Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 591-594 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 591-594 (2554)

การประเมินประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเยื่อกระดาษขึ้นรูปสำหรับยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

Efficiency Evaluation of Active Pulp Mold Packaging for " Nam Dok Mai " Mango Fruit Storage Life Extension

สุพัฒน์ คำไทย[1,2], กนิษฐา อักษรโศภณพันธุ์[1] และ ยุทธนา หล้าปินตา[1]
Suphat Khamthai[1,2], Kanidtha Agsornsopornpan[1] and Yuthana Lapinta[1]

Abstract

The study aimed to evaluate the efficiency of active pulp mold packaging on "Nam Dok Mai" mango shelf life extension. The experiment packed mango with 3 types of pulp mold packaging including puld mold without ethylene adsorbent and anti-fungal chemicals (type A), puld mold added ethylene adsorbent chemical (type B) and puld mold added ethylene adsorbent and anti-fungal chemicals (type C). All of those mangoes kept in storage condition at 13 ^{o}C and 90 ± 5% RH. The results presented the properties of 3 pulp molds were 585.63 g/m^2 grammage, 1.88 mm thickness, 0.59 kPam^2/g bursting index, 8.56 N m/g tensile index and 0.50 mN m^2/g tearing index. In case of the mango storage life prolonging results indicated that the pulp mode packaging (Type C) could extend storage life of mango for 33 days. The properties of mango at 33 storage days were 5.26% weight loss, 8.56 N/cm^2 firmness, 74.60 L*, 8.95 a* and 42.00 b* values for skin color, 78.87 L*, 10.56 a* and 55.52 b* values for flesh color, 0.24% TA, 17.40% TSS and 3.80 points over all sensory score. According to the type C results, this pulp mold could inhibit the mango anthracnose fungi (*Colletrotrichum gloeosporiodes*).

Keywords: pulp mold packaging, mango, storage life extension

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเยื่อกระดาษขึ้นรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ โดยทำการทดลองเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียล และ ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5% ร่วมกับบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ 1 บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปแบบไม่เติมสารดูดซับเอทิลีน (type A), ชนิดที่ 2 บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปแบบเติมสารดูดซับเอทิลีน (type B) และชนิดที่ 3 บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปแบบเติมสารดูดซับเอทิลีนและสารยับยั้งเชื้อรา (type C) จากการทดสอบคุณสมบัติเยื่อกระดาษขึ้นรูปทั้ง 3 ชนิด พบว่า มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 585.63 g/m^2 ค่าความหนาเท่ากับ 1.88 มิลลิเมตร ดรรชนีต้านทานแรงดันทะลุ 0.59 kPam^2/g ดรรชนีต้านทานแรงดึง 8.56 N m/g ดรรชนีต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษเท่ากับ 0.50 mN m^2/g และ แสดงให้เห็นว่าเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 3 (type C) สามารถเก็บรักษามะม่วงได้ 33 วัน นานกว่าชุดควบคุม 12 วัน โดยสามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก 5.26%, ค่าความแน่นเนื้อ 8.56 N/cm^2, การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกสามารถวัดค่าได้ดังนี้ 74.60, L*, 8.95, a* และ 42.00, b* การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อสามารถวัดค่าได้ดังนี้ 78.87, L*, 10.56, a* และ 55.52, b* , ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ 0.24%, ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ 17.40% และการวิเคราะห์การยอมรับโดยรวมมีคะแนนการยอมรับ มีค่าเท่ากับ 3.80 คะแนน นอกจากนี้ พบว่า บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 3 (type C) สามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงน้ำดอกไม้ (*Colletrotrichum gloeosporiodes*) ได้

คำสำคัญ: เยื่อกระดาษขึ้นรูป, มะม่วงน้ำดอกไม้, การยืดอายุการเก็บรักษา

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ผลิตสินค้าเกษตรมากมายหลายชนิดที่ ส่งจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศในที่นี้รวมถึงผลไม้ไทย ซึ่งเป็นสินค้าเกษตรประเภทหนึ่งที่นำรายได้เข้าประเทศ โดยในครึ่งปีแรกของปี

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการบรรจุ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100
[1]Division of Packaging Technology, School of Agro-Industry, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100

2553 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกผลไม้ และผลิตภัณฑ์ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.6 คิดเป็นมูลค่า 777.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2553) โดยเฉพาะมะม่วงน้ำดอกไม้จัดอยู่ในกลุ่มของผลไม้ส่งออกที่สำคัญไปยังต่างประเทศ ได้แก่ ญี่ปุ่น อเมริกา สิงค์โปร์ ฮ่องกง และ ประเทศอื่นๆ คิดเป็นมูลค่าการส่งออกในปี 2552 ประมาณ 690 ล้านบาท (หนังสือพิมพ์แนวหน้า, 2553) อย่างไรก็ตามผลไม้มะม่วงน้ำดอกไม้ (*Mangifera indica* L.) เป็นผลไม้ที่เสื่อมเสียได้ง่าย ระหว่างการเก็บรักษา และ ระหว่างการขนส่งเพื่อจำหน่าย เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้ที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีสูงในระหว่างกระบวนการเก็บรักษามักส่งผลต่อคุณภาพในด้านต่างๆภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยเป็นผลมาจากการกระตุ้นให้เกิดการสุกของก๊าซเอทิลีนซึ่งก๊าซดังกล่าวเป็นฮอร์โมนพืชที่เรียกว่า “ripening hormone” เป็นฮอร์โมนพืชที่สามารถพบได้ตั้งแต่การเจริญของพืช การพัฒนา จนกระทั่งตาย (Zagory, 1995) นอกจากนี้หากเกิดแผลรอยขีดข่วน หรือความบอบช้ำบนผลมะม่วงระหว่างการขนส่ง จะส่งผลให้เกิดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ *Colletrotrichum gloeosporiodes* อันเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรกโนสเข้าทำลายมะม่วง ทำให้ผลเกิดรอยบุ๋มตื้น ๆ และผิวแตก ซึ่งรอยแผลอาจขยายเชื่อมกันเกิดเป็นรอยโตขึ้น และผลมะม่วงเกิดการเน่าเสีย และสุกเร็วมากกว่าปกติ (วิจิตร, 2529) จากข้อมูลการเน่าเสียของผลไม้เนื่องจากการสุก และการเข้าทำลายของเชื้อราข้างต้น ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ส่งผลถึงการส่งออกมะม่วงของประเทศไทยไปตลาดต่างประเทศ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาคุณสมบัติวัสดุบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปที่สามารถชะลอการสุก และ ยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทคโนสในผลไม้ส่งออก รวมถึงการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ส่งออกได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป

การทดสอบคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปที่สำคัญ ได้แก่ ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (gram mage) ตามมาตรฐาน TAPPI T410-om-93, ค่าความหนา (thickness) ตามมาตรฐาน TAPPI T411-om-89, ค่าความต้านทานแรงฉีกขาด (tear strength) ตามมาตรฐาน TAPPI T414-om-98, ค่าความต้านทานแรงดึง (tensile strength) ตามมาตรฐาน TAPPI T494-om-01 และค่าความต้านทานแรงดันทะลุ (burst strength) ตามมาตรฐาน TAPPI T403-om-97

2. การศึกษาประสิทธิภาพกระดาษในการยับยั้งเชื้อราของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป

เชื้อราที่นำมาทดสอบคือ *C. gloeosporiodes* ที่ได้จากมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยตัดเชื้อราที่เลี้ยงบน PDAขนาดประมาณ 2 x 2 ตารางมิลลิเมตร นำไปวางบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ วางเป็นจำนวนห้าจุด แล้วนำเยื่อกระดาษขึ้นรูปแต่ละชนิดที่ตัดเตรียมไว้วางทับบนเชื้อราที่วางไว้จำนวนสามจุด และจุดตรงกลางวางกระดาษกรอง จากนั้นทำการบ่มที่อุณหภูมิ 25 ^{0}C เป็นเวลา 48 – 72 ชั่วโมง และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ที่เชื้อเจริญเติบโต และสังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อแอนแทรกโนสใต้กระดาษ (contact area) ตามลำดับ โดยถ้ามีและไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ภายใต้และผิวหน้าวัสดุแสดงสัญลักษณ์ (-) และ (+) ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการบันทึกผล

3. การศึกษาประสิทธิภาพการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ระยะเก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกร ที่มีสี ขนาด น้ำหนัก และ รูปร่างสม่ำเสมอ สำหรับในกรณีของมะม่วงน้ำดอกไม้ ควรผ่านการฆ่าเชื้อราก่อนทำการทดลอง โดยทำการจุ่มในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 ^{0}C เป็นเวลา 5 นาที ต่อจากนั้นบรรจุมะม่วงลงในเยื่อกระดาษขึ้นรูปแต่ละชนิดๆ ดังนี้ ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (control, มะม่วงที่ไม่บรรจุลงในเยื่อกระดาษขึ้นรูป), ชุดที่ 2 มะม่วงบรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 1 (type A), ชุดที่ 3 มะม่วงบรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 2 (type B) และชุดที่ 4 มะม่วงบรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 3 (type C) และบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก หลังจากนั้นเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 13 ± 1 ^{0}C และ ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5 % โดยประเมินผลการยืดอายุการเก็บรักษาจากการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ทุกๆ 3 วันของการเก็บรักษา ดังนี้ ค่าการสูญเสียน้ำหนัก ค่าความแน่นเนื้อ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ค่าปริมาณกรดที่ไตเตรท ค่าการเปลี่ยนแปลงสี และ ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับ

ผล

1. คุณสมบัติด้านความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อกระดาษตามมาตรฐาน TAPPI T220 sp - 01 (Table 1.) พบว่า เยื่อกระดาษขึ้นรูปทั้ง 3 ชนิด มีน้ำหนักมาตรฐานอยู่ในช่วง 400 – 600 g/m^2 โดยเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 3 (type C) มีความหนามากที่สุด คือ 1.88 mm. มีค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด เท่ากับ 0.31 mN m^2/g ส่วนเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 1 (type A) มีค่าดัชนีความต้านทานแรงดึง และดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุมากที่สุด คือ 11.75 N m/g และ 1.05 kPam^2/g ตามลำดับ

Table 1 The property of pulp mold

Property	Type A	Type B	Type C
Grammage (g/m^2)	400.94	515.19	585.63
Thickness (mm)	1.28	1.86	1.88
Bursting index ($kPam^2/g$)	1.05	0.68	0.59
Tensile index (N m/g)	11.75	9.76	8.56
Tearing index ($mN\ m^2/g$)	0.16	0.26	0.31

2. ประสิทธิภาพกระดาษในการยับยั้งเชื้อราของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป

จากการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนส โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ที่เชื้อราเจริญ และสังเกตการเจริญของเชื้อใต้เยื่อกระดาษขึ้นรูปทั้ง 3 ชนิด หลังบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 48 – 72 ชั่วโมง พบว่าเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 1 (type A) และ ชนิดที่ 2 (type B) ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสได้ ในกรณีของเยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 3 (type C) ในวันที่ 1 และวันที่ 2 ไม่ปรากฏการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสด้านใต้และด้านบนของเยื่อกระดาษขึ้นรูปแสดงสัญลักษณ์ (+) (Table 2.)

Table 2 The Inhibitory effect of pulp mold against mango anthracnose fungi (*C. gloeosporiodes*).

Type of pulp mold	Diameter of colony (cm.)		Contact	
	Day 1	Day 2	Day 1	Day 2
Type A	0.34 ± 0.32	1.33 ± 0.44	-	-
Type B	0.52 ± 0.14	1.35 ± 0.61	-	-
Type C	0	0	+	+

3. ประสิทธิภาพการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป

การประเมินประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปทั้ง 3 ชนิด ในการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ที่ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5% พบว่า เยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 3 (type C) สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ได้นาน 33 วัน และ นานกว่าชุดควบคุม 15 วัน โดยคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค จากการวิเคราะห์คุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ในวันที่ 33 ของการเก็บรักษา พบว่า มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.26 ± 0.1% ค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 8.56 ± 0.15 N/cm^2 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเท่ากับ 17.4 ± 0.15 % ค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 0.24 ± 0.1 % ค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก ค่า a เท่ากับ 8.95 ± 0.2 ค่า b เท่ากับ 42 ± 0.1 และ มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับได้เท่ากับ 3.8 (Table 3)

Table 3 The analysis of mango quality in anti-ripening paper packaging at 13 °C

Pulp mold type	Weight loss (%)	Firmness (N/cm^2)	TSS (%)	TA (%)	Color (a)	Color (b)	Sensory (score)	Storage (days)
Control	5.79	7.49	15.00	0.37	7.95	39.4	4.0	18
Type A	5.49	8.49	15.72	0.28	8.03	41.99	3.5	21
Type B	5.31	8.49	17.36	0.21	8.13	40.73	3.9	30
Type C	5.26	8.56	17.40	0.24	8.95	42.00	3.8	33

