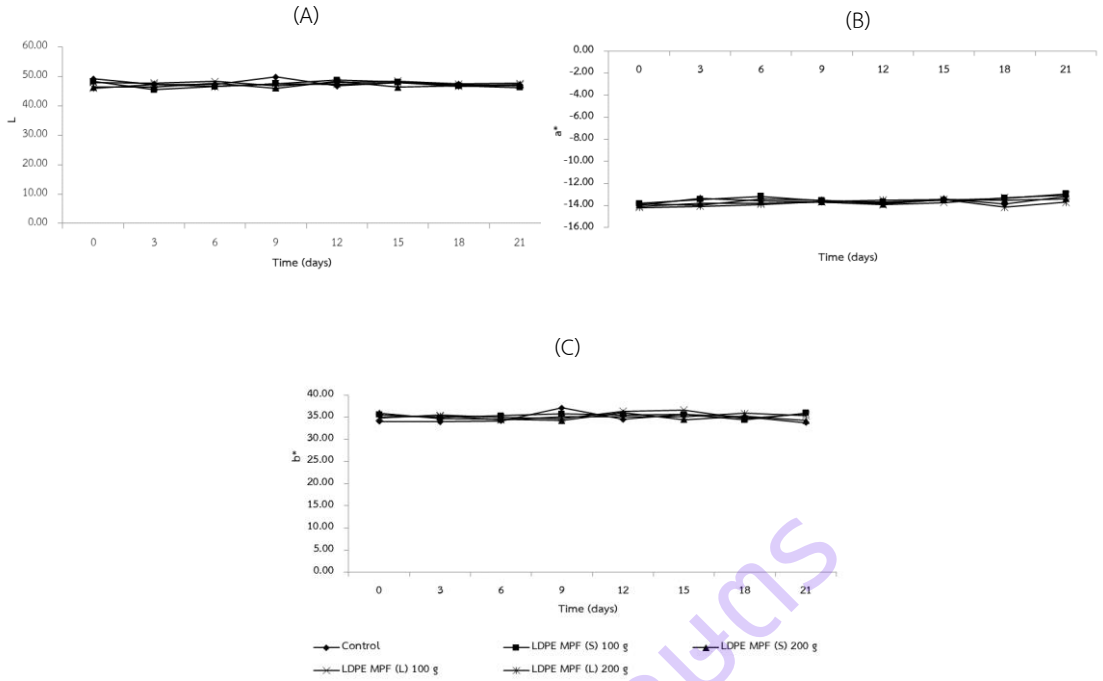

Figure 3 L value (A) a* value (B) and b* value (C) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

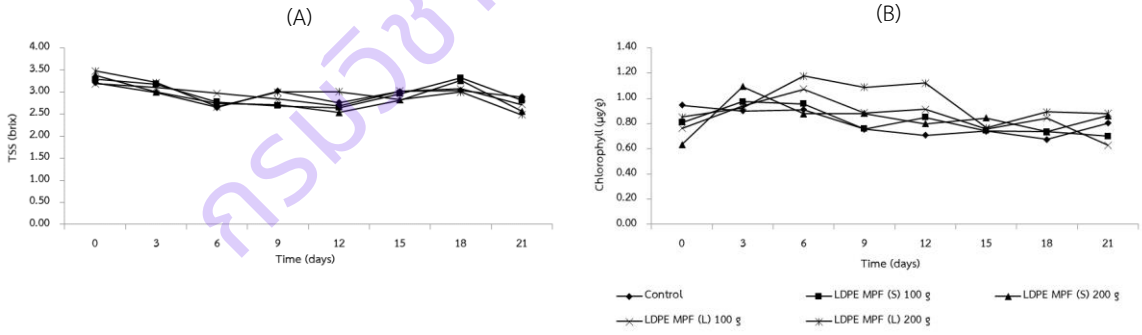

Figure 4 Total soluble solids (A) and chlorophyll (B) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

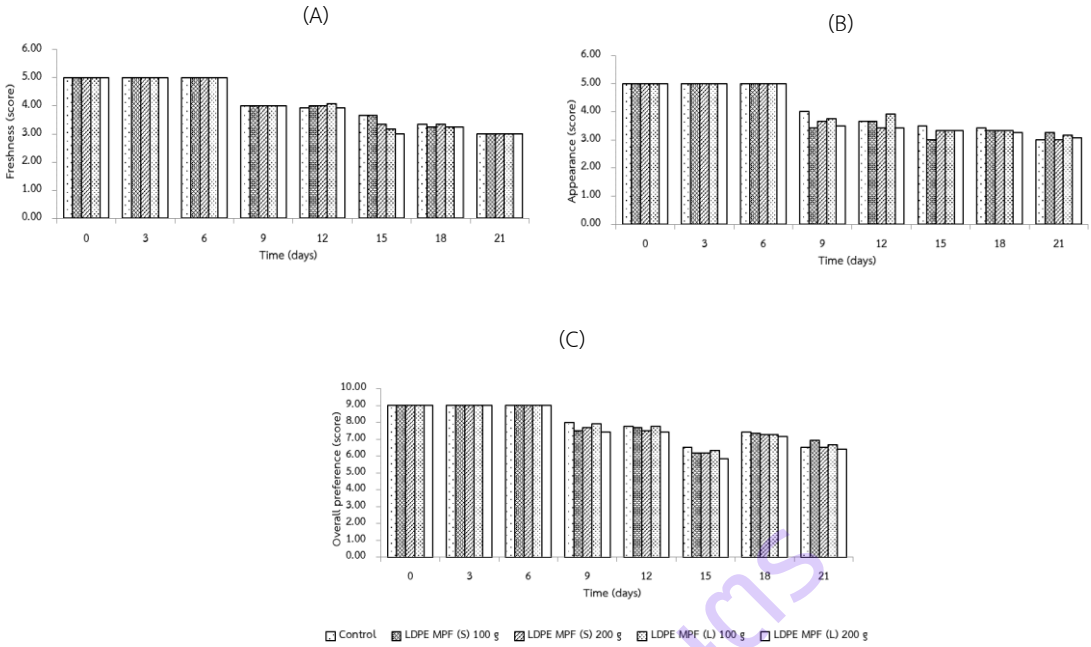

Figure 5 Freshness score (A) appearance score (B) and overall preference (C) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

Figure 6 Butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$) storage at 5°C for 21 days.

ถั่วฝักยาว

ปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ สำหรับก๊าซออกซิเจน พบว่า กรรมวิธีไม่มีปฏิสัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บเก็บรักษา ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนบรรจุถั่วฝักยาวทุกกรรมวิธีมีปริมาณลดลง โดยภายในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนบรรจุถั่วฝักยาวน้ำหนัก 300 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด โดยมีก๊าซออกซิเจนอยู่ที่ประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ภายในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนบรรจุถั่วฝักยาวน้ำหนัก 150 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนมากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ (Figure 7A) สำหรับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ภายในถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนบรรจุถั่วฝักยาวทุกกรรมวิธีมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยภายในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนบรรจุถั่วฝักยาวน้ำหนัก 300 กรัม มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 18 วัน มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 11.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนบรรจุถั่วฝักยาวน้ำหนัก 300 กรัม ขณะที่ภายในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนบรรจุถั่วฝักยาวน้ำหนัก 150 กรัม มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 7.42 และ 8.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 7B)

น้ำหนักบรรจุผลิตผลในบรรจุภัณฑ์ มีผลต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ การบรรจุผลิตผลในปริมาณมาก ทำให้เกิดการใช้ปริมาณออกซิเจนและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น อย่างไรก็ตามสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เกิดขึ้นในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธียังไม่มีผลทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดกลิ่นผิดปกติได้ นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาถั่วฝักยาวได้นานขึ้นกว่าการไม่บรรจุถุง

การสูญเสียน้ำหนักและความแน่นเนื้อ ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุง (ชุดควบคุม) มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักมากถึง 31.87 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา ขณะที่ถั่วฝักยาวบรรจุในถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 8A) การเก็บรักษาผลิตผลสดในบรรจุภัณฑ์พลาสติกช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ โดยในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง ผลิตผลจะมีอัตราการหายใจต่ำลง ส่งผลให้อัตราการการคายน้ำลดลง นอกจากนี้ฟิล์มพลาสติกยังช่วยป้องกันการระเหยของน้ำจากผลิตผลได้อีกด้วย (Zagory and Kader, 1988) สำหรับความแน่นเนื้อ พบว่า ตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 18 วัน มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ถั่วฝักยาวทุกกรรมวิธีมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ อยู่ที่ประมาณ 22.26-26.19 นิวตัน (Figure 8B)

คุณภาพทางเคมี ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ถั่วฝักยาวบรรจุในถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงเล็กน้อย ขณะที่ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุง (ชุดควบคุม) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยเมื่อเก็บรักษานาน 15 และ 18 วัน ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุงมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 9A) ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลในผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงลดลง เนื่องจากผลิตผลมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา และใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน

ทำให้ปริมาณที่มีสะสมอยู่ลดน้อยลง อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำตาลที่ลดน้อยลงเนื่องจากการหายใจอยู่ในระดับต่ำมากเมื่อเทียบกับการสูญเสียน้ำ หรือมีการเปลี่ยนน้ำตาลไปอยู่ในรูปต่าง ๆ ซึ่งผลิตผลที่มีน้ำตาลอยู่น้อย น้ำตาลจะหมดไป ทำให้มีรสจืดชืด (จริงแท้, 2546) จากการทดลองพบว่า ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุงมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ทั้งนี้เนื่องจากถั่วฝักยาวไม่บรรจถุงมีการสูญเสียน้ำหนักมาก จึงทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีความเข้มข้นมากขึ้น

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ถั่วฝักยาวทุกกรรมวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงระยะแรกของการเก็บรักษา และลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น (Figure 9B)

คุณภาพทางกายภาพ การประเมินคุณภาพโดยการให้คะแนน พบว่า ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุง (ชุดควบคุม) และถั่วฝักยาวบรรจุในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอน น้ำหนักบรรจุ 150 และ 300 กรัม เริ่มมีความสดลดลงเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน ถั่วฝักยาวบรรจุในถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนมีคะแนนความสดเป็นที่ยอมรับถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ขณะที่ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุงมีความสดไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน (Figure 10A) ถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุงมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองมากกว่ากรรมวิธีอื่นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยเมื่อเก็บรักษานาน 18 วัน ถั่วฝักยาวที่ไม่บรจุถุงมีคะแนนสีเขียวน้อยที่สุดเท่ากับ 1.5 คะแนน (Figure 10B) ถั่วฝักยาวบรรจุถุงฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีสามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน โดยมีคะแนนความชอบรวมเป็นที่ยอมรับ ส่วนถั่วฝักยาวไม่บรรจุถุงสามารถเก็บรักษาได้นาน 9 วัน (Figure 10C) ลักษณะถั่วฝักยาวเมื่อเก็บรักษานาน 18 วัน แสดงดัง Figure 11

