บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ส้ม เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กในสกุล *Citrus* วงศ์ Rutaceae เจริญเติบโตและแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก โดยมากมีน้ำมันหอมระเหยในใบ ดอก และผล และมีกลิ่นของน้ำมันหอมระเหย จัดเป็นไม้ผลขนาดเล็กความสูงประมาณ 2.5-3.0 เมตร ทรงพุ่มมีลักษณะแน่นทึบ เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 3 ปี และให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 15 ปี ถ้ามีการดูแลรักษาอย่างดี ตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงดอกบานใช้เวลาประมาณ 20-25 วัน นับจากดอกบานจนถึงผลแก่ใช้เวลาประมาณ 10 เดือน ต้นที่มีอายุ 10 ปี สามารถให้ผลผลิตประมาณ 150-180 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี น้ำหนักเฉลี่ยของผลประมาณ 8 ผลต่อ 1 กิโลกรัม (พานิชย์, 2542)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผล

ผลจัดเป็นพวก hesperidium เจริญจากรังไข่โดยตรงมีประมาณ 10 พู เชื่อมต่อกันเป็นวงกลมล้อมรอบแกนที่เรียกว่า central axis ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งเป็นพวกส้มเปลือกล่อน สามารถปอกเปลือกได้ง่าย ขนาดของทรงพุ่มประมาณ 4-6 เมตร ผลมีลักษณะค่อนข้างกลม แป้นเล็กน้อย บริเวณขั้วผลราบถึงเว้าเล็กน้อย ผิวผลเมื่อสุกมีสีเขียวอมเหลืองถึงเหลืองเข้ม ถ้าปลูกในพื้นที่ที่มีอากาศเย็นผิวผลจะมีสีเหลืองเข้ม เช่น แถบจังหวัดภาคเหนือของประเทศไทย ผิวผลเรียบมีต่อมน้ำมันถี่เต็มผิวผล กลีบผลแยกออกจากกันได้ง่าย มีกลีบประมาณ 11 กลีบ มีรกน้อย ถุงน้ำหวาน (juice sac) มีขนาดสั้น ฉ่ำน้ำ เนื้อผลมีสีส้ม รสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีเมล็ดน้อย 5-12 เมล็ดต่อผล ตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บผลิตผลได้ใช้เวลา 9 เดือนและเริ่มให้ผลผลิตหลังจากปลูกประมาณปีที่ 3 ขึ้นไป (วิเชียร, 2548)

เปลือกของผล (ovary wall) ส้มแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ เปลือกผลชั้นนอก (flavedo) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของผลประกอบด้วยชั้นเอพิเดอมิสที่มีคิวติเคิลหุ้มหนามาก เซลล์ในชั้นของเอพิเดอมิสยังคงมีการแบ่งเซลล์ต่อไปจนถึงระยะผลแก่ เซลล์ที่มีการแบ่งตัวระยะหลังมีคิวติเคิลบางและมีต่อมน้ำมันซึ่งสร้างตั้งแต่ในระยะที่เป็นรังไข่ของดอก ต่อมน้ำมันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะที่ผลขยายใหญ่ขึ้น บริเวณใต้ชั้นเอพิเดอมิสมีชั้นของเซลล์พาเรนไคมาที่มีคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย จึงทำให้เปลือกผลมีสีเขียว และเมื่อผลเข้าสู่ระยะแก่ คลอโรพลาสต์เปลี่ยนเป็นโครโมพลาสต์ และมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสร้างสารสีพวกแคโรทีนอยด์ ทำให้ผลส้มมีสีสันตามลักษณะประจำพันธุ์ เช่น สีเหลืองและสีส้ม เป็นต้น

เปลือกชั้นกลาง (albedo) เป็นเซลล์ spongy parenchyma ชั้น albedo มีสีขาวอ่อนนุ่มในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผล การเพิ่มขนาดของผลในระยะแรกเกิดจากการเพิ่มความหนาของชั้น albedo ส่วนการเพิ่มขนาดของช่องผลมีน้อยเมื่อสุกเปลือกผลที่แกะออกมาจะเป็นชั้นของเปลือกผลชั้นนอกและชั้นใน ส้มเขียวหวานมีส่วนของเปลือกที่เป็นที่เป็นเปลือกชั้นนอกและชั้นกลางมีลักษณะบางมากกว่าส่วนในส้มโอและซิตรอนมีชั้นของเปลือกผลชั้นกลางหนามาก

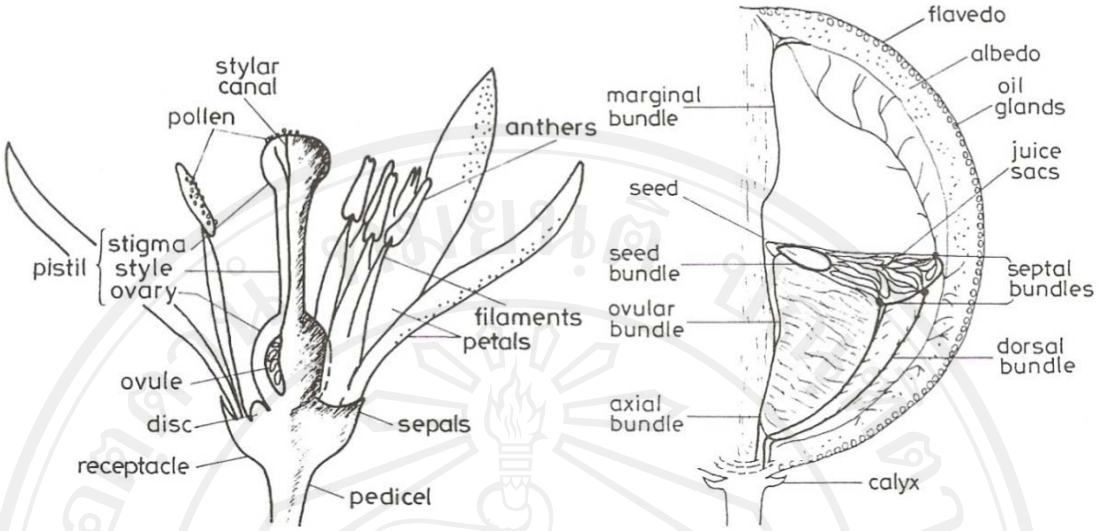
เปลือกผลชั้นใน ได้แก่ ส่วนที่เป็นช่องหรือกลีบผลและผนังของพูรังไข่ ส่วนที่เป็นจุดกำเนิดถุงน้ำหวาน (juice sac primordia) จัดเรียงกันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ ในระยะก่อนที่ช่องผลขยายขนาด เมื่อช่องผลขยายขนาดเต็มที่ถุงน้ำหวานกระจัดกระจายออกอย่างไม่เป็นระเบียบ ผนังของเปลือกชั้นในยืดตัวตึงและปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิล

ผนังกั้น (septa) เป็นผนังบางๆแบ่งกั้นระหว่างช่องผล แต่ละกลีบผลประกอบด้วยผนังสองชั้นของช่องมาประกบกัน สามารถแยกออกจากกันได้เป็นกลีบผล เรียกว่า segment และระหว่างผนังของกลีบผลมีท่อน้ำท่ออาหารซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นเล็กๆ และมีสีขาว มีลักษณะเป็นเส้นใยมาเลี้ยงผลและทุกกลีบผล ซึ่งอยู่บริเวณภายในของเปลือกชั้นใน

แกนผล (central axis) เปลี่ยนแปลงมาจากแกนของดอกแต่ละพูรังไข่ ที่แกนผลทางตอนล่างมีท่อน้ำท่ออาหารกระจายไปหล่อเลี้ยงส่วนของถุงน้ำหวานและไข่อ่อน เซลล์พวกนี้มีลักษณะเป็นพวก spongy parenchyma ในส้มบางพันธุ์อาจมีแกนกลางขนาดเล็กหรือเกือบไม่มี เช่น ส้มจุกและส้มเขียวหวาน แต่ส้มบางชนิดมีแกนกลางขนาดใหญ่มาก เช่น ส้มโอ

ถุงน้ำหวาน (juice sac) เป็นส่วนของผลที่เจริญมาจากผนังเปลือกชั้นใน ถุงน้ำหวานบางถุงมีก้านยาว บางถุงมีก้านสั้น ภายในก้านไม่มีมัดท่อน้ำท่ออาหาร ลักษณะของถุงน้ำหวานเป็นเซลล์ที่มีช่องว่างใหญ่และมีรูปร่างต่างๆกัน ภายในถุงน้ำหวานมีกรดและน้ำตาลอยู่ (Ting and Attaway, 1971) (ภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของดอกและผลของพืชตระกูลส้ม (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996)

การจำแนกพืชตระกูลส้ม

พืชตระกูลส้มมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทุกภูมิภาคของโลกซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มพืชวงศ์ส้ม ออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยอ้างตาม Hodgson System (Kimball, 1999) ได้ดังนี้

1. กลุ่มส้มเกลี้ยงและส้มตรา (Orange group)

เป็นกลุ่มใหญ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดในโลกมีถิ่นกำเนิด ในทวีปเอเชียทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดียทางแถบทิเบต ไปจนถึงจีนและพม่า แบ่งเป็น 2 พวก คือ

ส้มที่มีรสหวาน (Sweet orange; *Citrus sinensis*)

เป็นผลไม้สดในสหรัฐอเมริกานอกจากใช้รับประทานสดแล้วยังแปรรูปเป็นน้ำส้ม ซึ่งถ้านำไปแช่แข็งสามารถเก็บรักษาได้นาน ส้มที่มีรสหวานแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

ออเรนจ์ (orange) มีการปลูกกันมากในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ได้แก่ สเปน อิตาลี และฝรั่งเศส พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า เช่น Hamlin Berma, Pineapple และ Shamouti

ชนิดที่เนื้อผลมีกรดน้อย ส้มในกลุ่มนี้พบในปริมาณที่น้อยคือ ประมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ได้แก่ ส้ม Sukkari ในประเทศอียิปต์ และ de Nice ในประเทศฝรั่งเศส

ชนิดที่มีเนื้อผลสีแดงส้ม ส้มในกลุ่มนี้พบแอนโทไซยานินที่เปลือกและในน้ำคั้น มักเรียกว่า blood orange ได้แก่ ส้ม Moro, Tarocco และ Sanguinelli เป็นต้น

นาเวล (Navel) ลักษณะของส้มพวกนี้ปลายผลมีลักษณะเป็นแอ่ง คล้ายสะดือ (navel) ที่ตรงแอ่งนี้อาจมีผลเล็กๆ เกิดขึ้นซ้อนอยู่อีก และไม่มีเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส้มที่มีรสเปรี้ยวหรือรสออกขม (Sour or Bitter orange; *Citrus aurantium*)

ส้มที่มีรสเปรี้ยวและส้มที่มีรสหวานมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันมาก แตกต่างกันเล็กน้อยที่ใบของส้มที่มีรสเปรี้ยว มีใบสีเข้มกว่า มีก้านใบยาวและปีกกว้างกว่า ลักษณะผลแบน และสีเข้มกว่า มีเปลือกหนากว่าส้มที่มีรสหวาน ลักษณะต้นสูงใหญ่ มีใบหนามากและทนต่อสภาพอากาศที่เย็นจัดหรือร้อนจัดได้ดีกว่าส้มพันธุ์อื่น ๆ

2. กลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarin group; *Citrus reticulata* Blanco)

ส้มเปลือกล่อน มีชื่อสามัญว่า Mandarin อยู่ในวงศ์ Rutaceae จัดเป็นไม้ผลกึ่งร้อน มีถิ่นกำเนิดในจีนมีการปลูกมานาน ต่อมามีการนำไปปลูกในสหรัฐอเมริกาและยุโรป จนปัจจุบันเป็นไม้ผลที่ปลูกกันทั่วไปในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของประเทศแถบเอเชีย อาคเนย์ เช่น ไทย ญี่ปุ่น ไต้หวัน เป็นต้น ผลมีเปลือกอ่อน เปลือกล่อน แกะออกง่าย กลีบส้มแยกหลุดจากกันได้ง่าย มีหลายชนิดที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น ส้มจีน ส้มเขียวหวาน ส้มจุก ส้มแก้ว เป็นต้น (วัฒนา, 2528) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ดังนี้

ซัสซูมา (*Citrus unshiu* Marcovitch) มีถิ่นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่น เป็นพวกที่ทนต่อสภาพอากาศเย็นได้ดีที่สุด สามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีในเขตอากาศเย็น

คิงแมนดาริน (*Citrus nobilis* Loureiro) เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “King of Siam” มีถิ่นกำเนิดในอินโดจีน พันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์คิง

เมดิเตอเรเนียนแมนดาริน (*Citrus deliciosa* Tenore)

แมนดาริน (*Citrus reticulata* Blanco) ส้มพวกนี้มีดอกและใบขนาดเล็ก ผลขนาดกลางถึงใหญ่ เปลือกบางและล่อน ปอกออกได้ง่ายผล ได้แก่ ส้มเขียวหวานและส้มจีน สำหรับพันธุ์ในต่างประเทศที่นิยมปลูก เช่น พันธุ์คลีเมนไทน์แดนซี พองแกน เป็นต้น

3. กลุ่มส้มโอและเกรฟฟรุต (Pummelo and Grapefruit group)

ทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะลำต้นและทรงพุ่ม แตกต่างกันตรงที่ส้มโอมีลำต้นใหญ่และแข็งแรงกว่า แต่เกรฟฟรุตมีทรงพุ่มเล็กกว่า

ส้มโอ (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) จัดเป็นส้มที่ผลขนาดใหญ่ที่สุดในวงศ์ส้มทั้งหมดมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน

เกรฟฟรุต (*Citrus paradisi* Macfadyen) มีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะอินเดียตะวันตก ลักษณะผลคล้ายกับส้มโอ แต่มีขนาดเล็ก แหล่งปลูกอยู่ที่รัฐฟลอริดา อิสราเอล จาไมกา คิวบา และอาร์เจนตินา เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. กลุ่มมะนาว (Common acid member)

เลมอน หรือมะนาวฝรั่ง (*Citrus limon* (L.) Burm) มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันออกของประเทศอินเดีย ปัจจุบันเลมอนมีความสำคัญในตลาดโลกค่อนข้างมาก โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาผลิตได้ประมาณครึ่งหนึ่งของผลผลิตทั้งหมด

ไลม์ หรือมะนาวไทย (*Citrus aurantifolia* Swing) มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย พม่าและไทย ตลอดจนประเทศมาเลเซีย

ซิตรอน (*Citrus medica* L.) มีถิ่นกำเนิดทางอินเดียตะวันออกเฉียงเหนือ ผลมีเปลือกหนาถุงน้ำหวานมีจำนวนน้อย รสเปรี้ยวจัด และเมล็ดมาก นิยมนำมาแปรรูป เช่น เปลือกแช่อิ่ม ทำขนม

พันธุ์ส้มที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทย

ส้มเขียวหวานชนิดเปลือกค่อนข้างหนา หรือเรียกว่า ส้มบางมด ผลมีขนาดใหญ่ รูปร่างผลมีจุกนูนเล็กน้อย มีรสหวานปานกลาง ไม่หวานแหลมนัก เดิมปลูกกันมากบริเวณตำบลบางมด เขตบางขุนเทียน ต่อมาได้กระจายออกไป เช่น จังหวัดปทุมธานี สระบุรี และนครนายก โดยเฉพาะในจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นเขตที่มีชลประทานสมบูรณ์ที่สุด นอกจากนี้ยังกระจายไปปลูกในแหล่งอื่นๆ เช่น จังหวัดน่าน แพร่ จันทบุรี ตราด นครสวรรค์ และเชียงใหม่ เป็นต้น

ส้มเขียวหวานพันธุ์แหลมทอง เป็นกลุ่มที่มีลำต้นใหญ่ ผลผลิตปานกลาง ขนาดผลปานกลาง แต่มีรสชาติดี แม้ผลยังไม่ถึงอายุเก็บเกี่ยวผลไม่มีรสเปรี้ยวมาก ในอดีตมีการปลูกกันมากบริเวณท่าขนุน วัดเพลง จังหวัดราชบุรี แต่ปัจจุบันปลูกกันน้อยมาก

ส้มฟรีมองต์ เป็นพันธุ์ลูกผสมของส้มคลีเมนไทน์จัดอยู่ในกลุ่มส้มแมนดาริน นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยประมาณ 20 ปี มาแล้ว โดยปลูกกันมากในจังหวัดเชียงใหม่ แพร่ ตราด และน่าน

ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง หรือ ส้มโชกุน หรือ เพชรยะลา เป็นส้มที่มีแหล่งกำเนิดในจังหวัดยะลา และได้ชื่อว่า ส้มโชกุน เพราะผลมีคุณภาพและรสชาติดีกว่าส้มเขียวหวานมากในหลายๆด้าน ต่อมาได้ชื่อใหม่ว่า ส้มเพชรยะลา เพื่อเป็นเกียรติแก่จังหวัดยะลาแหล่งกำเนิดส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง มีลักษณะรูปร่างทรงต้นเหมือนส้มเขียวหวานมาก ส่วนลักษณะที่แตกต่างไปจากส้มเขียวหวานคือ มีทรงพุ่มแน่นและชะลูดกว่า ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งลักษณะของกิ่งและใบตั้งขึ้น ส่วนส้มเขียวหวานกิ่งและใบห้อยลงมา ใบของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีสีเขียวเข้มกว่าส้มเขียวหวาน แต่ขนาดใบเล็กกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้ใบยังมีกลิ่นหอม ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีขนาดปานกลาง สีของผลเหมือนกับส้มเขียวหวาน เมื่อแก่จัดผิวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม ปอกเปลือกง่ายและล่อน นอกจากนี้เปลือกยังมีกลิ่นหอม และมีน้ำหนักผลดีกว่าส้มเขียวหวานเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่มีขนาดเดียวกัน (เปรมปรี, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การห่อผล

การปลูกไม้ผลเป็นการค้า ทั้งเพื่อการส่งออกไปขายยังต่างประเทศและภายในประเทศนั้นมีการดูแลเอาใจใส่ที่แตกต่างกันมาก เนื่องจากตลาดต่างประเทศมีความพิถีพิถันในเรื่องของคุณภาพมาก เช่น มะม่วงที่ส่งไปขายที่ญี่ปุ่นต้องมีกระบวนการและขั้นตอนปฏิบัติต่างๆรวมทั้งการตรวจสอบที่เข้มงวด เพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการจึงจะมีราคาสูง การทำผลไม้ให้มีคุณภาพหลายๆด้านพร้อมกันตามที่ตลาดต้องการเป็นสิ่งที่ทำได้

การห่อผลเป็นวิธีการปฏิบัติอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นมากกับการผลิตในปัจจุบัน ที่มีการนำมาใช้ในการผลิตเพื่อการค้าโดยมีจุดประสงค์อยู่ 2 ประการ คือ เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลให้ดีขึ้น เช่น ผลที่มีผิวสวยงามสะอาดเกลี้ยงเกลา ไม่มีรอยขีดข่วนหรือตำหนิต่างๆ จำหน่ายได้ราคาดี สามารถช่วยป้องกันแมลงเข้าทำลายผล เนื่องจากผลที่ใกล้สุกผิวของผลจะอ่อนตัวลง ทำให้แมลงศัตรู เช่น แมลงวันทองเข้าลำลาย การป้องกันแมลงพวกนี้ด้วยวิธีอื่นๆ ยังไม่ค่อยมีประสิทธิภาพมากนักหรือแมลงอาจสร้างความเสียหายให้ก่อน นอกจากนี้การห่อยังช่วยเพิ่มขนาดของผลและลดการใช้ยาฆ่าแมลง ประหยัดค่าใช้จ่าย ทำให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วย (เฉลิมชัย, 2539)

การห่อผลส้มเริ่มเมื่อผลมีอายุ ประมาณ 3 เดือนหลังติดผล ในช่วงระยะเวลา 3 เดือนแรก ผลมีการร่วงและผลแตกอยู่อย่างต่อเนื่อง จึงต้องห่อผลภายหลัง 3 เดือนไปแล้ว ทำให้การห่อไม่ต้องเสียแรงงานและสิ้นเปลืองถุงมาก การห่อผลทำให้สภาพบรรยากาศรอบๆ ผลภายในถุงห่อมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น ถุงช่วยกรองแสงอุลตร้าไวโอเลท และป้องกันแสงอินฟราเรด ทำให้การแบ่งเซลล์เป็นไปด้วยดี เนื้อผลมีคุณภาพดีขึ้นและน้ำหนักผลเพิ่มประมาณ 13-15 เปอร์เซ็นต์ แต่ความหวานลดลงเล็กน้อย (วิจิตร, 2543)

ประโยชน์ที่ได้จากการห่อผลคือ ป้องกันแมลงเข้าไปทำลายผลได้เป็นอย่างดี ลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลงได้มาก และบางครั้งยังป้องกันการระบาดของโรคได้อีกด้วย นอกจากนั้นยังช่วยให้สีผิวของผลไม้เป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น คุณภาพของเนื้อและผิวผลที่ห่อจะดีกว่าผลที่ไม่ได้ห่อและทำให้ผลมีผิวสีนวลน่าซื้อมารับประทาน (ธีรพงศ์, 2535) คุณภาพภายนอกของผลเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อ เป็นมาตรฐานกำหนดเกรดและราคาทั้งการรับซื้อจากเกษตรกรรวมถึงราคาในการขายสู่ผู้บริโภค ความสำคัญของผิวผลจึงเป็นจุดแรกที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ ถึงแม้ว่าผู้บริโภคต้องการรสชาติใกล้เคียงกับความสะดุดตาจากภายนอก แต่เนื่องจากรสชาติจำเป็นต้องมีการชิม ความสวยงามของผิวผลจึงเป็นสิ่งจูงใจในการเลือกซื้อของผู้บริโภคในการตัดสินใจ ทำให้การห่อผลจึงมีความสำคัญและบทบาทในการผลิตผลไม้ในปัจจุบันนี้มากขึ้นตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในต่างประเทศมีการห่อถุงด้วยพลาสติกช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังช่วยให้คุณภาพของผลสูงขึ้น เนื่องจากผลมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ช่วยป้องกันการเสียดสีกันเองของผลหรือกับกิ่ง การห่อผลควรเริ่มตั้งแต่ผลยังมีขนาดเล็กอยู่โดยอาจทำไปพร้อมกับการปลิดผล วิธีการห่อผลที่รวดเร็วที่สุดซึ่งใช้กันในการผลิตไม้ผลหลายชนิด คือถุงพลาสติกหรือถุงกระดาษไขคลุมที่ผลแล้วใช้ลวดเย็บปากถุง ถุงที่ใช้ห่อควรมีขนาดใหญ่พอสมควร เพื่อผลที่ห่อมีการพัฒนาได้อย่างเต็มที่ (นพดล, 2537) นอกจากนั้นที่สำคัญคือ การป้องกันแมลงเข้าทำลายผลจากเพลี้ยแป้ง แมลงวันทอง มักเข้าทำลายผลในช่วงเวลาใกล้เก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นปัญหาต่อการส่งออกผลไม้ไปยังต่างประเทศที่มีความสำคัญมากในการผลิตผลไม้หลายชนิด นอกจากนี้ยังป้องกันสารเคมีตกค้างอีกด้วย (Kitagawa *et al*., 1992)

วัสดุห่อผลไม้มีหลายชนิด เช่น ถุงพลาสติกที่ใช้ห่อผลไม้ในปัจจุบันมี 2 ประเภท คือ ถุงร้อนซึ่งทำมาจากพลาสติกโพลีโพรพิลีน (polypropylene, PP) และถุงเย็นซึ่งทำมาจากพลาสติกโพลีเอทิลีน (polyethylene, PE) ข้อดีคือหาซื้อง่าย ราคาถูกสามารถมองเห็นผลผลิตที่อยู่ภายในได้ชัดเจน ข้อเสียไม่สามารถป้องกันความร้อนจากแสงแดดได้ ทำให้ผลผลิตได้รับความร้อนจากแสงแดดมาก มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของผลผลิต สำหรับวัสดุชนิดอื่นๆ ได้แก่ กระดาษหนังสือพิมพ์ ถุงสี ถุงปูน ถุงผ้า และถุงพลาสติก เป็นต้น ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีต้นทุนต่ำ และมีประสิทธิภาพสามารถป้องกันศัตรูพืช และเพิ่มลักษณะปรากฏให้ดีขึ้นได้ ใช้งานง่ายโดยสวมผลเข้าไปแล้วรัดปากถุงด้วยเชือกกับก้านช่อผลหรือขั้วให้เรียบร้อย (ทวีศักดิ์, 2531)

ในการศึกษาของ Hofman *et al*. (1997) ได้ศึกษาการห่อผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ พบว่า การห่อถุงเพิ่มเปอร์เซ็นต์สีเหลืองที่ผิว เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงขึ้นและเกิดการสุกเร็วขึ้นในผลที่ห่อ เช่นเดียวกับ เจริญ และอภิตา (2547) ได้ศึกษาการห่อผลมะม่วงด้วยถุงคาร์บอน มีผลต่อการเปลี่ยนสีเปลือกผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงที่สุด แต่มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่ห่อ เช่นเดียวกับการห่อผลพี้ชพันธุ์ Hakuho พบว่า ผลที่ไม่ได้ห่อมีการสะสมแอนโทไซยานินมากที่สุด มีคลอโรฟิลล์สูงสุด ในขณะที่ผลที่ห่อในระยะ 15 วันก่อนการเก็บเกี่ยวด้วยกระดาษสีส้มมีค่า L* สูงจึงทำให้มีลักษณะแดงสว่าง ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงทำให้คุณภาพเกี่ยวกับการมองเห็นดี จะเห็นได้ว่าการห่อผลช่วยปรับปรุงสีของเปลือก ปริมาณคลอโรฟิลล์ รสชาติและกลิ่นด้วย (Jia *et al*., 2005)

ฉลองชัย (2542) กล่าวว่าการห่อผลมะม่วงนอกจากป้องกันแมลงวันทองแล้ว ผลที่ห่อมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นด้วย ผลแก่ช้าลง ไม่ค่อยร่วงหล่นเสียหาย ปราศจากสารเคมี ขายได้ราคา และการห่อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยถุงพลาสติกหูหิ้วหรือกระดาษหนังสือพิมพ์ ทำให้ผลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการห่อผลชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์มีความกว้างผล และความยาวมากกว่าผลที่ไม่ห่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนั้นการห่อผลช่วยลดความเสียหายจากแมลง การถูกแดดเผา รอยขีดข่วนได้และทำให้รสชาติดีกว่าไม่ห่อผล (เพทาย และกวิศร์, 2549) ให้ผลทำนองเดียวกับ ปริญญา (2550) ได้ศึกษาการห่อผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยด้วยวัสดุต่างๆ ช่วยให้ผลมีขนาดผลมากกว่า 25 กรัมต่อผลในขนาดผลเพิ่มมากขึ้นกว่าการไม่ห่อผล การใช้ถุงสีขาวยังช่วยเพิ่มน้ำหนักเนื้อ ความหนาเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่อย่างชัดเจน

ส่วนการศึกษาเวลาการห่อผลทุเรียนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนโดยใช้ถุงพลาสติกขาวขุ่นเจาะรูที่มุมก้นถุง พบว่า การห่อผลทุเรียนในระยะ 6 สัปดาห์หลังติดผล ช่วยควบคุมการทำลายของหนอนเจาะเมล็ดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และการห่อผลในระยะช้าหรือเร็วได้สีผิวของทุเรียนไม่แตกต่างกับผลไม่ห่อ (เกรียงไกร และศรุต, 2550)

การเก็บเกี่ยวผล

ผลผลิตทางการเกษตรจะมีคุณภาพดีและเก็บรักษาได้นาน ถ้าเก็บเกี่ยวในระยะความแก่ที่เหมาะสม (ดนัย และนิธิยา, 2548) ผลส้มจัดเป็นประเภท non-climacteric กล่าวคือภายหลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราการหายใจต่ำ และมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยมาก ดังนั้นจึงควรให้ผลส้มอยู่บนต้นจนกระทั่งถึงระยะเวลาที่มีส่วนประกอบ หรือคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับบริโภค และส้มไม่มีการเพิ่มคุณภาพโดยเฉพาะความหวานหลังจากการเก็บเกี่ยว (สายชล, 2528) ดังนั้นควรให้ผลสุกก่อนที่จะเก็บเกี่ยว โดยอายุเก็บเกี่ยวของส้มเขียวหวานได้เมื่ออายุประมาณ 9.5–10.5 เดือนหลังจากดอกบาน สีผิวเริ่มมีสีเหลือง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ขั้นต่ำ 8.0-8.8 เปอร์เซ็นต์ (จริงแท้, 2541) ส้มบางพันธุ์สามารถใช้สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996)

เอทิฟอน

การใช้เอทิฟอน (ethephon; 2-chloromethyl phosphonic acid) มีการผลิตเป็นการค้าโดยใช้ชื่อต่างๆกัน เช่น Ethrel, Protrel, Cerone, Prop และ Florel สารนี้มีระดับความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4 และคงตัวอยู่ในสภาพที่เป็นกรด แต่ในสภาพที่กรดน้อยลง เช่น ละลายในน้ำ หรือซึมเข้าไปในไซโทพลาซึมของเซลล์พืชจะสลายตัวปลดปล่อยเอทิลีนออกมาและในสภาพที่มีความชื้นสูงเกิดการสลายตัวได้มากขึ้น ส่วนการใช้สารจับใบนั้นชะลอการสลายตัวลง

เอทิฟอน เป็นสารที่มีพิษค่อนข้างต่ำและสลายตัวได้ง่าย อัตราที่ยอมให้เข้าสู่ร่างกายโดยไม่เป็นอันตราย คือ 7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน หรือถ้าเทียบกับน้ำหนักคน 60 กิโลกรัมและใช้สัดส่วนความปลอดภัย 100 เท่า ปริมาณสูงสุดที่คนธรรมดาจะรับเข้าสู่ร่างกายได้คือ ไม่เกิน 4.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มิลลิกรัมต่อวัน ดังนั้นการใช้เอทิฟอนกับพืชต้องไม่ให้มีสารตกค้างเกินกว่าปริมาณที่ทำให้ผู้บริโภครับสารเข้าไปในร่างกายมากกว่าวันละ 4.5 มิลลิกรัมต่อวัน การใช้เอทิฟอนในทางเกษตรส่วนใหญ่ได้รับอนุญาตให้ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยวสำหรับการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและช่วยในการเก็บเกี่ยวนั้น ในสหรัฐอเมริกายอมให้ใช้สำหรับการบ่มมะนาวฝรั่ง และสำหรับการบ่มกล้วยในเฉพาะรัฐฟลอริดา นอกจากนี้ยังอนุญาตให้ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเร่งการสุก หรือการเปลี่ยนแปลงสีของผล เชอร์รี่ องุ่นรับประทานสด พริกหวาน ผักชีฝรั่ง แบลคเบอร์รี่ มะเขือเทศ แอปเปิล และสับปะรด และใช้เร่งการหลุดร่วงของผลฝ้าย เชอร์รี่ แอปเปิล แบลคเบอร์รี่ แคนตาลูป และวอลนัท สำหรับในประเทศไทยไม่มีกฎระเบียบแน่ชัดในการควบคุมการใช้เอทิฟอน อาจกล่าวได้ว่า สำหรับผลที่ผู้บริโภคไม่รับประทานเปลือกน่าจะใช้เอทิฟอนได้อย่างปลอดภัย (จริงแท้, 2537)

ในการใช้เอทิฟอนเพื่อบ่มผลไม้ทำได้โดยการจุ่มผลไม้ที่ต้องการบ่มลงในสารละลายที่มีเอทิฟอน 0.2% w/v ของปริมาณสารที่แท้จริง เช่น อีเทรล ซึ่งมีเอทิฟอน 39.5 เปอร์เซ็นต์ เนื้อเยื่อผลจะดูดเอทิฟอนเข้าไปและแตกตัว เมื่อความเป็นกรดด่างเกิน 4.6 แล้วปล่อย เอทิลีนออกมา (วิจิตร, 2529) สำหรับความเข้มข้นที่เหมาะสมทางผู้ผลิตแนะนำความเข้มข้นสำหรับผลไม้ทั่วไปประมาณ 600 ส่วนต่อล้านส่วน ด้วยการแช่นาน 2-3 นาที ผลจะสุกใน 3-4 วัน ส่วนทุเรียนต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นถึง 2,400 ส่วนต่อล้านส่วน หรืออาจใช้วิธีจุ่มเฉพาะปลายด้วยสารละลาย 1 เปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์ ทำให้ทุเรียนสุกได้ และมีคุณภาพดีกว่าจุ่มทั้งผล (จริงแท้, 2537) สำหรับมะม่วงชาวสวนมักทำการจุ่มผลลงในสารละลายเอทิฟอน (39.5 เปอร์เซ็นต์) เข้มข้น 1,000 ส่วนต่อล้านส่วน เป็นเวลานาน 1 นาที ช่วยให้ผลมะม่วงสุกได้ดี (เปรมปรี, 2543) โดยมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ได้รับเอทิฟอนความเข้มข้น 250 และ 500 ส่วนต่อล้านส่วน และมะม่วงพันธุ์ทองดำที่ได้รับเอทิฟอนความเข้มข้น 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน มีคุณภาพเนื้อผลสุกดีที่สุด (วันดี, 2539)

ข้อดีของการใช้เอทิฟอน คือ ทำได้ง่าย ไม่ต้องสร้างห้องหรือใช้อุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติมขึ้นมาก แม้จะเพิ่มขั้นตอนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ข้อเสียที่พบได้ คือ ปัญหาเรื่องโรค เนื่องจากการใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ทำให้ผลิตผลมีความชื้นสูง (จริงแท้, 2537)

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนสีของเปลือกภายหลังการเก็บเกี่ยวผลส้มยังมีการเปลี่ยนสีของเปลือกเกิดขึ้นได้ โดยสีเขียวจะค่อยๆหายไป แล้วปรากฏสีเหลืองหรือสีส้มขึ้นมาแทน ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เป็นคลอโรรินหรือเพอพูริน (chlororin or purpurin) ซึ่งเป็นสารไม่มีสี ทำให้สีเหลืองของแคโรทีนอยด์ ซึ่งมีอยู่แล้วแต่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ปรากฏชัดขึ้น พร้อมกับมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ใหม่ขึ้นมา ประกอบด้วยแคโรทีนและแซนโทฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีที่อยู่ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โครโมพลาสต์ (ดนัย, 2540; Gross, 1987) การสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกิดจากการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการสลายคลอโรฟิลล์โดยการแยกเอาส่วนที่เป็นหมู่ไฟทอล (phytol) ออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์และในการสลายตัวของคลอโรฟิลล์พบว่ามีการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ออกซิเดส (oxidase) มากขึ้น แต่การที่เอทิลีนกระตุ้นให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผลส้มนั้น เอนไซม์ออกซิเดสนี้อาจมีความสำคัญต่อการทำลายคลอโรฟิลล์ในเนื้อเยื่อของผลที่กำลังสุกได้ (ดนัย, 2540) ดังนั้นเมื่อใช้เอทิลีนเร่งการสลายสีเขียวของเปลือกจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ออกซิเดสเพิ่มขึ้นควบคู่กัน (Gross, 1987) ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกผลเพิ่มขึ้นเมื่อผลสุก ผลซึ่งเก็บเกี่ยวในขณะที่เปลือกมีสีเขียวและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ต่ำกว่าผลที่ปล่อยให้สุกบนต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ระหว่างการสุกสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งผลที่ติดอยู่บนต้นและผลที่เก็บเกี่ยวแล้ว (Gross, 1981)

อุณหภูมิมีผลต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในเปลือกของผล โดยผลส้มพันธุ์ Shamouti เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (Cohen, 1978a) นอกจากนี้ความมืดสามารถชะลอการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ของผลได้เช่นกัน (ดนัย, 2540) สารเคลือบผิวมีผลต่อการเปลี่ยนสีของเปลือกผล ตัวอย่างเช่น ผลส้มพันธุ์ Hamlin และ Dancy ที่เคลือบผิว มีการพัฒนาแคโรทีนอยด์เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย (Jahn, 1976) สอดคล้องกับการเคลือบผิวผลเกรฟฟรุตพันธุ์ Marsh ที่ชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกได้ (Vakis, 1975) จึงเป็นข้อยืนยันได้ว่าผลส้มที่เคลือบผิวมีการสลายสีเขียวช้าลง (Fuchs and Cohen, 1969; Jahn, 1976) การที่สารเคลือบผิวจำกัดการผ่านเข้า-ออกของแก๊สได้ ทำให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในผลลดลงและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนั้นจะชะลอกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้ (Subramanyam *et al.,* 1975)

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่ช่วยเร่งการสลายคลอโรฟิลล์และสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ การใช้เอทิลีนช่วยเร่งการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้เร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ และทำให้สีเปลือกของผลไม้สม่ำเสมอขึ้น (Gross, 1987) การขจัดสีเขียวจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้มากกับผลส้มที่เก็บเกี่ยวเมื่อเปลือกยังมีสีเขียวอยู่มาก ถึงแม้ผลจะมีรสชาติและส่วนประกอบทางเคมีที่เหมาะสม แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพราะผู้บริโภคคิดว่าผลยังไม่สุก (Cohen, 1978b) ทำให้จำเป็นต้องขจัดสีเขียวออกเพื่อให้เปลือกมีสีเหลืองสวยงาม การขจัดสีเขียวที่เปลือกผลส้มเป็นการขจัดคลอโรฟิลล์ออกจากเปลือก ซึ่งการขจัดสีเขียวนั้นไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายในของผล (Kader, 1985) การขจัดสีเขียวโดยใช้แก๊สเอทิลีนขึ้นอยู่กับสภาวะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มข้นของแก๊สเอทิลีนที่ใช้ผันแปรตามพันธุ์และสภาพของผลส้มขณะเก็บเกี่ยว (ดนัย และนิธิยา, 2548) นอกจากนี้ระยะความแก่ของผลส้มมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการขจัดสีเขียวเช่นกัน (Vakis, 1975)

การสูญเสียน้ำของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของความเสียหายที่เกิดขึ้นขณะที่เก็บรักษา ซึ่งนอกจากทำให้น้ำหนักหายไปแล้ว ยังทำให้ผลส้มเหี่ยวหรือหดตัวจนอาจขายไม่ได้ราคา และอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ได้ (จริงแท้, 2541) สารประเภทไขที่เคลือบอยู่ตามผิวของผลไม้หรือคิวติเคิล (cuticle) มีบทบาทตามธรรมชาติที่สำคัญในการควบคุมการสูญเสียน้ำของพืช โดยผิวของผลไม้มีบางส่วนเปิดให้น้ำและอากาศผ่านเข้าออกได้ คือ ปากใบ และเลนติเซล อย่างไรก็ตามน้ำยังสามารถผ่านเข้าออกจากผลไม้ได้ทางคิวติเคิลเช่นกัน ภายหลังการเก็บเกี่ยวปากใบของผลไม้จะปิด การสูญเสียน้ำส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นทางคิวติเคิล (สายชล, 2528; จริงแท้, 2541)

ผลไม้ที่มีขนาดใหญ่มีพื้นที่ผิวที่น้ำระเหยออกไปได้มากกว่าผลไม้ที่มีขนาดเล็ก แต่เมื่อเปรียบเทียบต่อน้ำหนักผลที่เท่ากันแล้ว ผลไม้ขนาดเล็กสูญเสียน้ำได้มากกว่าและเหี่ยวได้เร็วกว่าผลไม้ขนาดใหญ่ (จริงแท้, 2541) เช่นเดียวกับการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเกิดขึ้นกับผลที่มีขนาดเล็กมากกว่าผลที่มีขนาดใหญ่ (Ketsa, 1990) ผลที่มีเปลือกหนาสูญเสียน้ำมากกว่าผลที่มีเปลือกบาง เนื่องจากผลที่มีเปลือกหนามีจำนวนปากใบมากกว่า ในขณะเดียวกันผลที่มีเปลือกบางมีชั้นของ flavedo ที่หนากว่าทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดีกว่า ผลมีการสูญเสียน้ำตลอดเวลาขึ้นอยู่กับบรรยากาศภายนอกมีความชื้นสัมพัทธ์มากน้อยเพียงใด ในกรณีที่บรรยากาศรอบๆมีความชื้นสัมพัทธ์สูงทำให้ผลมีการสูญเสียน้ำน้อยลง (จริงแท้, 2541) การสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิภายนอกเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากในที่อุณหภูมิสูงมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลน้ำมากขึ้น โอกาสที่โมเลกุลของน้ำหลุดออกจากสถานะของเหลวไปอยู่ในสถานะแก๊สจึงมีมากขึ้น ความดันไอน้ำภายในผลสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น แต่ความดันไอน้ำอากาศรอบๆไม่ได้เพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างผลกับภายนอกจึงเพิ่มสูงขึ้น โอกาสที่ไอน้ำออกจากผลสู่ภายนอกจึงมีมากขึ้น การเก็บรักษาผลควรควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำและสม่ำเสมอเพราะหากอุณหภูมิไม่คงที่ผลจะสูญเสียน้ำมาก และทำให้สภาพในที่เก็บรักษาชื้นแฉะซึ่งมีผลต่อการเน่าเสียของผล (สายชล, 2528; จริงแท้, 2541) การเกิดบาดแผล สามารถกระตุ้นการสูญเสียน้ำของผลให้มากขึ้นได้ ถ้ารอยบาดแผลลึกมากจนทำลายชั้นของผิวที่ทำหน้าที่ป้องกัน ทำให้เนื้อเยื่อสัมผัสกับอากาศโดยตรงผลมีการสูญเสียน้ำมากขึ้นด้วย (จริงแท้, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นการเก็บรักษาผลส้มให้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด ทำได้โดยการควบคุมให้มีความแตกต่างของความดันไอระหว่างผลกับบรรยากาศภายนอกให้น้อยที่สุด โดยเริ่มตั้งแต่การเก็บเกี่ยวต้องระวังไม่ให้เกิดบาดแผล แล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้การเคลือบผิวผลส้มภายหลังการเก็บเกี่ยวช่วยลดการสูญเสียน้ำได้มาก และผลมีผิวสวยงาม โดยความมันวาวภายหลังการเคลือบผิวสามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้ (จริงแท้, 2541)

การสูญเสียน้ำหนักมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผล ทำให้รูปร่างเปลี่ยนไป โดยทั่วไปหากผลส้มสูญเสียน้ำหนักประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลเหี่ยว ความแน่นเนื้อลดลง และรสชาติไม่ดี (Peleg, 1985) ผลส้มพันธุ์ Valencia ที่สูญเสียน้ำหนักมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลเหี่ยวและเสียรูปทรง เปลือกบาง แข็ง ปอกยาก และวางจำหน่ายไม่ได้ทั้งๆที่คุณภาพภายในยังเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (Grierson and Wardowski, 1978; Wardowski *et al.,*1986) ผลส้มเขียวหวานที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) สูญเสียน้ำหนัก 8-10 เปอร์เซ็นต์ภายใน 1 สัปดาห์ และปรากฏอาการเหี่ยวให้เห็นชัดเจน (Sonsrivichai *et al.,* 1992)

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของส้มหลังเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเป็นผลของกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ขณะที่มีการเจริญเติบโต ซึ่งผลไม้จะต้องใช้พลังงานสูง เมื่ออัตราการเจริญเติบโตลดลง อัตราการหายใจจะค่อยๆลดลง ผลไม้ประเภท non-climacteric มีอัตราการหายใจค่อยๆลดลงเมื่อผลไม้มีอายุมากขึ้น และไม่มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นขณะที่ผลเริ่มสุกภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ซึ่งแตกต่างจากผลไม้ประเภท climacteric ที่มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นพร้อมๆ กับการสุกและลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงเสื่อมสลาย (สายชล, 2528)

การหายใจของสิ่งมีชีวิตเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่อาศัยเอนไซม์เป็นตัวเร่ง และใช้แก๊สออกซิเจนในการออกซิไดซ์น้ำตาลให้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และมีพลังงานจำนวนหนึ่งเกิดขึ้น (ดนัย, 2540; จริงแท้, 2541) พลังงานที่เกิดขึ้นจากการหายใจอยู่ในรูป adenosine triphosphate (ATP) พืชที่อยู่บนต้นสามารถสร้างอาหารขึ้นมาทดแทนส่วนที่ถูกใช้ไปในการหายใจซึ่งได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง แต่ผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงเป็นสิ่งที่มีชีวิตเช่นกัน ซึ่งอาหารสะสมมีอยู่จำกัดไม่สามารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้อีก ถ้าอาหารถูกใช้หมดไปความมีชีวิตจะจบสิ้นลง อัตราการหายใจจึงเป็นสิ่งที่แสดงถึงอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ ผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงจะมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้น และผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำจะมีอายุหลังการเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นาน ดังนั้นอายุการเก็บรักษาของผลไม้ รวมทั้งคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวจึงขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจเป็นสำคัญ (จริงแท้, 2541)

นอกจากนี้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีความเข้มข้นสูงมากขึ้นยังไปยับยั้งการหายใจของผลไม้ได้เช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ยับยั้งปฏิกิริยา decarboxylation ในกระบวนการเมแทบอลิซึม แต่ได้มีการศึกษา พบว่า แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ succinic dehydrogenase ทำให้กระบวนการหายใจปกติดำเนินต่อไปไม่ได้ (จริงแท้, 2541) อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมมีผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการหายใจของผลไม้ เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจมีกิจกรรมมากขึ้น (สายชล, 2528) โดยไปเร่งปฏิกิริยาทางเคมีให้เกิดเร็วขึ้น ทำให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ ภายในผลไม้จึงเกิดเร็วขึ้นด้วย ทำให้ผลไม้เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิต่ำทำให้อัตราการหายใจลดลง และชะลอการเสื่อมสลายของผลไม้ได้อีกด้วย (ดนัย, 2540; จริงแท้, 2541)

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีหลังการเก็บเกี่ยว

กรดอินทรีย์ในผลไม้สะสมไว้ที่พบมาก คือ กรดซิตริก และกรดมาลิก และมีบทบาทต่อการเกิดกลิ่นและรสชาติของผลไม้ ในขณะที่ผลไม้ยังอ่อนมีปริมาณกรดสูง จึงมีรสเปรี้ยว และภายหลังการเก็บเกี่ยวจะลดลง ถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ หรือเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลเพื่อเป็นอาหารสะสม หรือใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาต่างๆ ดังนั้นการเกิดรสชาติที่ดีของผลไม้ส่วนหนึ่งมาจากการลดลงของปริมาณกรด (สายชล, 2528; ดนัย, 2540; จริงแท้, 2541; Ulrich, 1970) สำหรับกรดซิตริกในผลมีปริมาณลดลงเมื่อผลสุกประมาณ 2 ใน 3 ของผลอ่อน (ศรายุทธ์ และพิชญา, 2545) แต่สำหรับมะนาว และเลมอน ปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในผลอ่อนที่กำลังเจริญเติบโตและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อผลสุก จึงอาจมีกรดซิตริกสูงถึง 5-6 เปอร์เซ็นต์เมื่อผลแก่ (Ketsa, 1988) น้ำคั้นของผลมะนาวความเป็นกรดด่างประมาณ 2.0 น้ำคั้นของผลส้มพันธุ์ Valencia และ Washington Navel มีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 2.9-3.9 ในขณะที่น้ำคั้นของผลไม้อื่นๆมีความเป็นกรดด่างประมาณ 5 (Ulrich, 1970)

การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลเกิดขึ้นน้อย อาจเปลี่ยนไปเป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ แต่ไม่กระทบต่อคุณภาพของผลอย่างเด่นชัด ในทางตรงข้ามปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อาจเพิ่มขึ้นเมื่อการเก็บรักษาไว้นานขึ้น อาจมีสาเหตุจากการสูญเสียน้ำทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น (จริงแท้, 2541) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้นของผลส้มมีอยู่ประมาณ 8.5-10.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะแก่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (Ketsa, 1988)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รสชาติของผลส้มพันธุ์ Valencia ที่มีรสชาติดี ปริมาณน้ำตาลและกรดต้องอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 10-12 จึงจะมีรสชาติเป็นที่ยอมรับ (Baldwin, 1993) เมื่อผลส้มเริ่มแก่มีการสร้างน้ำตาลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในขณะที่ปริมาณกรดลดลง ผลส้มเขียวหวานอายุ 39 สัปดาห์ มีอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรดเท่ากับ 8.0 มีรสเปรี้ยวอมหวานเล็กน้อยผู้ชิมไม่ชอบ แต่เมื่ออายุมากขึ้นอัตราส่วนจะเพิ่มขึ้นทำให้มีรสหวานขึ้น เปรี้ยวน้อยลง ผู้ชิมชอบมากขึ้น (มนตรี, 2527) เมื่อผลมีขนาดเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลง โดยปริมาณกรดลดลงเร็วกว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นผลส้มขนาดเล็กจึงมีรสหวานกว่าผลส้มขนาดใหญ่ การที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลงตามขนาดที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเจือจางของปริมาณน้ำมีมากขึ้น (Ting and Attaway, 1971)

วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) เป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลเฮกโซสมีสมบัติในการละลายน้ำได้จึงดูดซึมและกระจายเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกายได้ง่าย (จริงแท้, 2541) ปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นของผลส้มกลุ่มออเรนจ์มีอยู่ประมาณ 40-70 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของน้ำคั้น และในผลส้มแมนดาริน มีอยู่ประมาณ 20-50 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของน้ำคั้น (Sinclair, 1984) วิตามินซีพบมากในผลส้ม มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยสภาพแวดล้อมระหว่างการเก็บรักษามีผลต่อการสลายตัวของวิตามินซี (ศรายุทธ์ และพิชญา, 2545) อุณหภูมิสูงมีผลในการเร่งกระบวนการออกซิไดซ์วิตามินซีให้กลายเป็นสารอื่น และเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงอย่างรวดเร็ว (สายชล, 2528) การสูญเสียวิตามินซีอาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดที่มีอยู่ในผลไม้ และอาจเกิดจากการออกซิเดชันซึ่งไม่ใช้เอนไซม์ แต่มีโลหะหนัก เช่น ทองแดง เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อย่างไรก็ตามกรดซิตริกและกรดมาลิกยับยั้งการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกได้ นอกจากนี้การสูญเสียน้ำออกจากผลทำให้มีการสูญเสียวิตามินซีมากขึ้น ดังนั้นควรเก็บรักษาผลไว้ในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม นอกจากจะช่วยรักษาความสดไว้แล้ว ยังช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการไว้ด้วย (สายชล, 2528; จริงแท้, 2541; Sinclair, 1984)

กรดอะมิโนอิสระเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดอะมิโนในน้ำคั้นเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านปริมาณและชนิดตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของผลในส้มพันธุ์ Unshiu และผลส้มสวีทออเรนจ์ แมนดาริน และเลมอน มีปริมาณของกรดอะมิโนโพรลีน อยู่ในระดับสูงเมื่อผลเข้าสู่ระยะแก่ (Ketsa, 1988) สำหรับโปรตีนไม่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดคุณภาพหรือรสชาติของผลไม้ แต่การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเป็นตัวชี้ถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเจริญเติบโตและการพัฒนาในระยะต่างๆ (สายชล, 2528)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้สารเคลือบผิวผลไม้หลังหลังการเก็บเกี่ยว

ในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้ เช่น การล้างทำความสะอาดและการขนส่ง ทำให้สารเคลือบผลที่มีอยู่ตามธรรมชาติหลุดออกไป ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลไม้ทั้งในด้านความทนทานและความสวยงามของผิวผลไม้ นอกจากนี้ยังทำให้ผลไม้เสื่อมคุณภาพเร็วกว่าปกติ (สุรพงษ์, 2530) โดยส่งผลให้สูญเสียน้ำได้ง่าย รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนแก๊สมากขึ้นด้วย ดังนั้นในกระบวนการจัดการภายหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้บางชนิด จึงมีการเคลือบผิวผลไม้ด้วยสารเคลือบผิวที่ได้มาจากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์ เพื่อทดแทนสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ ช่วยลดการสูญเสียน้ำของผลไม้ โดยสามารถลดลงได้ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตมีลักษณะผิวสดใสไม่เหี่ยว และลดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งช่วยชะลออัตราการหายใจให้ช้าลง แต่ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผลไม้ นอกจากนี้การเคลือบผิวยังมีประโยชน์ทางอ้อม โดยทำให้เปลือกของผลไม้มีความมันวาวสวยงามดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค ในกรณีที่ต้องใช้สารเคมีชนิดอื่นเพิ่มเติม สารเคลือบผิวเหล่านี้จะช่วยเป็นตัวพาสารเคมีให้ติดอยู่กับผิวของผลไม้ด้วย เช่น การผสมสารเคมีฆ่าเชื้อรากับสีย้อมผิวของผลไม้ หรือการผสมสารควบคุมการเจริญเติบโตต่างๆร่วมกับสารเคลือบผิว (ดนัย และนิธิยา, 2548)

แวกซ์เป็นลิพิดชนิดหนึ่งที่เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง แวกซ์ที่พบในธรรมชาติเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันและแอลกอฮอล์หลายๆชนิดผสมกัน นอกจากนี้ ยังมีพวกสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คีโตน แอลดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ (Kolattukudy, 1976) สารเคลือบผิวที่มีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียน้ำของผลไม้ได้ดี (Gassner *et al.,* 1969)

แวกซ์ที่ใช้เป็นเป็นส่วนผสมของสารเคลือบผิว นอกจากต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี และมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่เหมาะสมกับผลส้มหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว ยังต้องมีความปลอดภัยต่อการบริโภคสูงด้วย คาร์นูบาแวกซ์และเชลแล็กเป็นแวกซ์ที่สกัดได้จากผิวพืชและมูลครั่ง จึงมีความปลอดภัยสูงและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมทั้งสองชนิดนี้ อาจเตรียมได้โดยใช้แวกซ์ชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นส่วนผสมหลักเพียงชนิดเดียว หรืออาจผสมเข้าด้วยกัน หรืออาจผสมกับแวกซ์ชนิดอื่น เช่น ผสมแวกซ์กับเรซิน (Hagenmaier and Shaw, 1992) แคนเดลิลดา และพาราฟฟิน เป็นต้น (Bennett, 1975)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของการใช้สารเคลือบผิวต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลหลังการเก็บเกี่ยว

ผลส้มเขียวหวานที่เก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) สูญเสียน้ำหนัก 8-10 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 1 สัปดาห์ และปรากฏการเหี่ยวให้เห็นชัดเจน (Sonsrivichai *et al.,* 1992) ดังนั้นจึงมีการใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์เคลือบผิวผลส้มทดแทน เพื่อปิดรอยเปิดตามธรรมชาติรวมทั้งรอยแผลที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว และลดการสูญเสียน้ำของผล แต่จะลดได้มากหรือน้อยนั้นยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเคลือบผิวชนิดนั้นๆด้วย (ดนัย และนิธิยา, 2548; Kolattukudy, 2003) ผลส้มพันธุ์ Valencia ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันของแคนเดลิลลาแวกซ์หรือพอลิเอทิลีนแวกซ์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่า สารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันของแคนเดลิลลาแวกซ์สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มได้ดีกว่าพอลิเอทิลีนแวกซ์ โดยผลสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 25 และ 47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อกำหนดให้ผลที่ไม่ได้เคลือบผิวสูญเสียน้ำหนัก 100 เปอร์เซ็นต์ (Hagenmaier and Baker, 1994) และผลส้มพันธุ์ Valencia ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันของพอลิเอทิลีนผสมกับแคนเดลิลลาแวกซ์ และสารเคลือบผิวทางการค้า Higloss ที่มีเชลแล็กเป็นส่วนผสมหลัก เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.25 และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (Hagenmaier, 2000)

ผลของสารเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแก๊สภายในผล

ผลส้มภายหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีชีวิตอยู่ มีการหายใจใช้แก๊สออกซิเจนและคายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ตลอดเวลา (นิธิยา และไพโรจน์, 2547) การใช้สารเคลือบผิวกับผลส้มทดแทนคิวติเคิลที่เคยมีอยู่ ช่วยปิดช่องเปิดต่างๆ ตามธรรมชาติ และรอยแผลจากการเก็บเกี่ยว ทำให้ผลมีการสูญเสียน้ำ อัตราการหายใจ และการแลกเปลี่ยนแก๊สลดน้อยลง (จริงแท้, 2541) การเคลือบผิวมีผลโดยตรงต่อการลดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างภายในผลกับสิ่งแวดล้อม ทำให้แก๊สออกซิเจนลดลงเนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจและมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สะสมมากขึ้น ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือการหมัก ซึ่งมีการสังเคราะห์อะซีทัลดีไฮด์และเอทานอลขึ้นภายในผล ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติจากการหมักเกิดขึ้น ยังสังเกตได้จากอัตราการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนภายในผลลดต่ำลงมาก (จริงแท้, 2541; Cohen *et al.,* 1990; Hagenmaier, 2000)

ในผลส้มที่มีปริมาณออกซิเจนภายในผลต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงยับยั้งการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีนได้ (ดนัย, 2540; จริงแท้, 2541) การเคลือบผิวส้มพันธุ์ Valencia สารเคลือบผิวจะไปปกคลุมเลนติเซลและรอยแตกตามธรรมชาติที่ผิว โดยสารเคลือบผิว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 140 เปอร์เซ็นต์ และแก๊สออกซิเจนได้ 250 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และลดการสูญเสียน้ำลง 25 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับผลที่ไม่ได้เคลือบผิว (Ben-Yehoshua *et al.,* 1985) การที่สารเคลือบผิวทำให้ภายในผลมีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง จึงยับยั้งการสังเคราะห์และทำงานของ เอทิลีนได้นั้น เนื่องจากออกซิเจนจำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีน ปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อาจเพิ่มหรือลดการสังเคราะห์เอทิลีนขึ้นอยู่กับ ชนิดพืช อุณหภูมิ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และระยะเวลาที่ผลไม้อยู่ในสภาพที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง (ดนัย, 2540; จริงแท้, 2541)

ผลของสารเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านรสชาติ

ปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยบอกถึงคุณภาพด้านรสชาติและมีความสัมพันธ์กับปริมาณแก๊สภายในผล (Hagenmaier, 2000) ที่เพิ่มขึ้นในน้ำคั้นทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติของผลส้มแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ตามที่ Cohen *et al*. (1990) ได้รายงานในผลส้มพันธุ์ Murcott เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติเมื่อมีปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นมากกว่า 1,900 ส่วนต่อล้านส่วน ในส้มพันธุ์ Valencia มากกว่า 1,500-2,000 ส่วนต่อล้านส่วน (Admad and Khan, 1987; Kader, 1985) ในผลส้มแมนดาริน ผลส้มพันธุ์ Valencia และเกรฟฟรุตพันธุ์ Marsh เท่ากับ 1,500 ส่วนต่อล้านส่วน (Hagenmaier, 2002)

ในผลส้มแมนดารินที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันของพอลิเอทิลีนแวกซ์หรือพอลิเอทิลีนผสมกับแคนเดลิลลาแวกซ์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลใกล้เคียงกัน จึงมีผลต่อการสังเคราะห์เอทานอลในน้ำคั้นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นเท่ากับ 434 และ 769 ส่วนต่อล้านส่วน และได้คะแนนผลการประเมินด้านกลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างกัน จึงช่วยรักษาคุณภาพของผลส้มได้ดีใกล้เคียงกัน (Hagenmaier, 2002) การเคลือบผิวผลส้มด้วยเชลแล็กหรือเรซิน และสารเคลือบผิวที่มีเชลแล็กหรือเรซินเป็นส่วนผสม ทำให้เกิดภาวะขาดแก๊สออกซิเจนภายในผล ส่งผลให้ผลเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ (Hagenmaier and Baker, 1995) ตามในรายงานของ Hagenmaier (2002) ในผลส้มแมนดารินที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวเชลแล็กและเรซิน มีปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นสูงมากและคะแนนด้านรสชาติต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันของพอลิเอทิลีนแวกซ์ หรือพอลิเอทิลีนผสมกับแคนเดลิลลาแวกซ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของสารเคลือบผิวต่อความมันวาวเปลือกของผลส้ม

การใช้สารเคลือบผิวมีประโยชน์ต่อผล ทำให้เปลือกมีความมันวาวมีความสวยงามช่วยดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค (ดนัย และนิธิยา, 2548; Kolattukudy, 1976) ความมันวาวเป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยบ่งบอกคุณภาพของสารเคลือบผิวและลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งเกิดขึ้นในสารเคลือบผิวทุกชนิดและทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษา แต่มีระยะเวลาที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของสารเคลือบผิว การเหี่ยวของผลทำให้ความมันวาวของสารเคลือบผิวบนเปลือกลดลง ดังนั้นสารเคลือบผิวที่สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลได้ดี จึงช่วยรักษาความมันวาวบนเปลือกของผลไว้ได้นานเช่นกัน (Hagenmaier, 2000) เปลือกของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่มีเชลแล็กหรือเรซินเป็นส่วนผสมมีความมันวาวมากในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่ความมันวาวนั้นลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น (Hagenmaier and Baker, 1994)

สารสีในผักและผลไม้

ปัจจุบันผลิตผลทางด้านพืชสวน ทั้งผัก ผลไม้ หรือดอกไม้ มีการแข่งขันกันในตลาดค่อนข้างสูง สิ่งที่ดึงดูดใจผู้บริโภคให้เลือกหาจากประสาทสัมผัสจากภายนอกด้วยสายตาจึงเป็นปัจจัยอันดับแรกที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตผลอย่างใดอย่างหนึ่ง

สีของผลไม้เป็นสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเป็นสิ่งจูงใจในผลไม้หลายชนิด เช่น ส้ม มะม่วง สตรอเบอรี่ และอื่นๆ แต่สีอาจเปลี่ยนแปลงไปจากการสุกและเสื่อมสภาพ การมีสารสีอยู่ภายในเนื้อเยื่อหรือบริเวณผิวนอกของเปลือก พบอยู่ในรูปของคลอโรฟิลล์ให้สีเขียว และแคโรทีนอยด์ให้สีเหลือง แดง สารสีเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเก็บเกี่ยวพลังงานแสงด้วย และยังมีคุณสมบัติเป็นตัวต้านออกซิเดชัน และเป็นประโยชน์ต่อคุณค่าทางโภชนาการในรูปของวิตามิน และแอนโทไซยานิน ซึ่งให้สีแดงและน้ำเงิน จึงมีส่วนในการให้สีสันของผลิตผลที่มีการวางจำหน่ายในตลาดและเพิ่มมูลค่าสินค้าได้ (จริงแท้, 2549) สีของเปลือกผลส้มเกิดมาจากสารสีต่างๆร่วมกัน ประกอบด้วย คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานิน ในช่วงแรกของการพัฒนาของผลบริเวณผิวผลมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงมาก ต่อมาเมื่อผลเข้าสู่ระยะผลแก่ เริ่มมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์แล้วแคโรทีนอยด์จึงปรากฏให้เห็นชัดขึ้น (Davies and Albrigo, 1994)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คลอโรฟิลล์ (chlorophylls)

คลอโรฟิลล์เป็นสารสีที่สำคัญเป็นสารที่รับเอาพลังงานจากแสงแดดแล้วส่งถ่ายต่อไปจนพลังงานนี้เปลี่ยนเป็นพลังงานทางชีวเคมี เพื่อการดำรงชีวิตของพืช พืชจะมีการจัดการให้คลอโรฟิลล์สลายตัวอย่างเป็นระบบ การเปลี่ยนสีของพืชจากสีเขียวไปเป็นสีอื่นๆจึงเป็น

กระบวนการชราภาพที่ชัดเจน คลอโรฟิลล์มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และ ดี เป็นต้น ในพืชทุกชนิดมีทั้งคลอโรฟิลล์ เอ และ บี แต่มีสัดส่วนที่แตกต่างกัน กระจายตัวอยู่ภายในคลอโรพลาสต์ เกิดเป็นสีเขียวของใบและต้นแตกต่างกัน คลอโรฟิลล์ เอ เป็นสารที่ให้สีออกไปทางสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนคลอโรฟิลล์ บี ซึ่งมีความเป็นขั้วมากกว่า ให้สีเขียวแกมเหลือง โดยทั่วไปในพืชชั้นสูงสัดส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ประมาณ 3 : 1 ถ้าพืชอยู่ในที่มีแสงมากสัดส่วนจะค่อนข้างสูง เป็น 3.2-4.0 : 1 ในขณะที่ถ้าอยู่ในที่แสงน้อยสัดส่วนลดลงเป็น 2.6-3.2 : 1 ทั้งนี้เพราะคลอโรฟิลล์ บี สามารถรับหรือดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นแสงที่ความยาวคลื่นแสง 450 ถึง 480 นาโนเมตร ได้มากกว่า (จริงแท้, 2549)

การสลายตัวของคลอโรฟิลล์

การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงผลไม้สุกหรือก่อนที่ใบไม้จะร่วงเท่านั้นแต่ในขณะที่ใบใหม่กำลังเจริญงอกงามและเริ่มมีสีเขียวมากขึ้น การสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกิดขึ้นตลอดเวลา เห็นได้ชัดเจนจากการใช้วัตถุทึบแสงปิดใบที่กำลังเจริญเติบโต ใบไม้เหล่านี้จะมีสีเหลืองภายในเวลาไม่นาน และกลับเป็นสีเขียวอีกครั้งหนึ่งเมื่อได้รับแสง ในอดีตเชื่อกันว่าเมื่อกระบวนการชราภาพเริ่มขึ้น การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลง ในขณะที่การสลายตัวไม่ลดหรืออาจเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์โดยรวมต่ำลง ส่งผลทำให้สีเขียวของพืชลดน้อยลง กระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ระหว่างการชราภาพ เช่น ในการหลุดร่วงของใบและการสุกของผลไม้ สำหรับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ระหว่างการวายของส่วนต่างๆของพืชนั้น อาจเกิดขึ้นจากการกำหนดล่วงหน้าหรือมีโปรแกรมของพันธุกรรมให้เกิดขึ้น ในพืชล้มลุกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบเกิดขึ้นไปพร้อมกับการตายของพืชทั้งต้น และในผลไม้ระหว่างการสุกคลอโรฟิลล์ถูกย่อยสลายไปพร้อมกับกระบวนการสุก ในพืชยืนต้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบช่วงฤดูใบไม้ร่วงเกิดขึ้นจากช่วงแสงที่สั้นลงในเขตอบอุ่น ความเครียดจากการขาดน้ำจากอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป การเข้าทำลายของโรคแมลงก่อให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้เช่นเดียวกัน นอกเหนือจากปัจจัยเหล่านี้แล้วคลอโรฟิลล์อาจถูกสลายตัวได้ด้วยแสง (จริงแท้, 2549)

กระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ระหว่างการวาย

ในระหว่างการวาย มักพบว่าสีเขียวของพืชหายไปและปรากฏสีเหลืองหรือแดงขึ้น นอกจากสารสีจะเปลี่ยนแปลงแล้ว ออร์แกแนลล์ที่บรรจุสารสีเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นด้วย คลอโรพลาสต์ซึ่งมีสีเขียวอาจเปลี่ยนไปเป็น chromoplast หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็น gerotoplast ซึ่งมีโครงสร้างแตกต่างกันไปจากคลอโรพลาสต์ แต่ยังคงมีการสังเคราะห์ต่างๆเช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคโรทีนอยด์ ซึ่งให้สารสีแดงและเหลือง สารต่างๆที่เป็นผลจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์จำนวนมาก เช่น phytol pheophorbide รวมทั้งกิจกรรมต่างๆของเอนไซม์ต่างๆ เช่น chlorophyllase Mg-dechelease lipoxigenase peroxidase และ oxidase การสลายตัวเป็นการจำกัดความสามารถของพืชในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร การลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ออกไป เท่ากับยืดเวลาให้พืชสังเคราะห์แสงได้นานขึ้นสร้างอาหารได้มากขึ้น กระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์จึงมีความสำคัญมาก (จริงแท้, 2549)

การจัดการคลอโรฟิลล์ภายหลังการเก็บเกี่ยว

สีของเปลือกผลไม้เขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล การทำให้สีเขียวของคลอโรฟิลล์หายไปสำหรับผลไม้รับประทานสุกเป็นสิ่งที่จำเป็น ผู้บริโภคมักพิจารณาได้ว่าผลไม้สุกและสามารถรับประทานได้ เช่น กล้วยหอมทอง มังคุด ทำให้ง่ายในการจัดการ แต่ผลไม้หลายชนิดสีเขียวอาจคงอยู่ ผู้บริโภคสับสนและรับประทานในระยะที่ผิดพลาดได้

ผลไม้ในวงศ์ส้มเป็นอีกประเภทหนึ่งที่สีของผลช่วยเพิ่มคุณค่าและความต้องการของผู้บริโภค ส้มที่ปลูกในเขตร้อนยังคงสีเขียวอยู่เมื่อผลแก่ แต่ในเขตกึ่งร้อนสีเขียวจะหายไปทำให้ปรากฏสีเหลืองและส้มที่สวยงามดึงดูดใจผู้บริโภค ในอดีตส้มเขียวหวานในประเทศไทยไม่เคยบ่มสีผิวในการจำหน่าย แต่ในปัจจุบันต้องมีการบ่มให้สวยงามโดยเฉพาะกับการผลิตส้มนอกฤดูเพื่อให้แข่งขันในตลาดได้ ในทางตรงกันข้ามมะนาวเมื่อผลแก่เต็มที่แล้วสีเขียวจะหายไป ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอีกเช่นกัน ต้องมีการรักษาสีเขียวเอาไว้ เช่นการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 10 องศาเซลเซียส หรือใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินช่วยชะลอการสะลายตัวของคลอโรฟิลล์

การขจัดสีเขียว (degreening) กับการเกิดสารสีชนิดอื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานิน ในเนื้อเยื่อสีเขียวทั่วไปมักมีแคโรทีนอยด์ปะปนอยู่ แต่สีของแคโรทีนอยด์ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บังไว้ เมื่อคลอโรฟิลล์สลายตัวไป สีของแคโรทีนอยด์จึงแสดงออกมาได้ ซึ่งกรณีนี้เกิดขึ้นเมื่อกล้วยและสาลี่สุก ในผลไม้บางชนิดเช่น พีช มะเขือเทศ พริกหวานสีแดง และส้มเกิดสารสีวัตถุแคโรทีนอยด์ใหม่ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยแคโรทีนและแซนโทฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีที่อยู่ในโครโมพลาสต์ (จริงแท้, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคโรทีนอยด์ (carotenoids)

สีที่พบอยู่ทั่วไปในธรรมชาติคือ แคโรทีนอยด์ เกิดการรวมตัวกับโปรตีนและสารประกอบเชิงซ้อน แคโรทีนอยด์เป็นสารประเภทไขมันสามารถละลายในไขมันและตัวทำละลายไขมัน เช่น อะซีโตน แอลกอฮอล์ ไดเอทิลอีเทอร์และคลอโรฟอร์ม นอกจากนี้สามารถละลายได้ในตัวทำ

ละลายไม่มีขั้ว เช่น ปิโตรเลียมและเฮกเซน โครงสร้างแคโรทีนอยด์มีโมเลกุลเป็นพันธะคู่ทำให้แคโรทีนอยด์เกิดเป็นสารสีชนิดต่างๆ เช่น สีเหลือง ส้ม แดงหรือม่วงเข้ม ซึ่งมีสภาวะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องโดยเป็นผลึกที่มีรูปร่างต่างๆ และจากโครงสร้างโมเลกุลที่เป็นพันธะคู่ทำให้แคโรทีนอยด์ถูกย่อยสลายได้ง่ายจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในสภาพที่มีแสงและอากาศ โดยแสงมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างพันธะคู่ ทำให้เปลี่ยนช่วงการดูดกลืนแสงและการให้สีของแคโรทีนอยด์ ดังนั้นจำเป็นต้องเก็บรักษาแคโรทีนอยด์ในตัวทำละลายที่บริสุทธิ์บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทและสภาพแวดล้อมเป็นสุญญากาศ หรือเป็นแก๊สเฉื่อยบริเวณที่ปราศจากแสงและอุณหภูมิต่ำหรืออาจใช้สารต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น กรดแอสคอร์บิก เพื่อช่วยให้แคโรทีนอยด์มีความเสถียรสูงขึ้น นอกจากนี้ต้องป้องกันแคโรทีนอยด์จากกรดและด่าง เพราะในสภาพที่เป็นกรดทำให้เกิดความสูญเสียความคงทนของพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอม เป็นสาเหตุให้สูญเสียทั้งในแง่คุณภาพและปริมาณ (จริงแท้, 2549)

แคโรทีนอยด์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวเป็น isopenoid polymers ที่เกิดจากการต่อกันของ C5 isopene 8 หน่วย ซึ่งต่อกันระหว่างหัวกับหางยกเว้นตรงกลางโมเลกุลจะต่อกันระหว่างหางกับหาง มีความคงตัวอยู่ในเนื้อเยื่อจนกระทั่งผลิตผลเสื่อมสภาพและมีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียรในเซลล์ของผลิตผลภายใต้สภาพการเก็บรักษาต่างๆ (ดนัย, 2533)

แคโรทีนอยด์ในพืชชั้นสูงมีหลายชนิด โดยทั่วไปจะมีสีเหลือง ส้ม อาจเป็นสีแดงบ้างในพืชบางชนิด แคโรทีนอยด์ละลายในไขมันและสารละลายไขมัน เช่น อะซีโตน แอลกอฮอล์ หรือไดเอททิลอีเทอร์ (diethyl ether) เป็นต้น เมื่อมีการชราภาพของพืช คลอโรฟิลล์มีการสังเคราะห์น้อยกว่าการสลายตัวทำให้สีเหลืองของแคโรทีนอยด์ปรากฏออกมาให้เห็นและในพืชบางชนิดมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นในระหว่างการชราภาพด้วย สารสีแคโรทีนและแซนโทฟิลล์ มีประมาณ 0.005 และ 0.008 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งในสภาพธรรมชาติอยู่ร่วมกับคลอโรฟิลล์ในคลอโรพลาสต์ ขณะที่ผลไม้สุกหรือใบเสื่อมสภาพ คลอโรฟิลล์สลายตัวแต่แคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์ยังคงอยู่และปรากฏสีเด่นชัดขึ้น การสร้างแคโรทีนอยด์ขึ้นมานั้นสีที่ปรากฏถูกบดบังไว้ด้วยสีของคลอโรฟิลล์ ปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มมากเมื่อพืชอายุมากขึ้น เช่น แครอท แอปปริคอท ทำให้เกิดสีเหลืองและส้ม และยังเป็นลักษณะที่ต้องการในพืช มะละกอสุกและมะม่วงสุก มะเขือเทศและแตงโมจะมีการสร้างไลโคพีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแก่จัด (จริงแท้, 2549) ส่วนในน้ำคั้นของส้มออเรนจ์ และส้มแมนดารินสีที่ปรากฏขึ้นเกิดจากสีของแคโรทีนอยด์ และแซนโทฟิลล์ (Kale and Adsule, 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ในผลไม้

ในเนื้อเยื่อที่ทำการสังเคราะห์แสง แคโรทีนอยด์มีหน้าที่เกี่ยวข้องทั้งในการสังเคราะห์แสง และในขณะเดียวกันช่วยป้องกันคลอโรฟิลล์จากการถูก photoxidation ในสภาพที่มีแสงและออกซิเจน นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยดึงดูดนกหรือแมลงให้ช่วยถ่ายละอองเกสรและกระจายพันธุ์พืช แต่ในส่วนที่อยู่ในโครงสร้างของพืชในดินเช่น รากหรือหัวนั้นยังไม่ทราบหน้าที่ที่แน่ชัด

โดยปกติผลไม้มักเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองหรือแดง ในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว คลอโรพลาสต์ซึ่งมีทั้งโมเลกุลของคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ พัฒนาไปเป็นโครโมพลาสต์ ซึ่งคลอโรฟิลล์สลายตัว ในขณะที่แคโรทีนอยด์ถูกสร้างขึ้นมามากขึ้นหรือมีปริมาณคงที่เท่าเดิม การสร้างแคโรทีนอยด์มากขึ้นนี้ถูกควบคุมโดยยีนของเอนไซม์ต่างๆ ในวิถีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ ซึ่งแตกต่างกันตามชนิดและเนื้อเยื่อของผลไม้ ส่วนการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ระหว่างการเก็บรักษานั้นยังมีข้อมูลไม่ชัดเจน โดยทั่วไปแล้วแคโรทีนอยด์ค่อนข้างเสถียรอยู่ภายในพืชระหว่างการเก็บรักษา หลังการเก็บเกี่ยวปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งนี้คงเป็นเพราะโมเลกุลของแคโรทีนอยด์อยู่ภายในออร์แกแนลล์พลาสทิด และเกาะอยู่กับโปรตีนบนเยื่อหุ้มหรือรวมตัวกันเป็นผลึก จึงปลอดภัยต่อการสลายตัวจากปัจจัยภายนอก อย่างไรก็ตามมีหลักฐานบ่งชี้ให้เห็นว่าเมื่อเก็บรักษาผลไม้ไว้นานโดยเฉพาะในผลไม้เนื้อนุ่ม เมื่อเยื่อหุ้มของเนื้อเยื่อต่างๆถูกทำลายลง แคโรทีนอยด์จะถูกออกซิไดซ์ไปด้วยเช่นกัน ปัจจุบันยังไม่ทราบขั้นตอนการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ที่แน่ชัด แต่แนวทางที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ isomerization ของแคโรทีนอยด์ ทำให้มี cis isomer มากขึ้นหรือถูกเปลี่ยนรูปด้วยเอนไซม์ต่างๆหรือถูกออกซิไดซ์ได้ด้วยอนุมูลอิสระ ทำให้โมเลกุลมีขนาดเล็กลงเป็น apocarotenal และ ketone จนทำให้สีหายไป จากนั้นพบว่าฮอร์โมนพืช ABA ได้จากการออกซิไดซ์ violaxanthin และ neoxanthin ด้วยเอนไซม์ 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase สารระเหยพืชบางอย่างเช่น ß-ionone และ dihydroactinidiolide ได้จากการออกซิไดซ์แคโรทีนอยด์เช่นกัน (จริงแท้, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved