

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยการลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและสารพิษจากรา
2. โครงการวิจัย : วิจัยการลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีปลอดถัย
กิจกรรม : การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยผสมผสานวิธีการ
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพและลดการเกิดเชื้อราสำหรับพริกชี้หูหลังการเก็บเกี่ยว
4. ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Appropriate package for maintain postharvest quality and controlling contamination of fungi in fresh chili
5. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวเนตรา สมบูรณ์แก้ว
ผู้ร่วมงาน : นางสาวบุญญาติ จิระวุฒิ
นางสาวศุภรา อัคระสาระกุล
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรกรรมวิชาการเกษตร
6. บทคัดย่อ :

พริกชี้หูหลังเก็บเกี่ยวมีคุณภาพลดลง เนื่องจากการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมร่วมกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีสามารถลดการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยวของผลิตผลได้ ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเด็ดขั้ว/ก้านพริก และบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและอายุหลังเก็บเกี่ยวของพริกชี้หู วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD มี 2 ปัจจัย ได้แก่ การมีหรือไม่มีขั้ว/ก้าน และชนิดบรรจุภัณฑ์ โดยเก็บรักษาพริกทุกกรรมวิธีที่ 13°C 3 วัน และ 5°C 25 วัน พบว่าพริกชี้หูทั้งมีและไม่มีขั้ว/ก้าน บรรจุในถุง OPP ไมโครเพอร์ฟอเรท สูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าและมีความแน่นเนื้อสูงกว่าพริกจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่พริกบรรจุในถาด PP และฟิล์ม PE มีคุณภาพรองลงมา อย่างไรก็ตามพบการเน่าเสียและเชื้อราเจริญในพริกที่มีขั้ว/ก้านในทุกกรรมวิธีสูงกว่า 20% ซึ่งสูงกว่าพริกที่ไม่มีขั้ว/ก้านอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดลองชี้ว่าถุง OPP ไมโครเพอร์ฟอเรท และถาด PP ร่วมกับฟิล์ม PE เป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับรักษาคุณภาพและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของพริกชี้หู และการเด็ดขั้ว/ก้านพริกเป็นวิธีการสำคัญหลังการเก็บเกี่ยวที่ลดการเกิดเชื้อราและการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษาได้

Quality deterioration is a problem for harvested chilli fruit due mainly to high water loss, contamination of fruit fly and incidence of fungi during storage. Good handling practices and appropriate package can maintain postharvest quality and prolong shelf life of many fresh produces. Thus, this study aimed to determine the effects of removal of peduncle and calyx, and adequate package on postharvest quality of chilli fruit. Factorial in CRD was an experimental design with 2 factors viz. removal of peduncle and calyx, and packages. The fruits were divided into 15 treatments before being stored at 13 and 5°C for 3 and 25 days, respectively. The results showed that weight losses of all chilli fruit kept in micro-perforated OPP bag were significantly lower than other treatments. Whilst, the highest firmness was found in chilli treated with OPP bag. Although PP punnet with PE film had less effective to decelerate water loss and maintain firmness of chilli than OPP bag, quality level of chilli fruit were dramatically high. Chilli with peduncle and calyx showed over 20% of damage which mostly caused by fungi. The grayish white mould appeared largely on peduncle and calyx. The results indicate that the micro-perforated bag and PP punnet with PE film are the appropriate package for maintain quality and prolong shelf life of chilli fruit. Removal of peduncle and calyx is recommended to avoid the incidence of mould during storage.

7. คำนำ

:

พริกชี้หนู (*Capsicum frutescens*) เป็นพืชเครื่องเทศเป็นที่รู้จักทั่วไปของคนไทย มีความสำคัญทั้งในแง่เศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม พริกเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วไป โดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ประเทศไทยมีมูลค่าการค้าพริกรวม 147 ล้านบาท เป็นการส่งออก 133 ล้านบาท และการนำเข้า 14 ล้านบาท ซึ่งตลาดส่งออกที่ใหญ่ คือ มาเลเซีย พม่า และญี่ปุ่น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีส่วนสำคัญในการรักษาคุณภาพ ความสด และความสะอาดของผลพริกสด โดยครอบคลุมวิธีปฏิบัติตั้งแต่แปลงปลูกจนถึงสถานที่วางจำหน่าย การจัดการที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวสามารถขับเคลื่อนผลผลิตให้ไปตามห่วงโซ่อุปทานได้อย่างเหมาะสมและตามระยะเวลาที่กำหนด ขึ้นตอนและวิธีปฏิบัติสามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยขึ้นอยู่กับจุดสมดุลระหว่างความต้องการของผู้จำหน่ายและผู้ซื้อ

การขาดความระมัดระวังและขาดการปฏิบัติที่เหมาะสมในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การคัดเลือก การบรรจุ และการขนส่ง ล้วนส่งผลเสียต่อคุณภาพของผลพริก เช่น ทำให้ผลแตกหัก เน่า แสดงอาการของโรค สีผิวเปลี่ยนแปลง เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียเป็นจำนวนมากในห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องประยุกต์ใช้หลักปฏิบัติที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการสูญเสียตลอดห่วงโซ่อุปทาน

พร้อมทั้งใช้เป็นหลักประกันคุณภาพและความปลอดภัยด้านอาหาร การผลิตพริกประสบปัญหาหลายประการ โดยเฉพาะการขาดความรู้และวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาผลพริกสด เทคโนโลยีในการยืดอายุการเก็บรักษา การควบคุมโรคแอนแทรกคโนส และป้องกันการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริกหลังการเก็บเกี่ยว สิ่งเหล่านี้ลดคุณภาพของผลพริกขึ้นสูง อายุการเก็บรักษาสั้น ถึงแม้จะมีการคัดเลือกผลพริกที่ดี ไม่แสดงอาการของโรคแอนแทรกคโนส การเจริญของเชื้อรา และการเข้าทำลายของแมลงก่อนการบรรจุก็ตาม หลังจากเก็บรักษาผลพริกในช่วงระหว่างการรอจำหน่าย โดยเฉพาะในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจพบการเจริญของเส้นใยเชื้อรา และโรคแอนแทรกคโนสบนผลพริก นอกจากนั้นในระหว่างเก็บรักษายังพบไขและหนอนของแมลงวันผลไม้ที่อยู่ในผลพริกได้อีกด้วย

การใช้บรรจุภัณฑ์โดยเฉพาะการใช้พลาสติกห่อหุ้มผลิตผล เป็นการปรับสภาพบรรยากาศรอบ ๆ ผลิตผล (modified atmosphere; MA) ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสีย น้ำ และสามารถลดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ได้ (Thompson, 2010) ด้วยคุณสมบัติข้างต้นทำให้พลาสติกได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด ตัวอย่างเช่น การเก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีน (polyethylene; PE) ปิดผนึก ที่อุณหภูมิ 8°C สามารถรักษา สี ความสด และยืดอายุการเก็บรักษาของพริกหวาน (*Capsicum annuum* L.) ได้นาน 28 วัน (Shehata *et al.*, 2013) ขณะที่ Gravina *et al.* (2004) รายงานว่าฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride; PVC) ลดอัตราการสูญเสีย น้ำหนักของพริก *C. frutescens* cv. Malagueta และ *C. baccatum* ที่เก็บที่อุณหภูมิ 24°C จาก 2.5%ต่อวัน เหลือเพียง 0.9%ต่อวัน นอกจากนี้ Marques *et al.* (2005) ยังพบว่าพริกในกลุ่ม *C. chinense* ที่เก็บรักษาในกล่อง perforated PET ที่อุณหภูมิ 5°C นาน 6 วัน แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าพริกในชุดที่ไม่ห่อหุ้ม วัสดุบรรจุภัณฑ์อีกชนิดที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ได้ดี ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ (active packaging) ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติมเพื่อยืดอายุ และรักษาคุณภาพ ความสดใหม่ สี สัน กลิ่น และรสชาติของผลิตผลให้คงสภาพได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ชนิดของฟิล์มแอคทีฟต้องให้เหมาะสมกับผักผลไม้ เช่น หากเป็นผลิตผลที่มีการหายใจสูง ฟิล์มที่ใช้จำเป็นต้องยอมให้มีการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับอัตราการหายใจของผลิตผลนั้น เป็นต้น

ปัจจุบันบรรจุภัณฑ์สำหรับพริกสดเพื่อวางจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตหรือส่งออก นิยมใช้ถาดโฟมและฟิล์ม PVC ซึ่งมีราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่าย อย่างไรก็ตามสารเคมีจากฟิล์ม PVC โดยเฉพาะ plasticiser ได้แก่ di-(2-ethylhexyl) adipate (DEHA) ซึ่งทำให้ฟิล์ม PVC มีความใสและยืดหยุ่น สาร DEHA สามารถปนเปื้อนกับอาหารที่ถูกห่อหุ้มได้โดยตรง และเป็นสารกระตุ้นให้เกิดมะเร็งและทำลายระบบฮอร์โมนสำหรับควบคุมการไหลเวียนของโลหิต (WDDTY, 2004) ในสหภาพยุโรปมีการควบคุมปริมาณของ DEHA ในการผลิตฟิล์ม PVC โดยเมื่อใช้ห่อหุ้มอาหารแล้ว อนุญาตให้มีการปนเปื้อนของ DEHA ในอาหารที่ถูกห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ไม่เกิน 18 ส่วนใน 1 ล้านส่วนของอาหาร ขณะที่ประเทศญี่ปุ่นห้ามใช้พลาสติกพีวีซีในการเตรียมและบรรจุอาหาร เช่น ห้ามใช้ถุงมือที่

ทำจาก PVC ในการเตรียมอาหาร พลาสติกที่สามารถทดแทนฟิล์ม PVC เช่น ฟิล์ม PE ซึ่งเป็นพลาสติกที่ไม่มีการเติมสาร plasticiser จึงไม่ทำให้เกิดสารปนเปื้อนในอาหารและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ขณะที่กรดโพลีที่ใช้ในปัจจุบันจัดเป็นพลาสติกชนิด polystyrene (PS) เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาแปรรูปได้ใหม่ แต่จะได้คุณภาพพลาสติกที่ต่ำลงและมีต้นทุนสูงในการแปรรูป จึงไม่นิยมนำพลาสติกชนิดนี้กลับมาแปรรูปใช้ใหม่ (พัชรี, 2552) ขณะที่การเผาทำลาย PS ก่อให้เกิดก๊าซพิษสไตรีนออกไซด์ ซึ่งทำให้เกิดมะเร็งได้ อย่างไรก็ตามกรด PS สามารถหาซื้อได้สะดวกกว่ากรดพลาสติกชนิดอื่น สำหรับกรดพลาสติกชนิดอื่น ๆ ที่สามารถใช้บรรจุอาหารและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เช่น กรดพลาสติก PP ซึ่งสามารถนำพลาสติกที่ใช้แล้วกลับมาแปรรูปได้ใหม่โดยที่คุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง จึงอาจเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ส่งออกเพื่อใช้บรรจุผลิตผลสดส่งจำหน่ายยังต่างประเทศ

ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาพริกชี้หนู (*C. frutescens*) คงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว และควบคุมการเกิดเชื้อราระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว และยืดอายุการวางจำหน่ายพริกชี้หนูทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ

8. วิธีดำเนินการ:

- อุปกรณ์

1. พริกชี้หนูพันธุ์ซุบเปอร์ฮอต
2. กรดโพลี กรดโพลิโพรพิลีน (PP) กรดไบโอโพลิโพรพิลีน (bio-PP) ขนาด 13x13x2 ซม.
3. ฟิล์มพลาสติกโพลีเอธิลีน (PE) ความหนา 10 ไมโครเมตร ฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ความหนา 11 ไมโครเมตร (M Wrap, ประเทศไทย) และถุงไมโครเพอร์ฟอเรทผลิตจากฟิล์มพลาสติกโอเรียนเต็ท โพลีโพรพิลีน (OPP) ความหนา 20 ไมโครเมตร (P-Plus[®] รุ่น MPF3, Suimitomo Bakelite, ญี่ปุ่น)
4. เครื่องชั่งดิจิตอล (Mettler Toledo, สวิตเซอร์แลนด์)
5. เครื่องวัดสี (Colormeter รุ่น CR-10, Konica Minolta, ญี่ปุ่น)
6. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Texture Analyzer รุ่น TA500, Lloyd Instruments, อังกฤษ) ประกอบด้วย Load Cell ขนาด 50 N, หัวกดขนาด 3 มม.
7. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (Gas analyzer รุ่น Oxybaby[®] V, WITT, เยอรมัน)
8. Gas chromatography (Shimadzu, ญี่ปุ่น)

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ (น้ำหนัก 100 กรัม/ถาด/ซ้ำ) ต่อกรรมวิธี เปรียบเทียบอิทธิพลของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การเด็ดขั้วและไม่เด็ดขั้ว และศึกษาอิทธิพลของชนิดบรรจุภัณฑ์ในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการวางจำหน่าย ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน ไม่มีบรรจุภัณฑ์ –ชุดควบคุม
- กรรมวิธีที่ 2 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาดโฟม ห่อด้วยฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC)
- กรรมวิธีที่ 3 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาดโฟม ห่อด้วยฟิล์มโพลีเอทิลีน (PE)
- กรรมวิธีที่ 4 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาดโพลีโพรพิลีน (PP) ห่อด้วยฟิล์ม PVC
- กรรมวิธีที่ 5 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาด PP ห่อด้วยฟิล์ม PE
- กรรมวิธีที่ 6 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาด PP-Bio (ย่อยสลายได้) ห่อด้วยฟิล์ม PVC
- กรรมวิธีที่ 7 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาด PP-Bio (ย่อยสลายได้) ห่อด้วยฟิล์ม PE
- กรรมวิธีที่ 8 พริกไม่เด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุในถุงไมโครเพอร์ฟอเรท OPP (micro-perforated bag)
- กรรมวิธีที่ 9 พริกเด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาดโฟม ห่อด้วยฟิล์ม PVC
- กรรมวิธีที่ 10 พริกเด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาดโฟม ห่อด้วยฟิล์ม PE
- กรรมวิธีที่ 11 พริกเด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาด PP ห่อด้วยฟิล์ม PVC
- กรรมวิธีที่ 12 พริกเด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาด PP ห่อด้วยฟิล์ม PE
- กรรมวิธีที่ 13 พริกเด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาด PP-Bio (ย่อยสลายได้) ห่อด้วยฟิล์ม PVC
- กรรมวิธีที่ 14 พริกเด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุถาด PP-Bio (ย่อยสลายได้) ห่อด้วยฟิล์ม PE
- กรรมวิธีที่ 15 พริกเด็ดขั้ว/ก้าน บรรจุในถุงไมโครเพอร์ฟอเรท OPP

1. นำพริกชี้หนูแดงพันธุ์ซูเปอร์ฮอต (Figure 1) จากแปลงเกษตรกร อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา มายังห้องปฏิบัติการกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร (กวป.) โดยรถบรรทุกสี่ล้อขนาดเล็กไม่ปรับอากาศ และถึง กวป. ภายในวันเดียวกับวันเก็บเกี่ยว นำพริกเก็บที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อลดอุณหภูมิภายในผล (pre-cooling) หลังจากนั้นคัดเลือกเฉพาะผลที่ดีไม่มีอาการของโรคและตำหนิ



Figure 1 Fresh chili cv. SuperHot from farm at Kam Sa Kae Saeng, Nakhon Ratchasima

2. จัดแบ่งพริกที่ผ่านการคัดเลือก ออกเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่มแบบสมบรูณ์ โดยพริกกลุ่มที่ 1 ไม่เด็ดขั้ว/ก้าน ขณะที่พริกกลุ่มที่สองเด็ดขั้ว/ก้าน (Figure 2) หลังจากนั้นจัดแบ่งพริกแต่ละกลุ่มเป็น 7 กลุ่มย่อย โดยกลุ่มย่อยที่ 1 บรรจุในสภาพพริกห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC กลุ่มย่อยที่ 2 บรรจุในสภาพพริกห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE กลุ่มย่อยที่ 3 บรรจุในสภาพ PP ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC กลุ่มย่อยที่ 4 บรรจุในสภาพ PP ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE กลุ่มย่อยที่ 5 บรรจุในสภาพพลาสติกที่ย่อยสลายได้ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC กลุ่มย่อยที่ 6 บรรจุในสภาพพลาสติกที่ย่อยสลายได้ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE และกลุ่มย่อยที่ 7 บรรจุในถุงไมโครเพอร์ฟอเรท โดยมีหนึ่งกลุ่มที่ไม่เด็ดขั้ว/ก้านและไม่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ใด ๆ (ชุดควบคุม) นำพริกทั้งหมดเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 3 วัน และย้ายพริกทุกกลุ่มไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 25 วัน (Figure 3)



Figure 2 Preparation of samples: fresh chilli with and without peduncle and calyx



Figure 3 Preparation of samples: packed chilli in different packages and stored at 13 and 5°C for 3 and 25 days, respectively

3. ทำการตรวจคุณภาพพริกระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (%) ความแน่นเนื้อ การเกิดเชื้อรา (%) การเปลี่ยนแปลงสี และปริมาณ O₂ และ CO₂ ในบรรจุภัณฑ์ วันที่ 3 7 12 15 18 22 25 และ 28 ของการเก็บรักษา

- KPIs ทราบข้อมูลผลของบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ต่อคุณภาพของพริกชี้หนูลังการเก็บเกี่ยว และได้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาและควบคุมการเกิดเชื้อราในพริกชี้หนู
- เริ่มต้นการทดลอง มกราคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2559
- สถานที่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

9. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าพริกชี้หูที่ยังมีก้านและขั้ว (peduncle and calyx) ในทุกระบวนวิธีสูญเสียน้ำหนักมากกว่าพริกกลุ่มที่ถูกเด็ดขั้ว/ก้าน (Figure 4) เกิดจากพริกสูญเสียน้ำบริเวณขั้วและก้าน (จากระบวนการหายใจและคายน้ำ) ในอัตรามากกว่าบริเวณตัวผลพริก ทำให้ขั้วและก้านมีลักษณะเหี่ยวแห้ง (Figure 4) เป็นผลจากผลพริกมีสารกลุ่มคิวตินและซีมีน (cutin and waxy cuticle) เคลือบเซลล์ชั้นเนื้อเยื่อถาวร (epidermis) บริเวณผิวด้านนอกของผลพริก สารเคลือบนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ชะลอการสูญเสียน้ำจากผลพริก (Lownds *et al.*, 1994)

นอกจากนี้พบว่าฟิล์มพลาสติกที่ห่อหุ้มพริกมีผลต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนัก พริกที่เก็บในถุงไมโครเพอร์ฟอเรท-OPP สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (0.15%) หลังจากเก็บรักษานาน 28 วัน ขณะที่ฟิล์ม PE และ PVC ทำให้พริกสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 0.49 และ 1.84% ตามลำดับ ต่ำกว่าการสูญเสียน้ำหนักของพริกในชุดควบคุม (ไม่มีบรรจุภัณฑ์) ซึ่งสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 13.07% ชนิดของถาดบรรจุมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของพริกเช่นกัน โดยพริกในกรรมวิธีบรรจุถาดโพลีสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด (1.47%) ตามด้วยพริกที่บรรจุในถาด Bio-PP (1.12%) และ PP (0.92%) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างการเด็ดก้าน/ขั้วและชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่าพริกไม่มีก้าน/ขั้วบรรจุในถุง OPP (กรรมวิธีที่ 15) สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และน้ำหนักของพริกในกรรมวิธีที่ 2 คือ พริกมีก้าน/ขั้ว บรรจุในถาดโพลีห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ลดลงมากที่สุด (Figure 5) ทั้งนี้นอกจากปัจจัยทางสรีระของพริกที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ยังเป็นผลจากคุณสมบัติของฟิล์มพลาสติก โดยฟิล์ม OPP ยอมให้ไอน้ำในบรรจุภัณฑ์ผ่านออกไปสู่บรรยากาศรอบบรรจุภัณฑ์ในอัตราเพียง $9 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ (Evergreen, 2017) ซึ่งน้อยกว่าการยอมให้ไอน้ำซึมผ่านของฟิล์ม PE ($16 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) ฟิล์ม PVC ($80 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) และ โพลี ($110 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) (Peleg, 1995) ดังนั้นอัตราการสูญเสียน้ำจากผลพริกสู่บรรยากาศในกรรมวิธีที่ 15 จึงต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sahoo *et al.* (2014) รายงานว่าพริกยักษ์สีเหลืองที่เก็บในถุง OPP ที่เจาะรูขนาดเล็ก ๆ สูญเสียน้ำหนักเพียง 0.59% หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 20 วัน

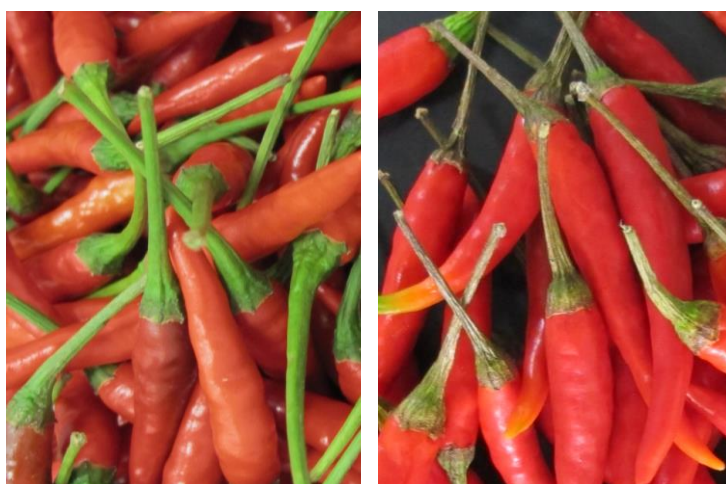


Figure 4 Appearance of peduncle and calyx of chilli at (left) day 0 and (right) day 28 of storage at 13°C

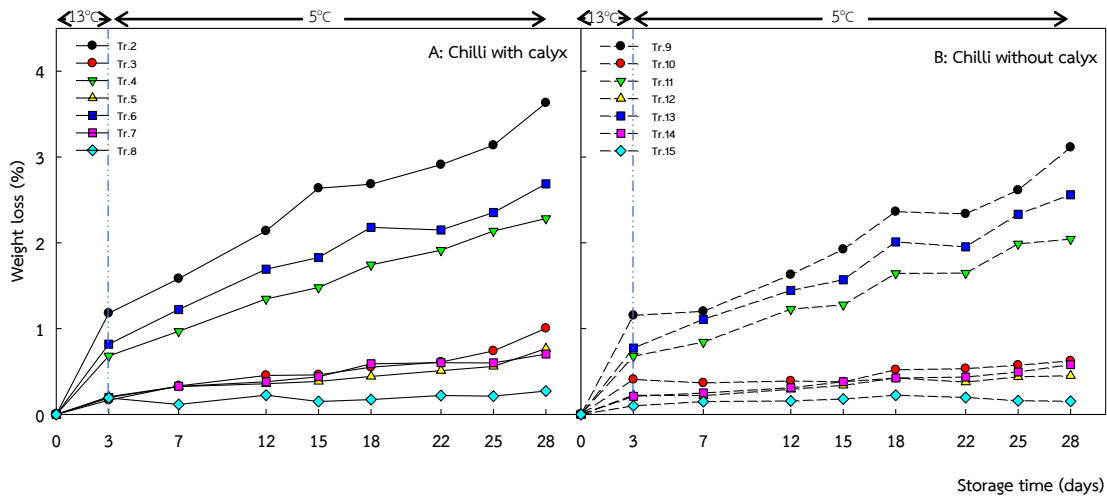


Figure 5 Weight loss (%) of fresh chilli (A) with- and (B) without peduncle and calyx packed in foam punnet+PVC film (●), foam punnet+PE film (●), PP punnet+PVC film (▼), PP punnet+PE film (▲), PP-Bio punnet+PVC film (■), PP-Bio punnet+PE film (■) and micro-perforated bag (◆)

ความแน่นเนื้อ (firmness) ของผลพริกลดลงตลอดการเก็บรักษาในทุกกรรมวิธี (Table 1) การลดลงนี้มีความสัมพันธ์ผกผันกับการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากพริกมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 70% ของน้ำหนักทั้งหมด (จริงแท้, 2541) การสูญเสียน้ำออกจากผลทำให้ความดันเต่ง (turgor pressure) ภายในเซลล์ลดลง เซลล์มีความอ่อนนุ่มมากขึ้น (จริงแท้, 2549) ดังนั้นกรรมวิธีที่ทำให้พริกสูญเสียน้ำหนักมาก ส่งผลให้พริกในกรรมวิธีนั้นมีความแน่นเนื้อลดลงมากกว่ากรรมวิธีอื่น พริกในกรรมวิธีควบคุมจึงมีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด ผิวเหี่ยวแห้งจากการสูญเสียน้ำ ขณะที่ถุง OPP และฟิล์ม PE คงความแน่นเนื้อของพริกได้ดีกว่าฟิล์ม PVC ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติการยอมให้อากาศผ่านของฟิล์มแต่ละชนิด สำหรับชนิดถาดและการมีขั้ว/ก้าน ไม่มีผลทางสถิติกับความแน่นเนื้อของพริก

กรรมวิธีในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของพริก แต่สีพริกเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันที่ 0 ของการเก็บรักษาพริกมีสีเริ่มต้นเป็นสีส้มแดงสว่าง ($L^* = 33.76$, $h^\circ = 23.90$) และเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำ ($L^* = 24.69$, $h^\circ = 14.70$) ในวันสุดท้ายของการทดลอง ปริมาณก๊าซ O_2 และ CO_2 ในบรรจุภัณฑ์รอบ ๆ ผลพริก มีผลต่อการหายใจและกระบวนการเมตาบอลิซึมของพริก สำหรับอากาศในตู้เย็นมีปริมาณ O_2 ประมาณ 18.27% และ CO_2 ประมาณ 0.04% และเมื่อเก็บพริกในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท ผลจากการหายใจของพริกทำให้ปริมาณ O_2 ลดลง และ CO_2 เพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซที่เปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ นี้ ถือเป็นการดัดแปลงบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ เมื่อถึงจุดสมดุลของปริมาณก๊าซจะทำให้พริกหายใจอัตราต่ำลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีช้าลง มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น โดยพบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณ O_2 และ CO_2 ต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณ CO_2 จากกรรมวิธีถุง OPP และกรรมวิธีที่ห่อด้วยฟิล์ม PVC มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ห่อด้วยฟิล์ม PE เพราะฟิล์ม PE มีคุณสมบัติยอมให้ CO_2 ผ่านออกไปในอัตรา $1,400 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{วัน}^{-1}$ ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าฟิล์ม PVC ($80 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{วัน}^{-1}$) และ OPP ($100 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{วัน}^{-1}$) (Evergreen, 2017)

Table 1 Values of firmness (N), skin colour (L C h°), carbon dioxide (%) and disease occurrence (%) of treated chilli after 28 days storage

	Treatments		Firmness				Head space		Disease occurrence (%)
	P+D*	Punnet + Film	(N)	L	C	h°	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	
Tr.1	with	none	3.65	28.68	46.52	20.24	0.046	18.27	6.32
Tr.2	with	Foam + PVC	4.55	28.65	46.92	20.90	0.496	17.27	29.86
Tr.3	with	Foam + PE	5.01	29.37	47.91	21.06	0.325	17.59	21.47
Tr.4	with	PP + PVC	4.91	28.83	47.36	20.40	0.887	16.26	26.15
Tr.5	with	PP + PE	4.93	28.95	47.94	20.85	0.383	17.52	25.59
Tr.6	with	PP-bio + PVC	4.76	29.00	46.79	20.53	0.467	17.63	23.25
Tr.7	with	PP-bio + PE	4.76	28.76	46.29	20.53	0.238	17.70	23.25
Tr.8	with	OPP m/p bag	4.99	29.12	46.91	20.71	1.242	17.03	20.94
Tr.9	w/o	Foam + PVC	4.70	28.85	46.32	20.63	0.738	16.12	4.24
Tr.10	w/o	Foam + PE	5.09	28.28	46.09	20.52	0.345	17.18	5.89
Tr.11	w/o	PP + PVC	4.81	29.28	46.89	20.48	1.175	15.73	6.41
Tr.12	w/o	PP + PE	5.05	29.19	47.53	20.79	0.671	16.36	6.37
Tr.13	w/o	PP-bio + PVC	4.69	28.81	46.68	19.91	0.608	17.29	4.27
Tr.14	w/o	PP-bio + PE	4.58	28.23	46.15	20.16	1.167	16.76	5.00
Tr.15	w/o	OPP m/p bag	4.86	28.39	46.34	20.25	1.175	17.05	7.49
DMRT _{0.05}			0.28	1.32	2.03	0.89	0.53	0.73	5.28
CV (%)			10.1	8.0	7.6	7.6	39.0	7.6	49.8

Remark * P+D : Peduncle + calyx, w/o : without

อย่างไรก็ตามปริมาณก๊าซ CO₂ ที่เพิ่มขึ้นนี้ ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลจากการเกิดเชื้อราและเน่าเสีย พริกกลุ่มที่มีขี้/ก้านในทุกกรรมวิธี (กรรมวิธีที่ 2-8) เกิดเชื้อราและเน่าเสียคิดเป็น 20-30% ของจำนวนพริกทั้งหมด (Table 1) ยกเว้นในชุดควบคุม สาเหตุสำคัญ ได้แก่ ความชื้นสูงในบรรจุภัณฑ์กระตุ้นให้เกิดเชื้อราบริเวณขี้/ก้าน (Table 2) เชื้อราเกิดขึ้นบริเวณขี้/ก้านพริกได้ง่าย เนื่องจากโครงสร้างเซลล์อ่อนแอ ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา อย่างไรก็ตามความชื้นในตู้เย็นประมาณ 50%RH ไม่ทำให้พริกชุดควบคุมเกิดเชื้อรา (Table 2) นอกจากนี้การเข้าทำลายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ฝังตัวในผลพริกตั้งแต่แปลงปลูกยังเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้พริกเน่าเสีย (Figure 6) ซึ่งต้องควบคุมปัญหาตั้งแต่แปลงปลูกเพื่อลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับพริกที่ไม่มีขี้/ก้าน พบเชื้อราและการเน่าเสียน้อยกว่าพริกที่มีขี้/ก้านอย่างมีนัยทางสถิติ นอกจากนี้ปัญหาการทำลายโดยหนอนแมลงวันผลไม้แล้ว ปัญหาที่ทำให้พริกกลุ่มนี้เน่าเสีย คือ การเด็ดขี้ที่ไม่ประณีต เกิดแผลฉีกขาดที่ผิวพริก เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายเป็นช่องทางให้เชื้อราเข้าสู่เซลล์ของพริกได้ หรืออีกกรณี คือ เด็ดส่วนที่เป็นก้าน/ขี้ไม่เรียบร้อย ยังเหลือส่วนที่เป็นสีเขียวไว้ ทำให้เชื้อราเจริญบริเวณดังกล่าวได้ (Figure 7) โดยเฉพาะในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถรักษาความชื้นได้ดี พบว่า พริกที่มีแผลฉีกขาดจากการเด็ดขี้/

ก้าน หรือ มีส่วนที่เป็นขั้ว/ก้านบางส่วน บรรจุในถุง OPP มีเชื้อราเจริญในสัดส่วนสูงกว่า ตามด้วยพริกที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE และ PVC ตามลำดับ (Table 2)



Figure 6 Postharvest loss of fresh chilli caused by fruit fly

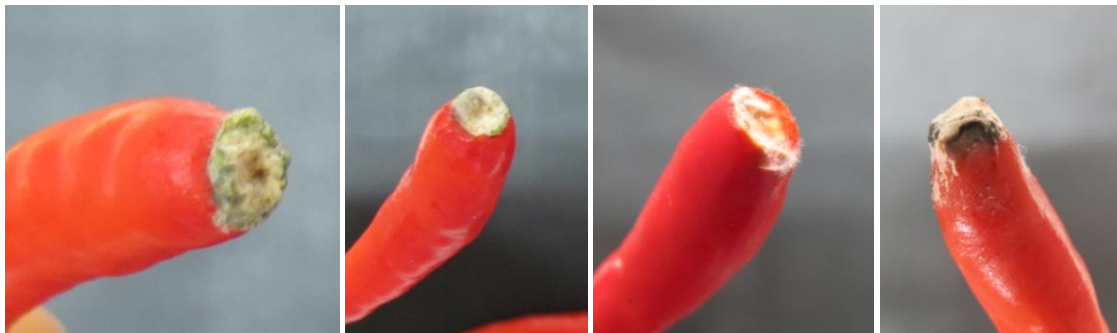
















Figure 7 Decay of fresh chilli due mainly to careless handle during removal of peduncle and calyx

Table 2 Visual appearance of chilli fruit from 15 different treatments stored at 13°C for 3 days and 5°C for 25 days

Treatments	Visual appearance	
Tr.1 Chilli with peduncle and calyx without wrapping material (control)		
Tr.2 Chilli with peduncle and calyx contained in foam punnet and wrapped with PVC film		
Tr.3 Chilli with peduncle and calyx contained in foam punnet and wrapped with PE film		
Tr.4 Chilli with peduncle and calyx contained in PP punnet and wrapped with PVC film		
Tr.5 Chilli with peduncle and calyx contained in foam punnet and wrapped with PE film		

Treatments	Visual appearance	
Tr.6 Chilli with peduncle and calyx contained in PP-Bio punnet and wrapped with PVC film		
Tr.7 Chilli with peduncle and calyx contained in PP-Bio punnet and wrapped with PE film		
Tr.8 Chilli with peduncle and calyx contained in OPP micro-perforated bag		
Tr.9 Chilli without peduncle and calyx contained in foam punnet and wrapped with PVC film		
Tr.10 Chilli without peduncle and calyx contained in foam punnet and wrapped with PE film		

Treatments	Visual appearance	
Tr.11 Chilli without peduncle and calyx contained in PP punnet and wrapped with PVC film		
Tr.12 Chilli without peduncle and calyx contained in PP punnet and wrapped with PE film		
Tr.13 Chilli without peduncle and calyx contained in PP-Bio punnet and wrapped with PVC film		
Tr.14 Chilli without peduncle and calyx contained in PP-Bio punnet and wrapped with PE film		
Tr.15 Chilli without peduncle and calyx contained in OPP micro-perforated bag		

10. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

การเก็บรักษาพริกชี้หนูในบรรจุภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของพริกชี้หนูได้นาน 28 วัน ถุงไมโครเพอร์ฟอเรท OPP สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก รักษาความแน่นเนื้อ คงสภาพสีเปลือกได้ดีที่สุด บรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพรองลงมา ได้แก่ ถาด PP ร่วมกับฟิล์ม PE อย่างไรก็ตามถุง OPP ยังมีราคาสูงและมีวางจำหน่ายในวงจำกัด ดังนั้นการใช้ถาด PP ร่วมกับฟิล์ม PE จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้งานเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้พบว่าปริมาณความชื้นสูงในบรรจุภัณฑ์ กระตุ้นการเจริญของเชื้อราบนพริกชี้หนู โดยเฉพาะบริเวณซั้วและก้าน ทำให้พริกมีลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การเด็ดซั้ว/ก้านพริกก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์ จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ลดการเกิดเชื้อราและยืดอายุการวางจำหน่ายได้

11. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

วิธีการและผลการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อลดการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยว คุณภาพผลิตภัณฑ์ และยืดอายุการวางจำหน่าย โดยเฉพาะสำหรับการส่งออกประเทศปลายทางที่ห่างไกล

12. คำขอบคุณ :

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ห้องปฏิบัติการโรคพืชหลังเก็บเกี่ยว และห้องปฏิบัติการสารพิษจากเชื้อรา กวป. สำหรับความช่วยเหลือตลอดการวิจัย

13. เอกสารอ้างอิง :

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2.

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและ

ฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, กำแพงแสน, นครปฐม.

พัชรี ลิ้มสุวรรณ. 2552. สไลด์เรียนบรรจุอาหาร. ข้อมูลออนไลน์ [www.sahavicha.com] เข้าถึงข้อมูลเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2558.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. มูลค่าการส่งออกและนำเข้าพริก ประจำปี 2556. ข้อมูลออนไลน์ [www.doa.go.th/hortold/images/stories/strategyplanhort/strategychili.doc] เข้าถึงข้อมูลเมื่อ 2 ธันวาคม 2557.

Gravina, O., Henz, G.P. and Carvalho, S.I.C. 2004. Conservação pós-colheita de pimentas da espécie *Capsicum chinense* com filme PVC em duas temperaturas. In: Finger, F.L. and Pereira, G.M. 2016. Physiology and postharvest of pepper fruits. Available online [doi 10.1007/978-3-319-06532-8-2]. Accessed on 12 January 2017.

Lownds, N.K., Banaras, M. and Bosland, P.w. 1994. Postharvest water loss and storage quality of nine pepper (*Capsicum*) cultivars. HortScience 29: 191-193.

- Marques, L.C.s., Finger, F.L., Cordeiro, D.C. and Fogaca, C.M. 2005. Sensibilidade de pimentas of injury of fruit. Horticulture Bras 23: 447.
- Sahoo, N.R., Bal., L.M., Pal, U.S. and Sahoo, D. 2014. A comparative study on the effect of packaging material and storage environment on shelf life of fresh ball-pepper. Food Measure 8: 164-170.
- Shehata, S.A., Ibrahim, M.I.A., El-Mogy, M.M. and Abd El-Gawad, K.F. 2013. Effect of hot water dips and modified atmosphere packaging on extend the shelf life of bell pepper fruits. Wulfenia Journal 20: 315-328.
- Thompson, A.K. 2010. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. 2nd ed. CABI International, Oxfordshire, UK.
- WDDTY. 2004. Available online [www.wddty.com] Accessed on 6 February 2016.