บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กระเทียมต้น (Leek)

ชื่อวิทยาศาสตร์ Allium ampeloprasum L.

ชื่อตระกูล Amaryllidaceae

ถิ่นกำเนิด แถบเมดิเตอเรเนียน

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระเทียมต้นเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และเป็นพืช 2 ฤดู (biennial) ระยะเวลาตั้งแต่ปลูกด้วยเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน หรือประมาณ 80 วันหลังจากย้ายกล้าปลูก (Splitistoesser, 1979) ใบมีลักษณะแบนโคนใบห่อชิดกันมีลักษณะคล้ายลำต้นเรียกว่าลำต้นเทียม ปลายใบจะคลี่ออกสลับกันสองข้าง ลักษณะดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ แต่เกสรตัวผู้จะแตกก่อนเกสรตัวเมียในดอกเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องผสมข้ามโดยอาศัยแมลง การออกดอกจะสนองตอบต่อสภาพอุณหภูมิสูงและวันยาว โดยสภาพอุณหภูมิสูงจะชักนำให้เกิดตาดอก และสภาพวันยาวจะกระตุ้นการยืดตัวของก้านชูดอก (Thompson and Kelly, 1957)

การใช้ประโยชน์ กระเทียมต้นส่วนที่ใช้บริโภคคือส่วนที่เป็นลำต้นเทียมและใบอ่อน และมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในตารางที่ 2.1

คุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการ

คุณภาพของกระเทียมต้นที่ผู้บริโภคต้องการจะเน้นส่วนที่ใช้บริโภค คือ ลำต้นเทียมจะต้องมีขนาดใหญ่ ยาว มีสีขาว อวบ และ ตรง ใบมีสีเขียวสด มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ไม่มีรอยตำหนิจากโรคและแมลง และไม่มีรอยแตกหักหรือรอยช้ำ ดังนั้นการเตรียมกระเทียมต้นเพื่อส่งตลาด ต้องล้างรากให้สะอาด ตัดรากให้สั้นเหลือประมาณ 2-3 เซนติเมตร และตัดปลายใบออก ล้างหรือเช็ดลำต้นให้สะอาด และผึ่งให้สะเด็ดน้ำก่อนบรรจุลงภาชนะบรรจุเพื่อส่งตลาด (สุรพงษ์ 2531)

2. ปวยเหล็ง (Spinach)

ชื่อวิทยาศาสตร์ Spinacia oleracea L.

ชื่อตระกูล Chenopodiaceae

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ถิ่นกำเนิด แถบเอเชีย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ปวยเหล็งเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีลักษณะทรงต้นเป็นพุ่ม ก้านใบเล็กและยาว ใบกว้างแบน มีหลายพันธุ์แต่แบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือกลุ่มที่มีใบเรียบ และกลุ่มที่มีใบหยักเป็นคลื่น อายุนับจากวันหว่านเมล็ดถึงวันเก็บเกี่ยวประมาณ 35-45 วัน ลักษณะดอกมีหลายชนิดคือมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียแยกอยู่คนละต้น และมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่การผสมเกสรจะเป็นแบบผสมข้ามดอก ถึงแม้ว่าจะเป็นต้นที่มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันก็ตามเนื่องจากเกสรตัวผู้จะพัฒนาและแก่ก่อนเกสรตัวเมียในดอกเดียวกัน การออกดอกจะตอบสนองต่อวันยาวและสภาพอุณหภูมิสูง (Splittstoesser, 1979) ต้นปวยเหล็งเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศหนาวเย็น เมล็ดจะไม่งอกถ้าอยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ในสภาพอุณหภูมิสูงปวยเหล็งจะมีการเจริญเติบโตช้า เพราะอุณหภูมิสูงทำให้การเจริญเติบโตของลำต้นชะงักลำต้นจะสั้น และแคระแกรน (Work and Carew, 1955)

การใช้ประโยชน์ ปวยเหล็งสามารถนำมาใช้บริโภคได้ทั้งต้น และมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการใน 100 กรัม ของผักบางชนิด (ดัดแปลงจาก Work and Carew, 1955 และกองโภชนาการ 2521)

ชนิด	พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	น้ำ (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	วิตามินซี (มิลลิกรัม)
กระเทียมต้น	29	91.4	5.1	2.0	0.7	25
ผักกาดหอมห่อ	14	95.8	2.4	1.0	0.4	12
ปวยเหล็ง	20	93.0	3.0	2.0	0.0	59
เซเลอรี่	18	94.0	4.0	1.0	0.0	7
แตงกวา	15	95.1	3.4	0.9	0.1	11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการ

ปายเหล็งที่มีคุณภาพดีจะต้องมีลักษณะต้นที่สมบูรณ์ มีการเจริญเติบโตอย่างปกติ ไม่มีการแทงช่อดอก ไม่มีรอยทำลายของโรคและแมลง สด สะอาด ไม่เหี่ยว และไม่มีรอยแตกหักหรือรอยช้ำ ดังนั้นการเก็บเกี่ยวจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยจะเก็บทั้งต้น ตัดแต่งเอาใบแก่และใบที่มีรอยทำลายของโรคและแมลงออก ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้สะเด็ดน้ำก่อนบรรจุลงภาชนะบรรจุเพื่อนำส่งตลาด (สุรพงษ์ 2532)

3. <u>ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว</u>

การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้คือ

3.1 คุณภาพเริ่มต้นของผลิตผล หลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว คุณภาพของผลิตผลจะเสื่อมลงเรื่อย ๆ ดังนั้นผลิตผลที่มีคุณภาพเริ่มต้นดีจะเก็บรักษาได้นาน คุณภาพเริ่มต้นของผลิตผลจะขึ้นอยู่กับปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวดังนี้คือ

ก. พันธุ์ การปลูกต้องเลือกพันธุ์ให้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในแต่ละฤดูกาล เพราะพืชแต่ละพันธุ์จะตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน

ข. สภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลิตผล ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณและคุณภาพของแสง ลม ธาตุอาหาร และสารเคมีที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว (สมพร 2532 และ ดนัยและนิธิยา 2531)

คุณภาพของผลิตผลจะเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นถึง คุณค่า ประโยชน์ และ ความพอใจของผู้บริโภค ซึ่งสุรพงษ์ (2531) ได้สรุปถึงองค์ประกอบด้านคุณภาพของผลิตผล และจำแนกออกได้ดังนี้คือ

ก. คุณภาพด้านโภชนาการ ผลิตผลต้องมีคุณค่าทางโภชนาการตรงตามพันธุ์ และตรงตามความต้องการของผู้บริโภค เช่น ปริมาณแป้ง น้ำตาล กรดอินทรีย์ แร่ธาตุ และวิตามินชนิดต่าง ๆ

