Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 300-303 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 300-303 (2555)

การประเมินการสูญเสียในกระบวนการจัดการสายโซ่อุปทานกะหล่ำปลีในจังหวัดเชียงใหม่

Loss Assessment in Supply Chain Management Process of Cabbage in Chiang Mai Province

วิบูลย์ ช่างเรือ[1, 2, 3] ดามร บัณฑุรัตน์[1, 2, 3] พิชญา บุญประสม พูลลาภ[2, 3, 4] พิเชษฐ์ น้อยมณี[2, 3] สายสมร ลำยอง[2, 3, 5] และ ดนัย บุณยเกียรติ[2, 3, 6]

Viboon Changrue[1, 2, 3], Damorn Bundhurat[1, 2, 3], Pichaya Boonpasom Poonlarp[2, 3, 4], Pichet Noimanee[2, 3], Saisamorn Lumyong[2, 3, 5] and Danai Boonyakiat[2, 3, 6]

Abstract

Most of the cabbages produced in Chiang Mai province are delivered to Bangkok. Transportation takes long time and a high percentage the produce is lost. A study on the major cause of produce loss in each step provides information that can lead to the improvement pre- and postharvest management for loss reduction. Two systems of post-harvest handling of cabbages (conventional and cold supply chains) were compared. The results indicated that the cold supply chain resulted in less cabbage loss than the conventional supply chain. However, temperature was not the major cause of loss in postharvest handling of cabbages. The loss was mainly cause by diseases, insect and mechanical damage (approximately 60-80 percent of total loss). In addition, more microbial contamination was detected in the conventional supply chain when compared with the cold supply chain.

Keywords: loss assessment cabbage, postharvest handling

บทคัดย่อ

กะหล่ำปลีที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ส่วนใหญ่ถูกส่งไปยังกรุงเทพฯ ในการขนส่งต้องใช้ระยะเวลานานและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสูง การศึกษาเพื่อหาปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตในแต่ละขั้นตอนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการก่อน และหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการสูญเสียลงได้ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกะหล่ำปลีเปรียบเทียบระหว่างแบบที่ผ่านสายโซ่ความเย็นและแบบที่ไม่ผ่านสายโซ่ความเย็น ผลการทดลองพบว่าการสูญเสียของกะหล่ำปลีที่ผ่านสายโซ่ความเย็นมีอัตราที่ต่ำกว่าที่ไม่ผ่านสายโซ่ความเย็น อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิไม่ใช่สาเหตุของการสูญเสียหลักของกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลี การสูญเสียหลักที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุจากโรคพืช และแมลง และการสูญเสียเชิงกลเนื่องจากการขนส่ง โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียรวมประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียทั้งหมด นอกจากนั้น มีการตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายในกระบวนการที่ไม่ผ่านสายโซ่ความเย็นมากกว่าที่ผ่านสายโซ่ความเย็นด้วยเช่นกัน

คำสำคัญ: การประเมินการสูญเสีย กะหล่ำปลี และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย
[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.
[2] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย
[2] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพ 10400 ประเทศไทย
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand
[4] สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย
[4] Division of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50100, Thailand.
[5] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย
[5] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.
[6] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย
[6] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.

คำนำ

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาทางด้านการสูญเสียของผลิตผลมาบ้าง แต่การศึกษาตลอดทั้งสายโซ่อุปทานยังมีน้อยมาก Boonyakiat (1999) ได้ศึกษาหาการสูญเสียของผักกาดหอมห่อ ผักกาดหวาน กะหล่ำปลีแดง และเซลารี่ โดยศึกษาเฉพาะที่โรงคัดบรรจุที่เชียงใหม่ ได้ศึกษาหาสาเหตุและปริมาณของการสูญเสีย นอกจากนั้นมีศึกษาการสูญเสียและคุณภาพของผักกาดหอมห่อ และรายงานว่าผักกาดหอมห่อมีการสูญเสียมากที่สุดในฤดูร้อน โดยมีสาเหตุมาจากการหักช้ำของใบและใบไหม้ มีการศึกษาเพื่อหาข้อมูลที่ถูกต้องของการสูญเสียของผลิตผลทั้งกระบวนการ และตรวจสอบสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเช่นสารพิษที่ตกค้างในผลิตผล เชื้อจุลินทรีย์อันตรายที่ปนเปื้อนเกินมาตรฐานกำหนดไว้ในแต่ละขั้นตอนเพื่อเป็นแนวทางในการลดการสูญเสียของผลิตผลให้ลดลง ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น ผู้บริโภคได้รับผลิตผลที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัย ทั้งสามารถเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในการส่งออก การสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้นไปเร่งกิจกรรมและปฏิกิริยาของการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี การเกิดโรค และการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลระหว่างการขนส่ง (พิเชษฐ์, 2553) ซึ่งการขนส่งด้วยระบบสายโซ่ความเย็นเป็นวิธีการที่ช่วยรักษาผลิตผลให้คงคุณภาพ มีอัตราการเกิดโรคต่ำ และมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ดังนั้น การศึกษาเพื่อประเมินการสูญเสียทั้งปริมาณและคุณภาพกะหล่ำปลีในการขนส่งด้วยระบบสายโซ่ความเย็นเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผน และการประเมินความคุ้มค่าในการใช้งานระบบการขนส่งด้วยระบบสายโซ่ความเย็น

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาวิจัยทำการศึกษาเปรียบเทียบ 2 วิธีระหว่างการใช้สายโซ่ความเย็นกับไม่ใช้สายโซ่ความเย็นในการขนส่งกะหล่ำปลี ขนส่งผลิตผลของเกษตรกร 3 ราย โดยใช้ปริมาณผลิตผลเริ่มต้น 20 กก. ต่อราย ทำการตรวจประเมินการสูญเสียของกะหล่ำปลีในการขนส่งแบบผ่านสายโซ่ความเย็นและไม่ผ่านสายโซ่ความเย็นดำเนินการตาม Figure 1 และ Figure 2

Cabbage field (CM*) Transport (CM*) Collecting center (CM*) Transport (CM-BKK*) Distribution center (BKK*)

Figure 1 Cold supply chain process

Cabbage field (CM*) Transport (CM*) Collecting center (CM*) Transport (CM-PT*) Central market (PT*)

Figure 2 Conventional supply chain processes

*CM: Chiang Mai, BKK: Bangkok, PT: Patumthani

หัวข้อการตรวจสอบการสูญเสียของกะหล่ำปลีแบ่งเป็น 4 ประเภทได้แก่ 1. น้ำหนักความเสียหายจากโรคพืช เช่น รอยแผลจากเชื้อรา แบคทีเรีย และอาการเน่า 2. น้ำหนักความเสียหายจากแมลง เช่น รอยกัด (Figure 3) 3. น้ำหนักความเสียหายจากสาเหตุเชิงกล เช่น การหัก ช้ำ เกิดบาดแผล 4. น้ำหนักความเสียหายจากสาเหตุอื่นๆ เช่น ดอกบาน ก้านทิ้ง ใบแก่ (Figure 4)

Figure 3 Cabbages are damaged by deceases and insects

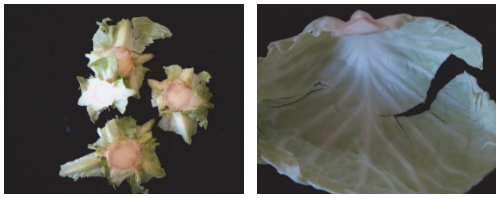

Figure 4 Mechanical damage

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. **อุณหภูมิของกะหล่ำปลีในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว** อุณหภูมิเฉลี่ยของกะหล่ำปลีที่มีการจัดการแบบผ่านสายโซ่ความเย็นมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 9.9°C อุณหภูมิสูงสุดในกระบวนการเท่ากับ 31.8°C ในช่วงขนถ่ายออกจากรถห้องเย็น อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 1.0°C ช่วงเก็บรักษาในห้องเย็น ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 85.7 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างขนส่งเท่ากับ 5.7°C ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของกะหล่ำปลีที่มีการจัดการแบบไม่ผ่านสายโซ่ความเย็นมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.9°C อุณหภูมิสูงสุดในกระบวนการเท่ากับ 34.7°C อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 22.8°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 76.6 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างขนส่งเท่ากับ 27.1°C