วิจารณ์ผล

จากทดลองการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้ร่วมกับบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดต่างๆ พบว่า คุณสมบัติของมะม่วงที่สำคัญต้องพิจารณา คือ ลักษณะภายนอกที่ผู้บริโภคสามารถมองเห็นได้ชัดเจน เช่น สีผิว การเข้าทำลายของเชื้อรา และ อาการผิดปกติต่างๆ รวมถึงลักษณะภายในของผลไม้ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ และ ปริมาณกรด โดยการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายในและภายนอกทั้งหมดนี้เป็นผลมาจากก๊าซเอทิลีนที่เกิดระหว่างการหายใจของผลไม้ โดยการได้รับเอทิลีนในปริมาณน้อย คือ 0.1 ppm สามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในพืช และ ยังมีผลต่อสรีรวิทยาและคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวได้ (เกษกานต์,2545) ดังนั้น จากการประเมินประสิทธิภาพการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ ที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5% พบว่า บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปชนิดที่ 3 (type C) ที่มีการพัฒนาสูตรของกระดาษโดยการเติมสารดูดซับเอทิลีน และ สารยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนส (*C. gloeosporiodes*) สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้นาน 33 วัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการทำหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปที่สามารถดูดซับก๊าซเอทิลีนทำให้ชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ มีผลทำให้ลดการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสไม่ก่อให้เกิดจุดดำบนผิวมะม่วง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุพัฒน์ (2550) รายงานว่า การเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ร่วมกับกระดาษถ่านกัมมันต์ที่ทำหน้าที่ในการดูดซับก๊าซเอทิลีนที่อุณหภูมิ 25 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ได้นาน 18 วัน จากงานวิจัยนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบกับผลการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้อื่นๆ พบว่า การยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้โดยวิธีบรรจุมะม่วงร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนที่ใช้ซอล์คเป็นตัวพาโดยใช้วิธีผสมดินสอพองร่วมกับผงโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ได้ 9 วัน (พิชญา และ คณะ, 2550) และ การห่อมะม่วงด้วยถุงคาร์บอนแบบบางระหว่างการเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 15 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ได้ 21 วัน (ศิวพร และ พีระศักดิ์, 2553)

สรุป

ผลของการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5% พบว่า การใช้บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้นานกว่าชุดควบคุม 3 – 15 วัน และจากผลการทดลอง พบว่า บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปที่ 3 (type C) มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีของมะม่วงน้อยที่สุด อีกทั้งยังสามารถชะลอการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสที่ผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ ส่งผลให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้นานที่สุด 33 วัน โดยคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถานบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ และ สถานที่ในการวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณบริษัทหงษ์ไทยบรรจุภัณฑ์ที่สนับสนุนการใช้เครื่องจักรเพื่อทดลองผลิตเยื่อกระดาษขึ้นรูปในการทำการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เกษกานต์ เกษโกมล. 2545. อิทธิพลของภาชนะบรรจุ อัตราการไหล O_2 : CO_2 และปริมาณสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อน. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 113 น.

พิชญา บุญประสม, พรชัย ราชตนะพันธุ์ และ วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์. 2550. รายงานฉบับสมบูณ์โครงการวิจัยเรื่อง “ การผลิตสารดูดซับเอทิลีนสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เพื่อผลประโยชน์เชิงพาณิชย์ ”. รหัสโครงการ BT-RD-1-2549-02. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (เครือข่ายภาคเหนือ). 180 หน้า.

วิจิตร วังใน. 2529. มะม่วง. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ศรีสมบัติการพิมพ์ จำกัด. 341 น.

ศิวพร มินรินทร์ และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท. 2553. ผลของการห่อผล และการเก็บรักษาต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง. บทคัดย่อการสัมมนาทางวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติครั้งที่ 7. 38 น.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2553. ผักผลไม้และผลิตภัณฑ์ปี'53 : FTA ขยายส่งออกพึงระวังการเจาะตลาดนำเข้า. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.creativeenterprise.in.th/detail/creativeenterprise/research. (24 สิงหาคม 2553)

สุพัฒน์ คำไทย. 2550. การประเมินประสิทธิภาพกระดาษถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เศรษฐกิจ. ว.วิทย.กษ. 38:5 (พิเศษ): 25-28.

หนังสือพิมพ์แนวหน้า. 2553. การส่งออกมะม่วงไทย. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.naewna.com/news.asp?ID=169290,2010. (15 กรกฎาคม, 2553)

Zagory, D. 1995. Ethylene-removing packaging. In: M. L. Rooney (ed.) *Active Food Packaging*; Blackie Academic & Professional, New York, p. 38-54.