ข. คุณภาพที่เห็นได้ หมายถึงคุณภาพที่สามารถมองเห็นได้โดยง่าย และเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการคัดเลือกและจัดมาตรฐาน เช่น ขนาด น้ำหนัก มิติ ตำหนิจากการเจริญที่ผิดปกติ และ ตำหนิจากโรคและแมลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. คุณภาพด้านความรู้สึกสัมผัส สามารถสังเกตได้ง่ายเช่นเดียวกับคุณภาพที่มองเห็นได้ ได้แก่ ความละเอียดของเนื้อ ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำ ความเหนียว และลักษณะเนื้อที่เป็นทราย เป็นต้น

ง. คุณภาพด้านรสและกลิ่น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณภาพด้านโภชนาการ แต่สามารถตรวจสอบได้ง่าย และเป็นคุณภาพที่สำคัญต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค

3.2 การเก็บเกี่ยวและการตัดแต่ง การเก็บเกี่ยวผักสำหรับขายสดส่วนใหญ่ยังคงใช้แรงงานคน โดยเฉพาะผักที่ชอกช้ำ และสูญเสียได้ง่าย เช่น ผักที่ใช้ใบ ดอกอ่อน ผลอ่อน และ ผลสุก (Ryall and Lipton, 1978) ขณะเก็บเกี่ยวและตัดแต่งต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดบาดแผลและชอกช้ำ เนื่องจากการเกิดบาดแผลจะมีผลทำให้ผลิตผลมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น สำหรับวิธีการเก็บเกี่ยวมีหลายวิธี ซึ่งวิธีที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะทรงต้น การเขตกรรม สารเคมี ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และการนำไปใช้ประโยชน์ ความแก่ขณะเก็บเกี่ยวจะมีผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผล การเก็บเกี่ยวที่ระยะความแก่เหมาะสมจะทำให้มีการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด ปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณาความแก่ของผลิตผลที่พร้อมจะเก็บเกี่ยวได้แก่ ขนาด อายุ การเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเนื้อเยื่อ ขนาด และการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี นอกจากนี้ยังมีปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่ช่วยตัดสินว่าควรเก็บเกี่ยวผลิตผลหรือไม่ขึ้นอยู่กับ ราคาของผลิตผล ความพร้อมของแรงงาน เครื่องมือ ภาชนะบรรจุ สถานที่เก็บรักษา และการขนส่ง การตัดแต่งควรตัดแต่งเอาเฉพาะส่วนที่ใช้สำหรับบริโภคเท่านั้น เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและการเก็บรักษา (สายชล 2528 ดนัยและนิธิยา 2531 และสุรพงษ์ 2532)

3.3 การบรรจุหีบห่อและภาชนะบรรจุ การบรรจุหีบห่อจะต้องกระทำอย่างระมัดระวังบรรจุให้แน่นพอดี ไม่แน่นหรือหลวมจนเกินไป การเลือกใช้ภาชนะบรรจุจะต้องมีขนาดพอดี ไม่หนักมากและผลิตผลไม่ถูกซ้อนทับกันมาก ภาชนะบรรจุให้ประโยชน์หลายประการคือ

ก. ป้องกันผลิตผลไม่ให้เสียหายในขณะขนส่ง เนื่องจากการเคลื่อนไหวทำให้มีการเสียดสีระหว่างผลิตผลด้วยกันเอง และได้รับแรงกระแทกจากภายนอก ซึ่งภาชนะบรรจุจะแยกผลิตผลออกจากกันและป้องกันการได้รับแรงกระแทกจากภายนอกโดยตรง

ข. ป้องกันการสูญเสียน้ำ

ค. สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายผลิตผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. ช่วยให้ขั้นตอนหรือขบวนการต่าง ๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยวสะดวกขึ้น

จ. ช่วยในการแยกผลิตผลที่มีคุณภาพมาตรฐานต่างกันออกจากกัน

ช. ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

ภาชนะบรรจุต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง วัสดุที่ใช้ต้องแข็งแรงทนทานและมีราคาไม่แพง ปัจจุบันวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุมีดังนี้คือ

ก. ไม้ ซึ่งอาจใช้ไม้กระดานต่อเป็นรูปกล่อง หรือใช้ไม้ไผ่สานให้เป็นรูปภาชนะต่าง ๆ เช่น ตะกร้า เข่ง ชะลอม เป็นต้น ส่วนใหญ่ใช้สำหรับบรรจุผลิตผลที่จัดส่งขายในท้องถิ่น แต่ในปัจจุบันมีการใช้น้อยลง เนื่องจากวัสดุหาได้ยากและมีราคาแพง

ข. กระดาษ ใช้กระดาษอัดและทำเป็นลูกฟูกเพื่อให้มีความแข็งแรง เมื่อทำเป็นรูปกล่อง ปัจจุบันนิยมใช้มากเนื่องจากมีราคาถูก สะดวก ทำได้หลายขนาด และสามารถพิมพ์รายละเอียดเกี่ยวกับผลิตผลที่บรรจุภายในได้

ค. พลาสติก ทำเป็นภาชนะรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น ตะกร้า กล่อง ลัง และถุง ปัจจุบันนิยมใช้มากเนื่องจากสะดวก แข็งแรง ทนทาน สามารถทำได้หลายรูปแบบ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก แต่มีราคาแพง ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับบรรจุผลิตผลที่มีราคาแพง มีการสูญเสียง่าย หรือใช้ในท้องถิ่นที่สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ได้สะดวก (ดนัยและนิธิยา 2531 และ Mitchell, 1985)

3.4 การลดอุณหภูมิ หมายถึงการทำให้อุณหภูมิของผลิตผลลดลงจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการอย่างรวดเร็ว เพื่อลดความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูก ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีคือ

ก. การใช้น้ำเย็น (hydrocooling) วิธีนี้ใช้น้ำเย็นพาความร้อนออกจากผลิตผล ซึ่งสามารถลดความร้อนได้เร็วกว่าวิธีอื่น วิธีการคือ อาจจุ่มลงในน้ำเย็น หรือให้น้ำเย็นไหลผ่าน หรืออาจฉีดพ่นน้ำเย็นลงบนผลิตผล วิธีนี้เหมาะสำหรับผลไม้และผักใบที่มีการสูญเสียน้ำได้ง่าย

ข. การใช้น้ำแข็ง (contact icing) วิธีนี้ใช้น้ำแข็งสัมผัสโดยตรงกับผลิตผล หรืออาจใช้น้ำแข็งบรรจุใส่ถุงพลาสติกวางทับบนผลิตผล วิธีนี้ไม่ควรใช้กับผลิตผลที่เกิดความเสียหายเนื่องจากความเย็น (chilling injury) ได้ง่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. การใช้ห้องเย็น (room cooling) วิธีนี้เป็นการนำเอาผลิตผลไปเก็บไว้ในห้องเย็นเพื่อให้อุณหภูมิของผลิตผลลดลง ซึ่งอุณหภูมิไม่ควรต่ำจนเกินไปเพราะผลิตผลบางชนิดอ่อนแอต่อความเสียหายเนื่องจากความเย็น ภายในห้องเย็นควรมีการไหลเวียนของอากาศเพื่อให้ผลิตผลเย็นเร็วขึ้น ภาชนะบรรจุควรจะมีรูระบายอากาศ และการวางเรียงภาชนะบรรจุควรให้มีช่องว่างเพื่อให้อากาศเย็นผ่านผลิตผลได้อย่างทั่วถึง วิธีนี้ต้องใช้เวลานานกว่าวิธีอื่น