2. **การสูญเสียของกะหล่ำปลีหลังการเก็บเกี่ยวแบบผ่านและไม่ผ่านสายโซ่ความเย็น** พิจารณาจาก Figure 5 ผลการตรวจสอบการสูญเสียของกะหล่ำปลีแบบผ่านสายโซ่ความเย็นในแต่ละขั้นตอน พบว่า การสูญเสียเกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว โดยพบแมลงในขั้นตอนการคัดบรรจุมากที่สุด เท่ากับ 54.5 เปอร์เซ็นต์ และพบโรคพืชมากที่สุดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว 9.7 เปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียทั้งหมด ยังพบการสูญเสียจากการหักช้ำของกะหล่ำปลีมากที่สุดเกิดขึ้นในการขนส่ง คิดเป็น 9.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีพบการสูญเสียเนื่องจากอาการเหี่ยวและการสูญเสียเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ เกิดขึ้นน้อยมากเนื่องจากกะหล่ำปลีเป็นผักที่มีโครงสร้างแข็งแรงและมีผิวที่ค่อนข้างแข็ง ทนแรงกระแทกได้ดี

ผลการตรวจสอบการสูญเสียของกะหล่ำปลีหลังการเก็บเกี่ยวแบบไม่ผ่านสายโซ่ความเย็นในทุกขั้นตอน การขนส่งพบการสูญเสียจากโรคพืชและแมลง การขนส่งแบบไม่มีการตัดแต่งจนถึงปลายทางที่ตลาดไทยทำให้ไม่มีกระบวนการกำจัดส่วนที่เป็นโรคและแมลงออกจากผัก อย่างไรก็ตามการสูญเสียจากแมลงยังเป็นสาเหตุหลักในช่วงการเก็บเกี่ยวและการคัดแยกผลิตผลในบริเวณพื้นที่เพาะปลูก มีสัดส่วนการสูญเสียอยู่ในช่วง 40-45 เปอร์เซ็นต์ ในกระบวนการการขนส่งจากเชียงใหม่ไปยังกรุงเทพฯ มีการสูญเสียในทุกกรณีใกล้เคียงกัน ยกเว้นการสูญเสียจากการเหี่ยวที่ไม่มีการเกิดขึ้น

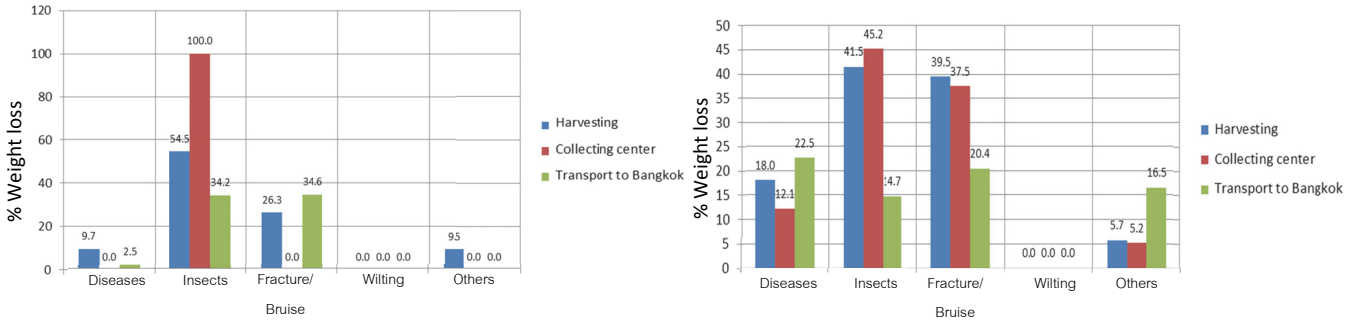

Figure 5 Average percent loss of cabbages in the cold and conventional supply chains

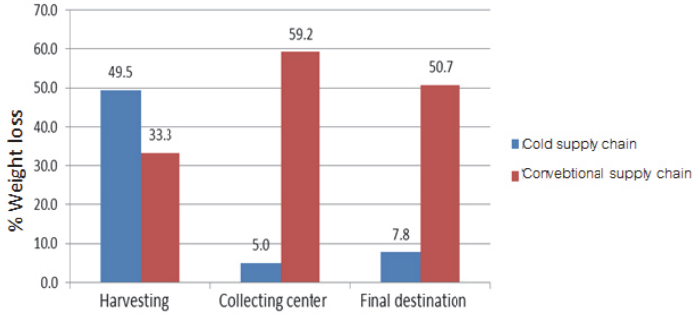

Figure 6 Average percent total loss of cabbages at each step

การสูญเสียของกะหล่ำปลีในขั้นตอนต่างๆ

พิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นการสูญเสียทั้งหมดของกะหล่ำปลีแต่ละขั้นตอนใน Figure 6 เมื่อกะหล่ำปลีผ่านการคัดแยกของเสียออก หลังขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว กะหล่ำปลีที่ผ่านสายโซ่ความเย็นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียต่ำกว่ากะหล่ำปลีที่ไม่ผ่านสายโซ่ความเย็น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาชนิดการสูญเสียพบว่าการสูญเสียหลักมาจากโรคพืช แมลง และการหักช้ำ อุณหภูมิไม่ใช่สาเหตุหลัก แต่เป็นผลเกี่ยวเนื่องจากการจัดการในแปลงปลูกความแตกต่างระหว่าง

ขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวกะหล่ำปลีแบบผ่านสายโซ่ความเย็น และไม่ผ่านสายโซ่ความเย็นที่พบในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ขั้นตอนการคัดแยก และการตัดแต่งซึ่งกะหล่ำปลีที่ผ่านสายโซ่ความเย็นถูกคัดแยก และตัดแต่งเพื่อกำจัดส่วนที่เกิดโรคพืชและแมลงออก ในขั้นตอนถัดจากการเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกซึ่งน่าเป็นปัจจัยสำคัญในการลดการแพร่ของโรคพืชและแมลงในช่วงการขนส่งจากเชียงใหม่ไปยังกรุงเทพฯ

3. **จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในแต่ละขั้นตอน** การตรวจชนิดจุลินทรีย์โดยตรวจเชื้อ 5 ชนิด คือ *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus*, *L. monocytogrnes* และ *Samonella* spp. ในกระบวนการขนส่งกล่ำปลีแบบใช้ และไม่ใช้สายโซ่ความเย็น (Figure 7) ในกระบวนการขนส่งโดยผ่านสายโซ่ความเย็น พบว่าเกษตรกรรายที่ 1 พบการบนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* และเกษตรกรรายที่ 2 พบ *E. coli* และ *Samonella* spp. ในขั้นตอนของแปลงปลูก โดยการสุ่มตัวอย่างตรวจพบเชื้อ *S. aureus* และ *L. monocytogrnes* ในกะหล่ำปลี เมื่อตรวจสอบชนิดจุลินทรีย์หลังจากกะหล่ำปลีของเกษตรกรผ่านขั้นตอนการตัดแต่ง และขนส่งด้วยระบบสายโซ่ความเย็นตรวจไม่พบกลุ่มจุลินทรีย์ที่ตรวจสอบ ส่วนการขนส่งแบบไม่ใช้สายโซ่ความเย็น พบว่า ตัวอย่างของเกษตรกรรายที่ 1 ในขั้นตอนของแปลงปลูกพบเชื้อ *E. coli*, *L. monocytogenes* และ *Samonella* spp. ขั้นตอนโรงคัดบรรจุพบเชื้อ *E. coli* และขั้นตอนหลังขนส่งตรวจพบเชื้อ *Samonella* spp. ตัวอย่างของเกษตรกรรายที่ 2 ในขั้นตอนของแปลงปลูกพบเชื้อ *E. coli* และ *Samonella* spp. ขั้นตอนโรงคัดบรรจุพบ *Samonella* spp. และขั้นตอนหลังขนส่ง ตรวจพบเชื้อ *E. coli* และตัวอย่างของเกษตรกรรายที่ 3 ตรวจพบเชื้อ *E. coli* พบเชื้อ *Samonella* spp.ในทุกขั้นตอนที่ตรวจ

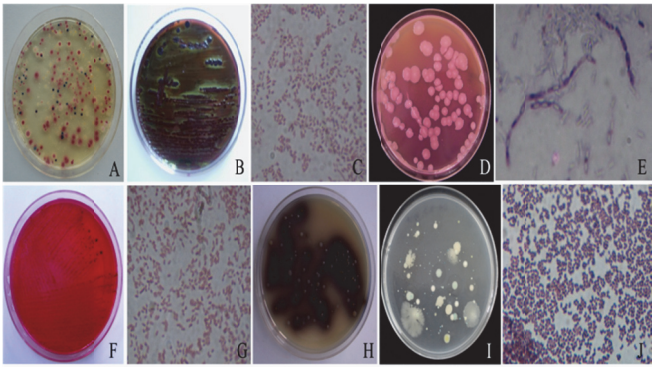

Figure 7 A-C Escherichia coli, D-E Bacillus cereus, F-G Samonella spp and H-J Samonella spp

* (A) colony on culture medium Chromocult® coliform agar, (B) colony on culture medium *Eosin-methylene blue agar,* (C) cell characteristic, (D) colony on culture medium Mannitol yolk polymyxin phenol red agar, (E) cell characteristic, (F) colony on culture medium Xylose lysine desoxycholate, (G) cell characteristic, (H) colony on culture medium Oxford listeria selective agar, (I) colony on culture medium Agar listeria selon Ottaviani & Agosti, (J) cell characteristic

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ในตัวอย่างกล่ำปลีที่ตรวจในกระบวนการขนส่งแบบใช้สายโซ่ความเย็น พบว่า กะหล่ำปลีเกษตรกรรายที่ 1 มีแบคทีเรียมากที่สุด คือ 5.7×10^4 CFU/g ส่วนการขนส่งแบบไม่ใช้สายโซ่ความเย็น พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในกะหล่ำปลีเกษตรกรรายที่ 3 มีแบคทีเรียมากที่สุด คือ 7.8×10^4 CFU/g เปรียบเทียบทั้งสองระบบ พบว่าปริมาณแบคทีเรียที่ไม่ใช้สายโซ่ความเย็น มีปริมาณแบคทีเรียต่อตัวอย่างผัก 1 กรัม มากกว่า ผักที่ขนส่งใช้สายโซ่ความเย็น

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การสูญเสียของกะหล่ำปลีที่ผ่านสายโซ่ความเย็นมีอัตราที่ต่ำกว่าที่ไม่ผ่านสายโซ่ความเย็น อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิไม่ใช่สาเหตุของการสูญเสียหลัก การสูญเสียส่วนใหญ่เป็นผลต่อเนื่องจากในแปลงปลูก เช่น โรคและแมลง มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียรวมประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ขอบคุณสถาบันวิจัยหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สนับสนุนงานวิจัย ขอบคุณโครงการหลวงแม่สะป๊อกและทุ่งหลวง และโรงคัดบรรจุโครงการหลวงเป็นอย่างสูงที่ช่วยประสานงานเกษตรกรและให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยเป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

พิเชษฐ์ น้อยมณี. 2553. การเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของไทยด้วยระบบมาตรฐาน Global GAP. Post-harvest Technology Newsletter No. 2 (April 9-June 2010.)

Boonyakiat, D. 1999. Postharvest losses of highland vegetables. Acta Hort. 483: 251-254.