บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ชมพู่ (java apple or rose apple; *Eugenia* spp.) เป็นผลไม้เขตร้อน (tropical fruit plants) อยู่ในตระกูล Myrtaceae (เกศินี, 2546) พืชร่วมตระกูลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ฝรั่ง (guava; *Psidium guajava*) หว้า (black plum; Indian blackberry; *Eugenia cumini*) น้ำมันเขียว (myrtle; *Eucalyptus globulus*) ใช้ทำน้ำมันยูคาลิป กานพลู (clove; *Syzygium aromaticum*) เป็นต้น (เกศินี, 2546; สุทธ์สินี, 2543)

1. ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

ชมพู่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการปลูกชมพู่ แพร่กระจายไปยังเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วไป (เกศินี, 2546) แหล่งที่ปลูกชมพู่ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี นครปฐม ราชบุรี และสมุทรสาคร ส่วนในภาคตะวันออก ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคกลาง มีปลูกกันบ้างกระจัดกระจาย พันธุ์ที่ปลูกส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์เพชรสายรุ้ง เพชรทูลเกล้า เพชรจินดา เพชรน้ำผึ้ง และทับทิมจันท์ เป็นต้น ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกคือสภาพดินร่วนและดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ระบายน้ำได้ดี ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.5–6.5 และมีปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชมพู่

ไม้ยืนต้นหรือไม่พุ่ม ไม่ผลัดใบ (เกศินี, 2546; วิจิตร, 2526)

2.1 **ต้น** สูง 3-12 เมตร ลำต้นมีเปลือกเรียบหรือขรุขระ สีน้ำตาลหรือเทา ทรงพุ่มทึบ มักแตกกิ่งก้านสาขาบริเวณใกล้กับโคนต้น

2.2 **ใบ** เรียงแบบตรงข้าม ใบหนา ด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมันและมักเจือด้วยสีแดงหรือสีม่วง ด้านล่างสีเขียวจางและด้าน

2.3 **ดอก** สมบูรณ์เพศ ได้สมมาตรตามรัศมี กลีบเลี้ยง 4-5 กลีบเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย กลีบดอก 4-5 กลีบแยกกัน สีขาว เหลือง ชมพู หรือแดง เมื่อดอกบานกลีบดอกหลุดร่วง เกสรตัวผู้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากมาย อับเรณูสีทองมองเห็นเป็นพู่สวยงามเป็นลักษณะเด่นของดอกชมพู่ เกสรตัวเมียมีรังไข่ใต้วงกลีบ รังไข่มี 2-3 ช่อง ช่อดอกเกิดที่ซอกใบ

2.4 **ผล** เป็นผลมีเนื้อหลายเมล็ด ที่ปลายผลมีวงกลีบเลี้ยงรูปถ้วยติดอยู่ตลอดไปจนผลแก่ เนื้อผลหนา นิ่ม กลิ่นหอม ผลมีรูปร่าง ขนาด สี ลักษณะเนื้อ และรสชาติแตกต่างไปตามชนิดและพันธุ์

2.5 **เมล็ด** มีจำนวน 1-5 เมล็ดหรืออาจไม่มีเมล็ด เมล็ดในสีน้ำตาลอ่อนมีเยื่อฟูนิ่มหุ้มอยู่ภายนอกเมล็ด

3. พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ของชมพู่พันธุ์ทับทิมจันทร์

ชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ หรือจิตรา หรือทองสามสี หรือเพชรอินโด หรือซิตร้า เป็นชมพู่พันธุ์ที่นำมาจากประเทศอินโดนีเซีย (เกศินี, 2546; นิด, 2545; สมพร,2545; สุทธ์สินี, 2543; สุพจน์, 2543)

3.1 **ต้น** ต้นใหญ่แข็งแรงมาก ต้นสูงแต่ไม่เท่าชมพู่เพชร

3.2 **ใบ** ใบขนาดใหญ่และหนา ปลายใบเป็นติ่งแหลม ฐานใบมน ใบคล้ายใบชมพู่พันธุ์เพชรสายรุ้ง ใบที่โตเต็มที่มีขนาดกว้าง 11.50 เซนติเมตร ยาว 26.50 เซนติเมตร ข้อใบค่อนข้างถี่

3.3 **ดอกและผล** ให้ผลผลิตเมื่อต้นอายุ 2 ปี และให้ผลต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 20 ปี นิสัยการออกดอกจะทยอยออกดอกหลังจากฝนทิ้งช่วงหรืองดการให้น้ำประมาณ 1 เดือน โดยธรรมชาติจะออกดอกประมาณเดือนธันวาคมและเริ่มเก็บเกี่ยวชุดแรกได้ตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นจะมีดอกชุดใหม่ออกตามมาอีกประมาณ 2 ชุด การออกดอกจะออกกระจายทั่วทั้งต้น ทั้งกิ่งในทรงพุ่ม ปลายกิ่งและปลายยอด ช่วงออกดอกจนถึงดอกบานใช้ระยะเวลา 20-25 วัน หลังจากดอกบานถึงผลแก่ประมาณ 30-45 วัน ในช่วงที่ดอกเริ่มมีการพัฒนาเป็นรูปร่างของผลที่ชัดเจนควรปลิดให้เหลือช่อละ 3-4 ผล และเริ่มห่อผลหลังจากดอกบานแล้วประมาณ 7 วัน ผลเก็บเกี่ยวได้หลังจากดอกบานแล้ว 30-35 วันหรือ 25-30 วันหลังห่อผล ควรเก็บเกี่ยวในช่วงเช้า โดยสังเกตลักษณะผิว ซึ่งสีผิวจะเข้มขึ้นและมีผลขนาดใหญ่ขึ้น อายุการเก็บเกี่ยวของพันธุ์นี้จะใกล้เคียงกับพันธุ์อื่นๆ แต่เมื่อครบอายุการเก็บเกี่ยวแล้วยังสามารถยืดอายุไว้บนต้นต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง โดยการให้น้ำปริมาณน้อยๆ เพื่อป้องกันผลแตก

ลักษณะผลคล้ายรูประฆัง มีสัน (เอ็น) ขึ้นเป็นแนวตามความยาวผล ผลค่อนข้างยาว ตรงกลางผลคอดกิ่วเล็กน้อย ผลมีขนาดใหญ่ ผลโตเต็มที่มีความยาว 9 เซนติเมตร กว้าง 6 เซนติเมตร น้ำหนัก 120-130 กรัมต่อผล ผิวผลสีแดงทับทิม เนื้อหนา แน่น กรอบ ฉ่ำน้ำเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแน่นเนื้อ 7.8 ปอนด์ รสหวานจัดใกล้เคียงกับพันธุ์เพชรสายรุ้ง ความหวาน 12-13 องศาบริกซ์ ไม่มีเมล็ด (ตารางที่1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะทางคุณภาพของผลชมพู่พันธุ์ต่างๆ

พันธุ์ชมพู่	ความกว้างผล (เซนติเมตร)	ความยาวผล (เซนติเมตร)	น้ำหนักผล (กรัม)	ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความแน่นเนื้อ (ปอนด์)	จำนวนเมล็ด
ทูลเกล้า	5.72	8.27	98.32	7.6	6.5	ไม่มี-1
เพชรน้ำผึ้ง	5.43	8.27	110.20	10.0	6.7	ไม่มี
เพชรสามพราน	6.65	7.29	121.00	10.4	6.2	ไม่มี-3
เพชรสายรุ้ง	6.04	7.18	120.10	11.0	6.0	1-3
เพชรจินดา	6.00	7.69	102.30	8.2	8.3	ไม่มี-5
นัมเบอร์วัน	6.21	8.01	112.12	10.8	6.5	ไม่มี-1
เพชรบ้านแพ้ว	6.00-7.00	6.50-7.50	120.00-130.00	9.0-10.0	8.4	ไม่มี
ทับทิมจันท์	6.00	9.00	120.00-130.00	12.0-13.0	7.8	ไม่มี

ที่มา : เปรมปรี ณ สงขลา (2543)

4. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวชมพู่ (สุทธ์สินี, 2543)

4.1 **คัดผล** ทำการคัดผลที่เสียออก ได้แก่ ผลที่มีตำหนิมีรอยถูกโรคแมลงทำลายหรือผลที่แตก

4.2 **ทำความสะอาดผล** ผลที่มีฝุ่น คราบดำ หรือสิ่งสกปรกติดอยู่ นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้ง ทุกขั้นตอนต้องทำด้วยความระมัดระวังอย่าให้ผลช้ำหรือเกิดแผลขึ้น เพราะชมพู่เป็นผลไม้ที่ผิวบางมาก จึงเน่าเสียได้ง่ายและเก็บรักษาได้ยากเมื่อถูกน้ำ

4.3 **คัดขนาดผล** ชมพู่แต่ละพันธุ์ มีการคัดขนาดเป็นเกรดหรือเบอร์ตามขนาดกลุ่ม ในแต่ละพันธุ์ สวน หรือแหล่งจำหน่ายจะมีการคัดขนาดผลแตกต่างกันไป

4.4 **บรรจุ** ใส่เข่งหรือภาชนะพร้อมที่จะส่งขายต่อไป แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

4.4.1 **การบรรจุใส่เข่ง** เป็นการบรรจุหีบห่อเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ ต้องมีการรองก้นเข่งด้วยใบตอง ใส่ชมพู่ลงเข่ง เรียงผลให้เรียบร้อยจนเต็มเข่ง บริเวณปากเข่งให้เรียงผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นรูปวงกลมตามลักษณะของเข่ง ให้ผลชมพู่ส่วนขั้วผลอยู่ด้านในเข่ง แล้วเรียงผลชั้นที่สองเป็นวงกลมขนาดเล็กลงกว่าวงแรก วงที่สามเป็นวงสุดท้ายเรียงเป็นวงเล็กสุด หุ้มปากเข่งด้วยพลาสติก เขียนชื่อเจ้าของชมพู่ เกรดผลชมพู่ และน้ำหนักแต่ละเข่งที่ชั่งได้

4.4.2 **การบรรจุกล่องกระดาษ** เป็นการบรรจุหีบห่อเพื่อการส่งออก กล่องกระดาษที่นิยมใช้คือขนาดบรรจุ 3 กิโลกรัม ปูรองพื้นด้วยกระดาษฉีกฝอย ห่อผลชมพู่ด้วยกระดาษขาวบาง วางเรียงผลในกล่องสลับหัวท้ายผลให้สัมพันธ์กันและชิดแน่น เมื่อทำการขนย้ายผลชมพู่จะได้ไม่เคลื่อนตัวเสียดสีกันจนผลช้ำเสียหาย ทำให้เสียราคา

4.5 **ขนส่ง** ชมพู่เป็นผลไม้ที่บอบบาง หากถูกกระทบกระแทกจะบอบช้ำและเสียหายได้ง่าย เมื่อบรรจุหีบห่อแล้ว ต้องขนย้ายด้วยความระมัดระวังไม่ให้กระทบกระเทือนมากนัก การขนส่งภายในประเทศที่นิยมมากคือการใช้รถยนต์ โดยการวางเรียงเข่งบรรจุผลผลิตชมพู่ไม่ให้ทับซ้อนหรือเบียดชิดกันเกินไป ควรมีช่องว่างเพื่อการระบายอากาศ อาจวางเข่งชมพู่ไว้ด้านบนสุดไม่มีอะไรซ้อนทับด้านบน หากต้องการบรรทุกเฉพาะชมพู่ ให้ใช้ไม้ทำเป็นชั้นเพื่อเป็นช่องให้วางเข่ง ด้านบนต้องมีผ้าใบหรือหลังคากันแสงแดดและลม ควรขนส่งในช่วงที่อากาศเย็น เช่น ช่วงเช้า ช่วงเย็นหรือกลางคืน และควรขนส่งให้เร็วพอที่ผลผลิตจะไม่เสียหาย ส่วนการขนส่งผลผลิตเพื่อการส่งออกนั้นจะใช้การขนส่งทางเครื่องบิน

5. โรคหลังการเก็บเกี่ยวชมพู่

โรคที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ชมพู่ได้แก่ (สุทธ์สินี, 2543; อรพิน, 2531)

5.1 **โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose)** สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp. เกิดที่ใบและผล บนใบจะเห็นเป็นแผลสีน้ำตาล ขอบแผลสีเข้ม แผลจะขยายขอบเขตออกไปเรื่อยๆ จนใบแห้งตาย บนผลจะเริ่มเป็นแผลฉ่ำน้ำเป็นจุดสีน้ำตาลเข้ม ตรงกลางแผลเป็นรอยบุ๋มและมีหยดน้ำสีชมพูเกิดขึ้น ขนาดแผลแผ่ขยายตามการเจริญเติบโตของผล ถ้ามีความชื้นเหมาะสมจะพบเส้นใยของราเจริญที่บริเวณแผลและสร้างสปอร์สีดำขึ้น โรคนี้สามารถติดไปกับผลในระยะหลังการเก็บเกี่ยวได้

5.2 **โรคผลเน่า (Rhizopus rot)** สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* ชมพู่จะเริ่มเน่า ช้ำและนิ่ม ต่อมาจะเน่าทั้งผลอย่างรวดเร็วและเห็นการเจริญของเส้นใยทั่วผลที่เน่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. ผลไม้สดพร้อมบริโภค

ผลไม้สดพร้อมบริโภคหรือผลไม้หั่นชิ้น หมายถึงผลไม้สดที่ผู้ผลิตทำการปอกเปลือก ผ่า ซีกเอาไส้และเมล็ดออก ตัดแต่ง หั่นชิ้น บรรจุในภาชนะบรรจุ เช่น ถาดโฟมหรือถุงพลาสติก เป็นต้น แล้วจึงวางจำหน่าย (Shewfelt, 1987) การผลิตผลไม้สดพร้อมบริโภคมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกสบาย โดยผู้บริโภคสามารถซื้อแล้วนำไปบริโภคได้ทันที (King and Bolin, 1989) ผลไม้สดทั้งผลมีข้อเสียคือ ผู้บริโภคไม่สามารถมองเห็นคุณภาพภายในได้ เมื่อนำมาผลิตเป็นผลไม้สดพร้อมบริโภคจึงมีข้อดีคือ ผู้บริโภคจะมองเห็นคุณภาพได้ชัดเจนขึ้นยังมีความสด คุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติดี (Wiley, 1994) ผลไม้บางชนิดถึงแม้มีตำหนิ เช่น เกิดการเน่าเสียเพียงบางส่วน ผู้ผลิตก็สามารถตัดส่วนที่เน่าเสียทิ้งไปได้ ผลไม้สดพร้อมบริโภคที่นิยมนำมาผลิต ได้แก่ ขนุน สับปะรด แตงโม ทุเรียน ส้มโอ และมะพร้าวอ่อน (Siriphanich, 1993)

ผลไม้สดพร้อมบริโภคเป็นเนื้อเยื่อพืชที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่มีอัตราการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าผลไม้สดทั้งผล ซึ่งเป็นผลมาจากการปอกเปลือก ตัดแต่ง และหั่นชิ้น บาดแผลหรือรอยตัดจะทำให้เซลล์บางส่วนของพืชถูกทำลาย ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดสีน้ำตาลได้ง่าย และเชื้อจุลินทรีย์มีโอกาสเข้าทำลายเนื้อเยื่อส่วนนี้ได้มากขึ้นด้วย (Wiley, 1994) ดังแสดงในภาพที่ 1 ดังนั้นผลไม้สดพร้อมบริโภคจึงมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็วมากกว่าผลไม้ที่ยังไม่ได้แปรรูป

6.1 **ผลิตผลที่เหมาะสมกับการแปรรูปพร้อมบริโภค** (จริงแท้, 2540; Siriphanich, 1993)

6.1.1 **ผล** ขนาดใหญ่ทำให้ไม่สะดวกในการซื้อบริโภค โดยเฉพาะสำหรับครอบครัวสมัยใหม่ที่มีขนาดเล็กลง เช่น ขนุน พบว่าบางผลมีน้ำหนักมากถึง 20 กิโลกรัม เป็นต้น

6.1.2 **ราคา** ถ้าราคาผลไม้สูงและผลมีขนาดใหญ่ มีผลต่อการดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

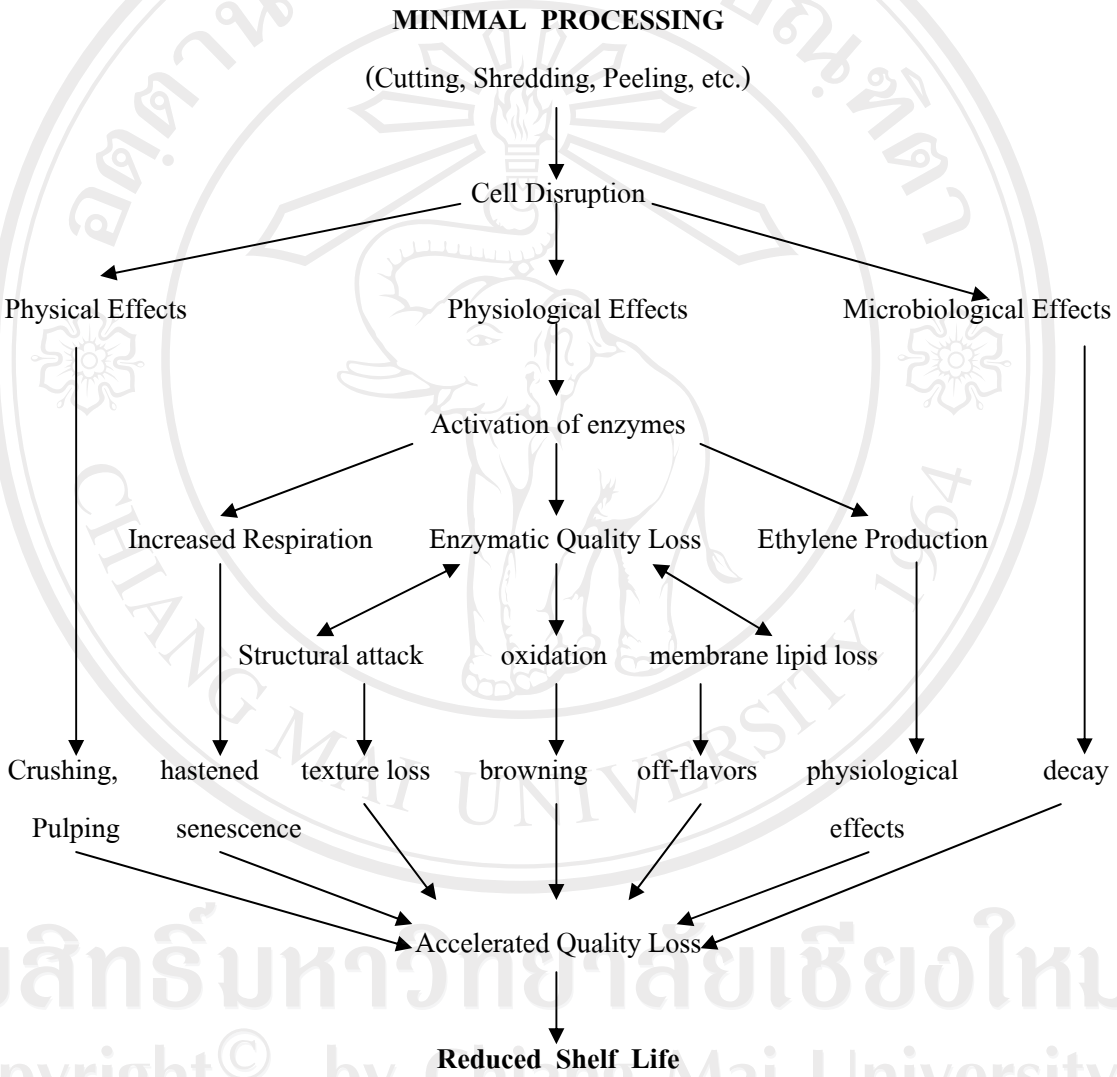
6.1.3 **คุณภาพภายใน** ผลไม้หลายอย่างมีปัญหาเรื่องคุณภาพภายในที่ไม่สามารถตรวจสอบได้จากภายนอก เช่น ส้มโอ ภายนอกอาจสวยงาม ไม่ช้ำ แต่เนื้อภายในอาจแข็ง เป็นต้น การแปรรูปพร้อมบริโภคจะช่วยตรวจสอบคุณภาพได้ง่ายขึ้น

6.1.4 **ความยากในการปอก** ผลไม้บางอย่าง เช่น ทุเรียน และขนุน ปอกได้ยากและอาจมีอันตราย ทำให้ผู้บริโภคไม่อยากเสียเวลาหรือเสี่ยงในการปอกเอง

6.1.5 **มีส่วนที่รับประทานไม่ได้เป็นจำนวนมาก** เป็นส่วนเปลือกหรือส่วนที่รับประทานไม่ได้เป็นจำนวนมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแพงขึ้นโดยไม่จำเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.1.6 **การเข้าทำลายของแมลง** ผลไม้หลายอย่างมีปัญหาเรื่องการเข้าทำลายโดยแมลงวันผลไม้ ทำให้ส่งไปขายต่างประเทศบางประเทศไม่ได้ การแปรรูปพร้อมบริโภคอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของผักและผลไม้ที่เกิดขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูป (Tien, 2001)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.2 **การควบคุมคุณภาพของผลไม้สดพร้อมบริโภค**

6.2.1 **วัตถุดิบ** การผลิตผลไม้สดพร้อมบริโภคควรใช้ผลไม้ที่มีคุณภาพดี มีระยะความแก่และสุกที่เหมาะสม มีขนาด รูปร่าง สีผิวที่ใกล้เคียงกัน และเก็บเกี่ยวโดยวิธีการที่เหมาะสมกับผลไม้ชนิดนั้น ผลไม้ต้องผ่านการล้าง ทำความสะอาด เอาสารเคมีหรือสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนออกและควรมีการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำภายหลังการเก็บเกี่ยวและระหว่างรอการผลิต เพื่อลดอัตราการหายใจที่จะช่วยให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (Yildiz, 1994)

6.2.2 **การแปรรูป** ผลไม้สดพร้อมบริโภคได้รับการปอกเปลือก ตัด หรือหั่นชิ้นออกเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วแต่ลักษณะของผลิตผลและความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นสิ่งสำคัญของกระบวนการผลิตคือ การรักษาความสะอาดของเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต ภาชนะบรรจุ รวมถึงสภาพแวดล้อมระหว่างการผลิต เพื่อช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนในผลไม้สดพร้อมบริโภค (Kader *et al*., 1989)

6.2.3 **การขนส่งและการจัดจำหน่าย** การขนส่งผลไม้สดพร้อมบริโภคควรทำในตู้ควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับผลไม้สดพร้อมบริโภคชนิดนั้นๆ และมีการใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม ในระหว่างการวางจำหน่ายผลไม้สดพร้อมบริโภคควรควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับผลไม้สดพร้อมบริโภคชนิดนั้นๆ ด้วย (Yildiz, 1994)

7. ลักษณะปรากฏและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของชมพู่

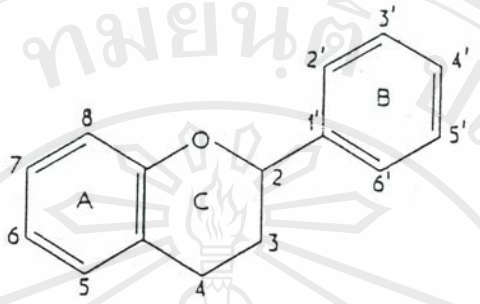
7.1 **แอนโธไซยานิน (Anthocyanin)**

ในผลไม้นั้น สีจะเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจและมักใช้เป็นตัวชี้บ่งระยะความแก่ มีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่น คุณค่าทางโภชนาการ และลักษณะโดยรวม ซึ่งสีต่างๆ ของผลิตผลเกิดจากรงควัตถุ (pigments) หรือสารสีต่างๆ ที่มีอยู่ในเซลล์ แบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ พวกที่ละลายในน้ำ (water soluble) พบในแวคิวโอล ได้แก่ สารสีแอนโธไซยานินต่างๆ และพวกที่ละลายในไขมัน (lipid soluble) พบใน plastid มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น สารสีเขียวคลอโรฟิลล์เอ และบี สารสีเหลืองคาโรทีน และสารสีแดงไลโคปีน เป็นต้น (จริงแท้, 2543) สารสีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้สีของผลไม้เปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของสารสีเหล่านี้

แอนโธไซยานินเป็นสารสีที่ละลายในน้ำ พบในแวคิวโอลของเซลล์อิพิเดอมิส (epidermis) ของส่วนต่างๆของพืช มีอิทธิพลต่อสีที่ปรากฏค่อนข้างมาก ทำให้เกิดสีในช่วงสีแดง ม่วง และน้ำเงิน โดยจะบดบังสีเขียวและเหลืองของคลอโรฟิลล์และคาโรทีนอยด์ไว้ แอนโทไซยานินเป็นสารประกอบ glycoside ของ anthocyanidine ซึ่งมีโครงสร้างพื้นฐานดังภาพที่ 2 ในสภาพเป็นกรด แอนโธไซยานินดูดกลืนแสงในช่วงแสงสีเขียว ความยาวคลื่น 465-550

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นาโนเมตร โดยวงแหวน B และในช่วงแสงอัลตราไวโอเลต ความยาวคลื่น 270-280 นาโนเมตร โดยวงแหวน A (จริงแท้, 2549) การดูดกลืนแสงของแอนโธไซยานินนี้เปลี่ยนแปลงได้เมื่อกลุ่มต่างๆ ที่มาเกาะกับโครงสร้างหลักเปลี่ยนแปลงไป ดังแสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างแกนหลักของแอนโธไซยานินชนิดต่างๆ (จริงแท้, 2549)

ตารางที่ 2 หมู่ต่างๆที่เข้าแทนที่ในโครงสร้างหลักของแอนโธไซยานินที่ตำแหน่งต่างๆ มีผลให้เกิดสีที่
แตกต่างกัน

ชื่อ	Substitution Pattern						สี
	3	5	7	3'	4'	5'	
Aurantinidin	OH	OH	OH	H	OH	H	ส้ม
Cyanidin	OH	OH	OH	OH	OH	H	ส้ม-แดง
Delphinidin	OH	OH	OH	OH	OH	OH	น้ำเงิน-แดง
Malvidin	OH	OH	OH	OMe	OMe	OMe	น้ำเงิน-แดง
Pelargonidin	OH	OH	OH	H	OH	H	ส้ม
Peonidin	OH	OH	OH	OMe	OH	H	ส้ม-แดง
Petunidin	OH	OH	OH	OMe	OH	OH	น้ำเงิน-แดง
Rosinidin	OH	OH	OMe	OMe	OH	H	แดง
Tricetinidin	H	OH	OH	OH	OH	OH	แดง

ที่มา : Mazza and Miniati (1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.2 **การเกิดสีน้ำตาล (Browning)**

การเกิดสีน้ำตาลในพืชเป็นปรากฏการณ์ที่พบได้เสมอทั้งบนต้นพืชที่ยังมีชีวิต ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว และส่วนของพืชที่ตายแล้ว แต่สำหรับผู้บริโภคนั้นการเกิดสีน้ำตาลเป็นข้อเสีย เพราะทำให้ผลิตผลดูไม่น่ารับประทาน ทำให้ขายไม่ได้ราคา โดยเฉพาะกับผลไม้ที่ได้รับการตัดแต่งเพื่อพร้อมบริโภค โดยกลไกทางเคมีของการเกิดสีน้ำตาลนั้นพบว่าเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล (phenol) ให้เป็นควิโนน (quinone) จากนั้นควิโนนจะเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่กลายเป็นสีน้ำตาลที่เรียกรวมๆ กันว่า melanin (จริงแท้, 2549) โดยมีเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาที่สำคัญคือ เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) และเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (POD) (Underhill and Critchley, 1994)

มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิคต่อการเกิดสีน้ำตาล โดย Lelyveld *et al.* (1984) ได้ศึกษาในเนื้อผลอะโวคาโดพันธุ์ Fuerte ที่เก็บไว้ในห้องมืดอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลสุก จึงนำผลมาตัดแบ่งชิ้น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD เพิ่มสูงขึ้นประมาณ 7 และ 3 เท่าจากค่าเริ่มต้นตามลำดับ และสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิคที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นด้วย

Jiang *et al.* (2002) ได้ศึกษาโดยนำผลแอปเปิลตัดแบ่งชิ้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น กิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีค่าสูงที่สุดประมาณ 30 เท่าจากค่าเริ่มต้นภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 5 นาที ขณะที่การเกิดสีน้ำตาลก็เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงของค่า a* ที่เพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าเพิ่มสูงทันทีเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 30 นาที และมีค่าประมาณ 8 เท่าจากค่าเริ่มต้น

Zhou *et al.* (2003) พบว่าเมื่อสับปะรดมีอาการไส้ดำนั้น มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มสูงขึ้น แต่กิจกรรมของเอนไซม์ POD ไม่มีผลต่ออาการนี้ และยังพบว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6, 13 และ 18 องศาเซลเซียส ช่วยยับยั้งการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

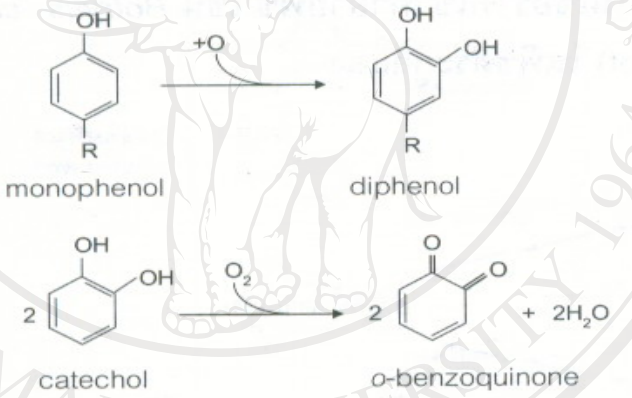
7.2.1 **เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol Oxidase; PPO)**

polyphenol oxidase (PPO) สามารถพบได้ทั่วไปในเนื้อเยื่อของผักและผลไม้ เป็นโปรตีนที่มีโลหะทองแดงเป็นองค์ประกอบ ทำหน้าที่กระตุ้นปฏิกิริยาพื้นฐานสองอย่างคือ การไฮดรอกซีเลชั่น (hydroxylation) สารประกอบฟีนอล ณ ตำแหน่งออโท (ortho) โดยใช้ออกซิเจนเป็นสารตั้งต้นร่วม ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารประกอบไดฟีนอล (diphenol) เรียกปฏิกิริยานี้ว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

monophenol oxidase activity ส่วนอีกปฏิกิริยาได้แก่ การออกซิไดส์สารประกอบไดฟีนอลโดยใช้ออกซิเจนเป็น สารตั้งต้นร่วมเช่นเดียวกัน ได้เป็น o-benzoquinone (ภาพที่ 3) โดยทั่วไปในพืชพบทั้งสองปฏิกิริยา แต่ปฏิกิริยาแรกเกิดขึ้นช้ากว่าปฏิกิริยาหลังมาก สัดส่วนระหว่างอัตราของปฏิกิริยาแรกกับปฏิกิริยาหลังอยู่ระหว่าง 1 : 10 ถึง 1 : 40 จากการที่ PPO กระตุ้นปฏิกิริยาทั้งสองได้ จึงมีชื่อเรียกเอนไซม์นี้ได้หลายชื่อคือ monophenol oxidase, diphenol oxidase, phenol oxidase, phenolase, tyrosine oxidase, cresolase และ catecholase ตามสารตั้งต้นของปฏิกิริยานั้นๆ เช่น tyrosine, cresol และ catechol เป็นต้น (จริงแท้, 2549)

เอนไซม์ PPO ไม่ค่อยคงตัวต่อความร้อนและสามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ประสิทธิภาพของเอนไซม์ลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และสามารถยับยั้งได้ด้วยกรดเฮไลด์ สารจับโลหะ และสารรีดิวซ์ เช่น สารจำพวกซัลไฟต์ แคลเซียมคลอไรด์ กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก เป็นต้น (ประสาร, 2538)

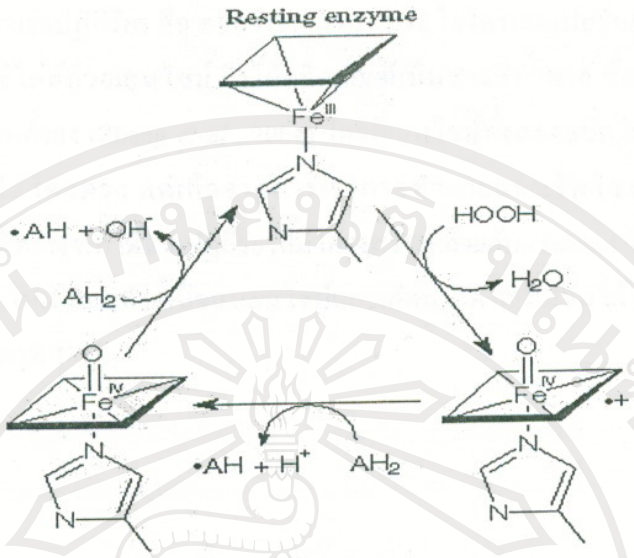


ภาพที่ 3 ปฏิกิริยาของ polyphenol oxidase ที่ประกอบด้วย 2 ปฏิกิริยาย่อย (จริงแท้, 2549)

7.2.2 **เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase; POD)**

peroxidase (POD) พบอยู่ทั่วไปในพืชชั้นสูงทุกชนิด เป็นเอนไซม์ที่มีโครงสร้างเป็นไกลโคโปรตีนที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบในโครงสร้าง โดยเอนไซม์ POD อาศัยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการเปลี่ยนแปลงโครงรูปจาก inactive form (resting enzyme) เป็นactive form ที่พร้อมสำหรับเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลที่เป็นสับสเตรทของเอนไซม์ (ภาพที่ 4) จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ควบคู่กับการเปลี่ยนโครงรูปของเอนไซม์ POD กลับสู่โครงรูปเดิมที่เป็น inactive form (Dawson, 1988)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4 ปฏิกิริยาการเปลี่ยนโครงรูปของเอนไซม์ POD จาก inactive form (resting enzyme) เป็น active form ที่พร้อมสำหรับเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Dawson, 1988)

7.3 **การสะท้านหนาว (Chilling Injury)**

การสะท้านหนาว หมายถึง การที่พืชแสดงอาการผิดปกติเมื่อสัมผัสกับอุณหภูมิต่ำ แต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง เกิดได้ทั้งในต้นพืชที่ยังเจริญเติบโตอยู่ในธรรมชาติและส่วนของพืชที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว มักเกิดกับพืชในเขตร้อนทุกชนิด หลายชนิดในเขตกึ่งร้อน และบางชนิดในเขตอบอุ่นหรือในเขตหนาว พืชจะแสดงอาการตายของเซลล์ที่ผิว ทำให้มีรอยบุ๋มหรือเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล(จริงแท้, 2549) สร้างความเสียหายให้กับผลิตผล ซึ่งผู้บริโภคคงไม่ต้องการให้เกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น

7.3.1 **ระยะเวลาที่เกิดอาการสะท้านหนาว** แบ่งเป็น 2 ช่วงดังนี้ (Wang, 1990)

7.3.1.1 **ระยะที่ยังอยู่ในแปลงปลูก** มักเกิดกับพืชเขตหนาวที่อ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาว เกิดได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต ยกเว้นระยะพักตัวและระยะเมล็ดแก่ที่แห้งแล้วเท่านั้น เช่น การเกิดอาการสะท้านหนาวของต้นฝ้าย การเกิดอาการสะท้านหนาวในช่วงการงอกของมะเขือเทศ เป็นต้น

7.3.1.2 **ระยะหลังการเก็บเกี่ยว** เกิดในช่วงของการขนส่งหรือการเก็บรักษาที่ตลาดขายส่งและขายปลีกหรือในตู้เย็นตามบ้านเรือนทั่วไป เนื่องจากนิยมใช้อุณหภูมิต่ำในการขนส่งเพื่อชะลออัตราเมตาบอลิซึมให้ช้าลง อาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงหรือไม่ขึ้นกับระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการได้รับอุณหภูมิต่ำ ถ้าได้รับอุณหภูมิต่ำในระดับไม่ต่ำมากนักและเป็นช่วงเวลาสั้นๆ พืชนั้นยังสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เมื่อนำกลับมายังอุณหภูมิปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.3.2 **ลักษณะอาการสะท้านหนาวที่ปรากฏ**

อาการสะท้านหนาวที่แสดงออกอาจเกิดขึ้นเพียงอาการใดอาการหนึ่งหรือหลายอาการร่วมกัน แล้วแต่ชนิดของผลิตผล ระดับอุณหภูมิ ระยะเวลาที่ได้รับ และความรุนแรงของอาการ ลักษณะที่ปรากฏมีดังนี้ (ดนัย, 2540)

7.3.2.1 **ผิวยุบตัว (surface pitting)** เป็นลักษณะที่ผิวของผลิตผลยุบตัวลงเป็นแห่งๆ อาจเป็นรูปร่างทรงกลมหรือรูปร่างไม่แน่นอน และมีสีที่ผิดปกติไปจากเดิม (Salveit and Morris, 1990) อาจมีการรั่วไหลของสารภายในเซลล์และอาจเกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ผิวผล

7.3.2.2 **ฉ่ำน้ำ (water soaking)** เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์และเกิดการสูญเสียการเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นผลให้มีการปล่อยสารออกนอกเซลล์ไปอยู่บริเวณช่องว่างระหว่างเซลล์ (Salveit and Morris, 1990) ทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย มักเกิดกับใบ ต่อมาเกิดการแห้งเหี่ยวตายไปในที่สุด

7.3.2.3 **การเปลี่ยนสีเปลือกและเนื้อ** ผลิตผลเปลี่ยนสีจากสีปกติเป็นสีน้ำตาล มักเกิดรอบๆ ท่อน้ำและท่ออาหาร

7.3.2.4 **การสลายตัวของเนื้อเยื่อ** ทำให้สารเมตาบอไลต์ต่างๆ เช่น กรดอะมิโน น้ำตาล และแร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น ถูกปล่อยออกนอกเซลล์ส่งผลให้จุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ติดอยู่ที่ผิวนอกของผักและผลไม้ในระหว่างการเก็บเกี่ยวหรือระหว่างการขนย้ายเพื่อวางจำหน่าย ทำให้เกิดการเน่าเสียได้มากขึ้น

7.3.2.5 **ขาดคุณสมบัติในการสุก** ผลไม้ดิบที่แก่จัดหลายชนิดเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำช่วงระยะเวลาหนึ่ง อาจสูญเสียคุณสมบัติในการสุกเมื่อนำไปบ่ม ทั้งยังเกิดการสุกที่ผิดปกติ คือมีสีและกลิ่นที่ไม่ปกติ รวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีด้วย (Salveit and Morris, 1990)

7.3.2.6 **เร่งอัตราการเสื่อมสภาพของผลไม้** ให้เกิดเร็วขึ้น เช่น หัวมันเทศสูญเสียความมีชีวิตและมีการงอกลดลง เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาว เป็นต้น

7.3.2.7 **อายุการเก็บรักษาสั้นลง** เนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

7.3.3 **ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว** มีดังนี้ (ดนัย, 2540)

7.3.3.1 **ระยะความแก่ (maturity)** ผลไม้สุกมีความทนทานต่ออาการสะท้านหนาวมากกว่าผลไม้ที่ยังไม่สุก ผลไม้ที่ยังไม่สุกหากผ่านอุณหภูมิสะท้านหนาวอาจจะไม่สุกหรืออาจจะสุกได้คุณภาพไม่ดีหรืออาจสุกช้ากว่าปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.3.3.2 **ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** ผลิตผลที่อยู่ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะมีความอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวลดลง

7.3.3.3 **ลักษณะทางพันธุกรรม** ผลิตผลที่ผลิตได้จากแหล่งต่างกันหรือพันธุ์ต่างกัน จะแสดงอาการสะท้านหนาวต่างกัน ถึงแม้จะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกัน

7.3.3.4 **ธาตุอาหาร** การเกิดอาการสะท้านหนาวยังเกี่ยวข้องกับธาตุอาหารในพืช เช่น แคลเซียมสามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ แคลเซียมอาจมีผลเกี่ยวกับคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเข้าไปอยู่ในผนังเซลล์ (อะโมพลาสต์) ตรงบริเวณมิเดิลลาเมลลามากขึ้น เพราะบริเวณนี้เหมาะแก่การยึดเกาะของแคลเซียม (ยงยุทธ, 2546) เป็นต้น

7.3.3.5 **การทำให้ผลผลิตเคยชิน (acclimation) ต่ออุณหภูมิต่ำ** พืชบางชนิดที่ได้รับความเย็นเป็นช่วงสั้นๆ แต่ไม่ใช่อุณหภูมิที่เกิดอาการสะท้านหนาว จะทำให้เนื้อเยื่อเกิดความเคยชินต่ออุณหภูมิต่ำ จึงช่วยลดความอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวได้

8. การเก็บรักษาชมพู่

ผลิตผลพืชเป็นสิ่งมีชีวิต เกิดการเน่าเสียได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาพภูมิอากาศเขตร้อน การคงสภาพความสดของผลิตผลให้อยู่ได้เป็นเวลานาน จำเป็นต้องเก็บรักษาไว้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จึงสามารถลดกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ ลงได้ เช่น การหายใจ การผลิตและการตอบสนองต่อเอทิลีน รวมทั้งการเจริญและการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น (Quimio, 1974; Wills *et al.*, 1981) ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการต่างๆ มาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาชมพู่ให้ได้นานขึ้น

8.1 **การใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้**

การเคลือบผิวเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ จัดเป็นการเก็บรักษาผลผลิตแบบดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (modified atmosphere; MA) (Kader *et al*., 1989) เพราะการเคลือบผิวเป็นการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลิตผล (Hulme, 1971) สารเคลือบผิวที่บริโภคได้มีการพัฒนาและใช้ประโยชน์มาช้านานแล้ว และในปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงได้เกิดแนวความคิดที่จะนำสารเคลือบผิวที่บริโภคได้มาพัฒนาเป็นสารเคลือบผิวผักและผลไม้ เรียกว่า สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ (edible coating) โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชและสัตว์ เช่น ธัญพืช น้ำมันพืช วิตามิน โปรตีน และสารสกัดจากสาหร่ายทะเล เป็นต้น การใช้สารเหล่านี้อาจใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้เพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมรวมกันก็ได้ โดยมีการพัฒนาส่วนผสมของสารเคลือบผิวให้เหมาะสมต่อผลิตผลแต่ละชนิด และให้สะดวกในการนำไปใช้เคลือบผิวด้วย (ดนัยและนิธิยา, 2548) การใช้สารเคลือบผิวควรเลือกชนิดและระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มข้นที่เหมาะสมกับผลไม้แต่ละชนิด นอกจากนี้ค่านิยมของผู้บริโภคในปัจจุบัน โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วจะหันมานิยมใกล้ชิดกับธรรมชาติมากขึ้น (จริงแท้, 2540)

สารเคลือบผิวที่บริโภคได้มีการนำมาใช้ในผลไม้ชนิดต่างๆ อย่างกว้างขวาง เสาวคนธ์ (2544) พบว่าไคโตซานเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้เคลือบผลสาลี่ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว และมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด เมื่อเทียบกับไคโตซานเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ สารเคลือบผิวน้ำมันปาล์มและสารอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4, 1 : 9 และ 1 : 19 และที่ไม่ได้เคลือบผล

พิมพ์ใจ (2546) พบว่าการเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 ด้วยไคโตซานเข้มข้น 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณแอนโธไซยานิน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

Ahmed *et al.* (1992) พบว่าไคโตซานเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้เคลือบผลมะเขือเทศ ช่วยลดอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนได้ดีกว่าการเคลือบด้วยไคโตซานเข้มข้น 0 และ 1 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบด้วยไคโตซานเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ช่วยเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และลดปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผล เพิ่มปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ ลดการเน่าเสียและลดการนิ่มของผล เมื่อเทียบกับการไม่เคลือบผิว

Han *et al.* (2004) ได้ทำการเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่และราสเบอรี่ด้วยไคโตซาน ไคโตซานผสมแคลเซียม และไคโตซานผสมวิตามินอี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พบว่าการเคลือบผิวทั้ง 3 แบบ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผล ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ การใช้แคลเซียมหรือวิตามินเป็นส่วนผสมช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารมากขึ้น

ชินพันธ์ (2543) ได้ใช้สารละลายแป้งถั่วเขียวความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำมันถั่วลิสงความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินซีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าเก็บรักษาผลลิ้นจี่ได้นาน 10.6 วัน และลดอัตราการสูญเสียน้ำได้เมื่อเทียบกับชุดที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว

Xu *et al.* (2001) ได้ศึกษาการเคลือบผิวผลกีวีด้วย soybean protein isolate, stearic acid และ pullulan พบว่าสารเคลือบผิวทั้งสามชนิด สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลกีวี่ได้

Wagner *et al.* (2003) ได้ศึกษาชนิดของสารเคลือบผิวในเพรชชั่นฟรุ้ต พบว่าในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (20-25 องศาเซลเซียส) เมื่อเคลือบด้วยคาร์นูบาแวกซ์ (carnuba wax) จะรักษาคุณภาพของเพรชชั่นฟรุ้ตได้ดีที่สุด โดยลดการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดอาการเหี่ยวของผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และการเน่าของผล เมื่อเทียบกับผลที่เคลือบด้วย ซันนี่ไซด์ซิตัส (sunny side citrus) และสปราซิตัส (sparcitrus)

Martinez-Romero *et al.* (2006) ได้ใช้เจลจากว่านหางจระเข้ (*Aloe vera*) ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่บริโภคได้เคลือบผลเชอรี่หวาน พบว่าผลที่ไม่ได้เคลือบจะมีการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ผลนิ่ม มีการสุกของผล และการเกิดสีน้ำตาลที่เนื้อเยื่อมากกว่าผลที่เคลือบ

งานวิจัยเกี่ยวกับการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่เป็นที่ต้องการคือการหาสิ่งที่ไม่ใช่สารเคมี หรือเป็นสารธรรมชาติที่ให้ผลต่อการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลง ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้เคลือบผิวผลิตผลจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่ได้รับความนิยมมากขึ้น

8.1.1 **บทบาทของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้** มีดังนี้ (นิธิยาและไพโรจน์, 2547)

8.1.1.1 ชะลอการสูญเสียน้ำ

8.1.1.2 ชะลอการแลกเปลี่ยนก๊าซ

8.1.1.3 ชะลอการสูญเสียไขมันและน้ำมัน

8.1.1.4 ชะลอการสูญเสียสารตัวถูกละลาย

8.1.1.5 รักษาสารให้กลิ่น

8.1.1.6 เป็นช่องทางในการเติมสารเติมแต่งอาหาร

8.1.2 **ข้อดีของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้** มีดังนี้ (นิธิยาและไพโรจน์, 2547)

8.1.2.1 มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับแวกซ์ หรือแผ่นพลาสติกที่ใช้ห่อผักและผลไม้ต่างๆ

8.1.2.2 สามารถล้างออกได้หรือบริโภคได้เลย ทำให้มีปริมาณขยะลดลง

8.1.2.3 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้บางชนิดทำให้ผิวของผักและผลไม้เป็นมันวาวดูสวยงาม และดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

8.1.2.4 สารเคลือบผิวบางชนิดช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผักและผลไม้ให้แก่ผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะสารเคลือบผิวในกลุ่มโปรตีน

8.1.2.5 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้บางชนิดเป็นของเหลือใช้ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น ไคโตซานที่สกัดได้จากเปลือกกุ้ง เป็นต้น

8.1.2.6 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ในกลุ่มไขมัน มีสมบัติในการชะลอการเคลื่อนที่ของน้ำภายในผลิตผล จึงช่วยลดการสูญเสียน้ำ

8.1.2.7 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น เซลลูโลส เพกทิน สตาร์ช อะการ์ และกัม สามารถช่วยชะลออัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8.1.3 **ชนิดของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้**

ตัวอย่างสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ มีดังนี้ (ดนัยและนิธิยา, 2548)

8.1.3.1 **แป้ง** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธัญพืช เช่น ข้าว และข้าวโพด นอกจากนั้นยังได้จากรากและลำต้นของพืชบางชนิด เช่น แห้ว ท้าวยายม่อม มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง เป็นต้น

8.1.3.2 **น้ำมันพืช** เป็นน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดพืช เช่น ถั่วเหลือง ฝ้าย ปาล์ม งา ถั่วลิสง และทานตะวัน เป็นต้น

8.1.3.3 **โปรตีน** เช่น เจลาติน ซึ่งตามปกติละลายได้ดีในน้ำร้อน และมีสภาพเป็นเจลใส ยืดหยุ่นได้ดี

8.1.3.4 **สารสกัดจากสาหร่ายทะเล** เช่น วุ้น ซึ่งละลายได้ดีในน้ำร้อน เมื่อใช้เคลือบผิวผักและผลไม้จะมีลักษณะเป็นแผ่นใสหุ้มอยู่ด้านนอก

8.1.3.5 **สารที่ได้จากระบวนการหมักของจุลินทรีย์** เช่น แซนแทนกัม ซึ่งละลายได้ในน้ำเย็น และมีความข้นหนืดมาก

8.1.3.6 **พอลิแซ็กคาไรด์อื่นๆ ที่ได้จากพืช** เช่น เซลลูโลส เพกทิน และกัม

8.1.3.7 **สารสกัดจากสัตว์** เช่น ไคโตซาน ซึ่งจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งพบในสัตว์ เช่น เปลือกกุ้ง เป็นต้น

8.1.4 **ชนิดของสารที่ใช้เติมลงในสารเคลือบผิวที่บริโภคได้**

สารที่ใช้เติมลงในสารเคลือบผิวที่บริโภคได้อาจทำให้สมบัติของสารเคลือบผิวเปลี่ยนไป และอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติการเป็นตัวกั้น สารที่ใช้เติมลงในสารเคลือบผิว เช่น พลาสติไซเซอร์ (plasticizers) มีผลทำให้สารเคลือบผิวติดกับผิวผลไม้ได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น แอซีทิเลเทตโมโนกลีเซอไรด์ พอลิเอทิลีน และโพรไพลีนไกลคอล เป็นต้น ส่วนการเติมอิมัลซิไฟเออร์ลงในสารละลายจะทำให้เกิดอิมัลชันที่มีความคงตัวดี ขณะที่สารลดแรงตึงผิวมีส่วนช่วยทำให้สารละลายเคลือบติดอยู่ที่ผิวของผลไม้ได้อย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผล สารชนิดอื่นๆ ที่ใช้เติมลงในสารเคลือบผิว เช่น สารต้านจุลินทรีย์ สารต้านออกซิเดชัน สารให้กลิ่น สารสี สารกันเสีย และวิตามิน (นิธิยาและไพโรจน์, 2547)

วิตามินอี แคลเซียม และซิงค์ (zinc) นับเป็นธาตุอาหารที่สำคัญและมีบทบาทในการช่วยป้องกันโรค (Pszczole, 1990; Elliott, 1999) วิตามินอีที่อยู่ในร่างกายเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยต้านทานโรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคอัลไซเมอร์ (Kushi *et al*., 1996; Elliott, 1999) ปริมาณที่เหมาะสมที่ร่างการควรได้รับในแต่ละวันของวิตามินอี คือ 15 มิลลิกรัม (22 IU; International Unit) (FNB, 2000) แต่เราได้รับวิตามินอีจากการรับประทานอาหารในแต่ละวันเพียง 8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวันในผู้ชาย และ 2.4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวันในผู้หญิง (Maras *et al*., 2004) การเพิ่มคุณค่าผักและผลไม้สดด้วยการเพิ่มเติมวิตามินอีหรือสารประกอบอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ เป็นทางเลือกหนึ่งที่ดีที่จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารในผลิตผล

สารเคลือบผิวที่บริโภคได้เป็นช่องทางหนึ่งที่จะเติมสารอาหารลงไป Mei *et al*. (2002) ได้เคลือบผิวเบบี้แครอทด้วยแซนแทนกัมผสมวิตามินอี 0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือแคลเซียม 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าใน 85 กรัมของเบบี้แครอท ปริมาณวิตามินอีเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 67 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน และปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นจาก 2.6 เป็น 6.6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน

Han *et al*. (2004) ได้เคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยไคโตซานผสมแคลเซียมและไคโตซานผสมวิตามินอี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่าใน 200 กรัมของสตรอเบอรี่มีปริมาณวิตามินอี 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน และมีปริมาณแคลเซียม 7 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน

8.1.5 **เจลาตินและวุ้น**

เจลาติน (gelatin) เป็นโปรตีนที่ได้จากการไฮโดรไลต์และการทำให้บริสุทธิ์ (purification) ของคอลลาเจนจากสัตว์ โดยกระบวนการ collagenolytic ด้วยกรดหรือด่าง มีสูตรโครงสร้างที่ประกอบด้วย ไกลซีน (glycine) พาลีน (praline) และ 4-hydroxyproline (Abrusci *et al*., 2004) เจลาตินละลายได้ในน้ำร้อน เมื่อเย็นเกิดเป็นเจลใสยืดหยุ่น ราคาไม่แพง นำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานเภสัชกรรม อุตสาหกรรมอาหาร ทำแคปซูลและการเคลือบแคปซูล (Guilbeirt, 1988)

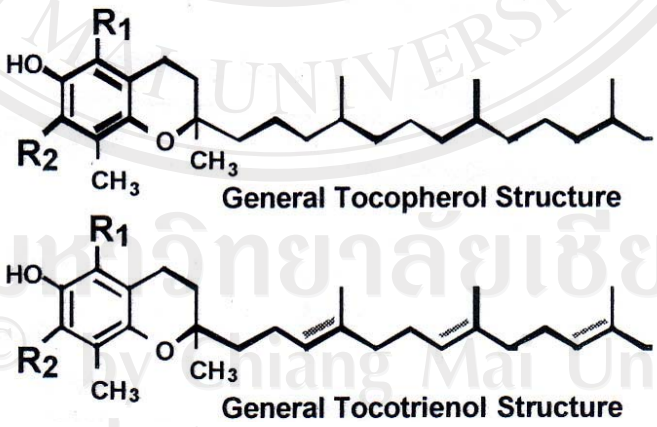
วุ้น (agar) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สกัดที่ได้จากสาหร่ายทะเล วุ้นผลิตขึ้นจาก β-D-galacto pyranosyl linked (1-4) เป็น 3,6-anhydro-α-L-galactopyranosyl unit และเพียงบางส่วนด้วยการผลิตกรดซัลฟูริค วุ้นไม่ละลายในน้ำเย็นแต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน ใช้เพื่อทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์อาหาร (Krochta *et al*., 1994)

8.1.6 **วิตามินอี (Vitamin E)**

วิตามินอีเป็นสารอาหารที่จำเป็นซึ่งทำหน้าที่ต้านออกซิเดชันในร่างกายมนุษย์ ร่างกายไม่สามารถผลิตขึ้นได้เองต้องได้รับจากอาหารที่รับประทานและการให้เสริม (วราวุธ, 2537) วิตามินอีเป็นส่วนหนึ่งของไขมันที่ไม่สลายตัวด้วยเอนไซม์ของระบบย่อยอาหาร (ศักดิ์, 2539) ตามธรรมชาติมีสารประกอบกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่าโตรโคโครมานอล (tocochromanols) ซึ่งโมเลกุลมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเรียงตัวกันเป็นชั้น 2 ชั้น คือส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic tail) จะอยู่ระหว่างชั้นไขมัน และกลุ่มของส่วนหัวที่มีขั้ว (polar head groups) จะอยู่บริเวณผิวด้านนอกของเยื่อหุ้ม (DellaPenna, 2005) อย่างไรก็ตาม α, β, γ และ δ-โตรโคโครมานอลนั้น มีความแตกต่างกันที่จำนวนและตำแหน่งการเข้าเกาะของหมู่ methyl ($-CH_3$) กับวงแหวน (ภาพที่ 5 และตารางที่ 3) ส่วนโทโคฟีรอลและโทโคทริเอนอลนั้น แตกต่างกันที่ความอิ่มตัวของส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำ โดยที่โทโคฟีรอลมีความอิ่มตัวของคาร์บอนทั้ง 20 ตัว ขณะที่โทโคทริเอนอลเกิดพันธะคู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3′, 7′ และ 11′ ถึงแม้ว่าโครงสร้างทางเคมีของโตรโคโครมานอลแต่ละตัวมีลักษณะต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่ปฏิกิริยาทางชีวเคมีของแต่ละตัวนั้นแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 3 (KamalEldin and Appelqvist, 1996) ดังนั้นวิตามินอีในธรรมชาติที่เป็นประโยชน์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ α-โทโคฟีรอล นอกจากนี้วิตามินอีจากแหล่งธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ยังมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน โดยวิตามินอีจากธรรมชาตินั้นเป็น α-โทโคฟีรอลรูปแบบเดียวเท่านั้น ขณะที่วิตามินอีจากการสังเคราะห์เป็น dl-α-โทโคฟีรอล ซึ่งเป็นของผสมของสเตอริโอไอโซเมอร์ 8 รูปแบบด้วยกัน มีเพียง 1 ไอโซเมอร์เท่านั้นที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันทุกประการกับวิตามินอีจากธรรมชาติ ส่วนอีก 7 ไอโซเมอร์ที่เหลือมีการจัดเรียงโมเลกุลแตกต่างออกไปและมีปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่ำกว่า ทั้งนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่าวิตามินอีจากแหล่งธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิตามินอีจากการสังเคราะห์ (วราวุธ, 2537)



ภาพที่ 5 โครงสร้างของโทโคฟีรอลและโทโคทริเอนอล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 จำนวนและตำแหน่งการเข้าเกาะของหมู่ methyl ในวงแหวน และปฏิกิริยาทางชีวเคมีของโทโคฟีรอลและโทโคทริเอนอล

สาร	R_1	R_2	ปฏิกิริยาทางชีวเคมีเปรียบเทียบกับ α-tocopherol (เปอร์เซ็นต์)
α-tocopherol	$-CH_3$	$-CH_3$	100
β- tocopherol	$-CH_3$	-H	50
γ- tocopherol	-H	$-CH_3$	10
δ- tocopherol	-H	-H	3
α-tocotrienol	$-CH_3$	$-CH_3$	30
β- tocotrienol	$-CH_3$	-H	5
γ- tocotrienol	-H	$-CH_3$	0
δ-tocotrienol	-H	-H	0

ประโยชน์ของวิตามินอี มีดังนี้ (ชัยยศ, 2542; วราวุธ, 2537)

8.1.6.1 **ตัวต้านออกซิเดชัน (antioxidant)** โดยวิตามินอีจะป้องกันเซลล์และส่วนประกอบอื่นๆ ของร่างกายจากอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวก่อให้เกิดการทำลายต่อเซลล์

8.1.6.2 **กระตุ้นการตอบสนองระบบภูมิคุ้มกันร่างกาย** ทำให้การติดเชื้อต่ำลง ยับยั้งการก่อตัวของโรคมะเร็งโดยการช่วยเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันโรคของร่างกาย

8.1.6.3 **ลดความรุนแรงของโรค** ที่เกิดขึ้นโดยมีสาร prostaglandin เป็นสื่อ เช่น อาการอักเสบต่างๆ กลุ่มอาการที่เกิดขึ้นในช่วงก่อนมีประจำเดือน และความไม่ปกติของระบบหมุนเวียนโลหิต

8.1.6.4 **หน้าที่ทางเคมี** ยับยั้งการเปลี่ยนสารไนไทรต์ในอาหารเป็นสารไนโตรซามีน ซึ่งเกิดขึ้นที่กระเพาะอาหาร โดยสารไนโตรซามีนนี้มีฤทธิ์ช่วยก่อให้เกิดเนื้องอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8.2 **การใช้ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้ม (Film Coating)**

ฟิล์มพลาสติกถูกนำมาใช้ในการบรรจุผักและผลไม้มาช้านานแล้ว เพื่อช่วยป้องกันการปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอก ช่วยลดอัตราการหายใจของผักและผลไม้ ลดการสูญเสียน้ำระหว่างการขนส่ง การเก็บรักษา และการวางจำหน่าย นอกจากนี้ผลไม้ที่ถูกห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกระหว่างการเก็บรักษาจะสามารถรักษาสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัสไว้ได้นานอย่างน้อย 2 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก (Barmore, 1987) การใช้ฟิล์มพลาสติกจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ จัดเป็นการเก็บรักษาผลผลิตแบบดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (modified atmosphere; MA) (Kader *et al*., 1989)

ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อผักและผลไม้สำหรับการขายปลีก มีทั้งที่ทำจาก LDPE (low-density polyethylene), HDPE (high-density polyethylene), PVC (polyvinyl chloride) และ PVDC (PVDC-coated cellophane) ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน การเลือกใช้ควรคำนึงถึงการหดตัว การยืดตัว การปิดผนึก การยอมให้อากาศและน้ำผ่าน ความใส ความเป็นเงามัน และความง่ายในการพิมพ์ข้อความ นอกจากนั้นในฟิล์มชนิดเดียวกันอาจดัดแปลงให้มีคุณสมบัติแตกต่างกันได้ตามความหนาของฟิล์ม และตามกระบวนการผลิตฟิล์มให้มีโครงสร้างเคมีต่างกัน ในปัจจุบันยังมีการผลิตฟิล์มหลายชั้น (multilayer) ทั้งที่ทำจากพลาสติกชนิดเดียวกันและต่างชนิดกันเพื่อความเหมาะสมของการใช้งาน (จริงแท้, 2540)

ฟิล์มยืดเป็นฟิล์มที่ใช้กันมากที่สุด ฟิล์มชนิดนี้ยืดหยุ่นได้และเกาะติดกันเองได้ดี จึงเรียกกันว่า cling film เป็นฟิล์มที่ทำจากพลาสติก LDPE, LLDPE, PVC และ EVA (ethylene vinylacetate) ใช้ในการบรรจุผักและผลไม้สำหรับวางขายปลีกเป็นส่วนใหญ่ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคนอกเหนือไปจากความสะดวกสบาย ดังนั้นจึงต้องเลือกฟิล์มชนิดที่ให้ความใสและความเป็นเงาสูง ยอมให้น้ำผ่านออกได้พอควร และไม่เกิดการควบแน่นของหยดน้ำภายใน สำหรับคุณสมบัติการยอมให้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเข้าออกนั้น มักเลือกชนิดที่ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเข้าออกได้ง่าย เพราะเป็นการวางขายในระยะเวลาสั้นไม่จำเป็นต้องชะลอการเปลี่ยนแปลงต่างๆ มากนัก ผู้บริโภคเองก็นิยมซื้อผลิตผลที่สามารถบริโภคได้ทันที (จริงแท้, 2540)

การใช้ฟิล์มพลาสติกเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา มาลี (2544) พบว่าเนื้อทุเรียนพร้อมบริโภคพันธุ์หมอนทอง หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC ช่วยชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ อัตราการหายใจ และมีคุณภาพยอมรับในการบริโภคสูงกว่าเนื้อทุเรียนพร้อมบริโภคที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก LLDPE และ PE เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 13 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นันท์ชนก และคณะ (2546) พบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งปอกเปลือกไม่หุ้มฟิล์มพลาสติกเก็บได้เพียง 3 สัปดาห์ ขณะที่ส้มโอปลอกเปลือกหุ้มฟิล์มพลาสติก PVC, polyolefin และ polyolefin ชนิด antifog เก็บได้นาน 6 สัปดาห์

Antonio and Adel (1992) พบว่าสับปะรดปอกเปลือกพร้อมบริโภค หุ้มด้วยพลาสติก Mylar® เก็บรักษาได้นาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาได้มากกว่า 14 วัน ที่อุณหภูมิ 2.2 และ 0 องศาเซลเซียส

8.2.1 **ฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride; PVC)**

ฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งในกลุ่มไวนิล (vinyl) ซึ่งมีการใช้กันอย่างกว้างขวาง เกิดจากกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชั่นของไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ ($CH_2 = CHCl$) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส โดยมีน้ำ โมโนเมอร์ สารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) และสารช่วยให้อิมัลชันคงตัว (emulsifier) ทำปฏิกิริยาร่วมกันได้เป็นโพลีไวนิลคลอไรด์ ซึ่งเป็นโฮโมโพลีเมอร์

ฟิล์มยืด PVC มีลักษณะเด่นคือ สามารถผสมกับสารเติมแต่งได้มากมาย จึงสามารถปรับฟิล์มให้มีคุณสมบัติตามต้องการได้ สำหรับคุณสมบัติทั่วไปของฟิล์ม PVC คือ โปร่งใส ไม่เป็นฝ้ามัวแม้ในที่อุณหภูมิต่ำ เหนียว ทนสารเคมีพวกกรดและด่าง ดูดซึมน้ำค่อนข้างสูง ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำค่อนข้างต่ำ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ปานกลางจนถึงต่ำ แต่ป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำมันได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะในการใช้งานไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำไม่แน่นอนขึ้นกับสารที่เติมลงไป ฟิล์มยืด PVC มีราคาถูกจึงได้รับความนิยมค่อนข้างมาก (มยุรีและอมรรัตน์, 2533)

การใช้ฟิล์มยืด PVC เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เพ็ชร์รัตน์ (2533) ทำการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนพร้อมบริโภคพันธุ์ชะนีที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์

สุชีรา (2537) ได้ศึกษาในทุเรียนพร้อมบริโภคพันธุ์หมอนทองที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 4 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บไว้ได้นาน 32 วัน

ศิริลักษณ์ (2538) พบว่าการหุ้มพริกยักษ์ด้วยฟิล์ม PVC มีประสิทธิภาพดีกว่าฟิล์ม LLDPE

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชรีวัฒน์ และคณะ (2549) นำผลฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่พร้อมบริโภค หุ้มฟิล์ม PVC ความหนา 13, 14 และ 15 ไมโครเมตร และไม่หุ้มฟิล์ม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าฝรั่งพร้อมบริโภคที่หุ้มฟิล์มทุกความหนาเก็บรักษาได้นาน 7 วัน ขณะที่ไม่ได้หุ้มฟิล์มเก็บรักษาได้เพียง 5 วัน

Underhill and Wong (1990) พบว่าเมื่อหุ้มผลลิ้นจี่ด้วยฟิล์ม PVC มีอัตราการสูญเสียน้ำต่ำกว่าผลที่ไม่ได้หุ้ม

Ketsa and Raksritong (1992) ได้ใช้ฟิล์มพลาสติก PVC หุ้มผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษาผลมะม่วงได้นาน 28 วัน

8.2.2 **การใช้ประโยชน์ของฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์** (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2538)

8.2.2.1 **ใช้ห่อหรือผลิตเป็นถุงบรรจุผลิตผลสด** เช่น ผักและผลไม้ เพื่อให้ไอน้ำและก๊าซผ่านเข้าออกได้ นอกจากนั้นยังใช้บรรจุเนื้อแดงเพื่อให้ก๊าซออกซิเจนผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน ช่วยรักษาสีแดงของเนื้อไว้ได้

8.2.2.2 **ผลิตเป็นฟิล์มหดสำหรับหุ้มรัดสินค้า** เพื่อรวมให้เป็นหน่วยใหญ่หรือเป็นชุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าขายปลีก

8.2.2.3 **ผลิตเป็นฟิล์มยืดชนิดที่มีสมบัติเกาะติดกัน** (cling film) สำหรับห่อรัดผักและผลไม้สด เนื้อสัตว์ เนื้อปรุงสำเร็จเพื่อขายปลีก และแซนด์วิช เป็นต้น รวมทั้งฟิล์มยืดที่ใช้หุ้มรัดสินค้าหน่วยใหญ่บนแท่นรองรับสินค้าเพื่อการขนถ่ายด้วย

8.3 **การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ (Refrigerated Storage)**

อุณหภูมิเป็นปัจจัยภายนอกอย่างหนึ่งในการเก็บรักษาผักและผลไม้ การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในผลิตผลและกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีอัตราผันแปรตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูง อัตราปฏิกิริยาหรือการเจริญเติบโตก็สูง เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้น ส่งผลให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง การเก็บผลิตผลทุกชนิดควรเก็บไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับผลไม้แต่ละชนิดแตกต่างกัน ผักและผลไม้ในเขตร้อนมักมีอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงกว่าผักและผลไม้ในเขตกึ่งร้อนและเขตหนาวตามลำดับ (จริงแท้, 2546) สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาผลไม้สดพร้อมบริโภคยังไม่แน่นอน ในประเทศฝรั่งเศสได้มีการกำหนดให้ใช้อุณหภูมิสำหรับการเก็บรักษาผลไม้สดพร้อมบริโภคระหว่าง 4-8 องศาเซลเซียส ประเทศอังกฤษกำหนดไว้ที่อุณหภูมิ 0-8 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสอาจไม่เหมาะกับผลไม้สดพร้อมบริโภคบางชนิดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Varoquaux and Wiley, 1994) แต่ตามสถานที่วางจำหน่ายมักจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่านี้ โดยอยู่ที่ช่วง 8-10 องศาเซลเซียส

ผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา จันทร์สุดา (2540) ได้เก็บรักษาผลไม้สดพร้อมบริโภค 3 ชนิด (มะละกอสุก ฝรั่ง และแคนตาลูป) ที่อุณหภูมิ 5, 10, 20 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่าเก็บได้นานที่สุดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสทั้ง 3 ชนิด ในทำนองเดียวกับสรวงสุดา (2540) ที่พบว่าสับปะรดสดพร้อมบริโภคเก็บรักษาได้นานที่สุดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

มาลี (2544) พบว่าเนื้อทุเรียนพร้อมบริโภคพันธุ์หมอนทอง หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC มีอายุการเก็บรักษา 2, 16, 20 และ 32 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28), 13, 10 และ 5 องศาเซลเซียสตามลำดับ

O'Connor-Shaw *et al*. (1994) พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้สดพร้อมบริโภค โดยเก็บรักษามะละกอสุกพร้อมบริโภคได้ 2 วัน แคนตาลูปพร้อมบริโภค 4 วัน สับปะรดพร้อมบริโภค 11 วัน และแตงฮันนี่ดิวพร้อมบริโภค 14 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved