Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 304-307 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 304-307 (2555)

การประเมินการสูญเสียในกระบวนจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไยพันธุ์อีดอ

Loss Assessment in Postharvest Handling of Longan Fruit cv. Daw

พิเชษฐ์ น้อยมณี[1, 2] พิชญา บุญประสม พูลลาภ[1, 2, 3] ปาริชาติ เทียนจุมพล[1, 2] และ ดนัย บุณยเกียรติ[1, 2, 4]

Pichet Noimanee[1, 2], Pitchaya Boonpasom Poonlab[1, 2, 3], Parichat Theanjumpol[1, 2] and Danai Boonyakiat[1, 2, 4]

Abstract

Loss assessment of longan fruit cv. Daw was studied during its postharvest chain. The main objectives were to determine percent loss and to identify the cause of loss in each step which could lend to loss reduction and the prototype of best practice. Assessment was made immediately after harvest, after fumigation with sulfur dioxide and after transportation to Talad Thai market. Loss assessment was made in each step and the cause of loss was identified. It was found that the loss of longan fruit cv. Daw during transportation was highest (19.81%), followed by the loss at harvest and fumigation (15.75 and 14.62%, respectively). The results showed that the major cause of loss at harvest was over maturity (14.23%). At the fumigation step, insects were the cause of loss (2.02%). During transportation, the major cause of loss was water vapor condensation on the peel of longan (8.01%).

Keywords: loss assessment, longan cv. Daw, postharvest handling

บทคัดย่อ

การศึกษาการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว ที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดตั้งแต่หลังการเก็บเกี่ยวจนกระทั่งตลาดขายปลีก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย และสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน สามารถนำไปสู่วิธีการลดการสูญเสียและต้นแบบของการปฏิบัติที่ดี โดยการประเมินการสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวโดยประเมินหลังการเก็บเกี่ยวทันที ขั้นตอนโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยประเมินหลังการรมและขั้นตอนการขนส่งโดยประเมินหลังจากขนส่งไปยังตลาดไท และจำแนกสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้น พบว่า ขั้นตอนการขนส่งผลลำไยไปยังตลาดไทมีการสูญเสียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.81 ในขณะที่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขั้นตอนโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีการสูญเสียร้อยละ 15.75 และ 14.62 ตามลำดับ ทำการแยกสาเหตุของการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน พบว่า ในขั้นตอนเก็บเกี่ยวพบสาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดจากการเก็บแก่เกินไป คิดเป็นร้อยละ 14.23 ในขณะที่ การสูญเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดในขั้นตอนการโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์นั้น เกิดจากแมลง คิดเป็นร้อยละ 2.02 และในขั้นตอนการขนส่งพบสาเหตุหลักของการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการสะสมความชื้นบริเวณผิวลำไย คิดเป็นร้อยละ 8.01

คำสำคัญ: การประเมินการสูญเสีย ลำไยพันธุ์อีดอ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย

[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University. Chiang Mai. 50200, Thailand.

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพ 10400 ประเทศไทย

[2] Postharvest technology Innovation center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand.

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย

[3] Division of Food Engineering, Agroindustry Faculty, Chiang Mai University, Chiang Mai. 50200, Thailand.