กรมวิชาการเกษตร

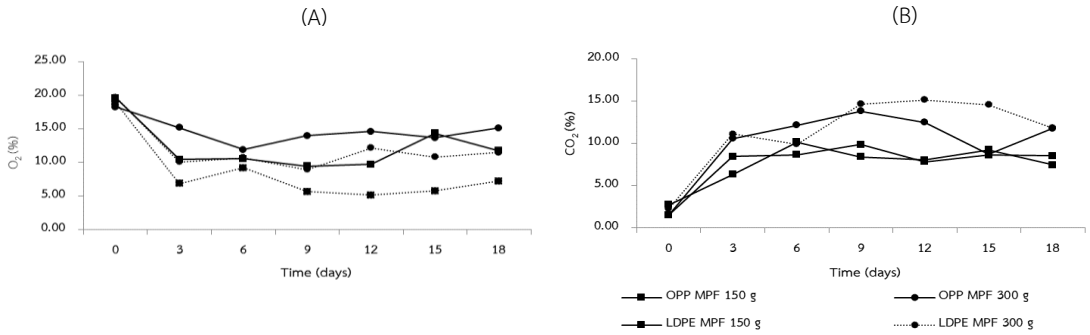

Figure 7 oxygen (A) and carbon dioxide (B) inside yard long bean packaging during store at 13°C

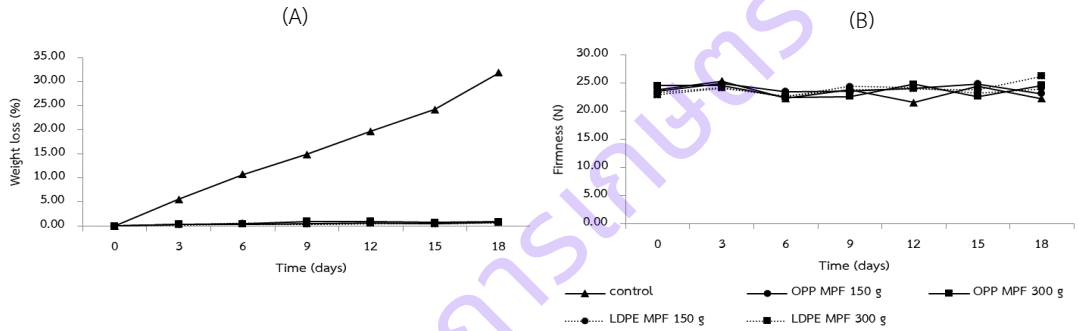

Figure 8 Weight loss (A) and firmness (B) of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

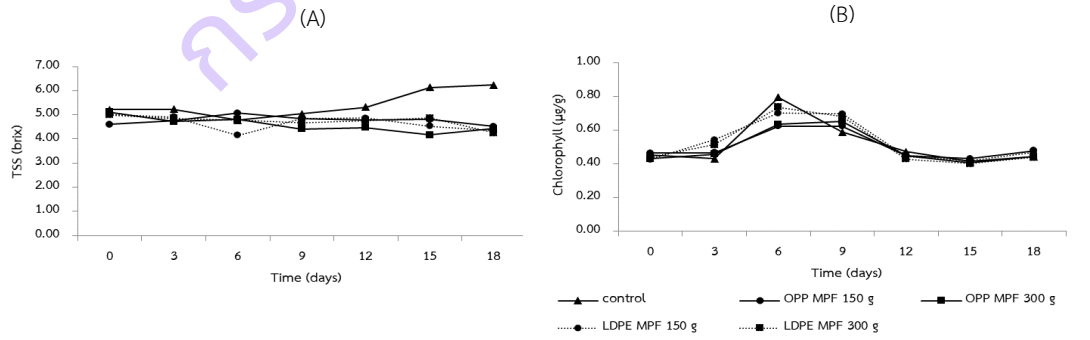

Figure 9 Total soluble solids (A) and chlorophyll (B) of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

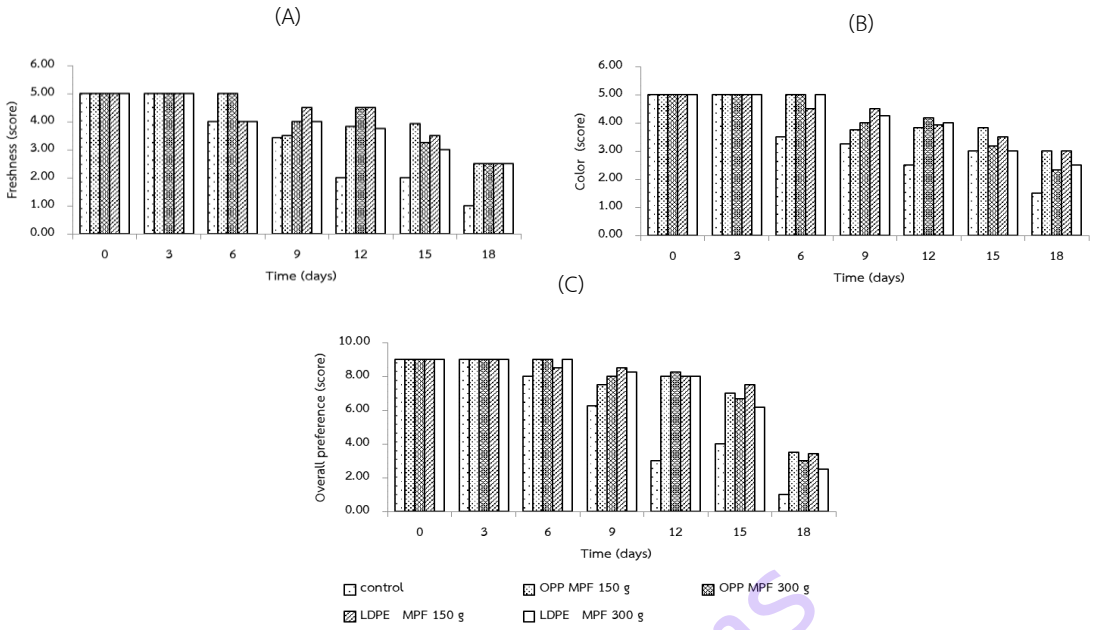

Figure 10 Freshness score (A) color score (B) and overall preference (C) of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

Figure 11 Yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 $cm^3/m^2/day$) storage at 5°C for 18 days.

ผักชี

ปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีลดลงเล็กน้อย โดยระยะเวลาการเก็บรักษานาน 3-12 วัน ภายในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร บรรจุผักชี 80 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 18 วัน พบว่า ภายในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร บรรจุผักชี 80 กรัม มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด เท่ากับ 17.58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภายในถุง OPP เจาะรูขนาดไมครอนกรรมวิธีอื่น มีปริมาณก๊าซออกซิเจนไม่แตกต่างกัน (Figure 12A) สำหรับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยภายในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร บรรจุผักชี 80 กรัม มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด (Figure 12B)

น้ำหนักบรรจุผลิตผลในบรรจุภัณฑ์ มีผลต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ การบรรจุผลิตผลในปริมาณมาก ทำให้เกิดการใช้ปริมาณออกซิเจนและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น การบรรจุผักชีในปริมาณมากกว่า ทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงและมีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น มากกว่าการบรรจุในปริมาณที่น้อยกว่า เช่นเดียวกับการทดลองในผักสลัดบัตเตอร์เฮด และถั่วฝักยาว

การสูญเสียน้ำหนัก ผักชีทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยผักชีบรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร (ชุดควบคุม) มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 18 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักชีบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน โดยมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ (Figure 13)

การเปลี่ยนแปลงสี พบว่า L (ค่าความสว่าง) a* (ค่าสีแดง-เขียว) และ b* (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีกับระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ผักชีมีค่า L และค่า b* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่า a* ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ผักชีทุกกรรมวิธีมีค่า L a* และ b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 14)

คุณภาพทางเคมี เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 18 วัน ผักชีบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 80 กรัม และถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 28x39 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 50 และ 80 กรัม มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผักชีบรรจุถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตรน้ำหนักบรรจุ 50 กรัม มีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่ต่างจากชุดควบคุม (Figure 15) การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ รวมถึงการลดอุณหภูมิและแสงสว่าง สามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ (จริงแท้, 2546) การบรรจุผักชีในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้สภาพบรรยากาศมีก๊าซออกซิเจนต่ำ และคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น ช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ดี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

คุณภาพทางกายภาพ จากการประเมินคุณภาพทางกายภาพโดยการใช้คะแนน พบว่า ผักชีทุกกรรมวิธีมีคะแนนความสด และลักษณะปรากฏลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น โดยชุดควบคุมมีค่าคะแนนน้อยที่สุด (Figure 16A-B) ผักชีทุกกรรมวิธีสามารถเก็บรักษาได้นาน 18 วัน โดยยังมีคะแนนความชอบรวมเป็นที่ยอมรับ โดยผักชีบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ขนาดถุง 16x35 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 80 กรัม มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด เท่ากับ 7.50 คะแนน (Figure 16C) ลักษณะของผักชี เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 18 วัน แสดงดัง Figure 17

กรมวิชาการเกษตร

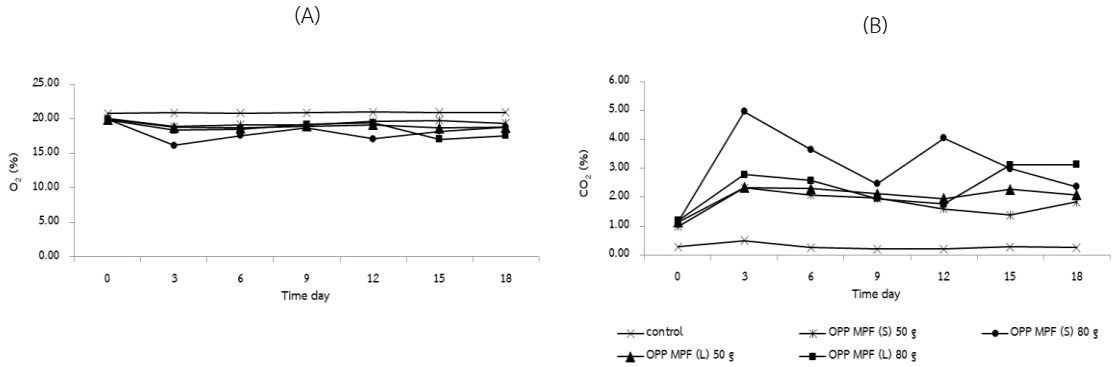

Figure 12 Oxygen (A) and carbon dioxide (B) inside coriander packaging during store at 5°C

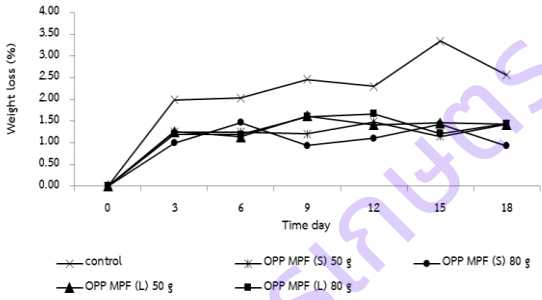

Figure 13 Weight loss (%) of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

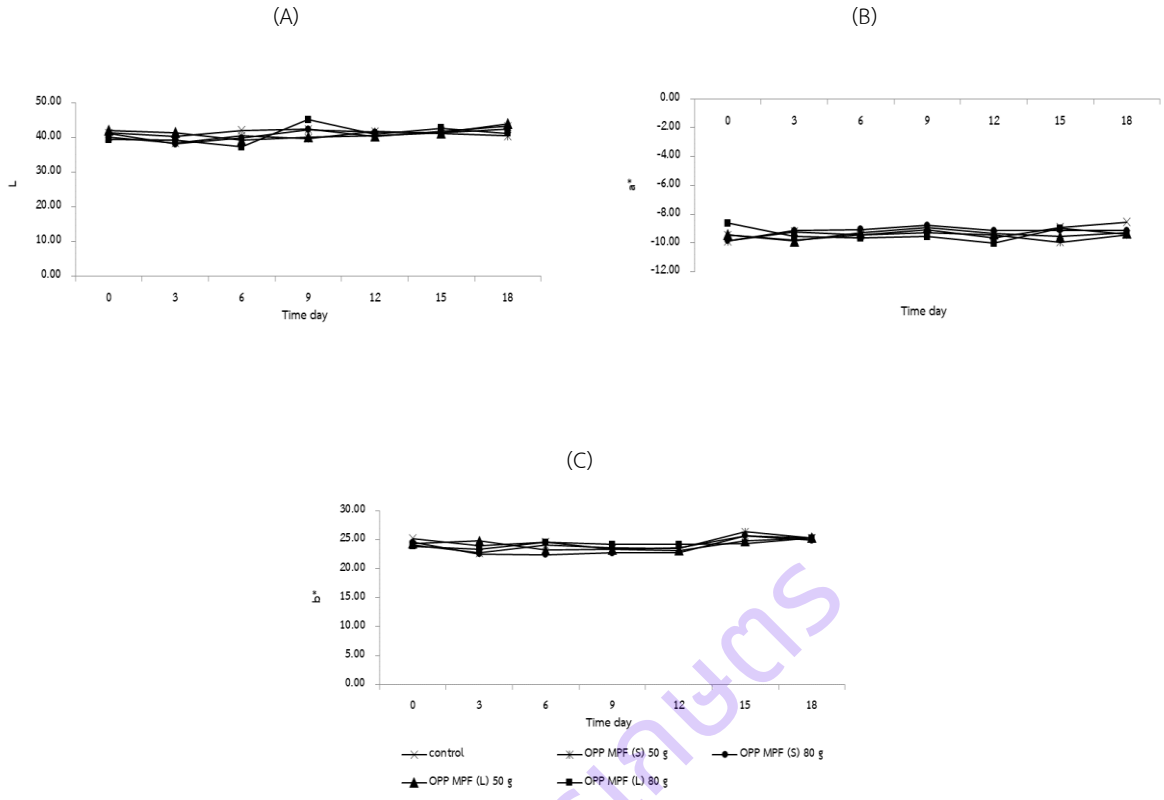

Figure 14 L value (A) a* value (B) and b* value (C) of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

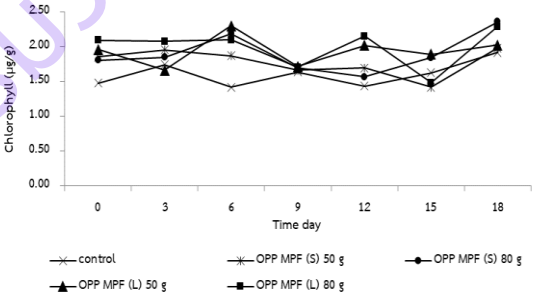

Figure 15 chlorophyll of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

กรมวิทยาศาสตร์

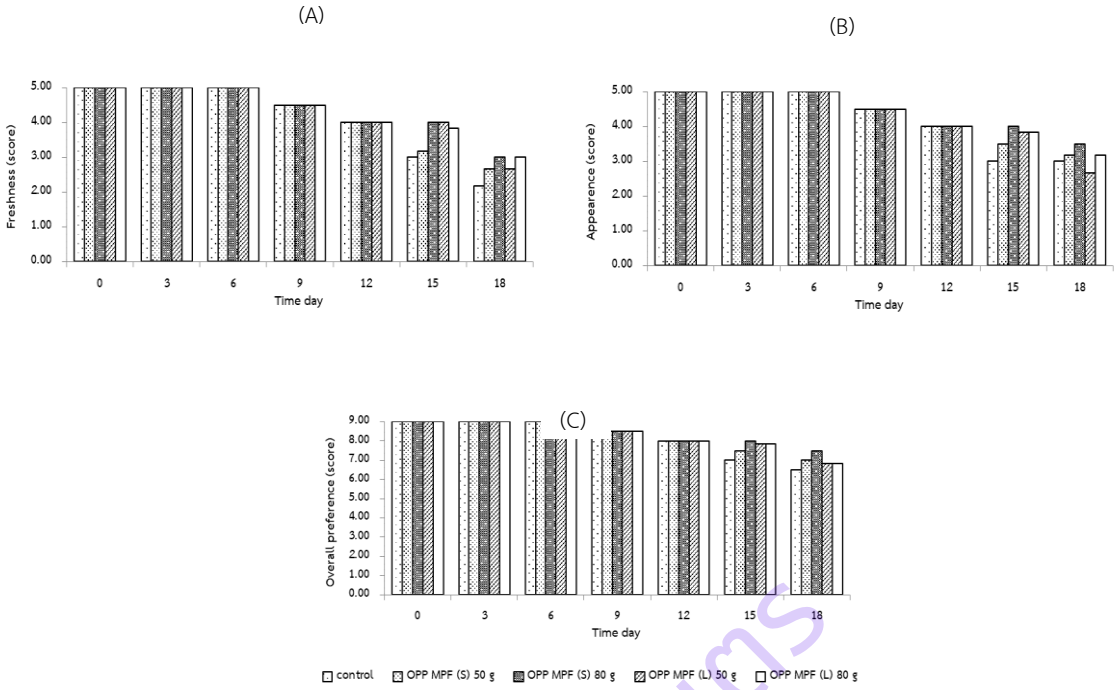

Figure 16 Freshness score (A) appearance score (B) and overall preference (C) of coriander packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

Figure 17 coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 $cm^3/m^2/day$) storage at 5°C for 18 days

กรมวิชาการเกษตร

ผักสลัดคอส

ปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงฟิล์ม active ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน บรรจุผักสลัดคอส ลดลงเล็กน้อย โดยภายในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน มีปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์น้อยที่สุด ส่วนภายในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณก๊าซออกซิเจนใกล้เคียงกับสภาพบรรยากาศปกติ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 21 วัน ภายในถุง LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน และถุงฟิล์ม active มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุดเท่ากับ 18.80 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 18A)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงฟิล์ม active ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน บรรจุภัณฑ์ผักสลัดคอส เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ขณะที่ภายในถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เปลี่ยนแปลง โดยมีปริมาณใกล้เคียงกับสภาพบรรยากาศปกติ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 21 วัน ภายในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดเท่ากับ 1.58 เปอร์เซ็นต์ (Figure 18B)

การเก็บรักษาผักสลัดคอสในถุงฟิล์ม active ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลงขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ โดยมีก๊าซออกซิเจนลดลงและคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งสภาพบรรยากาศเช่นนี้จะช่วยลดอัตราการหายใจของผลิตผล จึงช่วยยืดอายุผลิตผลได้

การสูญเสียน้ำหนัก ผักสลัดคอสบรรจุถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่มีรูเจาะขนาดใหญ่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากผลิตผลออกสู่บรรยากาศได้มาก หากมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จะแสดงอาการเหี่ยวเกิดขึ้น ขณะที่ผักสลัดคอสบรรจุถุงฟิล์ม active ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน มีการสูญเสียน้ำหนักตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 21 วัน ผักสลัดคอสบรรจุถุงฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.28 และ 4.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับผักสลัดคอสบรรจุในถุงฟิล์ม active ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 19) ผักสลัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

คอสบรรจุในถุงฟิล์ม active ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดี

การเปลี่ยนแปลงสี เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ผักสลัดคอสค่า L (ค่าความสว่าง) และ b* (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่า a* (ค่าสีแดง-เขียว) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่า L a* และ b* ของผักสลัดคอสไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี (Figure 20)

คุณภาพทางเคมี ผักสลัดคอสมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยแต่ละกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกัน (Figure 21A) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ผักสลัดคอสมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 21 วัน ผักสลัดคอสบรรจุในถุง OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุดเท่ากับ 2.72 ไมโครกรัม/กรัม แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือผักสลัดคอสบรรจุในถุง LDPE เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 1.93 ไมโครกรัม ขณะที่ผักสลัดคอสบรรจุในถุงฟิล์ม active ฟิล์ม ฟิล์ม OPP และ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 1.27 1.72 และ 1.38 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ (Figure 21B)

คุณภาพทางกายภาพ การประเมินคุณภาพทางกายภายโดยการให้คะแนน พบว่า ผักสลัดคอสมีคะแนนความสด ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม เริ่มลดลงในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 21 วัน ผักสลัดคอสบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน มีคะแนนความสดมากที่สุด ส่วนผักสลัดคอสบรรจุในถุงฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร มีคะแนนลักษณะปรากฏมากที่สุด เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 21 วัน ผักสลัดคอสทุกกรรมวิธียังมีคะแนนความชอบเป็นที่ยอมรับได้ คือมีคะแนนมากกว่า 6 โดยผักสลัดคอสเก็บรักษาในถุงฟิล์ม LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด (Figure 22) ลักษณะของผักสลัดคอสบรรจุในถุงฟิล์มชนิดต่าง ๆ เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน แสดงดัง Figure 23

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

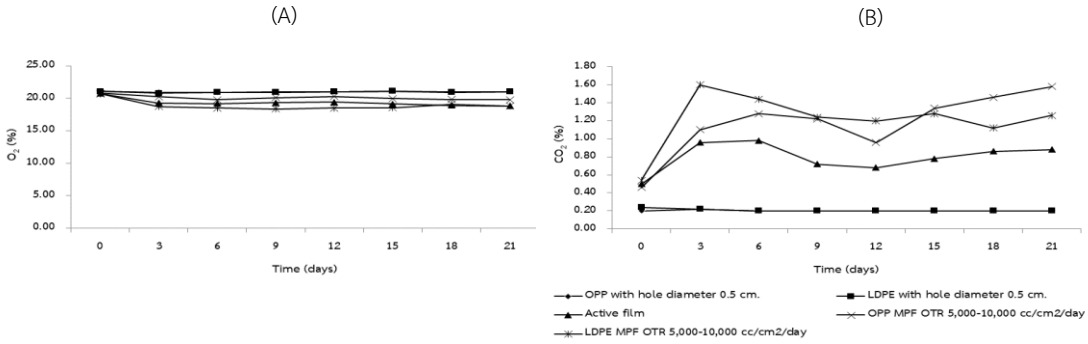

Figure 18 Oxygen (A) and carbon dioxide (B) inside cos packaging during store at 5°C

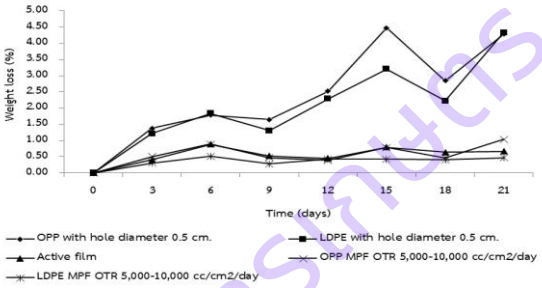

Figure 19 Weight loss (%) of cos packed in different packaging during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

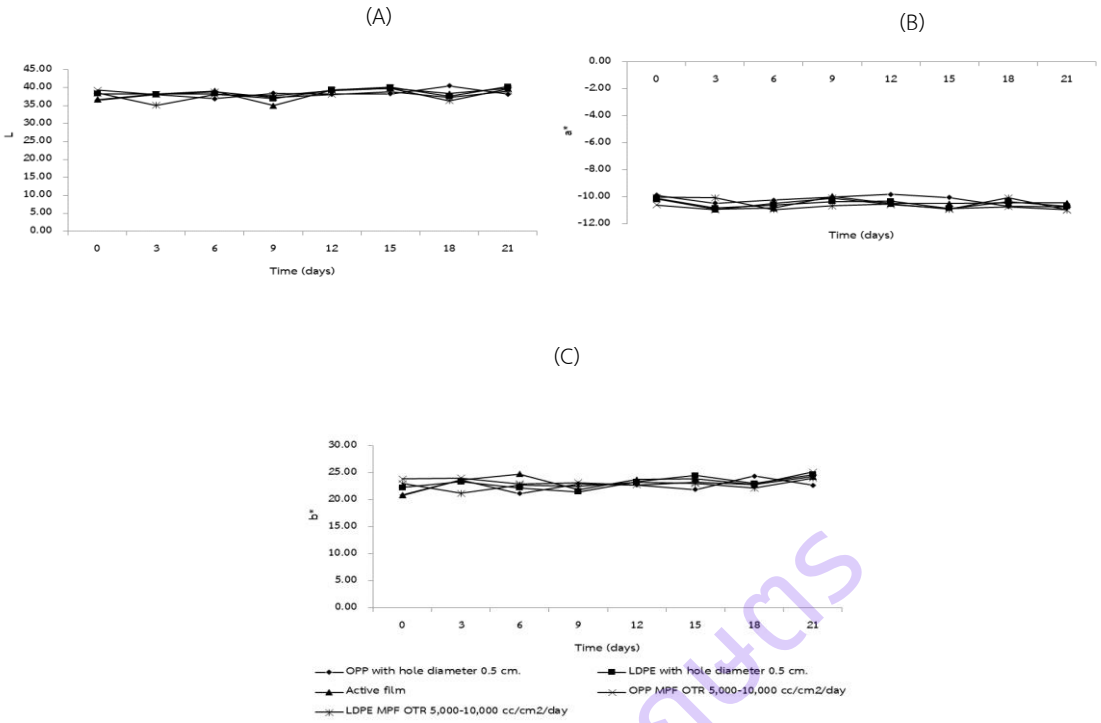

Figure 20 L value (A) a* value (B) and b* value (C) of cos packed in different packaging during store at 5°C

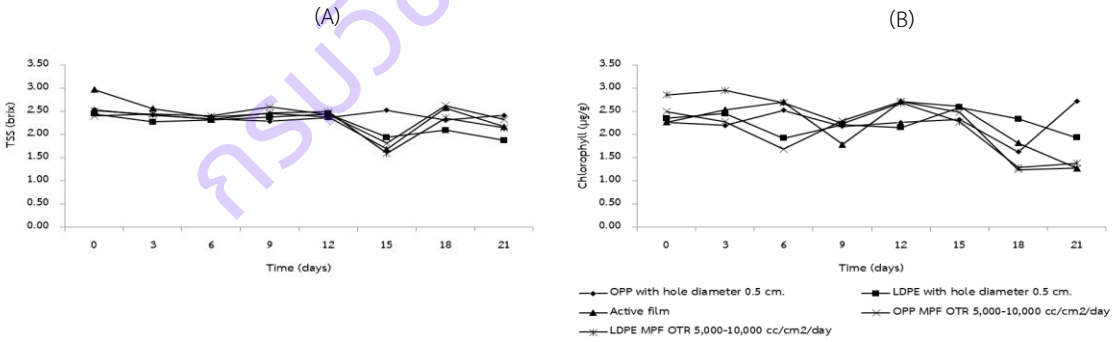

Figure 21 TSS (A) and chlorophyll (B) of cos packed in different packaging during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

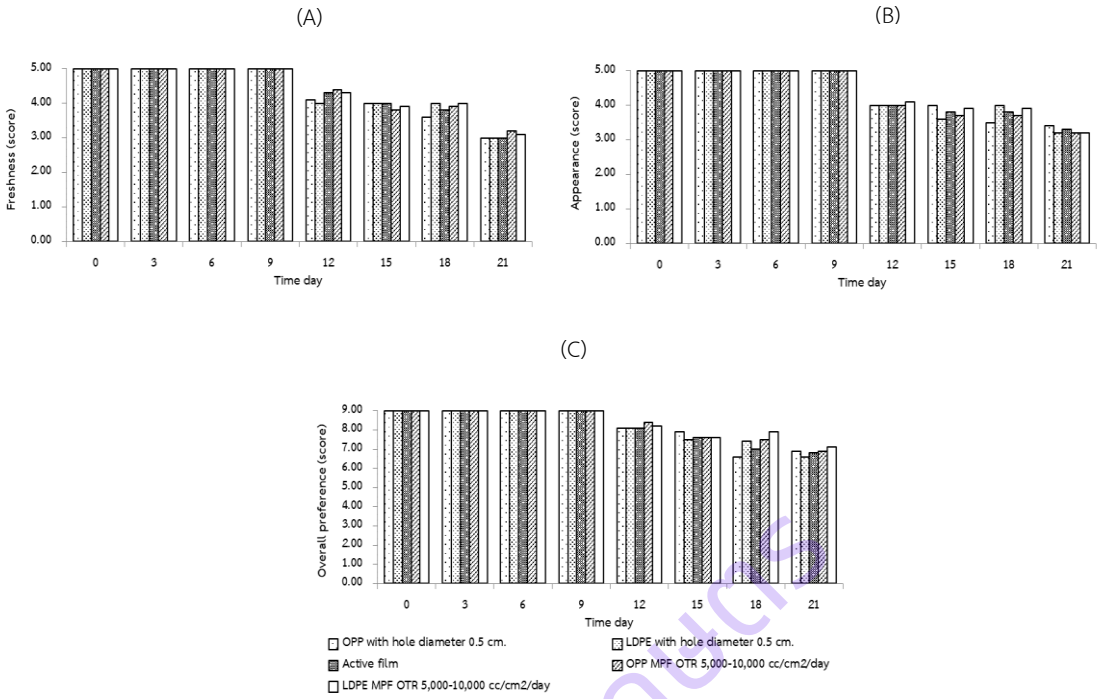

Figure 22 Freshness score (A) appearance score (B) and overall preference (C) of cos packed in different packaging during store at 5°C

กรมวิชาการเกษตร

Figure 23 Cos stored in different packaging at 5°C for 21 days

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

1. การเก็บรักษาผักสลัดบัตเตอร์เฮดในถุง LDPE เจาะรูขนาดไมครอน ที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 100 หรือ 200 กรัม สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นาน 21 วัน ไม่แตกต่างกัน

2. ถั่วฝักยาวบรรจุถุงฟิล์ม OPP หรือ LDPE เจาะรูขนาดไมครอน ที่มี OTR 15,000-20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 20x28 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 150 หรือ 300 กรัม สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นาน 15 วัน

3. ผักชี ใช้ฟิล์ม OPP เจาะรูขนาดไมครอน ที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ขนาดถุง 16x35 หรือ 28x39 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 50 หรือ 80 กรัม สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นาน 18 วัน

4. ผักสลัดคอสสามารถเก็บรักษาในถุงฟิล์ม OPP หรือ LDPE เจาะรูขนาดไมครอนที่มี OTR 5,000-10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นาน 21 วัน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

สามารถนำฟิล์มเจาะรูขนาดไมครอนที่ได้ไปใช้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษาผักสลัดบัตเตอร์เฮด ถั่วฝักยาว ผักชี และผักสลัดคอสได้

กรมวิชาการเกษตร

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) : -

12. เอกสารอ้างอิง :

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557ก. ผักชี. สืบค้นจาก:
http://www.doae.go.th/library/html/detail/pukchee/index.htm (16 กันยายน 2557)
กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557ข. การปลูกถั่วฝักยาว. เอกสารคำแนะนำที่ 167. สืบค้นจาก:
http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/t_fakyao.pdf (16 กันยายน 2557)
จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

วิษณุ นิยมเหลา นงลักษณ์ นิยมเหลา และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2545. ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวถั่วฝักยาว. หน้า 128. ใน: *กำหนดการประชุมและบทคัดย่อ การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 2*, 28-30 พฤษภาคม 2545. ณ โรงแรมเจริญธานี ปริ้นเซส จังหวัดขอนแก่น.

อศิรา เฟื่องฟูชาติ ดวงพร ศิริกิตติกุล สุจิตรา อภิสิทธิเนตร ชลลดา ฤตวิรุฬห์ และ ตะวัน สุขน้อย. 2553. การพัฒนาฟิล์มกำจัดก๊าซเอทิลีนสำหรับบรรจุผลิตผลที่ไวต่อก๊าซเอทิลีน. *ว. วิทย.กษ.* 41: 1 (พิเศษ): 156-159

อศิรา เฟื่องฟูชาติ วรรณี ฉินศิริกุล นพดล เกิดดอนแฝก ตติยา ตรงสถิตกุล สรญา พิบูลกุลสัมฤทธิ เสาวภา ไชยวงศ์ และ วาณี ชนเห็นชอบ. 2549. การสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงแบบสมดุลภายในบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตผลสดโดยอาศัยการคำนวณจากโมเดลคณิตศาสตร์อย่างง่าย. *ว. วิทย.กษ.* 37: 5 (พิเศษ): 62-65.

Charles, F., C. Guillaume and N. Gontard. 2008. Effect of passive and active modified atmosphere packaging on quality change of fresh endives. *Post. Bio. and Techno.* 48: 22-29.

Ibaraki, T., T. Ishii, E. Ikematsu, H. H. Ikeda and H. Ohta. 2000. Modified atmosphere packaging of cut welsh onion: Effect of micro-perforated polypropylene film packaging on chemical components and quality stability of the vegetable. *Food Sci. Technol* 6 (2): 126-129.

Kader, A. A. 1986. Modified atmosphere packaging of fresh produce. Outlook Second quarter 13 (2): 9-10.

Mir, N. and R. M. Beaudry. 2004. Modified atmosphere packaging, In: The commercial storage of fruits vegetables and florist and nursery stocks. Agricultural handbook No. 66. USDA.ARS.

Niamthong, T., S. Sittipod, and V. Chonhenchob. 2007. Development of holy basil storage using low temperatures and modified atmosphere packaging. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 41: 286-293.

Nunes, M.C.N. 2008. Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables. Blackwell Publishing. 463 p.

Sandhya., 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT-Food Sci. Technol.* 43: 381-392.

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

กรมวิชาการเกษตร

13. ภาคผนวก :

กรมวิชาการเกษตร

Table 1 Oxygen (%) in butterhead packaging during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	21.20 a AB	21.23 a A	21.05 a ABC	20.70 a D	21.02 a ABC	20.88 a CD	20.90 a BCD	20.90 a BCD
LDPE MPF (S) 100 g	21.13 a A	18.78 b D	19.05 c CD	19.15 c BC	19.00 b CD	19.12 c C	19.43 c B	19.27 c BC
LDPE MPF (S) 200 g	20.67 b A	17.25 e CD	16.88 e E	16.98 d E	17.17 d DE	17.50 d C	17.82 d B	17.88 e B
LDPE MPF (L) 100 g	20.73 b A	19.28 b D	19.67 b C	19.92 b BC	19.82 a BC	19.97 b BC	19.98 b B	19.78 b BC
LDPE MPF (L) 200 g	20.55 b A	18.12 d E	18.17 d E	18.65 c D	18.58 c D	19.03 c C	19.42 c B	18.78 d CD
CV treatment 1.2% CV storage time 1.3%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 2 Carbon dioxide (%) in butterhead packaging during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	0.30 c A	0.22 e A	0.23 e A	0.20 e A	0.20 A	0.20 e A	0.20 e A	0.22 e A
LDPE MPF (S) 100 g	0.33 c E	1.48 c A	1.10 c B	1.10 c B	1.12 B	1.07 c BC	0.95 bc D	0.98 c CD
LDPE MPF (S) 200 g	0.52 a F	2.53 a A	2.32 a B	2.12 a C	2.02 C	1.88 a D	1.57 a E	1.67 a E
LDPE MPF (L) 100 g	0.45 ab E	1.10 d A	0.87 d B	0.75 d CD	0.82 BC	0.75 d CD	0.65 d D	0.73 d CD
LDPE MPF (L) 200 g	0.62 a F	1.73 b A	1.55 b B	1.33 b C	1.33 C	1.18 b D	1.03 b E	1.15 b D
CV treatment 9.6% CV storage time 9.2%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 3 Weight loss (%) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	0.00 a E	1.25 b D	2.62 b C	1.41 b D	2.83 b C	2.55 b C	6.61 b A	4.42 b B
LDPE MPF (S) 100 g	0.00 a B	0.44 a AB	0.44 a AB	0.39 a AB	0.43 a AB	0.51 a AB	0.53 a AB	0.62 a A
LDPE MPF (S) 200 g	0.00 a A	0.28 a A	0.24 a A	0.31 a A	0.37 a A	0.34 a A	0.32 a A	0.34 a A
LDPE MPF (L) 100 g	0.00 a A	0.40 a AB	0.38 a AB	0.34 a AB	0.41 a AB	0.45 a AB	0.84 a A	0.50 a AB
LDPE MPF (L) 200 g	0.00 a A	0.26 a A	0.30 a A	0.29 a A	0.30 a A	0.31 a A	0.37 a A	0.38 A
CV treatment 38.8% CV storage time 51.9%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 4 L value of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)								Treatment
	0	3	6	9	12	15	18	21	mean
Control	49.11	47.31	47.26	49.76	46.71	47.94	47.31	46.87	47.78 a
LDPE MPF (S) 100 g	48.26	45.46	46.56	47.49	48.67	48.02	46.74	46.21	47.18 a
LDPE MPF (S) 200 g	46.27	46.33	47.67	46.01	48.30	46.28	46.88	47.33	46.88 a
LDPE MPF (L) 100 g	47.93	47.74	48.24	46.79	47.95	48.34	47.40	47.66	47.76 a
LDPE MPF (L) 200 g	46.00	47.25	46.50	47.55	47.25	47.84	46.61	47.03	47.00 a
Storage time mean	47.51 a	46.82 a	47.24 a	47.52 a	47.77 a	47.68 a	46.99 a	47.02 a	
CV treatment 4.7% CV storage time 4.5%									

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 5 a* value of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)								Treatment
	0	3	6	9	12	15	18	21	mean
Control	-13.87	-13.94	-13.40	-13.51	-13.81	-13.39	-13.87	-13.16	-13.62 b
LDPE MPF (S) 100 g	-13.81	-13.43	-13.17	-13.54	-13.66	-13.52	-13.32	-12.93	-13.42 a
LDPE MPF (S) 200 g	-13.96	-13.34	-13.58	-13.67	-13.85	-13.48	-13.50	-13.38	-13.60 b
LDPE MPF (L) 100 g	-14.07	-13.77	-13.77	-13.66	-13.92	-13.72	-13.28	-13.04	-13.66 b
LDPE MPF (L) 200 g	-14.18	-14.07	-13.90	-13.65	-13.50	-13.44	-14.15	-13.69	-13.82 c
Storage time mean	-13.98 c	-13.71 bc	-13.57 a	-13.61 b	-13.75 bc	-13.51 b	-13.62 b	-13.24 a	
CV treatment 2.7% CV storage time 3.9%									

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 6 b* value of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	34.04 a A	33.94 a A	34.16 a A	37.07 b B	34.52 a A	35.61 b AB	35.12 a A	33.74 a A
LDPE MPF (S) 100 g	35.54 b A	34.94 a A	35.31 a A	35.71 b A	35.50 b A	35.58 b A	34.33 a A	35.91 b A
LDPE MPF (S) 200 g	35.94 b A	34.67 a A	34.51 a A	34.21 a A	36.00 b A	34.45 a A	35.25 a A	34.20 a A
LDPE MPF (L) 100 g	34.81 b AB	35.47 a AB	34.98 a AB	34.74 a A	36.38 b AB	36.65 b B	34.73 a A	35.73 b AB
LDPE MPF (L) 200 g	34.99 b A	35.34 a A	34.36 a A	35.04 a A	35.13 b A	35.09 b A	35.84 a A	35.33 b A
CV treatment 3.1% CV storage time 4.1%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 7 Total soluble solid (brix) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	3.21 a A	2.99 a AB	2.65 b C	3.03 a AB	2.76 a BC	3.02 a AB	3.03 ab AB	2.89 a ABC
LDPE MPF (S) 100 g	3.29 a A	3.18 a AB	2.78 a CD	2.69 b CD	2.64 b D	2.97 a BC	3.32 a A	2.81 a CD
LDPE MPF (S) 200 g	3.38 a A	3.00 a BC	2.75 ab CD	2.72 ab CD	2.53 b D	2.82 a CD	3.26 a AB	2.57 b D
LDPE MPF (L) 100 g	3.19 a A	3.10 a AB	2.98 a ABC	2.84 ab BC	2.69 ab C	3.03 a AB	3.08 a AB	2.72 ab C
LDPE MPF (L) 200 g	3.48 a A	3.22 a AB	2.67 ab DE	3.00 a BC	3.01 a BC	2.83 a CD	3.00 b BC	2.48 b E
CV treatment 10.3% CV storage time 8.5%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 8 chlorophyll (µg/g) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	0.94 a A	0.90 b ABC	0.91 b AB	0.76 b A-D	0.71 b CD	0.74 a BCD	0.67 b D	0.80 a A-D
LDPE MPF (S) 100 g	0.81 a AB	0.97 ab A	0.96 b A	0.76 b B	0.85 b AB	0.74 a B	0.73 b B	0.70 b B
LDPE MPF (S) 200 g	0.63 b C	1.09 a A	0.88 b B	0.88 b B	0.80 b BC	0.85 a B	0.73 b BC	0.86 a B
LDPE MPF (L) 100 g	0.76 b BC	0.94 b AB	1.07 ab A	0.89 b AB	0.91 b AB	0.76 a BC	0.84 ab B	0.63 b C
LDPE MPF (L) 200 g	0.85 a C	0.93 b BC	1.18 a A	1.09 a AB	1.12 a A	0.77 a C	0.89 a C	0.88 a C
CV treatment 14.1% CV storage time 18.0%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 9 Freshness (score) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	5.00	5.00	5.00	4.00	3.92	3.67	3.33	3.00
LDPE MPF (S) 100 g	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	3.67	3.25	3.00
LDPE MPF (S) 200 g	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	3.33	3.33	3.00
LDPE MPF (L) 100 g	5.00	5.00	5.00	4.00	4.08	3.17	3.25	3.00
LDPE MPF (L) 200 g	5.00	5.00	5.00	4.00	3.92	3.00	3.25	3.00

Score 5= very fresh 4=fresh 3=moderate fresh 2=little fresh 1=not fresh

Table 10 Appearance (score) of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	5.00	5.00	5.00	4.00	3.67	3.50	3.42	3.00
LDPE MPF (S) 100 g	5.00	5.00	5.00	3.42	3.67	3.00	3.33	3.25
LDPE MPF (S) 200 g	5.00	5.00	5.00	3.67	3.42	3.33	3.33	3.00
LDPE MPF (L) 100 g	5.00	5.00	5.00	3.75	3.92	3.33	3.33	3.17
LDPE MPF (L) 200 g	5.00	5.00	5.00	3.50	3.42	3.33	3.25	3.08

กรมวิชาการเกษตร

Table 11 Overall preference score of butterhead packed in LDPE micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Control	9.00	9.00	9.00	8.00	7.75	6.50	7.42	6.50
LDPE MPF (S) 100 g	9.00	9.00	9.00	7.50	7.67	6.17	7.33	6.92
LDPE MPF (S) 200 g	9.00	9.00	9.00	7.67	7.50	6.17	7.25	6.50
LDPE MPF (L) 100 g	9.00	9.00	9.00	7.92	7.75	6.33	7.25	6.67
LDPE MPF (L) 200 g	9.00	9.00	9.00	7.42	7.42	5.83	7.17	6.42

Overall preference score according to 9-pointhedonic scale from: 1= dislike extremely 2= dislike very much 3= dislike moderately 4= dislike slightly 5= neither like nor dislike 6= like slightly 7= like moderately 8= like very much 9= like extremely

Score less than 6 = not accept

กรมวิชาการเกษตร

Table 12 Oxygen (%) in yard long bean packaging during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							Treatment
	0	3	6	9	12	15	18	mean
OPP MPF 150 g	18.23	15.17	11.85	13.97	14.55	13.63	15.10	14.64 a
OPP MPF 300 g	19.55	10.41	10.49	9.43	9.65	14.30	11.71	12.22 b
LDPE MPF 150 g	19.68	10.03	10.64	8.88	12.10	10.76	11.45	13.43 a
LDPE MPF 300 g	18.92	6.79	9.17	5.61	5.06	5.70	7.17	8.35 c
Storage time mean	19.10 a	10.60 bc	10.54 bc	9.47 c	10.34 bc	13.72 b	11.36 bc	
CV treatment 36.2% CV storage time 45.2%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 13 Carbon dioxide (%) in yard long bean packaging during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
OPP MPF 150 g	2.68 a C	6.28 b B	10.12 a A	8.35 b AB	7.97 b AB	9.22 b A	7.42 b AB
OPP MPF 300 g	1.47 a D	10.52 a BC	12.13 a A	13.78 a A	12.47 a AB	8.69 b C	11.75 a AB
LDPE MPF 150 g	1.47 a B	8.40 b A	8.60 b A	9.83 b A	7.78 b A	8.56 b A	8.48 b A
LDPE MPF 300 g	2.22 a C	11.07 a B	9.85 b B	14.62 a A	15.13 a A	14.53 a A	11.77 a B
CV treatment 36.2% CV storage time 45.2%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 14 Weight loss (%) of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
No bag (control)	0.00 a G	5.52 b F	10.72 b E	14.82 b D	19.64 b C	24.20 b B	31.87 b A
OPP MPF 150 g	0.00 a A	0.30 a A	0.36 a A	0.43 a A	0.56 a A	0.47 a A	0.75 a A
OPP MPF 300 g	0.00 a B	0.33 a AB	0.42 a AB	0.91 a A	0.93 a A	0.67 a AB	0.84 a A
LDPE MPF 150 g	0.00 a A	0.16 a A	0.54 a A	0.30 a A	0.47 a A	0.53 a A	0.68 a A
LDPE MPF 300 g	0.00 a A	0.21 a A	0.32 a A	0.36 a A	0.48 a A	0.43 a A	0.61 a A
CV treatment 19.4% CV storage time 19.7%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 15 Firmness (N) of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							Treatment
	0	3	6	9	12	15	18	mean
OPP MPF 150 g	23.83	25.31	22.26	23.80	21.48	24.39	22.16	23.32 a
OPP MPF 300 g	23.54	24.90	23.44	23.48	24.03	24.83	23.08	23.90 a
LDPE MPF 150 g	24.48	24.58	22.43	22.53	24.76	22.56	24.54	23.70 a
LDPE MPF 300 g	23.27	24.17	22.53	24.35	24.13	23.17	23.93	23.65 a
Storage time mean	23.60 AB	24.60 A	22.66 B	23.59 AB	23.66 AB	23.74 AB	23.98 A	
CV treatment 8.6% CV storage time 9.3%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 16 Total soluble solids (brix) of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
No bag (control)	5.22 a BC	5.23 a BC	4.78 a C	5.05 a BC	5.32 a B	6.13 a A	6.23 a A
OPP MPF 150 g	4.60 b AB	4.75 b AB	5.07 a A	4.83 a AB	4.78 ab AB	4.82 b AB	4.52 b B
OPP MPF 300 g	5.12 a A	4.72 b AB	4.82 a AB	4.42 b BC	4.47 b BC	4.17 c C	4.43 b BC
LDPE MPF 150 g	5.03 a A	4.92 a A	4.15 b C	4.83 a AB	4.87 a A	4.53 bc ABC	4.35 b BC
LDPE MPF 300 g	5.00 ab A	4.85 ab A	4.80 a A	4.67 ab AB	4.77 b A	4.87 b A	4.25 b B
CV treatment 7.8% CV storage time 8.4%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 17 Chlorophyll (µg/g) of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
No bag (control)	0.45 a C	0.43 b C	0.79 a A	0.59 b B	0.47 a C	0.41 a C	0.44 a C
OPP MPF 150 g	0.46 a B	0.46 b B	0.62 c A	0.62 b A	0.45 a B	0.43 a B	0.48 a B
OPP MPF 300 g	0.43 a B	0.46 b B	0.63 bc A	0.65 a A	0.44 a B	0.41 a B	0.44 a B
LDPE MPF 150 g	0.42 a C	0.54 a B	0.70 b A	0.70 a A	0.44 a C	0.42 a C	0.47 a BC
LDPE MPF 300 g	0.44 a BC	0.51 a B	0.73 a A	0.68 a A	0.43 a C	0.40 a C	0.44 a BC
CV treatment 13.0% CV storage time 13.9%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 18 Freshness score of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
No bag (control)	5.00	5.00	4.00	3.42	2.00	2.00	1.00
OPP MPF 150 g	5.00	5.00	5.00	3.50	3.83	3.92	2.50
OPP MPF 300 g	5.00	5.00	5.00	4.00	4.50	3.25	2.50
LDPE MPF 150 g	5.00	5.00	4.00	4.50	4.50	3.50	2.50
LDPE MPF 300 g	5.00	5.00	4.00	4.00	3.75	3.00	2.50

Score 5= very fresh 4=fresh 3=moderate fresh 2=little fresh 1=not fresh

Table 19 Color score of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
No bag (control)	5.00	5.00	3.50	3.25	2.50	3.00	1.50
OPP MPF 150 g	5.00	5.00	5.00	3.75	3.83	3.83	3.00
OPP MPF 300 g	5.00	5.00	5.00	4.00	4.17	3.17	2.33
LDPE MPF 150 g	5.00	5.00	4.50	4.50	3.92	3.50	3.00
LDPE MPF 300 g	5.00	5.00	5.00	4.25	4.00	3.00	2.50

score 5=very green 4=green 3=green with little yellow about 1-25% 2=yellow 26-50% 1=yellow >50%

กรมวิชาการเกษตร

Table 20 Overall preference score of yard long bean packed in OPP or LDPE micro perforated film (OTR 15,000-20,000 $cm^3/m^2/day$) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
No bag (control)	9.00	9.00	8.00	6.25	3.00	4.00	1.00
OPP MPF 150 g	9.00	9.00	9.00	7.50	8.00	7.00	3.50
OPP MPF 300 g	9.00	9.00	9.00	8.00	8.25	6.67	3.00
LDPE MPF 150 g	9.00	9.00	8.50	8.50	8.00	7.50	3.42
LDPE MPF 300 g	9.00	9.00	9.00	8.25	8.00	6.17	2.50

Overall preference score according to 9-pointhedonic scale from: 1= dislike extremely 2= dislike very much 3= dislike moderately 4= dislike slightly 5= neither like nor dislike 6= like slightly 7= like moderately 8= like very much 9= like extremely

Score less than 6 = not accept

กรมวิชาการเกษตร

Table 21 Oxygen (%) in coriander packaging during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
control	20.83 a A	20.92 a A	20.87 a A	20.93 a A	21.05 a A	21.00 a A	20.98 a A
OPP MPF (S) 50 g	20.15 a A	18.90 b B	19.17 b AB	19.17 b AB	19.65 b AB	19.82 a AB	19.38 b AB
OPP MPF (S) 80 g	19.97 a A	16.18 c D	17.60 c C	18.78 b B	17.12 c CD	18.23 bc BC	18.88 b AB
OPP MPF (L) 50 g	19.98 a A	18.82 b A	18.73 b A	18.97 b A	19.18 b A	18.72 b A	18.80 b A
OPP MPF (L) 80 g	19.92 a A	18.40 b BC	18.53 b BC	19.22 b AB	19.45 b AB	17.09 c D	17.58 c CD
CV treatment 6.0% CV storage time 5.1%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 22 Carbon dioxide (%) in coriander packaging during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
control	0.28 b A	0.50 c A	0.25 c A	0.20 A	0.20 b A	0.28 d A	0.25 c A
OPP MPF (S) 50 g	0.98 a C	2.32 b A	2.08 b AB	1.97 AB	1.60 a ABC	1.38 c BC	1.83 b ABC
OPP MPF (S) 80 g	1.13 a E	4.97 a A	3.65 a BC	2.47 D	4.05 a B	2.98 ab CD	2.37 a D
OPP MPF (L) 50 g	1.13 a B	2.33 b A	2.30 b A	2.12 A	1.95 a A	2.27 b A	2.08 b A
OPP MPF (L) 80 g	1.18 a D	2.78 b AB	2.58 b ABC	1.95 BCD	1.77 a CD	3.12 a A	3.13 a A
CV treatment 40.1% CV storage time 37.0%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 23 Weight loss (%) of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
control	0.00 a A	1.99 b B	2.03 b B	2.47 c B	2.30 b B	3.35 b C	2.56 b B
OPP MPF (S) 50 g	0.00 a A	1.25 a B	1.25 a B	1.21 b B	1.49 a B	1.15 a B	1.43 a B
OPP MPF (S) 80 g	0.00 a A	1.00 a B	1.46 a B	0.93 a B	1.10 a B	1.44 a B	0.93 a B
OPP MPF (L) 50 g	0.00 a A	1.26 a B	1.14 a B	1.62 b B	1.42 a B	1.45 a B	1.43 a B
OPP MPF (L) 80 g	0.00 a A	1.20 a B	1.19 a B	1.60 b B	1.67 a B	1.21 a B	1.44 a B
CV treatment 42.2% CV storage time 43.7%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 24 L value of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							Treatment
	0	3	6	9	12	15	18	mean
control	41.26	40.27	42.04	42.32	40.24	41.85	43.16	41.59 a
OPP MPF (S) 50 g	40.07	38.42	40.48	39.73	41.75	41.12	40.41	40.29 a
OPP MPF (S) 80 g	41.08	38.12	39.77	42.30	41.52	41.41	42.37	40.94 a
OPP MPF (L) 50 g	42.00	41.44	39.15	40.12	40.48	41.28	43.98	41.21 a
OPP MPF (L) 80 g	39.36	39.24	37.23	45.09	40.86	42.71	41.18	40.81 a
Storage time mean	40.75 ab	39.50 b	39.74 b	41.91 a	40.97 ab	41.67 a	42.22 a	
CV treatment 8.5% CV storage time 7.1%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 25 a* value of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							Treatment
	0	3	6	9	12	15	18	mean
control	-9.46	-9.80	-9.44	-9.08	-9.67	-8.92	-8.54	-9.27 a
OPP MPF (S) 50 g	-9.88	-9.23	-9.46	-9.29	-9.47	-9.93	-9.42	-9.53 a
OPP MPF (S) 80 g	-9.84	-9.14	-9.07	-8.79	-9.15	-9.12	-9.13	-9.18 a
OPP MPF (L) 50 g	-9.42	-9.86	-9.31	-8.93	-9.34	-9.57	-9.29	-9.39 a
OPP MPF (L) 80 g	-8.62	-9.54	-9.66	-9.55	-10.02	-8.99	-9.41	-9.40 a
Storage time mean	-9.44 a	-9.52 a	-3.39 a	-9.13 a	-9.53 a	-9.31 a	-9.16 a	
CV treatment 7.8% CV storage time 10.7%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 26 b* value of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)							Treatment
	0	3	6	9	12	15	18	mean
control	25.24	23.95	24.59	23.41	23.66	25.69	25.25	24.54 a
OPP MPF (S) 50 g	24.14	22.73	24.04	23.58	23.49	26.34	25.25	24.23 a
OPP MPF (S) 80 g	24.52	22.55	22.41	22.74	22.79	25.68	24.89	23.66 a
OPP MPF (L) 50 g	24.34	24.80	23.23	23.34	23.14	24.82	25.37	24.15 a
OPP MPF (L) 80 g	23.89	23.42	24.56	24.17	24.16	24.36	25.26	24.26 a
Storage time mean	24.43 ab	23.49 a	23.77 a	23.45 a	23.45 a	25.38 c	25.20 bc	
CV treatment 8.6% CV storage time 7.2%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 27 Chlorophyll (µg/g) of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
control	1.47 b A	1.74 b AB	1.42 c B	1.64 a AB	1.43 c B	1.62 a AB	1.91 b A
OPP MPF (S) 50 g	1.85 a A	1.95 b A	1.87 b A	1.66 a AB	1.69 b AB	1.42 b B	1.98 b A
OPP MPF (S) 80 g	1.80 a C	1.85 b BC	2.19 a AB	1.70 a C	1.56 c C	1.84 a BC	2.36 a A
OPP MPF (L) 50 g	1.96 a AB	1.66 b B	2.30 a A	1.71 a B	2.01 a AB	1.89 a B	2.02 a AB
OPP MPF (L) 80 g	2.09 a A	2.08 a A	2.10 a A	1.70 a B	2.15 a A	1.48 b B	2.29 a A
CV treatment 16.2% CV storage time 16.7%							

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 28 Freshness score of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
control	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	3.00	2.17
OPP MPF (S) 50 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	3.17	2.67
OPP MPF (S) 80 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	4.00	3.00
OPP MPF (L) 50 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	4.00	2.67
OPP MPF (L) 80 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	3.83	3.00

Score 5= very fresh 4=fresh 3=moderate fresh 2=little fresh 1=not fresh

Table 29 Appearance score of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
control	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	3.00	3.00
OPP MPF (S) 50 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	3.50	3.17
OPP MPF (S) 80 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	4.00	3.50
OPP MPF (L) 50 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	3.83	2.67
OPP MPF (L) 80 g	5.00	5.00	5.00	4.50	4.00	3.83	3.17

กรมวิชาการเกษตร

Table 30 Overall preference score of coriander packed in OPP micro perforated film (OTR 5,000-10,000 cm^3/m^2/day) during store at 5°C

Treatment	Storage time (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
control	9.00	9.00	9.00	8.50	8.00	7.00	6.50
OPP MPF (S) 50 g	9.00	9.00	9.00	8.50	8.00	7.50	7.00
OPP MPF (S) 80 g	9.00	9.00	9.00	8.50	8.00	8.00	7.50
OPP MPF (L) 50 g	9.00	9.00	9.00	8.50	8.00	7.83	6.83
OPP MPF (L) 80 g	9.00	9.00	9.00	8.50	8.00	7.83	6.83

Overall preference score according to 9-pointhedonic scale from: 1= dislike extremely 2= dislike very much 3= dislike moderately 4= dislike slightly 5= neither like nor dislike 6= like slightly 7= like moderately 8= like very much 9= like extremely

Score less than 6 = not accept

กรมวิชาการเกษตร

Table 31 Oxygen (%) in cos packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	21.12 a A	20.90 a A	20.90 a A	20.96 a A	21.00 a A	21.10 a A	20.92 a A	21.02 a A
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	21.06 ab A	20.80 a A	20.90 a A	20.92 a A	21.00 a A	21.10 a A	20.96 a A	21.00 a A
Active film	20.72 b A	19.26 c BC	19.18 Bc CD	19.30 c B	19.40 c B	19.12 c BCD	18.90 c CD	18.80 c D
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	20.78 ab A	20.22 b BC	19.76 b D	20.08 b BCD	20.26 b B	19.98 b BCD	19.84 b CD	19.76 b D
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	20.70 b A	18.72 d CD	18.52 d CD	18.36 d D	18.52 d CD	18.54 d CD	19.10 c B	18.80 c BC
CV treatment % CV storage time %								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 32 Carbon dioxide (%) in cos packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	0.20 b A	0.22 c A	0.20 c A	0.20 c A	0.20 d A	0.20 c A	0.20 d A	0.20 d A
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	0.24 b A	0.22 c A	0.20 c A	0.20 c A	0.20 d A	0.20 c A	0.20 d A	0.20 d A
Active film	0.50 a C	0.96 b A	0.98 b A	0.72 b B	0.68 c BC	0.78 b AB	0.86 c AB	0.88 c B
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	0.46 a F	1.10 b DE	1.28 a BCD	1.22 a CD	0.96 b E	1.34 a BC	1.46 a AB	1.58 a A
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	0.54 a D	1.60 a A	1.44 a AB	1.24 a BC	1.20 a C	1.28 a BC	1.12 b C	1.26 b BC
CV treatment % CV storage time %								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 33 Weight loss (%) of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	0.00 a A	1.38 a B	1.78 b B	1.65 b B	2.52 b C	4.47 c D	2.84 b C	4.28 b D
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	0.00 a A	1.22 a B	1.83 b BC	1.31 b B	2.28 b C	3.20 b D	2.22 b C	4.33 b D
Active film	0.00 a A	0.40 a AB	0.88 a B	0.53 a AB	0.45 a AB	0.79 a B	0.64 a AB	0.67 a AB
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	0.00 a A	0.50 a AB	0.89 a B	0.47 a AB	0.39 a AB	0.78 a B	0.47 a AB	1.04 a B
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	0.00 a A	0.30 a A	0.51 a A	0.28 a A	0.43 a A	0.43 a A	0.41 a A	0.47 a A
CV treatment 62.8% CV storage time 46.8%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 34 L value of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	36.51 b B	38.15 a B	36.93 b B	38.45 a B	38.21 a B	38.27 a B	40.51 a A	38.17 b B
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	38.30 ab ABC	38.19 a ABC	38.28 ab ABC	36.95 ab C	39.43 a AB	40.10 a A	37.53 b BC	40.31 a A
Active film	36.68 b BC	38.18 a AB	39.09 a A	34.99 b C	39.43 a A	39.90 a A	38.37 b AB	39.83 a A
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	39.36 a A	38.15 a A	38.81 ab A	37.30 a A	38.16 a A	38.92 a A	37.31 b A	39.08 a A
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	38.53 ab AB	35.07 b C	38.15 ab AB	37.79 a AB	39.24 a A	39.85 a A	36.40 bc	39.67 a A
CV treatment 5.3% CV storage time 4.1%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 35 a* value of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	-9.86 a A	-10.45 ab AB	-10.22 a AB	-10.01 a AB	-9.80 a A	-10.05 a AB	-10.69 a B	-10.73 a B
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	-10.11 a A	-10.82 ab A	-10.59 a A	-10.34 a A	-10.31 a A	-10.85 b A	-10.33 a A	-10.71 a A
Active film	-10.13 a AB	-10.91 b B	-10.83 a B	-9.95 a A	-10.49 a AB	-10.47 ab AB	-10.43 a AB	-10.44 a AB
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	-10.58 a AB	-10.95 b B	-10.48 a AB	-10.07 a A	-10.57 a AB	-10.86 b AB	-10.71 a AB	-10.96 a AB
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	-10.03 a A	-10.05 a A	-10.93 a B	-10.66 a AB	-10.51 a AB	-10.90 b B	-10.06 a A	-10.96 a B
CV treatment 7.5% CV storage time 5.5%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 36 b* value of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	20.91 b A	23.64 a BC	21.15 b A	22.95 a ABC	22.77 a ABC	21.93 b AB	24.41 a C	22.71 b ABC
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	22.28 ab A	23.33 a AB	22.25 b A	21.46 a A	23.35 a AB	24.53 a B	23.00 ab AB	24.68 a B
Active film	20.83 b A	23.64 a BC	24.77 b C	21.89 a AB	23.79 a BC	23.95 a BC	22.81 a BC	24.29 a C
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	23.87 a AB	24.05 a AB	22.97 ab A	23.20 a AB	22.77 a A	23.25 a AB	22.79 a B	25.15 a A
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	23.01 a AB	21.22 b A	22.74 b AB	22.53 a AB	23.25 a AB	23.03 a AB	22.17 b AB	24.05 ab B
CV treatment 7.6% CV storage time 6.5%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 37 Chlorophyll (µg/g) of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	2.26 ab A	2.19 ab A	2.52 a A	2.18 ab A	2.26 ab A	2.32 a A	1.62 bc A	2.72 a A
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	2.35 a AB	2.45 a AB	1.92 b B	2.21 a AB	2.15 b AB	2.58 a A	2.34 a AB	1.93 b B
Active film	2.26 ab AB	2.53 a A	2.70 a A	1.78 b B	2.71 a A	2.60 a A	1.82 b B	1.27 c C
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	2.50 a A	2.28 ab A	1.68 b B	2.29 a A	2.71 a A	2.47 a A	1.24 c B	1.27 c B
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	2.85 a A	2.95 a A	2.69 a AB	2.23 a B	2.68 a AB	2.27 a B	1.29 c C	1.38 c C
CV treatment 19.4% CV storage time 18.2%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 38 Total soluble solids (brix) of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	2.53 b A	2.42 A	2.34 A	2.28 b A	2.36 a A	2.52 a A	2.31 ab A	2.41 a A
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	2.44 bc A	2.27 AB	2.31 AB	2.37 ab AB	2.44 a A	1.94 b C	2.09 ab BC	1.87 b C
Active film	2.97 a A	2.56 B	2.38 BC	2.45 ab BC	2.38 a BC	1.68 bc D	2.57 a B	2.17 a C
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	2.40 c A	2.44 A	2.40 A	2.59 a A	2.43 a A	1.81 bc B	2.62 a A	2.32 a A
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	2.51 b A	2.43 AB	2.33 AB	2.46 ab AB	2.49 a A	1.59 bc C	2.35 a AB	2.14 a B
CV treatment 10.5% CV storage time 10.3%								

Mean followed by the same letter in the same column has no difference at 95% confidence by DMRT

Mean followed by the same letter in the same low has no difference at 95% confidence by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 39 Freshness score of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	5.00	5.00	5.00	5.00	4.10	4.00	3.60	3.00
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	3.00
Active film	5.00	5.00	5.00	5.00	4.30	4.00	3.80	3.00
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	5.00	5.00	5.00	5.00	4.40	3.80	3.90	3.20
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	5.00	5.00	5.00	5.00	4.30	3.90	4.00	3.10

Score 5= very fresh 4=fresh 3=moderate fresh 2=little fresh 1=not fresh

Table 40 Appearance score of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	3.50	3.40
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	3.60	4.00	3.20
Active film	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	3.80	3.80	3.30
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	3.70	3.70	3.20
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	5.00	5.00	5.00	5.00	4.10	3.90	3.90	3.20

กรมวิชาการเกษตร

Table 41 Overall preferences score of cos packed in different packaging during store at 5°C

treatment	Storage time (days)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
OPP with hole diameter 0.5 cm.	9.00	9.00	9.00	9.00	8.10	7.90	6.60	6.90
LDPE with hole diameter 0.5 cm.	9.00	9.00	9.00	9.00	8.10	7.50	7.40	6.60
Active film	9.00	9.00	9.00	9.00	8.10	7.60	7.00	6.80
OPP MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	9.00	9.00	9.00	9.00	8.40	7.60	7.50	6.90
LDPE MPF OTR 5,000-10,000 cc/cm^2/day	9.00	9.00	9.00	9.00	8.20	7.60	7.90	7.10

Overall preference score according to 9-pointhedonic scale from: 1= dislike extremely 2= dislike very much 3= dislike moderately 4= dislike slightly 5= neither like nor dislike 6= like slightly 7= like moderately 8= like very much 9= like extremely

Score less than 6 = not accept

กรมวิชาการเกษตร

เพิ่มเติมการเขียนเอกสารอ้างอิง

1. วิธีการอ้างในเนื้อเรื่อง : วิธีการอ้างอิงมีหลายรูปแบบ แต่ทางสาขาวิทยาศาสตร์ใช้ระบบชื่อและปี (Name and Year System) ตัวอย่าง

ภาษาไทย : ใช้ชื่อต้น-ปี พ.ศ.

- อานนท์ (2550).....หรือ .....(อานนท์, 2550)
- อานนท์และอนันต์ (2550)..... หรือ.....(อานนท์และอนันต์, 2550)
- กรณีที่มีผู้วิจัยตั้งแต่ 3 คนขึ้นไปให้ใช้ **และคณะ** ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก
  อานนท์และคณะ (2550)..... หรือ.....(อานนท์และคณะ, 2550)
  (แต่ในการทำรายการเอกสารอ้างอิงให้ใส่ชื่อหมดทุกคน)
- กรณีที่เอกสารไม่ปรากฏผู้แต่งให้ใช้ **นิรนาม** (ภาษาไทย) หรือ **Anon.** (Anonymous) (ภาษาอังกฤษ)

ภาษาอังกฤษ : ใช้ชื่อสกุล-ปี ค.ศ.

- Arnold (2007).....หรือ .....(Arnold, 2007)
- Arnold and Schepers (2007).....หรือ (Arnold and Schepers, 2007) ควรใช้ **and** ไม่ควรใช้ **และ**)
- กรณีที่มีผู้วิจัยตั้งแต่ 3 คนขึ้นไปให้ใช้ **et al.** ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก
  Arnold et al. (2007)..... หรือ.....(Arnold et al., 2007)
  (แต่ในการทำรายการเอกสารอ้างอิงให้ใส่ชื่อหมดทุกคน)

2. การทำรายการเอกสารอ้างอิง : ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ และเรียงตามอักษรโดยไม่ต้องใส่เลขที่

2.1. การอ้างอิงจากวารสารการวิจัย : ให้เรียงลำดับตามองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) ชื่อผู้วิจัย
2) ปีที่ตีพิมพ์ (ปี พ.ศ. สำหรับภาษาไทย ปี ค.ศ. สำหรับภาษาอังกฤษ)
3) ชื่อวารสาร (ชื่อเต็ม หรือคำย่อตามที่วารสารกำหนด)
4) ฉบับที่ (Volume number) และเล่มที่ (Issue number) (ถ้ามี)
5) หน้า (หมายเลขหน้าแรก-หน้าสุดท้ายของเรื่อง)

การพิมพ์ชื่อผู้วิจัยสำหรับวารสารภาษาไทยใช้ ชื่อ-นามสกุล ส่วนวารสารภาษาอังกฤษ เฉพาะคนแรกเท่านั้นขึ้นต้นด้วยนามสกุลแล้วคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค ตามด้วยชื่อต้นและชื่อกลาง (ถ้ามี) และในกรณีที่มีผู้วิจัย หลายคนให้ใช้ **และ** (ภาษาไทย) หรือ **and** (ภาษาอังกฤษ) นำหน้าคนสุดท้าย

ตัวอย่าง :

จรูญโรจน์ จันทรศิริ และเฉลิมพล แซมเพชร. 2548. ผลิตภาพของแปลงหญ้าเมื่อปลูกหญ้ารูซี่ในระหว่างแถบกระถิน. วารสารเกษตร 21(1) : 55-62.

กรมวิชาการเกษตร

Souza, P.I., D.B. Egli, and W.P. Bruening. 1997. Water stress seed filling and leaf senescence in soybean. *Agron. J.* 89:807-812.

2.2 การอ้างอิงจากหนังสือ หรือตำรา ให้เรียงลำดับตามองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) ชื่อผู้แต่ง
2) ปีที่ตีพิมพ์
3) ชื่อหนังสือ
4) พิมพ์ครั้งที่ (Edition number) (ถ้ามี)
5) สำนักพิมพ์ และสถานที่พิมพ์
6) จำนวนหน้า

ตัวอย่าง :

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. นพบุรีการพิมพ์: เชียงใหม่. 70 หน้า

Fageria, N.K., V.C. Baligar, and R.B. Clark. 2006. Physiology of Crop Production. The Haworth Press, Inc.: New York. 122 p.

กรณีเป็นบทหนึ่งของหนังสือ

Hill, S.E. 1996. Emultions. *In*: Hall, G.M. (ed.) Methods of testing protein functionality.

Chapman & Hall: London. pp. 153-185.

2.3 เอกสารรวมเล่ม หรือรายงานเสนอในการประชุมสัมมนา

1) ชื่อผู้วิจัย
2) ปีทีตีพิมพ์
3) ชื่อเรื่อง
4) ชื่อการประชุมสัมมนา
5) สถานที่และวัน เดือน ปีที่จัดประชุมสัมมนา

ตัวอย่าง :

เฉลิมพล แซมเพชร และวีระชัย ศรีวัฒนพงศ์. 2539. การตอบสนองของข้าวบาเลย์ชนิดสองแถวและหกแถวต่อปุ๋ยไนโตรเจน. รายงานวิจัยการประชุมทางวิชาการธัญพืชเมืองหนาว. ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน. พิษณุโลก, 16-18 มกราคม 2539.

Bouldin, D.R. 1988. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen availability. Proceeding of a symposium on sustainable agriculture: The role of green manure crops in rice farming systems. IRRI, Philippines, May 25-29, 1987: 151-163.

กรมวิชาการเกษตร

3. วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง ปีที่ตีพิมพ์ ชื่อเรื่อง วิทยานิพนธ์ สาขาวิชา มหาวิทยาลัย ชื่อเมือง

ตัวอย่าง :

มนกฤตย์ บุญยฤทธิ์. 2538. การตรึงและการสะสมไนโตรเจนของถั่วเหลืองในแต่ละดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและความหนาแน่นของต้นปลูก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

4. กรณีอ้างอิงจากเว็บไซต์

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์ ชื่อเรื่อง แหล่งที่มาหรือเข้าถึงหรือชื่อเวปไซต์ วันเดือนปีที่สืบค้นข้อมูล

ตัวอย่าง :

ทิพยรัตน์ หาญสืบสาย. 2539. การดัดแปลงยีน...สำคัญไฉน. สืบค้นจาก: http://learn.in.th/god t.html [ก.ย. 2547].

Bryant, P. 1999. Biodiversity and Conservation. Retrieved October 4, 1999, from www.darwin.bio.uci.edu/sustain/bio65/Tiltpage.htm

การทำเอกสารอ้างอิงต้องตรวจสอบให้ครบถ้วนและถูกต้อง

กรมวิชาการเกษตร