ง. การลดอุณหภูมิโดยการลดความดัน (vacuum cooling) วิธีนี้อาศัยคุณสมบัติการระเหยของน้ำในสภาพที่มีความดันต่ำกว่าบรรยากาศปกติ โดยน้ำจะกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เมื่อบรรยากาศมีความดัน 4.58 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งจะใช้ความร้อนประมาณ 1073 BTU ดังนั้นจะทำให้ผลิตผลเย็นลงอย่างรวดเร็ว วิธีนี้ทำได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ผลิตผลสะอาด แต่ข้อเสียของการลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้คือทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมาก ผลิตผลจะสูญเสียน้ำประมาณ 1 เปอร์เซนต์ ต่ออุณหภูมิที่ลดลงทุกๆ 3 องศาเซลเซียส และเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง

จ. การใช้วิธีผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) วิธีนี้จะดูดหรือเป่าอากาศเย็นผ่านผลิตผลโดยทำให้ความดันของอากาศด้านหน้าและด้านหลังไม่เท่ากัน อากาศที่ไหลผ่านควรจะมีอุณหภูมิประมาณ 0-3 องศาเซลเซียส วิธีนี้จะลดอุณหภูมิของผลิตผลถึงอุณหภูมิที่ต้องการได้เร็วกว่าการใช้ห้องเย็นธรรมดา 4-10 เท่า สามารถใช้ได้กับผลิตผลหลายชนิด แต่วิธีนี้จะทำให้ผลิตผลเกิดการสูญเสียน้ำได้ง่าย และต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากห้องเย็นธรรมดา

ผลิตผลแต่ละชนิดต้องใช้เวลา อุณหภูมิ และวิธีการในการลดอุณหภูมิแตกต่างกัน เช่น การลดอุณหภูมิของแตงกวาอุณหภูมิจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและช้าลงในช่วงหลัง (exponential) สำหรับกะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดหอมห่อ ชิโครี่ (Chicory) และกะหล่ำดาว อุณหภูมิจะลดลงได้อย่างรวดเร็ว (rapid exponential) ส่วนเห็ด แรดิช และสตรอเบอรี่ อุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงอย่างสม่ำเสมอ (linear) (Verbeek,1987)

สำหรับการลดอุณหภูมิโดยวิธีลดความดันได้มีการทดลองกับพืชหลายชนิด พบว่าต้องใช้เวลาในการลดอุณหภูมิแตกต่างกัน เช่น ในสภาพที่มีความดันเท่ากันถ้าต้องการลดอุณหภูมิของต้นหอมจาก 19 องศาเซลเซียสให้เป็น 5 องศาเซลเซียส ใช้เวลานาน 13.6 นาที ส่วนเซเลอรี่ถ้าต้องการให้อุณหภูมิลดลงจาก 15 องศาเซลเซียส เป็น 3 องศาเซลเซียส ใช้เวลานาน 9.7 นาที (Shaw and Kuo,1988) และถ้าต้องการลดอุณหภูมิของชิโครี่ลงจาก 20 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้เป็น 2.5 องศาเซลเซียสจะต้องใช้เวลานาน 8 นาที (Gorini, 1987) Lentz and ven den Berg (1978) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ในขณะทำการลดอุณหภูมิของกะหล่ำปลี พบว่า อัตราเร็ว และอุณหภูมิที่ลดลงในขณะทำการลดอุณหภูมิจะมีผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยเฉพาะเมื่อต้องการเก็บรักษากะหล่ำปลีที่ไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม

3.5 การขนส่ง การขนส่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่งเพราะเป็นการเคลื่อนย้ายผลิตผลจากแหล่งปลูกหรือโรงคัดบรรจุสู่ตลาดหรือผู้บริโภค ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้ผลิตผลเกิดการสูญเสียมากที่สุด โดยเฉพาะการขนส่งที่มีระยะทางไกล และสภาพถนนที่ใช้ในการขนส่งไม่เรียบ การขนส่งที่ดีจะต้องหลีกเลี่ยงการกระทบกระแทก ต้องรวดเร็ว และผลิตผลต้องได้รับการดูแลอย่างดี ไม่ควรขนส่งผลิตผลในช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงเกินไป และควรคลุมผลิตผลด้วยผ้าใบสีอ่อนเพื่อป้องกันแดดและลม (ดนัย 2532) การขนส่งสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ ขนส่งทางเรือ ทางรถบรรทุกธรรมดา รถบรรทุกห้องเย็น รถไฟ และทางเครื่องบิน ซึ่งแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน โดยปกติการขนส่งภายในประเทศจะขนส่งโดยรถยนต์ รถไฟ เรือ และเครื่องบิน แต่ถ้าขนส่งไปต่างประเทศจะส่งทางเครื่องบินและทางเรือ ผลิตผลที่สูญเสียง่ายและมีราคาแพงจะขนส่งทางเครื่องบินเท่านั้น

3.6 การเก็บรักษา ผลิตผลที่เตรียมส่งตลาดควรจะมีปริมาณที่สม่ำเสมอและพอดีกับความต้องการของผู้บริโภค ในกรณีที่มีผลิตผลมากเกินความต้องการของตลาดจะต้องมีการเก็บรักษาผลิตผลส่วนที่มากเกินพอเพื่อลดปริมาณของผลิตผลในตลาดให้น้อยลง และเพื่อพยุงราคาไม่ให้ตกต่ำ การเก็บรักษาจะช่วยทำให้มีผลิตผลจำหน่ายในฤดูที่ไม่มีการผลิต ซึ่งเป็นการยืดระยะเวลาจำหน่ายให้ยาวออกไปเพื่อสนองความต้องการของตลาด โดยพยายามเก็บรักษาผลิตผลให้สดมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ นอกจากนี้การเก็บรักษายังช่วยให้การจัดจำหน่ายมีระบบที่ดีขึ้น และในบางกรณีการเก็บรักษายังช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตผลให้ดีขึ้นด้วย (สุรพงษ์ 2532)

การเก็บรักษามีหลายวิธีคือ

ก. เก็บรักษาแบบธรรมชาติ โดยปล่อยให้ผลิตผลอยู่ในแปลงหรืออยู่บนต้น วิธีนี้จะใช้กับผลิตผลที่เสียหายยาก และต้องการบริโภคในสภาพแก่จัด เช่น ขิง มันฝรั่ง อะโวคาโด ส้ม แครอท หอม และกระเทียม