[4] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย

[4] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ และเป็นผลไม้ที่ทางรัฐบาลโดยกรมวิชาการเกษตรได้จัดให้อยู่ในกลุ่มสินค้าส่งออก ซึ่งปฏิบัติกันในหลายรูปแบบ กล่าวคือ ผลสด ผลแห้ง ผลแช่แข็ง และบรรจุกระป๋อง ในปี พ.ศ. 2553 มีพื้นที่เพาะปลูกลำไยที่ให้ผลผลิตจำนวน 954,574 ไร่ ได้ผลผลิตจำนวน 525,250 ตัน ในปีเดียวกัน มีการส่งออกลำไยสด 216,395 ตัน มูลค่ามากกว่า 3,500 ล้านบาท ในแต่ละปีพบความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไยเกิดในระหว่างกระบวนเก็บเกี่ยว การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การบรรจุ การลำเลียง และการขนส่ง จากสวนไปยังตลาดด้วยสาเหตุของการสูญเสียต่างๆ เนื่องจากการเข้าทำลายของโรค แมลง การกระทบกระเทือนในการขนส่ง การกดทับ การขีดข่วน และอาการผิดปกติในรูปแบบต่างๆ ตลอดจนบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการขนส่ง เช่น เข่งและตะกร้าพลาสติก ซึ่งก่อให้เกิดการเสียหายแก่ผลลำไย ซึ่งโดยปกติความเสียหายของผลิตผลทางพืชสวนในทุกขั้นตอนนั้นอยู่ประมาณ 15-20% (สังคม, 2554) โดยปกติประเทศไทยมีการสูญเสียมากกว่า 30% จากสถิติของมูลนิธิโครงการหลวง ซึ่งการสูญเสียที่เกิดขึ้นเหล่านั้นขึ้นอยู่กับชนิด และฤดูกาล (จริงแท้ 2549; ดนัย และนิธิยา, 2548) หากคิดเป็นมูลค่าความเสียหายของผลลำไยประมาณ 600 ล้านบาท ความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิตและลดรายได้ที่เกษตรกรควรได้รับ หากทราบอย่างแน่ชัดว่าผลิตผลพืชสวนนั้นเกิดการสูญเสียที่ใด เกิดจากสาเหตุอะไร และสูญเสียไปเป็นปริมาณเท่าไร ดังนั้นเพื่อดำเนินการหาแนวทางในการลดการสูญเสีย จึงต้องประเมินการสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดห่วงโซ่อุปทานของผลิตผลพืชสวน การผลิตพืชสวนและการกระจายผลิตผลไปสู่ตลาด อย่างไรก็ตามการออกแบบการประเมินการสูญเสียที่เหมาะสมของผลิตผลในห่วงโซ่อุปทานทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการสูญเสียของผลิตผล ซึ่งนำไปสู่การแก้ไขเพื่อลดการสูญเสียได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียและสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน สามารถนำไปสู่วิธีการลดการสูญเสีย และต้นแบบของการปฏิบัติที่ดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การประเมินการสูญเสียผลลำไยพันธุ์ดอ ใช้ผลลำไยที่มีระยะความแก่ทางการค้าใกล้เคียงกันจากแปลงเกษตรกรในอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ในการทำวิจัย โดยทำการประเมินการสูญเสียตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวผลลำไยด้วยแรงงานคน ใช้มือเด็ดกิ่งและก้าน แล้วใส่ผลลำไยลงในตะกร้า น้ำหนักรวมประมาณ 15 กิโลกรัม ทำการประเมินการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวทันที โดยสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินการสูญเสียจำนวน 10 ครั้งๆ ละ 12 กิโลกรัม นำมาแยกสาเหตุของการสูญเสีย (Figure 1) แยกออกจากตัวอย่างผลลำไยปกติ และชั่งน้ำหนักผลลำไยที่เสียหายของแต่ละสาเหตุ แล้วบันทึกผล

(a) Cracking (b) Bruising (c) Infraction (d) Insect (e) Moistened (f) Immaturity (g) Over (h) Scar (i) Black peel

Figure 1 The cause of loss in fresh longan fruit

ขั้นตอนโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการประเมินความเสียหายภายหลังผ่านกระบวนการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยตรวจประเมินการสูญเสียหลังกระบวนการผลิต คัดแยกสาเหตุของการสูญเสีย แล้วทำการจดบันทึกและชั่งน้ำหนัก แล้วแยกผลลำไยที่เสียจากสาเหตุดังกล่าวออกจากผลปกติทั้งหมด ก่อนนำผลลำไยปกติที่เหลือขนส่งไปยังตลาดไท จังหวัดปทุมธานี ด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ

ขั้นตอนการขนส่ง ภายหลังขนส่งผลลำไยจากจังหวัดเชียงใหม่ไปยังตลาดไท จังหวัดปทุมธานี ด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ คลุมผ้าใบ ทำการประเมินการสูญเสียหลังการขนส่งถึงตลาดไททันที ด้วยการนำผลลำไยมาตรวจประเมินสาเหตุการสูญเสียที่เกิดขึ้น แยกตามสาเหตุการสูญเสีย แล้วนำไปชั่งน้ำหนักและจดบันทึก นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์การสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนแยกตามสาเหตุที่ตรวจพบ วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การประเมินการสูญเสีย การประเมินเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลลำไยคำนวณจากน้ำหนักผลลำไยเริ่มต้นในแต่ละขั้นตอนดังสมการ ต่อไปนี้ ร้อยละการสูญเสีย = $\frac{\text{น้ำหนักผลที่เสียหายจากแต่ละสาเหตุ}}{\text{น้ำหนักผลปกติเริ่มต้น}} \times 100$

ผลการวิจัย

ลักษณะของผลลำไยพันธุ์ดอที่ใช้ในการทดลอง

ผลลำไยพันธุ์ดอที่ใช้ในการทดลองมีขนาดและน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยในการทดลองใช้ผลลำไยที่มีชั้นมาตรฐาน A และ ชั้นมาตรฐาน AA มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 14.5 กรัมต่อผล มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 31.12x21.98 เซนติเมตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Average dimensions, weight and total soluble solids of longan fruit cv. Daw

Produce	Dimensions (mm)	wieght (g)	TSS (%)
Longan fruit cv. Daw	31.12 x 21.98	14.5	15.2

ผลการวิจัยพบว่า จากขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจนกระทั่งขนส่งถึงตลาดไทมีผลลำไยที่สูญเสียด้วยสาเหตุต่างๆ ก่อน และหลังการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 16.73 เมื่อแยกการสูญเสียออกเป็นแต่ละขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนการขนส่งผลลำไยไปตลาดปลายทางมีการสูญเสียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.81 (Table 2)

Table 2 Average percent loss of longan fruit c.v. Daw in its postharvest chain

Postharvest chain	Loss (%)
- After harvest	15.75±2.19a
- After fumigation with sulfur dioxide	14.62±2.91b
- After transportation to Talad Thai market	19.81±3.26b
LSD	8.06
C.V.(%)	40.54

การสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขั้นตอนการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์นั้น คิดเป็นร้อยละการสูญเสียเท่ากับ 15.75 และ 14.62 ตามลำดับ เมื่อประเมินการสูญเสียโดยแยกสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงใน Table 3 พบว่า สาเหตุหลักของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวโดยประเมินหลังการเก็บเกี่ยวทันทีมีสาเหตุมาจากการเก็บเกี่ยวผลลำไยแก่เกินไป คิดเป็นร้อยละ 14.23 มีเพียงร้อยละ 6.89 ที่เกิดจากโรค เช่นโรคเน่า โรคราดำ เป็นต้น ในขณะที่ร้อยละ 2.39 และ 2.34 เกิดการสูญเสียจากการเก็บผลอ่อนเกินไปและเกิดจากการเข้าทำลายของแมลง ตามลำดับ แมลงที่พบมากในขั้นตอนนี้เป็นเพลี้ยแป้ง และแมลงเจาะผลเป็นหลัก

Table 3 Average percent cause of loss in longan fruit c.v. Daw in its postharvest chain

Postharvest chain	Immaturity	Insect damage	Infraction damage	Cracking	Scar	Over maturity	Moistened peel	Black peel	Bruising
After harvest	2.39	2.34	6.89	0.25	0.97	14.23	0.00	0.00	0.00
After fumigation with sulfur dioxide	0.00	2.02	1.25	0.36	1.37	0.00	0.86	1.58	1.66
After transportation to Talad Thai market	0.00	0.17	0.31	0.40	3.21	0.00	8.01	3.22	4.70

ขั้นตอนโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยประเมินการสูญเสียหลังรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบการสูญเสียจากสาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดจากการเข้าทำลายของแมลง คิดเป็นร้อยละ 2.02 และพบร้อยละ 1.66 และ 0.36 ที่เกิดการสูญเสียจากการช้ำและผลแตก อาจเกิดขึ้นจากการโยนระหว่างการจัดวางเรียงตะกร้าลำไยก่อนการเข้ารมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อีกทั้งพบการสูญเสียในขั้นตอนการขนส่งผลลำไยไปยังตลาดปลายทาง ณ ตลาดไท จังหวัดปทุมธานี เกิดจากการสะสมของความชื้นภายในเป็นการสูญเสียหลัก คิดเป็นร้อยละ 8.01 นอกจากนั้น พบว่าร้อยละ 4.70 และ 0.40 ของการสูญเสียเกิดจากการช้ำและแตกของผลลำไย ซึ่งเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การช้ำและบุบเพิ่มขึ้นในระหว่างการขนส่ง เช่นเดียวกับการเกิดความชื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน อีกทั้งยังพบว่า มีร้อยละ 3.21 เกิดรอยแผลถลอกที่ผิวของผลลำไยที่ขนส่งมายังตลาดไท ซึ่งเพิ่มมากขึ้นจากขั้นตอนโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทั้งนี้เกิดจากระหว่างการขนส่งผลลำไยมีการเสียดสีกับบรรจุภัณฑ์รวมถึงการเสียดสีระหว่างผลลำไยด้วยกันเอง นอกจากนี้ พบมีการเกิดผลลำไยดำเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับในขั้นตอนอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 3.22

วิจารณ์ผล

จากการวิจัย พบสาเหตุหลักของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจากการสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว ได้แก่ ผลลำไยที่แก่เกินไป เนื่องจากฤดูกาลผลิตลำไยที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้คุณภาพของผลลำไยไม่สม่ำเสมอและผลลำไยแก่เร็วกว่าปกติ อีกทั้งเกษตรกรรอราคาของผลิตผลในช่วงท้ายฤดูที่มีราคาสูงทำให้เก็บเกี่ยวผลิตผลช้ากว่ากำหนด เช่นเดียวกันกับการเข้าทำลายของโรคหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ โรคราดำ และโรคเน่า เนื่องจากการเก็บเกี่ยวที่ช้าและมีฝนตกอย่างต่อเนื่องในช่วงการเก็บเกี่ยว

ในขั้นตอนโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบสาเหตุหลักของการสูญเสียจากแมลง ส่วนใหญ่ที่พบเป็นมดดำ และเพลี้ยแป้งที่เข้ามาอาศัยและทำรังอยู่ในตะกร้าลำไยบริเวณขั้วผลตั้งแต่ก่อนการเก็บเกี่ยว เนื่องจากในช่วงการบรรจุเกษตรกรไม่ได้มีการทำความสะอาดผลลำไยก่อนบรรจุ มีแต่การคัดเกรดและคัดผลลำไยที่แตกหรือเป็นโรคออกเพียงเท่านั้น ทำให้เมื่อประเมินการสูญเสียหลังการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จึงพบแมลงมากที่สุด นอกจากนั้น การสูญเสียจากการช้ำและผลแตกในขั้นตอนนี้ อาจเกิดขึ้นจากการโยนระหว่างการจัดวางเรียงตะกร้าลำไยก่อนเข้ารมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนระแนงไม้ ซึ่งการถูกโยนหรือกระแทกกับตะกร้าลำไยตะกร้าอื่น หรือโยนลงบนพื้นอย่างรุนแรง เป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ผลิตผลเกิดการบอบช้ำ และทำให้เกิดการเน่าเสียได้ (จิราภา, 2544)

นอกจากนั้น การประเมินการสูญเสียในขั้นตอนการขนส่งผลลำไยไปยังตลาดปลายทาง ณ ตลาดไท จังหวัดปทุมธานี พบการสูญเสียหลักที่เกิดขึ้นในขั้นตอนดังกล่าว เกิดจากการสะสมของความชื้นภายในตะกร้า เนื่องจากผลิตผลยังคงมีกระบวนการหายใจเพื่อเผาผลาญสารอาหารต่างๆ ให้ได้เป็นพลังงานและความชื้นออกมาจากการหายใจ (สายชล, 2528) อีกทั้งผลลำไยสดมีปริมาณความชื้นภายในผลสูงและมีการสูญเสียน้ำหนักจากน้ำภายในผลอยู่ตลอดเวลา และพบว่ามีการสูญเสียด้านการช้ำและบุบเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการขนส่งมายังตลาดปลายทาง การขนส่งลำไยในปัจจุบันนิยมบรรจุลงในตะกร้าขนาด 12 กิโลกรัม ซึ่งต้องบรรจุผลลำไยลงไปในตะกร้าเป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีการบรรจุกิ่งและก้านของลำไยร่วมไปกับการบรรจุผลลำไย เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการกดทับและบาดแผลบริเวณเปลือกลำไยได้ เกิดขึ้นในช่วงระหว่างการขนส่งที่ใช้ระยะเวลาในการเดินทางนาน ซึ่งการกดทับที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ที่ไม่แข็งแรงพอทำให้ผลิตผลบอบช้ำได้ง่าย การกดทับเนื่องจากการบรรจุมากเกินไปและจัดวางไม่เหมาะสม มีการเรียงซ้อนกันหลายชั้นทำให้ผลิตผลที่อยู่ข้างล่างได้รับความเสียหาย (จิราภา, 2554) และการระบายอากาศที่ไม่ดีพอทำให้เกิดการสะสมของความชื้นบริเวณเปลือกของผลลำไย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อถูกความชื้นเปลี่ยนสภาพกลายเป็นกรดซัลฟูริกซึ่งทำให้ผิวของลำไยเสียสภาพไป รวมถึงการเกิดรอยถลอกบริเวณเปลือกของผลลำไยระหว่างการขนส่ง ซึ่งเกิดจากการเสียดสีระหว่างผลลำไยด้วยกันเอง ตลอดจนการเสียดสีของผลลำไยกับบรรจุภัณฑ์ เนื่องมาจากการสั่นสะเทือนจะทำให้เกิดการเสียดสีระหว่างผลลำไย หรือการเสียดสีระหว่างผลลำไยกับบรรจุภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรอยช้ำ รอยแผลถลอกที่ผู้บิโภคไม่ต้องการ (จิราภา, 2554) อีกทั้งการแสดงอาการผิดปกติมักไม่เกิดขึ้นทันที แต่เกิดขึ้นภายหลัง สอดคล้องกับ ยงยุทธ (2539) ซึ่งรายงานไว้ว่า สาเหตุของการสูญเสียทางกลเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตพืชสวน ซึ่งไม่ปรากฏผลในทันที แต่อาจแสดงอาการภายหลังใน 1–2 วัน โดยทำให้คุณภาพลดลง และอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาลดลงด้วยเช่นกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่ให้การสนับสนุนงบประมาณดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย และขอขอบคุณชาวสวนเกษตรกรผู้ปลูกลำไยที่ให้การสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

จิราภา เหลืองอรุณเลิศ. 2554. บรรจุภัณฑ์ผักผลไม้สถาบันอาหาร, [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.nfi.or.th/food-technology-news/food-technology-news-thai.html (20 กันยายน 2554)

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 248 หน้า

ยงยุทธ ข้ามสี่. 2539. เอกสารคำสอน สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรม และอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, กรุมเทพฯ. 364 น.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2542. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของพืช. เอกสารคำสอนวิชาหลักการผลิตพืช (Principle Crop Production). ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น