Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 575-578 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 575-578 (2554)

การจัดการสายโซ่อุปทานและนวัตกรรมบรรจุภัณฑ์สำหรับการกระจายผลลำไยสดภายในประเทศ

Supply Chain Management and Packaging Innovation for Domestic Distribution of Longan Fruits

ชนิต วานิกานุกูล[1] วรรณี ฉินศิริกุล[2] ปิติรัตน์ กลิ่นธรรม[2] จาตุพงศ์ วาฤทธิ์[3] และสุพจน์ ประทีปถิ่นทอง[4]

Chanit Wanikanukul[1], Wannee Chinsirikul[2], Pitirat Klintham[2] , Jatuphong varith[3] and Supoj Pratheepthinthong[4]

Abstract

One common form of retail package for organic longan (with short stem) in Chiangmai is the plastic net bag. With regard to one supply chain example, longans are sent to a reception point (in Chaingmai), then to a distribution center (DC) in Samutsakhon, and sold in Bangkok supermarkets. It was found that longans in this chain management exposed to temperature fluctuation had unacceptable quality at the end; longans appeared dry with hard-dark peels. Thus, this preliminary study aimed at investigating the effects of temperature profile in the distribution chains together with an innovative packaging in the form of tray sealed with micro-perforated films on quality of longans. A comparison was made between route 1- normal distribution chain via reception point, DC, and to supermarket, and route 2- direct distribution from farm to supermarket. Tests were performed by packaging 500 grams of longans in the trays with film lids, and in the net bags. Micro-perforated film used had oxygen transmission rate of ~28,000 cc/m^2.day. Results showed that route 1 had pronounced temperature fluctuation in a large range of 7-25°C and gave rise to apparent deterioration. Longans packaged in tray with film lids revealed some improvement of moisture retention on the skin/peel over those in the net bags. In the case of route 2, temperature profile was relatively constant at ~25 °C. It was apparent that longans packaged in the tray with film lids and underwent a distribution chain with relatively consistent temperature had low weight loss of <0.01% with acceptable quality. This study indicated the importance of a good control over temperature during transport or distribution of organic longan together with the application of suitable packaging in maintaining longan quality as high value-added products for consumers all over the country.

Keywords: longan, supply chain management, micro-perforated films

บทคัดย่อ

ผลลำไยอินทรีย์ตัดขั้วบรรจุในถุงตาข่าย เป็นรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขายปลีกของ จ.เชียงใหม่ ซึ่งสายโซ่อุปทานของลำไยจะถูกส่งผ่านจุดรับสินค้า (จ.เชียงใหม่) ศูนย์กระจายสินค้า (จ.สมุทรสาคร) และวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต (กรุงเทพฯ) ซึ่งพบว่าลำไยที่ผ่านสายโซ่นี้จะเผชิญกับอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลง ทำให้คุณภาพของลำไยไม่เป็นที่ยอมรับ โดยมีลักษณะเปลือกแห้ง แข็ง ดำ และมีการเน่าเสียเป็นจำนวนมาก ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาเบื้องต้นจึงมุ่งเน้นศึกษาผลของอุณหภูมิในสายโซ่การขนส่ง ร่วมกับการใช้นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ ในรูปแบบลำไยบรรจุถาดปิดด้วยฟิล์ม BOPP ที่เจาะรูระดับไมครอนต่อคุณภาพของลำไย โดยเปรียบเทียบระหว่างเส้นทางที่ 1 การขนส่งแบบเดิม ซึ่งผ่านจุดรับสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า และวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต และเส้นทางที่ 2 การขนส่งตรงจากสวนไปวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต การทดสอบทำโดยบรรจุลำไย ~500 กรัมในถาดแล้วปิดด้วยฟิล์มที่เจาะรูระดับไมครอน ซึ่งมีค่าอัตราการผ่านของก๊าซออกซิเจน ~28,000 cc/m^2.day ผลแสดงให้เห็นว่าเส้นทางที่ 1 อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้างมาก (7-25°C) ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย ลำไยที่บรรจุในถาดแล้วปิดด้วยฟิล์มที่เจาะรูระดับไมครอน สามารถคงความชื้นที่ผิวได้มากกว่าการบรรจุในถุงตาข่าย ในเส้นทางที่ 2 อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ (25°C) ลำไยที่บรรจุในถาดแล้วปิดด้วยฟิล์มที่เจาะรูระดับไมครอนมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 0.01% และลักษณะปรากฏเป็นที่

[1] ฝ่ายบริหารจัดการคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ปทุมธานี 12120

[1] Cluster and Program Management Office, National Science and Technology Development Agency Pathumthani 12120

[2] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ปทุมธานี 12120

[2] National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency Pathumthani 12120

[3] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[3] Food and Agricultural Engineering, Faculty of Engineering and Agro-Industry, MAEJO University Chiang Mai 50290

[4] ศูนย์บรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ 10900

[4] Thai Packaging Centre, Thailand Institute of Scientific and Technological Research Bangkok 10900

ยอมรับ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งลำไยอย่างมีประสิทธิภาพร่วมกับการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสามารถช่วยรักษาคุณภาพ และเพิ่มมูลค่าของลำไยอินทรีย์ตัดขั้วสำหรับผู้บริโภคทั่วประเทศ
คำสำคัญ: ลำไย การจัดการสายโซ่อุปทาน ฟิล์มเจาะรูระดับไมครอน

คำนำ

ประเทศไทยสามารถผลิตผักและผลไม้สดได้เป็นจำนวนมาก แต่คุณภาพของผักและผลไม้เมื่อถึงปลายทางมีการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ซึ่งผู้บริโภคต้องการผลิตผลที่มีคุณภาพ การตัดสินใจซื้อจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลิตผลนั้นๆ การเป็นแผล มีรอยช้ำ มีลักษณะปรากฏที่ไม่ดี ส่งผลให้ผู้บริโภคไม่ซื้อสินค้า ประเด็นนี้เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ประกอบการหรือผู้ส่งออกในประเทศไทยควรแก้ไขหรือเร่งพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน การเสื่อมคุณภาพที่เกิดขึ้น เกิดตั้งแต่ต้นทางคือผู้ปลูกถึงปลายทางคือผู้บริโภค ทำให้กลุ่มกิจกรรมต่างๆ ตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทางมีความเชื่อมโยงกันในการสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งกลุ่มกิจกรรมต่างๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันเรียกว่า สายโซ่อุปทาน (supply chain) โดยกลุ่มกิจกรรมต่างๆ ทำให้เกิดปัจจัยในการสูญเสียคุณภาพ (Hewett, 2003) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพ เริ่มตั้งแต่การปลูก การเก็บเกี่ยว กระบวนการบรรจุ การขนส่ง และรวมถึงปัจจัยภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นและองค์ประกอบของบรรยากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลิตผลเกิดการเสื่อมเสียและเป็นตัวส่งเสริมปัจจัยอื่น (Bachmann and Earles, 2000)

ลำไยเป็นผลิตผลที่เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย โดยเฉพาะผลลำไยที่ไม่ผ่านการรมด้วย SO_2 สีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำและผิวแห้งกรอบอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการขนส่งขึ้นลงที่แตกต่างกันมาก และการสูญเสียน้ำจากผิว ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทุกปีทำให้ลำไยสดราคาตกต่ำและเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันระบบการขนส่งของบริษัทเอกชนใช้ระบบการขนส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้า (distribution center, DC) จากนั้นจึงกระจายไปตามสถานที่ต่างๆ ซึ่งรถขนส่งสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าจะมีสินค้าหลากหลาย อุณหภูมิระหว่างการขนส่งในแต่ละจุดจึงแตกต่างกันตามความเหมาะสมของสินค้าส่วนใหญ่ ทำให้สินค้ามีโอกาสที่จะเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จากปัญหาดังกล่าวการศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการสายโซ่อุปทาน ระหว่างการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งผ่านจุดรับสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า เปรียบเทียบกับการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งตรงโดยไม่ผ่านจุดรับสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า ร่วมกับการใช้นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ เพื่อพัฒนาวิธีการขนส่งและบรรจุภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพ จะช่วยรักษาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าของผลลำไยอินทรีย์ตัดขั้ว รวมถึงโอกาสในการกระจายลำไยที่มีคุณภาพสู่ผู้บริโภคทั่วประเทศได้อย่างมีประสิทธิผล

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 ทำการรวบรวมข้อมูลระบบการจัดการสายโซ่อุปทานของลำไยในปัจจุบัน ได้แก่ ระยะเวลาการขนส่ง อุณหภูมิ ความชื้น และบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่การเก็บเกี่ยว กระบวนการบรรจุ และการขนส่งจากเชียงใหม่สู่ตลาดในกรุงเทพฯ โดยจัดประชุมโต๊ะกลมผู้เกี่ยวข้องในสายโซ่อุปทานของลำไยภาคเหนือ ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรชาวสวนลำไยทั่วไป กลุ่มเกษตรกรชาวสวนลำไยอินทรีย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้ ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและการพยากรณ์ทางการเกษตร บริษัท เซ็นทรัล ฟู้ด รีเทล จำกัด (TOPS supermarket) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และศูนย์บรรจุหีบห่อไทย จากนั้นทำการเก็บข้อมูลเชิงสำรวจ 2 ครั้ง จากสวนจนถึงการวางบนชั้นเพื่อรอจำหน่าย โดยผลิตผลมาจากสวนของเกษตรกรในอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ (ทำการทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 15-18 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 และ ครั้งที่ 2 วันที่ 26-30 กรกฎาคม พ.ศ. 2552)

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของอุณหภูมิในสายโซ่การขนส่ง ร่วมกับการใช้นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระหว่างเส้นทางที่ 1 การขนส่งแบบเดิม ซึ่งผ่านจุดรับสินค้า (จ.เชียงใหม่) ศูนย์กระจายสินค้า (จ.สมุทรสาคร) และวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต (กรุงเทพฯ) และเส้นทางที่ 2 การขนส่งตรงจากสวนไปวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต (กรุงเทพฯ) การทดสอบทำโดยบรรจุลำไย ~500 กรัม ในถาดชนิด PP แล้วปิดด้วยฟิล์ม BOPP ที่เจาะรูระดับไมครอน ซึ่งมีค่าอัตราการผ่านของก๊าซออกซิเจน ~28,000 cc/m^2.day ทำการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น (data logger) รวมถึงบันทึกลักษณะปรากฏตลอดการขนส่ง และวัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเมื่อผลลำไยถึงปลายทางที่จุดวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต (ทำการทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 7-10 สิงหาคม พ.ศ. 2552 และครั้งที่ 2 วันที่ 14-17 สิงหาคม พ.ศ. 2552)

ผลและวิจารณ์

จากการเก็บข้อมูลสำรวจระบบการจัดการสายโซ่อุปทานของลำไยในปัจจุบัน มีขั้นตอนเริ่มจาก วันที่หนึ่งทำการเก็บเกี่ยวจากแปลง โดยตัดขั้วลำไยจากแปลง ขนย้ายมาโรงคัดบรรจุ ผึ่งให้แห้ง ทำความสะอาด คัดเกรด ขนาด และบรรจุในถุงตาข่าย ทำการเก็บรักษาในโรงคัดบรรจุ 1 คืน (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) วันที่สอง ขนส่งจากโรงคัดบรรจุไป TOPS จ.เชียงใหม่ จากนั้นขนส่งจาก TOPS เชียงใหม่ไปยังศูนย์กระจายสินค้า TOPS ที่สมุทรสาคร โดยรถห้องเย็น (backhaul) (อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส) วันที่สาม ตรวจรับสินค้าจากรถห้องเย็น และเก็บรักษาที่ศูนย์กระจายสินค้า TOPS สมุทรสาคร (อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส) จากนั้นเวลาประมาณ 22.00 น. ขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้า TOPS ที่สมุทรสาคร ไปยัง TOPS สาขาลาดพร้าว โดยรถห้องเย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) วันที่สี่ ตรวจรับสินค้าจากรถห้องเย็น และเก็บรักษาที่สาขาลาดพร้าว และเริ่มนำออกวางขายบนชั้น (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) (Figure 1) เมื่อทำการสำรวจลำไยตัดขั้วที่วางขายบนชั้น พบว่าลำไยมีลักษณะปรากฏที่เปลือกแห้ง แข็งและมีสีคล้ำขึ้น และส่วนมากเกิดการเน่าเสีย จากการสอบถามพนักงานถึงปริมาณการขาย พบว่า ผู้บริโภคไม่ซื้อสินค้าดังกล่าว โดยต้องทิ้งมากกว่า 80% ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจเกิดจากทั้งลักษณะปรากฏที่ไม่ดี การเน่าเสีย และลักษณะการเป็นลำไยตัดขั้ว ซึ่งผู้บริโภคคิดว่าเป็นผลลำไยที่ร่วงจากช่อจึงไม่ซื้อสินค้านั้น

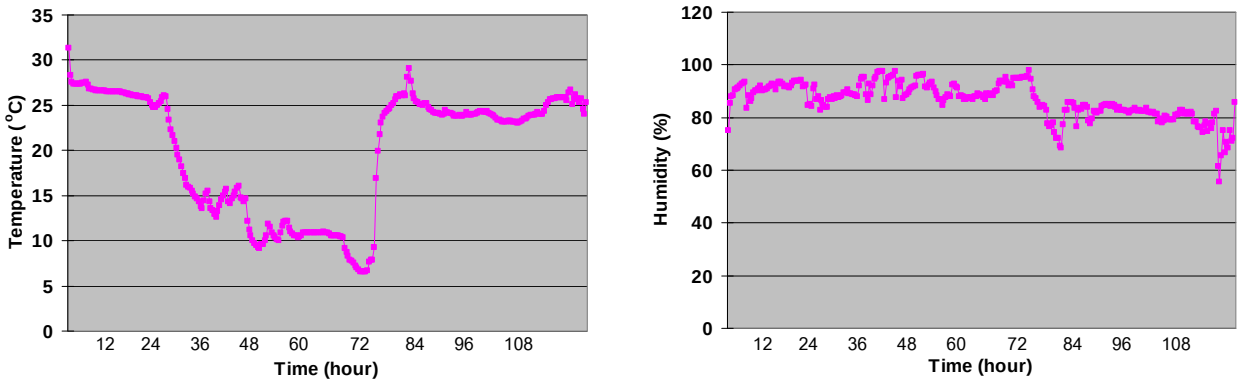


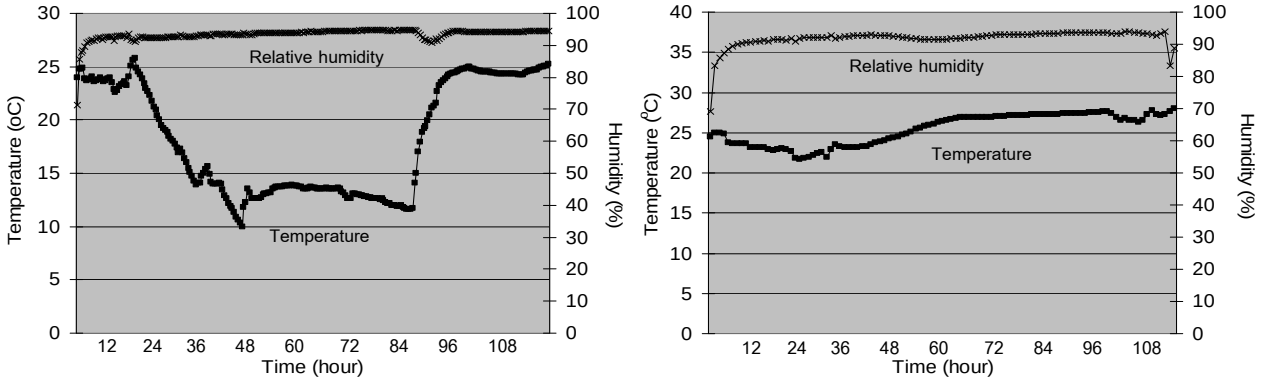
Figure 1 Temperature (°C) and relative humidity (%) in longan packages in the supply chain management

Table 1 Temperature (°C) and time (hour) in the two studied supply chain managements

Process	Detail	Fluctuated temperature (route 1)		Controlled temperature (route 2)	
		Temperature (°C)	Time (hr)	Temperature (°C)	Time (hr)
1	Harvesting and Packing house	25	29	25	29
2	Transportation from Chiang Mai to FDC TOPS at Samut Sakhon by truck cold (backhaul)	14	19	-	-
	Transportation from Chiang Mai to TOPS at praram 2 by truck cold	-	-	20	21.45
3	Storage at FDC TOPS (thai fruit room)	13-15	15	-	-
4	Transportation from FDC at Samut Sakhon to TOPs ladprao by truck cold	4	2	-	-
5	Loading at TOPs ladprao and storage	30	10.15	-	-
	Loading at TOPs praram 2	-	-	30	2
6	On shelf	25	-	25	-

จากการทดลองผลของอุณหภูมิในสายโซ่การขนส่ง ร่วมกับการใช้นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระหว่างเส้นทางที่ 1 การขนส่งแบบเดิม ซึ่งผ่านจุดรับสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า และวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต และเส้นทางที่ 2 การขนส่งตรงจากสวนไปวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต โดยทั้งสองเส้นทางนำผลลำไยอินทรีย์ตัดขั้ว ~500 กรัม บรรจุถุงตาข่ายและบรรจุถาด PP ปิดด้วยฟิล์ม BOPP ที่เจาะรูระดับไมครอน พบว่าในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดของระยะเวลาและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (Table 1) ผลแสดงให้เห็นว่า เส้นทางที่ 1 อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้างมาก (7-25°C) (Figure 2a) ทำให้ผลลำไยเกิดการเสื่อมสภาพ ลำไยที่บรรจุในถาดแล้วปิดด้วยฟิล์มที่เจาะรูระดับไมครอน สามารถคงความชื้นที่ผิวได้มากกว่าการบรรจุในถุงตาข่าย แต่สีเปลือกยังคงคล้ำขึ้น ในเส้นทางที่ 2 อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ (25°C) (Figure 2b) ลำไยที่บรรจุในถาด PP แล้วปิดด้วยฟิล์ม BOPP ที่เจาะรูระดับไมครอนมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 0.01% และลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับ

สอดคล้องกับการศึกษาใน ผลสตรอเบอรรี่ (Nunes *et al*., 2003) หน่อไม้ฝรั่ง (Villanueva *et al*., 2005) มะละกอ (Nunes *et al*., 2006) เห็ด บรอคโคลี่ และมะเขือเทศ (Tano *et al*., 2007) ที่ได้เปรียบเทียบการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิคงที่กับการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลง โดยจำลองการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ตั้งแต่โรงคัดบรรจุ การขนส่งทางอากาศ และการวางขายที่ซูเปอร์มาร์เก็ต พบว่า ในสภาพอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงจะมีการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี การเสื่อมเสียที่รวดเร็ว และยังทำให้น้ำเกาะตัวอยู่ที่ผิวของผลิตผล ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเน่าเสียจากเชื้อราและแบคทีเรีย ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งลำไยอย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมกับการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะช่วยรักษาคุณภาพ และเพิ่มมูลค่าของลำไยอินทรีย์ตัดขั้วสำหรับผู้บริโภคทั่วประเทศ



(a) (b)

Figure 2 Temperature (°C) and humidity (%) in packages: route 1 (a) and route 2 (b)

สรุปผลการทดลอง

การขนส่งแบบเดิม ซึ่งผ่านจุดรับสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า และวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต อุณหภูมิระหว่างการขนส่งจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้างมาก (7-25°C) ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย ลำไยที่บรรจุในถาดแล้วปิดด้วยฟิล์มที่เจาะรูระดับไมครอน สามารถคงความชื้นที่ผิวได้มากกว่าการบรรจุในถุงตาข่าย ในเส้นทางที่ 2 อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ (25°C) ลำไยที่บรรจุในถาด PP แล้วปิดด้วยฟิล์ม BOPP ที่เจาะรูระดับไมครอนมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 0.01% และลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สำหรับเงินทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ บริษัท เซ็นทรัล ฟู้ด รีเทล จำกัด และบริษัท พรมกังวาน จำกัด ที่เอื้ออำนวยสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Bachmann, J. and R. Earles. 2000. Postharvest Handling of fruits and Vegetables. Horticulture Technical Note. Appropriate Technology Transfer for Rural Area.

Hewett, E.W. 2003. An Overview of horticultural postharvest systems: present and future, pp. 9-21. *In* Proceedings of the APEC Symposium on Postharvest Handling Systems.

Nunes, M.C.N., J.P. Emond and J.K. Brecht. 2003. Quality of strawberries as affected by temperature abuse during ground, in-flight and retail handling operations. Acta Hort. 604: 239-246.

Nunes, M.C.N., J.P. Emond and J.K. Brecht. 2006. Brief deviations from set point temperatures during normal airport handling operations negatively affect the quality of papaya (*Carica papaya*) fruit. Postharv. Biol. Technal. 41: 328-340.

Tano, K., M.K. Oul´e, G. Doyon, R.W. Lencki and J. Arul. 2007. Comparative evaluation of the effect of storage temperature fluctuation on modified atmosphere packages of selected fruit and vegetables. Postharv. Biol. Technal. 46: 212-221.

Villeneuve, S., W. Pelletier and S. Dea. 1999. E´valuation des Installations Cargo de Diffe´rentes Compagnies Ae´riennes Ayant un Transit a` l'ae´roport International de Miami. Personal communication.