ข. เก็บรักษาในสวนหรือในไร่ โดยขุดผลิตผลขึ้นมาจากดินแล้วกองไว้ในไร่และใช้วัสดุคลุม วิธีนี้จะใช้กับผลิตผลที่เป็นพืชหัวและเสียหายยาก เช่น มันฝรั่ง ขิง แครอท และเทอร์นิพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. เก็บรักษาในโรงเก็บหรือห้องเก็บ อาจเก็บไว้ใต้ดินหรือเก็บไว้ในโรงเหนือดิน ผลิตผลที่เก็บรักษาจะต้องสูญเสียได้ยาก เช่น มันฝรั่ง ขิง และแครอท

ง. เก็บรักษาในโรงเก็บที่มีระบบการระเหยของน้ำ(Evaporative cooling) เพื่อช่วยลดอุณหภูมิในโรงเก็บ วิธีนี้เหมาะกับเขตที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และใช้กับผลิตผลที่ไวต่อการสูญเสียจากความเย็น

จ. การเก็บรักษาในห้องเย็น การเก็บผลิตผลในห้องเย็นเพื่อลดอัตราการหายใจของผลิตผล และลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้เก็บรักษาได้นาน ใช้เก็บรักษาผลิตผลที่สูญเสียง่าย เช่น ผักใบ ผลไม้ และดอกไม้ เป็นต้น

ฉ. การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศ วิธีนี้เป็นการเก็บรักษาโดยการปรับสภาพของส่วนประกอบของก๊าซในอากาศให้เปลี่ยนไปจากสภาพปกติ เพื่อลดอัตราการหายใจ ลดการสังเคราะห์และการทำงานของเอทธิลีน และลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลได้นานขึ้น การเก็บรักษาวิธีนี้มักจะใช้ควบคู่กับการเก็บรักษาในห้องเย็น จะลดการสูญเสียได้ดียิ่งขึ้น

ช. การเก็บรักษาโดยวิธีลดความดัน การลดความดันจะทำให้ความดันย่อยของก๊าซเปลี่ยนไป ซึ่งจะช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการสังเคราะห์เอทธิลีน และปริมาณของเอทธิลีนลดลง แต่การเก็บรักษาโดยวิธีนี้อาจทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำมาก ดังนั้นจึงควรให้ความชื้นแก่ผลิตผลในขณะเก็บรักษาด้วย

การเก็บรักษาแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน อายุการเก็บรักษาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นในขณะเก็บรักษา ระยะความแก่อ่อนของผลิตผล และคุณภาพเริ่มต้นก่อนเก็บรักษาของผลิตผล โดยที่ผลิตผลจะต้องปราศจากรอยทำลายของโรค แมลง และจากการเก็บเกี่ยว (สายชล 2528 และ Thompson and Kelly, 1957)

ขนาดรูปทรงของผลิตผลและภาชนะบรรจุก็มีผลต่อการสูญเสียในขณะเก็บรักษา เช่น ชิโครี่ ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 95 เปอร์เซนต์ เป็นเวลานาน 30 วัน ต้นที่มีขนาดใหญ่และมีการห่อหัวดีจะมีการสูญเสีย 10 เปอร์เซนต์ ส่วนต้นที่มีขนาดเล็กและมีการห่อหัวหลวมจะมีการสูญเสีย 40 เปอร์เซนต์ ถ้าบรรจุกล่องที่มีขนาดใหญ่จะมีการสูญเสีย 20 เปอร์เซนต์ แต่ถ้าบรรจุในกล่องที่มีขนาดเล็กจะมีการสูญเสีย 31 เปอร์เซนต์ (Gorini, 1987)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยว

ภายหลังการเก็บเกี่ยว ผลิตผลสดทางพืชสวนยังคงมีชีวิต ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ยังคงดำเนินต่อไปเช่นเดียวกับพืชก่อนการเก็บเกี่ยว ดังนั้นอายุการเก็บรักษาของผลิตผลจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และชีวเคมีภายในผลิตผลนั้น ๆ ซึ่งได้แก่

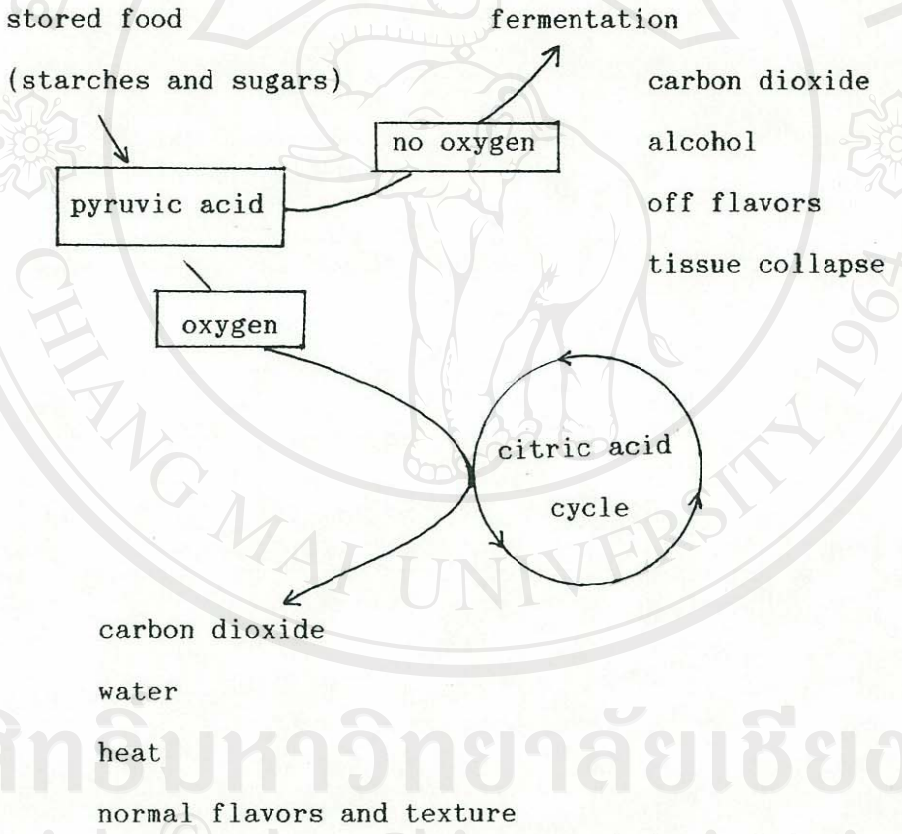
4.1 องค์ประกอบของโครงสร้างของผลิตผล ผลิตผลที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่แข็งแรงจะเก็บรักษาได้นานกว่าผลิตผลที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่อ่อนแอ เช่น กลุ่มพืชหัว และกลุ่มเมล็ดแก่จะเก็บรักษาได้นาน มีอัตราการหายใจต่ำ และทนทานต่อแรงกระแทกในขณะขนส่งได้ดี ส่วนผลิตผลกลุ่มผลแก่ ผลอ่อน และยอดอ่อนจะมีอัตราการหายใจสูง เกิดการเน่าเสียได้ง่าย มีการสูญเสียน้ำหนักมาก และไม่ทนต่อแรงกระแทกเนื่องจากการขนส่ง ผลผลิตบางชนิดมีเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันซึ่งจะอยู่ตามผิวด้านนอกซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษ เช่น สารประเภทไข (wax หรือ cutin) เคลือบอยู่ หรือเซลล์ชั้นนอกสุด (cuticle) มีคุณสมบัติไม่ยอมให้น้ำผ่าน หรือมีส่วนคล้ายกับขน (trichome) ขึ้นอยู่ หรือพืชหัวใต้ดินบางชนิดสร้าง cork cell เพื่อป้องกันการกระแทก การสูญเสียน้ำ และการเข้าทำลายของโรคและแมลง ความแข็งแรงของโครงสร้างจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะของเนื้อเยื่อของผลิตผล ซึ่งลักษณะของเนื้อเยื่อจะผันแปรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความเต่งของเซลล์ (turgidity) การยอมให้สารผ่านเข้าออกระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane permeability) การติดยึดกันของเซลล์ (cohesioness) การมีเนื้อเยื่อพยุง (supporting tissues) ขนาด และรูปร่างของเซลล์ และส่วนประกอบของเนื้อเยื่อ เช่น ปริมาณแป้ง แคลเซี่ยม และเพคติน เป็นต้น (ดนัย 2531 และสายชล 2528)

การเสื่อมสภาพของผลิตผลในขณะเก็บรักษาจะขึ้นอยู่กับ ลักษณะ องค์ประกอบ และโครงสร้างของผลิตผล เช่น กะหล่ำปลี 17 พันธุ์ และกะหล่ำปลีแดง 6 พันธุ์ ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 92-95 เปอร์เซนต์ เป็นเวลานาน 204-215 วัน พบว่ากะหล่ำปลีแดงมีการสูญเสียน้อยกว่ากะหล่ำปลี (Titze, 1987)

4.2 การหายใจและอัตราการหายใจ ภายหลังการเก็บเกี่ยวขบวนการต่าง ๆ ทางชีวเคมีภายในเซลล์ของผลิตผลยังคงดำเนินอยู่ตามปกติ และยังคงต้องการพลังงานเพื่อให้มีชีวิตดำรงอยู่ต่อไปได้ ดังนั้นผลิตผลจะยังคงมีขบวนการหายใจเพื่อเผาผลาญสารอาหารต่างๆ ให้ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังงานออกมา การเผาผลาญสารอาหารดังกล่าวสามารถเกิดได้ทั้งในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน และไม่มีก๊าซออกซิเจน ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนจะเกิดการออกซิเดชั่นที่สมบูรณ์ทำให้ได้พลังงานออกมามากกว่าในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน เนื่องจากในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจนจะเกิดการออกซิเดชั่นไม่สมบูรณ์ ซึ่งขั้นตอนขบวนการหายใจทั้งในสภาพที่ใช้ก๊าซออกซิเจนและไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนดังในรูปที่ 2.1 (สายชล 2528)



รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงการหายใจของพืชโดยสังเขป ทั้งแบบใช้และไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการหายใจหมายถึงน้ำหนักหรือปริมาตรของก๊าซออกซิเจนที่ใช้ไป หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่คายออกมาต่อหน่วยน้ำหนักต่อหน่วยเวลา (มิลลิกรัมหรือมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง) ผลิตผลแต่ละชนิดที่เก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจะมีอัตราการหายใจแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่นที่อุณหภูมิ 0 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส กระเทียมต้นมีอัตราการหายใจเท่ากับ 16 29 68 และ 117 มิลลิกรัมของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ ส่วนปวยเหล็งมีอัตราการหายใจเท่ากับ 46 110 179 และ 230 มิลลิกรัมของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงที่อุณหภูมิ 5 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Ryall and Lipton, 1978) อัตราการหายใจของผลิตผลสามารถเป็นตัวชี้บ่งถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ ผลิตผลที่มีอัตราการหายใจต่ำจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าผลิตผลที่มีอัตราการหายใจสูง (Pantastico, 1975 และ Ryall and Lipton, 1978)

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจของผลิตผลมี ดังนี้คือ

ก. ปัจจัยภายใน ได้แก่ ช่วงอายุการเจริญเติบของผลิตผล ขนาดของผลิตผล สารเคลือบผิว และชนิดของเนื้อเยื่อ

ข. ปัจจัยภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณก๊าซเอทธิลีน ก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเกิดบาดแผลและความรุนแรงของบาดแผล และสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดจะช่วยเร่งอัตราการหายใจได้ เช่น 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) และ 2-naphthaleneacetic acid (NAA) ส่วนสารบางชนิดจะยับยั้งอัตราการหายใจเช่น 6-benzyladenine (BA) และ 6-benzylaminopurine (BAP)

4.3 ขบวนการเสื่อมสภาพ (senescence) หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วปฏิกิริยาต่าง ๆ ทางชีวเคมีภายในเซลล์พืชยังคงดำเนินต่อไป อาหารที่สะสม และสารต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลล์พืชจะถูกเปลี่ยนสภาพไป ทำให้เกิดการเสียชีวิตในที่สุด การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางชีวเคมีที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมสภาพของพืชมีหลายขบวนการได้แก่

ก. การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ในระหว่างที่เกิดการเสื่อมสภาพรงควัตถุคลอโรฟิลล์ที่อยู่ภายในเซลล์พืชจะสลายตัวเป็นสารที่ไม่มีสี ซึ่งเป็นส่วนผสมของ chlorins และ purpurins อัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ ความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์ ปริมาณของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ปริมาณของเอทธิลีน และสภาพอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. การสร้างรงควัตถุสีเหลือง-แดง เมื่อผลิตผลเริ่มแก่จะเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีแดง ซึ่งปกติคาโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นสารที่ไม่คงตัวในสภาพที่มีแสงและก๊าซออกซิเจน จะถูกออกซิไดซ์โดยเอนไซม์ lipoxidase และในขณะที่ปริมาณของคลอโรฟิลล์ลดลง คาโรทีนอยด์จะลดลงด้วย ในพืชทั่ว ๆ ไปสีของคาโรทีนอยด์จะมีอยู่ก่อนแล้ว เมื่อคลอโรฟิลล์ถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบไม่มีสี จะทำให้สีของคาโรทีนอยด์ปรากฏเด่นชัดออกมา แต่มีผลไม้บางชนิดจะมีการสังเคราะห์คาโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นในขณะสุก เช่น มะเขือเทศ และมะม่วง เป็นต้น

ค. การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ ในขณะเกิดการเสื่อมสภาพ เพคตินที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์จะถูกเปลี่ยนสภาพให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ ทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัวลง การเกาะยึดติดกันของผนังเซลล์จะหลวม สารต่าง ๆ สามารถเคลื่อนย้ายเข้าออกจากเซลล์ได้ง่าย

สารเคมีที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของผลิตผล สามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มตามคุณสมบัติดังนี้คือ

ก. กลุ่มที่ชะลอขบวนการเสื่อมสภาพ ได้แก่ ไคนินและไคนิติน จิบเบอเรลลินและออกซิน สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ maleic hydracide (MH) N,N-dimethylamino succinamic acid (Alar) และ 2-chloroethyl-trimethylammonium chloride (CCC หรือcycocel) สารยับยั้งเมตาโบลิสม์ (metabolic inhibitors) ได้แก่ วิตามินเค cycloheximide และ actinomycin-D สารดูดซับเอทธิลีนได้แก่ brominated activated charcoal สารซีไรท์ (cerite) ที่ดูดซับโปแตสเซี่ยมเปอร์แมงกาเนต และสารที่ใช้รม ได้แก่ เมทธิลฟอร์เมต และ เมทธิลโบรไมด์

ข. กลุ่มสารเคมีที่เร่งขบวนการเสื่อมสภาพ ได้แก่ เอทธิลีนและสารเคมีที่ให้เอทธิลีน กรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) β- hydroxyethyl-hydrazine หรือ BOH อะเซทิลีน (acetylene) โปรพิลีน (propylene) แคลเซี่ยมคาร์ไบด์ (calcium-carbide) และ แอลกอฮอล์

4.4 การสูญเสียน้ำ ผลิตผลสดพืชสวนส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำประมาณ 80-95 เปอร์เซนต์ ดังนั้นการสูญเสียน้ำจะทำให้คุณภาพของผลิตผลเปลี่ยนไป เช่น เมื่อมีการสูญเสียน้ำอาจทำให้รูปทรงของผลิตผลเปลี่ยนไป ผลิตผลจะเหี่ยวและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การสูญเสียน้ำของผลิตผลขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยภายใน

ก. ลักษณะเนื้อของผลิตผล ผลิตผลที่มีโครงสร้างเนื้ออัดแน่นจะมีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าผลิตผลที่โครงสร้างเนื้อเกาะกันหลวม ๆ

ข. พื้นที่ผิวต่อปริมาตร ผลิตผลที่มีขนาดเล็กจะมีการสูญเสียน้ำมากกว่าที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศมาก ทำให้สูญเสียน้ำได้มาก

ค. สารเคลือบผิวตามธรรมชาติ ผลิตผลบางชนิดจะมีสารเคลือบผิวตามธรรมชาติช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ เช่น นวล ซึ่งเป็นไขที่เคลือบผิวของมะม่วง และกล้วย เป็นต้น

ง. ลักษณะสัณฐานวิทยาของผิว ผลิตผลบางชนิดจะมีปากใบอยู่ลึกทำให้เกิดการสูญเสียน้ำได้ยาก พืชบางชนิดมี lenticel สำหรับช่วยในการคายน้ำ และบางชนิดมีขนเล็ก ๆ (trichome) ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียน้ำ

จ. อายุความแก่-อ่อนของเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อที่มีอายุน้อยจะมี cuticle บางและมีปากใบมากทำให้สูญเสียน้ำได้มากกว่าเนื้อเยื่อที่มีอายุมาก

ฉ. ลักษณะทางพันธุกรรม พืชแต่ละชนิดและแต่ละพันธุ์จะมีโครงสร้างแตกต่างกัน

ปัจจัยภายนอก

ก. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้ผลิตผลมีการสูญเสียน้ำสูงกว่าอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง

ข. การเคลื่อนที่ของอากาศ ถ้าอากาศรอบ ๆ ผลิตผลมีการเคลื่อนที่จะพาเอาความชื้นออกไปจากผลิตผล ซึ่งถ้าอากาศเคลื่อนที่เร็วก็จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำได้มากขึ้น

ค. อุณหภูมิ ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะอุ้มน้ำได้มากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นในสภาพอุณหภูมิสูงผลิตผลจะเกิดการสูญเสียน้ำมากกว่าสภาพอุณหภูมิต่ำ

ง. ความดันของบรรยากาศ ในสภาพที่บรรยากาศมีความดันต่ำน้ำจะระเหยเป็นไอได้รวดเร็ว อัตราการคายน้ำจะแปรผกผันกับความดันของบรรยากาศ คือ ถ้าความดันของบรรยากาศลดลง 10 เปอร์เซนต์ ผลิตผลจะสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซนต์ด้วย

จ. แสงสว่าง ในสภาพที่มีแสงปากใบจะเปิดทำให้มีการสูญเสียน้ำได้มาก

ฉ. การเกิดบาดแผล การเกิดบาดแผลจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น และยังเป็นทางเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 **การสูญเสียวิตามินซี** วิตามินซีในผลิตผลจะถูกออกซิไดซ์อย่างรวดเร็ว ถ้าผลิตผลอยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ผลิตผลที่เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว เช่น คะน้า และปวยเหล็ง ถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดการสูญเสียของวิตามินซีน้อยกว่าในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง และจะสูญเสียวิตามินซีเพียงเล็กน้อยถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แต่พืชที่มีถิ่นกำเนิดในแถบร้อนจะมีการสูญเสียวิตามินซีมากเมื่อเก็บรักษาไว้ที่มีอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง เช่น มะม่วง กล้วย และมะเขือเทศ ระหว่างการเก็บรักษาผลิตผลจะทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง แต่ถ้าเก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำจะชะลอการสูญเสียวิตามินซีให้ช้าลง และ การสูญเสียวิตามินซีของผลิตผลยังมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำ เนื่องจากการสูญเสียน้ำจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ออกซิเดส ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการออกซิไดซ์วิตามินซีมากขึ้น (สายชล 2528 และ สุรพงษ์ 2531) ในผลผลิตแต่ละชนิดจะมีปริมาณวิตามินซีแตกต่างกัน เช่น กระเทียมต้นมีปริมาณวิตามินซี 25 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (กองโภชนาการ 2521) และปวยเหล็งมีปริมาณวิตามินซี 59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Work and Carew, 1955)

5. ผลของการใช้ความเย็นเพื่อลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

ผลิตผลที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงจะมีอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ภายในเซลล์ของพืชจะเพิ่มขึ้น โดยปกติแล้วช่วงอุณหภูมิระหว่าง 5-40 องศาเซลเซียสจะทำให้อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีเพิ่มขึ้น 2 - 4 เท่าทุกๆ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น (temperature quotient หรือ Q_{10}) แต่ในช่วงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 10 องศาเซลเซียสจะมีอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีเพิ่มขึ้น 7 เท่า (สายชล 2528) อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่อุณหภูมิต่างๆ ยังผันแปรขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล เช่น อุณหภูมิเพิ่มจาก 5 เป็น 10 องศาเซลเซียสและเพิ่มจาก 10 เป็น 15 องศาเซลเซียส อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาภายในกระเทียมต้นจะมีค่า Q_{10} เท่ากับ 4.6 และ 2.6เท่าตามลำดับ ส่วนปวยเหล็งจะมีค่า Q_{10} เท่ากับ 4.8 และ 2.4 เท่าที่อุณหภูมิเดียวกัน (Ryall and Lipton, 1972)

ขบวนการหายใจของพืชจะทำให้ได้พลังงาน และส่วนหนึ่งของพลังงานจะคายออกมาสู่ภายนอกในรูปของพลังงานความร้อนเรียก Vital heat ถ้าไม่มีการลดอุณหภูมิ และมีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบายอากาศที่มีความร้อนออกไป จะทำให้มีความร้อนสะสมอยู่รอบ ๆ ผลิตผลเพิ่มมากขึ้น และทำให้อุณหภูมิของผลิตผลสูงขึ้น (กนกมณฑล 2526) อุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้จะไปเร่งขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีต่าง ๆ เช่น ขบวนการหายใจ ขบวนการเสื่อมสภาพ การคายน้ำ การสลายตัวของสารอาหาร และ อัตราการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Porritt, 1974)

ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการหายใจของผลิตผลที่อุณหภูมิต่าง ๆ จะผันแปรตามชนิดของผลิตผล ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ 0 4.3 9.7 และ 15.1 องศาเซลเซียส กระเทียมต้นจะคายความร้อนออกมาเท่ากับ 3,600 6,400 15,000 และ 25,700 BTU ต่อวันต่อตันของผลิตผลตามลำดับ และที่อุณหภูมิ 4.3 9.7 15.4 และ 20.5 องศาเซลเซียส ปวยเหล็งจะคายความร้อน 10,100 24,300 39,300 และ 50,600 BTU ต่อวันต่อตันของผลิตผตามลำดับ (Ryall and Lipton, 1972) ความร้อนที่คายออกมานี้จะสะสมอยู่บริเวณรอบๆ ผลิตผลทำให้อุณหภูมิของผลิตผลเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาทางเคมีภายในเซลล์พืชเพิ่มขึ้น ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสเอนไซม์ภายในเซลล์พืชจะเสื่อมสภาพ (สายชล 2528) ดังนั้นถ้าต้องการให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นจำเป็นต้องทำให้ผลิตผลอยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำอย่างต่อเนื่องภายหลังการเก็บเกี่ยว

การใช้ระบบความเย็นอย่างต่อเนื่องภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของผลิตผล แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

5.1 การลดอุณหภูมิ) การลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) สามารถใช้ได้กับพืชหลายชนิด ทำให้ผลิตผลเย็นลงรวดเร็วกว่าการใช้ห้องเย็นธรรมดา 4-10 เท่า วิธีผ่านอากาศเย็นเป็นระบบที่ใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิน้อยกว่าวิธีการใช้น้ำเย็นและวิธีการลดความดัน (Thompson et al,1987) การลงทุนและการปฏิบัติไม่ยุ่งยากใช้ได้กับภาชนะบรรจุหลายชนิด สามารถใช้ร่วมกับห้องเย็นและรถห้องเย็นได้ (ปิยะวัติ และคณะ 2531a) ในกรณีที่มีจำนวนผลิตผลไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี การลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็นสามารถลดต้นทุนในการสร้างห้องเย็นได้โดยใช้น้ำแข็งเป็นตัวทำความเย็น (ปิยะวัติ และชวลิต 2530)

ข้อจำกัดในการลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็น คือภาชนะบรรจุจะต้องมีรูปทรงเป็นรูปสี่เหลี่ยม และมีช่องระบายอากาศอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 5 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ผิว เพื่อช่วยให้อากาศเย็นไหลผ่านผลิตผลได้อย่างทั่วถึง (ปิยะวัติ และคณะ 2531a) นอกจากนี้ช่องระบาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อากาศยังมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิมากกว่าอัตราการไหลของอากาศภายในห้อง เช่น ในการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่โดยวิธีผ่านอากาศเย็น พบว่าถ้าเพิ่มอัตราการไหลของอากาศจาก 0.001 เป็น 0.002 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อกิโลกรัม จะมีผลทำให้เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิลงแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Arifin and Chau, 1988)

การลดอุณหภูมิเฉียบพลันอาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำได้ เช่น การใช้วิธีผ่านอากาศเย็นที่ใช้เวลานานเกินไปผลิตผลบางชนิดอาจเหี่ยวได้ และผลิตผลบางชนิดอาจไม่สามารถทำให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ (กนกมณฑล 2526) ในการลดอุณหภูมิเฉียบพลันไม่ควรใช้เวลานานเกิน 24 ชั่วโมง สำหรับผักและผลไม้ที่เน่าเสียง่ายควรใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง (ดนัยและนิธิยา 2531) การสูญเสียน้ำขณะทำการลดอุณหภูมิเฉียบพลันจะมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตผล เช่น ผลการศึกษาการลดอุณหภูมิของบรอคโคลี่ พบว่าบรอคโคลี่ที่ห่อด้วยพลาสติกในขณะลดอุณหภูมิจะทำให้เก็บรักษาได้นานกว่าบรอคโคลี่ที่ไม่ได้ห่อพลาสติก เพราะพลาสติกช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำในขณะที่ทำการลดอุณหภูมิ (Damen, 1981) ในขณะที่ทำการลดอุณหภูมิเฉียบพลันถ้าผลิตผลอยู่ในสภาพที่มีความชื้นสูง ทำให้เก็บรักษาได้นานกว่าผลิตผลที่อยู่ในสภาพที่มีความชื้นต่ำ ผลการศึกษากับผลิตผลหลายชนิดเช่น พริก เห็ด กะหล่ำดอก และกะหล่ำดาวพบว่าการลดอุณหภูมิในขณะที่มีความชื้นสูง จะทำให้เก็บรักษาได้นานกว่าการลดอุณหภูมิในขณะที่มีความชื้นต่ำ โดยเฉพาะการลดอุณหภูมิของพริกจะเห็นผลได้ชัดเจนมาก (Damen, 1984)

การลดอุณหภูมิเฉียบพลันจะต้องกระทำทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยว และต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด เพราะผลิตผลจะเริ่มขบวนการเสื่อมคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวด้วย โดยอัตราเร็วของขบวนการนี้จะขึ้นกับโครงสร้างของผลิตผลแต่ละชนิด เช่น สตรอเบอรี่เริ่มเสื่อมคุณภาพภายหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วนาน 1 ชั่วโมง และถ้าได้รับการลดอุณหภูมิภายหลังการเก็บเกี่ยวแล้วนาน 8 ชั่วโมง จะทำให้สตรอเบอรี่มีคุณภาพขายได้เพียง 40 เปอร์เซนต์ และผักกาดหอมห่อที่ได้รับการลดอุณหภูมิภายหลังการเก็บเกี่ยวแล้วนาน 2 ชั่วโมง จะเก็บรักษาไว้ได้นานประมาณ 7 วัน แต่ถ้าทิ้งไว้นาน 8 ชั่วโมง ทำให้เก็บรักษาได้นานเพียง 5 วัน (ปิยะวัติและคณะ 2531a) และถั่วแขกมีการสูญเสียน้ำหนักโดยผันแปรตามช่วงเวลาภายหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงได้รับการลดอุณหภูมิ (Zerbini et al, 1981)

5.2 การขนส่งโดยใช้รถห้องเย็น การขนส่งเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ผลิตผลอาจได้รับความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิสูง เพราะในขณะขนส่งผลิตผลจะได้รับความร้อนที่ถ่ายเทมาจากบรรยากาศรอบ ๆ และจากพื้นถนน และความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหายใจของผลิตผลเอง ถ้าใช้รถบรรทุกธรรมดาในการขนส่งจะทำให้ผลิตผลเสียหายได้ และจะมีผลทำให้การลดอุณหภูมิเฉียบพลันไม่มีประโยชน์ (ปิยะวัติและคณะ 2531a) การขนส่งโดยใช้รถห้องเย็นจะเป็นเพียงการรักษาอุณหภูมิของผลิตผลให้คงที่เท่ากับอุณหภูมิของผลิตผลที่ผ่านการลดอุณหภูมิแล้วก่อนการขนส่ง (Mitchell, 1985) ดังนั้นก่อนการขนย้ายผลิตผลใส่ในรถห้องเย็นจะต้องเดินเครื่องทำความเย็นไว้ล่วงหน้าเสมอ เพื่อให้อุณหภูมิภายในตู้บรรทุกของรถห้องเย็นลดลง ซึ่งปกติจะลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 10 องศาเซลเซียส ผลิตผลที่นำมาบรรทุกในรถห้องเย็นจะต้องได้รับการลดอุณหภูมิมาก่อนเสมอ เพราะเครื่องทำความเย็นที่ติดอยู่กับรถไม่ได้ออกแบบให้มีกำลังมากพอที่จะลดความร้อนของผลิตผลที่ติดมาจากแปลงปลูกได้ ซึ่งอาจทำให้ผลิตผลได้รับความเสียหายก่อนที่อุณหภูมิจะลดลงตามที่ต้องการ (ปิยะวัติและคณะ 2531a และ McGregor, 1987) ภายในตู้บรรทุกของรถห้องเย็นจะต้องจัดให้มีการไหลเวียนของอากาศเพื่อให้อุณหภูมิภายในตู้บรรทุกสม่ำเสมอเท่ากันทั้งตู้ โดยจะต้องจัดเรียงภาชนะบรรจุให้มีช่องระบายอากาศ ผิวของภาชนะบรรจุจะต้องมีรูระบายอากาศ พื้นและด้านข้างของรถควรทำเป็นร่องให้อากาศไหลผ่านได้ตลอดแนว และจะต้องไม่บรรจุเต็มตู้บรรทุกจนเกินไป

5.3 การเก็บรักษาโดยใช้ห้องเย็น การเก็บรักษาในห้องเย็นจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น และจะได้ประโยชน์มากถ้าผลิตผลที่นำมาเก็บรักษาผ่านขั้นตอนการลดอุณหภูมิและการขนส่งโดยใช้รถห้องเย็นมาก่อน ถ้านำเอาผลิตผลที่ไม่ผ่านขบวนการดังกล่าวมาเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นอาจไม่ได้ประโยชน์เลย เนื่องจากผลิตผลอาจเสื่อมสภาพก่อนที่อุณหภูมิจะลดลงตามที่ต้องการ (ปิยะวัติและคณะ 2531a Porritt, 1974) สภาพที่เหมาะสมในการเก็บรักษาและอายุการเก็บรักษาของผลิตผลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น กระเทียมต้นถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0.5 องศาเซลเซียสจะเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์ แต่ถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -1 องศาเซลเซียสและในสภาพควบคุมบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ และก๊าซออกซิเจน 11 เปอร์เซนต์จะเก็บรักษาได้นาน 9 สัปดาห์ (Embrechts, 1988) ถ้าเก็บรักษาไว้ในสภาพห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 95 เปอร์เซนต์จะเก็บรักษาได้นาน 4 - 12 สัปดาห์ ส่วนปวยเหล่งจะเก็บรักษาได้นาน 10 - 14 วันในสภาพห้องเย็นที่มีอุณหภูมิและความชื้นเดียวกัน (Porritt, 1974 ; Ryall and Lipton ,1972; McGregor, 1987) ถ้าได้รับการลดอุณหภูมิเฉียบพลันโดยวิธีลดความดัน แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ในสภาพควบคุมบรรยากาศที่มีอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสจะเก็บรักษาได้นาน 40 วัน (Andre et al, 1981)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างการเก็บรักษาจะต้องควบคุมให้อุณหภูมิของผลิตผลคงที่ เพื่อให้เก็บรักษาได้นานขึ้น เช่น ในการเก็บรักษาผักคะน้าที่ใช้น้ำแข็งเป็นตัวให้ความเย็นอย่างต่อเนื่องจะเก็บรักษาได้นานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใช้น้ำแข็งและที่ใช้น้ำแข็งใส่ครั้งแรกเพียงครั้งเดียว (Magee, 1988) การเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาคุณภาพของผลิตผล เช่น การเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งพบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสมีเส้นใย (fiber) เพียงเล็กน้อย แต่ถ้านำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสจะมีเส้นใยเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (Adamicki, 1981)

โดยปกติการใช้ความเย็น ควรใช้อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาหลังจากเก็บเกี่ยวจะทำให้ลดการสูญเสีย แต่ถ้าทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่ง อาจทำให้เกิดการเน่าเสียเร็วกว่าผลิตผลที่ปล่อยไว้ในสภาพอุณหภูมิปกติ เนื่องจากจะเกิดหยดน้ำเกาะตามผลิตผล ทำให้เกิดสภาพที่เหมาะแก่การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และอาจก่อให้เกิดการเสื่อมคุณภาพภายในผลิตผลได้ (ปิยะวัติและคณะ 2531a) แต่การสูญเสียดังกล่าวจะพบได้ในพืชบางชนิดเท่านั้น เช่น พืชที่ไม่เหมาะกับการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ หรือผลไม้ที่ต้องทำให้สุกภายหลังการเก็บรักษา ถ้าเก็บรักษานานเกินไปจะทำให้การสุกผิดปกติ วิธีการแก้ไขไม่ให้เกิดการรวมตัวของไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำเกาะตามผิวของผลิตผลทำได้โดยค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น เช่น เพิ่มอุณหภูมิจาก 0 เป็น 12 องศาเซลเซียส จะเกิดหยดน้ำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการเสียหายแก่ผลิตผลได้เลย (สายชล 2528) ผลิตผลบางชนิดเมื่อได้รับการลดอุณหภูมิแล้วนำมาเก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าที่ไม่ได้รับการลดอุณหภูมิเช่น แรดิช (van Esch, 1981) กะหล่ำปลี (Lentz and van den Berg, 1978) และกะหล่ำดอก (Damen, 1980)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved