บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวานมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษหลายๆ ชื่อ ได้แก่ mandarin, king orange และ tangerine มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Citrus tangerine* อยู่ในวงศ์ Rutacaea ส้มเขียวหวานมีหลายๆ สายพันธุ์ ซึ่งส้มเขียวหวานสายพันธุ์สายน้ำผึ้ง หรือส้มโชกุน หรือ ส้มเพชรยะลา เป็นพันธุ์ส้มในกลุ่มส้มเขียวหวานที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เพราะส้มสายพันธุ์นี้มีคุณภาพและรสชาติที่ดีกว่าส้มเขียวหวานชนิดอื่นๆ ในหลายๆ ด้าน เช่น เนื้อแน่น สีสันสวนงาม ชานมีลักษณะนิ่ม มีน้ำส้มในปริมาณมาก และ รสชาติหวานแหลมอมเปรี้ยวเล็กน้อย (บ้านส้มเขียวหวาน, 2555)

2.1.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของส้มสายน้ำผึ้ง

ทรงพุ่ม ส้มสายน้ำผึ้งมีการเจริญได้ดีพอๆ กับส้มเขียวหวาน โดยจะมีทรงพุ่มแน่นกว่าส้มเขียวหวาน ลักษณะกิ่งและใบจะตั้งขึ้น (erect form) ในขณะที่ส้มเขียวหวานใบจะตก หรือห้อยลงมา (weeping form and willow leaf)

ใบ ใบของส้มสายน้ำผึ้งเมื่อเทียบกับส้มเขียวหวาน จะมีขนาดเล็กและมีสีเขียวเข้มมากกว่า นอกจากนี้ใบยังมีกลิ่นหอมคล้ายส้มจีน และส้มพองแกน

ผล ขณะที่ผลยังอ่อนจะมีสีคล้ายส้มเขียวหวาน เมื่อแก่จัดผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแดง ยกเว้นผลส้มที่ได้จากภาคใต้จะมีสีผิวเหมือนกันส้มเขียวหวาน ปอกเปลือกง่าย เปลือกมีกลิ่นหอมคล้ายส้มจีน หรือส้มพองแกน ส้มพันธุ์นี้มีช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว 8-8.5 เดือน ในการปลูกจากกิ่งตอนจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในปีที่ 3 ต้นส้มที่เจริญเต็มที่ให้ผลผลิต 80-200 กิโลกรัม/ต้น/ปี ดัง (ภาพ 2.1)

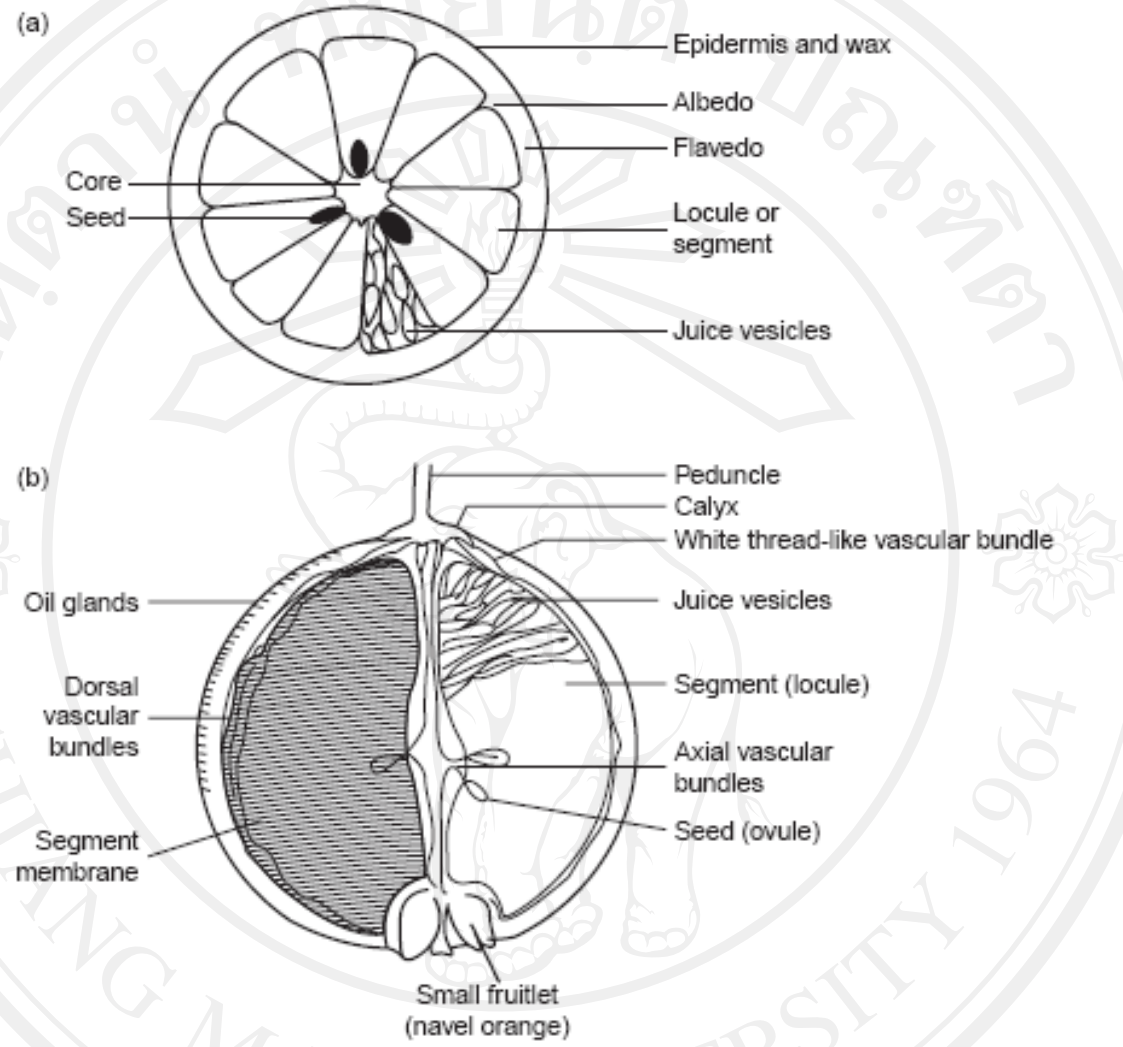
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.1 ต้นส้มที่เจริญเต็มที่ให้ผลผลิต 80-200 กิโลกรัม/ต้น/ปี

2.1.2 องค์ประกอบของผลส้ม

ผลส้มประกอบไปด้วย เปลือก (peel or rind) ซึ่งประกอบด้วยฟลาเวโด (flavedo) ต่อมน้ำมัน (oil gland) เปลือกใน (albedo) ภายในจะมีส่วนของกลีบจัดเรียงรอบส่วนแกนกลางที่เรียกว่าแกน (core) ส่วนของกลีบจะประกอบด้วย เมล็ด (seed) ผนังกลีบ (segment membrane) ส่วนที่มีน้ำส้ม บรรจุ อยู่ในถุงอุ้มน้ำ (juice sacs) คิวติเคิล (cuticle) มีโครงสร้างที่ซับซ้อนในการเป็นต้นกำเนิด โครงสร้าง และการพัฒนาคิวติน (cutin) เป็นผนังชั้นใน และกรดไขมัน และเซลลูโลส อยู่รวมกันเรียกว่าคิวติเคิล (cuticle) ปกคลุมอยู่ที่เนื้อเยื่อผิวชั้นนอกสุด (epidermis) (Baker *et al*., 1975) สารดังกล่าวมีหน้าที่จำกัดการสูญเสียน้ำจากเปลือก โครงสร้างตามธรรมชาติ จะอยู่ในรูปของแอลกอฮอล์ ฟาราฟีน แอลดีไฮด์ และคีโตน เป็นต้น (Freeman, 1978)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.2 ลักษณะทางกายภาพของผลส้ม (a) ภาพตัดตามแนวขวาง และ (b) ภาพตัดตามแนวยาว

ที่มา: Freeman, 1978

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.3 กระบวนการหายใจของส้ม

ส้มเป็นผลไม้กลุ่ม non-climacteric จะมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในระดับต่ำ คุณภาพภายในผลส้มหลังจากการเก็บเกี่ยวมีคุณภาพที่ดี เมื่อเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหายใจของส้ม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น การเคลื่อนไหวอากาศ, องค์ประกอบของบรรยากาศ และการปฏิบัติในการจัดการ อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ส้มจะมีอัตราการหายใจที่ต่างกันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงและต่ำ อุณหภูมิและเวลามีผลต่อปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในผลส้ม แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาส้มที่ 0-10 องศาเซลเซียส หลังจากการเก็บส้มที่อุณหภูมิต่ำ นำกลับมาเก็บที่อุณหภูมิปกติ ปริมาณเอทิลีน และสารระเหยจะเพิ่มขึ้น เช่น เอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ (Eaks, 1980)

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยลดอัตราการหายใจ เพื่อให้ระบบเผาผลาญอาหารเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ส้ม 'Nagpur' มีอัตราการหายใจ 40–45 mg CO_2/kg.h ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50-60 การเคลือบผิวส้มช่วยลดอัตราการหายใจได้ ร้อยละ 34–35 ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6–7 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจ 12–15 mg CO_2/kg.h ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การเคลือบผิวสามารถช่วยลดอัตราการหายใจได้ร้อยละ 10-11 ระหว่างการเก็บรักษา ในส้ม Shamouti และ Valencia จะมีกิจกรรมการหายใจต่ำลง ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2-4 ถึงร้อยละ 5-10 ในขณะที่ปริมาณแก๊สออกซิเจนลดลงร้อยละ 10-12 (Ben-Yehoshua, 1969)

2.1.4 ส่วนประกอบของสารอาหารในส้มเขียวหวาน

ส้มเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง อุดมด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และฟลาโวนอยด์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถป้องกันอาการของโรคบางชนิดได้ เช่น โรคหวัด โรคเลือดออกตามไรฟัน เป็นต้น นอกจากนี้ในส่วนของเส้นใยของส้มช่วยลดอาการท้องผูก ดังนั้นส้มเขียวหวานจึงเป็นที่นิยมในการบริโภคทั้งผลสดและน้ำส้มคั้น ส่วนประกอบของสารอาหารในส้มเขียวหวานแสดงดังตาราง 2.1 (บ้านส้มเขียวหวาน, 2555)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 ส่วนประกอบของสารอาหารในส้มเขียวหวาน 100 กรัม

สารอาหาร	**ปริมาณ**	
คาร์โบไฮเดรต	9.90	กรัม
โปรตีน	0.60	กรัม
ไขมัน	0.20	กรัม
แคลเซียม	31	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.80	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	18.00	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	4000	หน่วยสากล
วิตามินบี 1	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.05	มิลลิกรัม
วิตามินซี	18.00	มิลลิกรัม
เส้นใย	0.02	กรัม
ความชื้น	88.70	กรัม

ที่มา : http://suansompannee.com/2012-01-18-06-08-13.html

2.1.5 กลิ่นรสของส้ม

Tietel *et al.* (2009) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกลิ่นส้ม โดยใช้เทคนิค Solid Phase Microextraction (SPME) ร่วมกับเทคนิค gas chromatography – mass spectrometry (GC-MS) พบว่าในส้มสายพันธุ์ *Citrus reticulate* Blanco มีสารระเหยทั้งหมด 31 สาร และมี 13 สารที่แสดงถึงการลดลงทางด้านคุณภาพของส้ม คือ acetaldehyde, ethanol, ethylacetate, acetic acid, 2-octanol, 2-hexane, ethylpropanoate, ethyl dodecanoate, ethyl hexanoic acid, ethyl 2-methylpropanoate, ethyl 2-methylbutanoate, 3-methylbutanol และ ethyl 2-butenoate โดยสารเหล่านี้จะให้กลิ่นที่แสดงถึงคุณภาพของส้ม เช่น กลิ่นฉุน กลิ่นผลไม้ กลิ่นหอมหวาน กลิ่นเขียว และ กลิ่นเหมือนแร่ธาตุ เป็นต้น นอกจากนี้ Perez *et al*. (2004) ได้ศึกษากลิ่นส้ม *Citrus reticulata* Blanco cv. Fina โดยเก็บที่อุณหภูมิ 20 และ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นวิเคราะห์สารระเหย พบว่ามีสารทั้งหมด 32 สาร โดยที่ acetaldehyde, ethanol และ ethyl acetate แสดงถึงลักษณะกลิ่นที่ไม่ดี และพบว่าสารประกอบเทอร์พีนที่ถูกออกซิไดส์ เช่น α-terpineol, carvone และ *E*-carveol ไม่พบในส้มที่เก็บ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่พบในส้มที่เก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส การศึกษาการวิเคราะห์กลิ่นโดย GC - MS และ gas chromatography - olfactometry (GC-O) ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบและกลิ่นของน้ำส้มและน้ำมันจากเปลือกส้มพันธุ์ Jinchen จากการวิเคราะห์พบ 49 องค์ประกอบในน้ำส้ม และ 32 องค์ประกอบของน้ำมันเปลือกส้ม ศึกษากลิ่นในน้ำส้มและน้ำมันเปลือกส้มโดย GC-O 41 องค์ประกอบ มี 12 องค์ประกอบที่พบในน้ำส้มมากกว่าน้ำมันเปลือกส้ม คือ ethyl butanoate, β-myrcene, octanal, linalool, α-pinene และ decanal มี 9 องค์ประกอบที่พบเฉพาะในน้ำส้ม และ 10 องค์ประกอบ ที่พบได้เฉพาะน้ำมันเปลือกส้ม องค์ประกอบของกลิ่นในน้ำส้มและองค์ประกอบในน้ำมันเปลือกส้มมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันไป (Yu *et al*., 2008) โปรดปราน และคณะ (2553) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า โดยเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง และเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 4 สัปดาห์ ทำการทดสอบเชิงพรรณนา พบว่าเค้าโครงทางประสาทสัมผัสของส้มสายน้ำผึ้งประกอบด้วย ลักษณะทางกลิ่น 7 กลิ่น ได้แก่ กลิ่นส้ม กลิ่นหญ้า กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเปลือกส้ม กลิ่นหวาน กลิ่นหมัก และกลิ่นที่ผ่านการทำให้สุก และลักษณะทางกลิ่นรส 8 กลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นรสหวาน กลิ่นรสส้ม กลิ่นรสเปรี้ยว กลิ่นรสหญ้า กลิ่นรสขม กลิ่นรสฝาด กลิ่นรสหมัก และกลิ่นรสที่ผ่านการทำให้สุก

2.1.6 การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

การสูญเสียของส้มเป็นผลมาจากปัจจัยทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวรวมถึง สภาพอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความชื้นสัมพัทธ์ ฝน อุณหภูมิ การปลูก ความสมบูรณ์ของต้นส้ม สภาวะ/ระดับของความสุก และชนิดของส้ม ส่วนปัจจัยหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การเก็บเกี่ยว การจัดการ การบำบัด การบรรจุ และการตลาด การสูญเสียเกิดขึ้นได้จากหลายขั้นตอนของการจัดการจากการเก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภค การสูญเสียของส้มเป็นการสูญเสียที่เกิดขึ้นกับ (1) ลักษณะทางกายภาพ เช่น การสูญเสียน้ำหนัก และการเน่า (2) คุณค่าทางโภชนาการ และ (3) ลักษณะปรากฏ สิ่งที่ผู้บริโภคใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกซื้อส้ม คือ ลักษณะปรากฏ โดยผู้บริโภคไม่ชอบลักษณะเหี่ยวย่นและความไม่มันวาวของผิวส้ม ลักษณะเหล่านี้เป็นผลมาจากการสูญเสียน้ำของผลส้ม (Anonymous, 1980)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.6.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียหลังการเก็บเกี่ยว

โดยปกติผลผลิตของพืชหลังจากเก็บเกี่ยวออกมาจากต้นแล้วยังคงมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสรีระวิทยาและชีวเคมี โดยเฉพาะกระบวนการหายใจจะดำเนินต่อไปจนสิ้นอายุขัยของเซลล์โดยจะมีการรับเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไปสลายโมเลกุลของสารอาหารและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และพลังงานออกมา พืชส่วนที่ถูกเก็บเกี่ยวมาจะพบว่ามีการสูญเสียอาหารและน้ำจากกระบวนการหายใจและคายน้ำ ดังนั้นผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวจะสดได้นานเพียงใดจึงขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารและน้ำที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อและอัตราการหายใจของผลผลิตของพืชชนิดนั้นๆ

พบว่า อัตราการหายใจของผลผลิตทางการเกษตรนั้นสามารถวัดได้จากปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาระหว่างเซลล์มีการพัฒนาจนกระทั่งหมดอายุ และให้ข้อสรุปว่าผักผลไม้และดอกไม้ที่มีการหายใจสูงจะมีการหายใจต่ำอายุหลังการเก็บเกี่ยวจะยาวนานกว่า (ตาราง 2.2) พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาในรูปของความร้อนที่เรียกว่า Vital heat หรือ Respiration heat มีความสำคัญต่อการพิจารณาในการใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เช่น การออกแบบระบบการแช่เย็นผักและผลไม้ ผลิตผลทางการเกษตร ที่มีอัตราการหายใจและ vital heat สูงกว่ามีแนวโน้มที่จะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าผลิตผลที่มีอัตราการหายใจที่ต่ำกว่า

อัตราการหายใจหลังเก็บเกี่ยวของพืชต่างชนิดกันจะเพิ่มหรือลดแตกต่างกันอีกด้วย เช่น ผลของพืชพวกกล้วย น้อยหน่า มะละกอ มะม่วง ทุเรียน แตงโม ขนุน ฝรั่ง หลังจากเก็บจากต้นการหายใจของเซลล์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ พร้อมๆ กับการสุก ส่วนผลของพืชพวกองุ่น ส้ม มะนาว สับปะรด เงาะ มังคุดลำไย ลิ้นจี่ และแตงกวา หลังจากเก็บเกี่ยวลงจากต้นแล้ว อัตราการหายใจของเซลล์ค่อยๆ ลดลง แม้เมื่อสุกอัตราการหายใจจะไม่เพิ่มขึ้นเลย การหายใจเป็นขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเอนไซม์ ที่จะเปลี่ยนโครงสร้างของอาหารจำพวกแป้ง โปรตีน และไขมันที่พืชสะสมไว้แล้วก็ปล่อยพลังงานออกมาและสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ขึ้นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 การแบ่งชนิดของผักและผลไม้โดยใช้อัตราการหายใจ

กลุ่ม	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg h)		Vital heat (Btu/ton/ 24 hrs)	ตัวอย่าง
	10 °C	20 °C		
1. ต่ำมาก	<10	<40	<1100	ถั่ว อินทผาลัม ผลไม้แห้ง
2. ต่ำ	10	40	1100-2200	มันฝรั่ง หัวหอม แตงกวา แอปเปิ้ล สาลี่ กีวี่
3. ปานกลาง	10-20	80-120	2200-4400	พริกไทย แครรอท มะเขือเทศ มะเขือยาว พืชตระกูลส้ม กล้วย
4. สูง	20-40	80-120	4400-8800	ถั่วลันเตา แรดิช ท้อ มะละกอ อะโวคาโดสุก
5. สูงมาก	>40	>120	8800-13200	เห็ด กะหล่ำดอก สตรอเบอร์รี่ ราสพ์เบอร์รี่ แตง

หมายเหตุ Vital heat (Btu/ton/24 hrs) = mgCO_2/Kg-hr x 220

ที่มา : Biale, (1981)

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

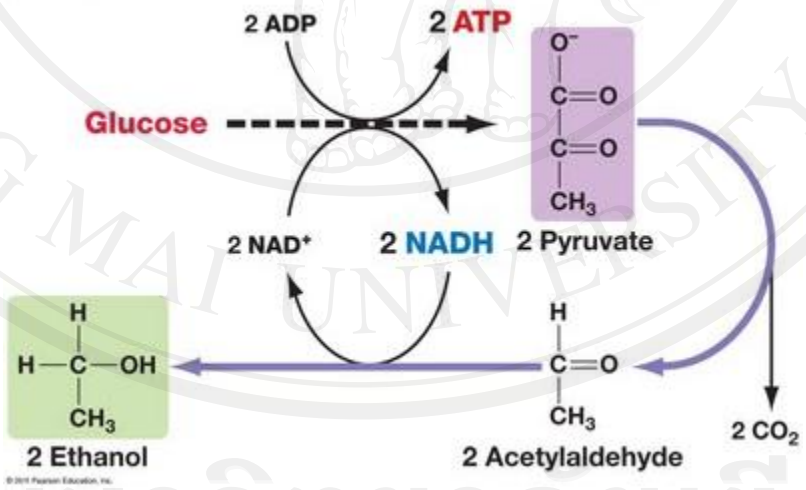
ในบรรยากาศมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 แต่ภายในผลไม้อาจมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ถึงร้อยละ 10 ขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจ อัตราการผ่านเข้าออกของแก๊ส และองค์ประกอบของบรรยากาศภายใน ในกรณีที่คาร์บอนไดออกไซด์มีความเข้มข้นสูงมาก จะมีบทบาทที่สำคัญ คือ ชะลออัตราการหายใจของผล โดยที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทิลีน โดยเชื่อว่าคาร์บอนไดออกไซด์จะไปแย่งที่ในการทำปฏิกิริยาของเอทิลีน (จริงแท้, 2542) โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจของผลิตผลจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้เพิ่มขึ้น (วัฒนา, 2540)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ผักผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงจะผลิตความร้อนออกมามากกว่าผัก ผลไม้ ที่มีอัตราการหายใจต่ำ เพราะจะมีอัตราการสลายโมเลกุลของสารอาหารมากกว่า และเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าหากผลิตผลอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนไม่เพียงพอจะเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้เกิดการสร้างเอธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol)

การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือเรียกว่ากระบวนการหมัก (fermentation) ในสภาพที่เซลล์ขาดออกซิเจนทำให้ NADH และ FADH2 ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้กับตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่างๆ ในไมโทคอนเดรียได้ จึงทำให้เซลล์ขาด NAD+ และ FAD ทำให้กลไกไกลโคลิซิสหยุดชะงัก เซลล์จึงแก้ปัญหาโดยการใช้สารอื่นมาเป็นตัวรับอิเล็กตรอนแทนออกซิเจน จึงทำให้กลไกการสลายสารอาหารดำเนินไปได้ แต่พลังงานที่ได้จะน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน



ภาพ 2.3 กระบวนการหมักแอลกอฮอล์

ที่มา : http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookGlyc.html

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการเน่าเสียเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราของการหายใจ การสูญเสียอาหารของผลิตผลที่เก็บเกี่ยว เนื่องจากการหายใจ คือ

- ทำให้คุณค่าทางอาหารลดน้อยลง
- ทำให้เสียรสชาติโดย เฉพาะความหวาน
- ทำให้สูญเสียน้ำหนัก
- ทำให้อาหารในเนื้อเยื่อของผลิตผลลดน้อยลง เป็นเหตุให้ผลิตผลสุกงอมแล้วเซลล์แตกตายไปในที่สุด (วว. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, 2555)

การคายน้ำ (วว. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, 2555)

ผลไม้สดและผักสด ประกอบด้วย น้ำเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80 หรือมากกว่า) และในระยะการเจริญเติบโตมันจะได้รับน้ำอย่างพอเพียง โดยผ่านทางระบบรากของพืช แต่เมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้ว น้ำเหล่านี้ถูกตัดขาดและผลิตผลพืชมีชีวิตอยู่ได้ด้วยน้ำที่สะสมไว้เอง เมื่อผลิตผลยังหายใจอยู่การคายน้ำก็ยังคงเกิดอยู่ต่อไปด้วย ผลของขบวนการคายน้ำนี้ เป็นการสูญเสียน้ำจากผลิตผลพืชเก็บเกี่ยวมาแล้ว ซึ่งมิอาจทดแทนได้ อัตราการสูญเสียน้ำโดยการคายน้ำจึงเป็นอีกปัจจัยสำคัญหนึ่งที่จะกำหนดชีวิต ซึ่งหมายถึงความสดหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืช การสูญเสียน้ำทำให้น้ำหนักลดลง ยิ่งสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นรูปร่างและความยืดหยุ่นของผลิตผลพืช จะยิ่งลดลงจนอ่อนนิ่มและเหี่ยวแห้งไป ผลิตผลสดคายน้ำออกมาเป็นไอน้ำผ่านทางช่องเปิดตามธรรมชาติ และสร้างความเสียหายให้แก่ผิวได้ ช่องเปิดตามธรรมชาตินั้น รวมถึง รูเปิด (stomata) ซึ่งเป็นรูเปิดเล็กมากในผิว (epidermis) เป็นทางที่แก๊สต่างๆ เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ผ่านเข้าหรือออกด้วยจำพวกผักใบจะคายน้ำมากที่สุดทางรูเปิด ทางอื่นที่ผลิตผลพืชสวนคายน้ำออกได้ เช่น lenticel ในมันฝรั่งหรือแผลที่ขั้ว (stem end) ของมะเขือเทศ hydratode ในกะหล่ำปลี เป็นต้น โดยทั่วๆ ไป ผิวพื้นผลิตผลยิ่งแผ่กว้าง อัตราการคายน้ำเร็วกว่าพื้นผิวที่แคบกว่าตัวอย่าง เช่น ผักกาดหอม และคื่นฉ่ายจะคายน้ำได้เร็ว แตงกวา ฝรั่งหรือมะม่วงมีเนื้อที่ผิวแผ่แคบจะคายน้ำช้ากว่า ผักคะน้า ผักกวางตุ้งซึ่งมีใบแผ่กว้าง จะคายน้ำเร็วกว่าผักกาดหอมห่อและกะหล่ำปลี ซึ่งยังมีในนอกสัมผัสกับอากาศห่อหุ้มอยู่ ป้องกันการระเหยจาการคายน้ำไว้ชั้นหนึ่งก่อนแล้ว จึงเหี่ยวช้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความชื้น (วว. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, 2555)

หากต้องการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืชสดใดๆ ก็ตาม ต้องชะลอขบวนการหายใจและกระบวนการคายน้ำให้ช้าลง กระบวนการคายน้ำเป็นการเคลื่อนที่ของไอน้ำ ไปตามระดับความอิ่มตัวสูงสู่ระดับความอิ่มตัวต่ำ ถ้าความชื้นในอากาศสูงความกดดันของไอน้ำก็จะสูงตามไปด้วย ณ ที่อุณหภูมิหนึ่งปริมาณไอน้ำในอากาศจะถูกจำกัดเมื่ออากาศมี ไอน้ำอิ่มตัวร้อยละ 100 แล้วหากมีไอน้ำเพิ่มขึ้นอีกก็จะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ อากาศร้อนสามารถรับไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ดังจะเห็นได้จากการควบแน่นของไอน้ำเป็นหยดน้ำ อยู่นอกขวดน้ำแช่เย็นที่นำออกมาวางที่อุณหภูมิสูงขึ้น จุดอิ่มตัวต่ำ ณ ที่อุณหภูมิใดๆ เรียกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 และอากาศแห้งโดยสิ้นเชิง คือ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 0 ดังนั้น ถ้าบรรยากาศ โดยรอบมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 และบรรยากาศภายในผลิตผลพืชมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ไอน้ำจะสูญเสียให้กับอากาศที่อยู่โดยรอบอากาศโดยรอบนี่ถ้ายิ่งแห้งการสูญเสียน้ำของผลผลิตพืชผ่านกระบวนการคายน้ำก็จะยิ่งเร็วขึ้น เพราะฉะนั้น ถ้าหากสามารถควบคุมอิทธิพล ที่มีต่อการคายน้ำ โดยการเก็บผลิตผลไว้ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงมากๆ ก็จะสามารถช่วยยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวได้มาก

อุณหภูมิ (วว. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, 2555)

อุณหภูมิมีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการหายใจ ถ้าปล่อยให้อุณหภูมิของผลิตผลพืชสวนสูงขึ้น อัตราการหายใจก็สูงขึ้นด้วย และเมื่ออัตราการหายใจสูง ความร้อนจะสูงขึ้นอีกเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ดังนั้น การรักษาอุณหภูมิของผลิตผลพืชให้อยู่ในระดับต่ำ ทำให้ขบวนการหายใจลดลง เป็นการช่วยยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืชสวนได้ทางหนึ่ง

อุณหภูมินอกจากมีอิทธิพลต่อการหายใจแล้ว ยังก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผลพืชด้วย เก็บผลิตผลพืชไว้ที่อุณหภูมิเกิน 40 องศาเซลเซียส จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อถ้าเก็บที่ 60 องศาเซลเซียส ขบวนการเกี่ยวกับเอนไซม์ทุกชนิดจะหยุด และผลิตผลก็จะตาย ความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิสูง จะเห็นได้จากการเกิดกลิ่นแอลกอฮอล์และรสชาติเสียไปเพราะเป็นผลของปฏิกิริยาการหมัก และการสลายตัวของเนื้อเยื่อ ปกติมักเกิดขึ้นเมื่อเก็บผลิตผลพืชสวนปริมาณมากไว้ในอุณหภูมิสูง การเก็บไว้ในอุณหภูมิที่สูงกว่า จะทำให้เนื้อเกิดช้ำหรือสุกไม่เท่ากัน เกิดเชื้อราและเน่าเร็ว ผลิตผลที่เก็บในอุณหภูมิที่เย็นเกินควรแล้วนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้เกิดการสลายตัวของเนื้อเยื่อ รสชาติผิดไปจากเดิมและผลิตผลนั้น มักไม่เป็นที่ต้องการของตลาด อย่างไรก็ตาม ผลไม้เมืองร้อนส่วนใหญ่จะทนความเย็นได้โดยไม่เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อ ที่อุณหภูมิระหว่าง 5-14 องศาเซลเซียส ผลไม้ เช่น มะละกอ กล้วย สับปะรด จะแสดงอาการสลายตัวของเนื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เยื้อ เกิดมีสีดำและผิดรสชาติจะไม่สุก แม้ว่าจะช่วยบ่ม ถ้าเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจัดปลอดภัยดังกล่าว อาการสูญเสียของผลไม้และผัก เนื่องจากความเย็นจัด

การเกิดแผลและการช้ำ (วว. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, 2555)

การควบคุมอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการควบคุมขบวนการหายใจ แต่ก็ยังมีปัจจัยรองอย่างอื่นอีก ได้แก่ การเกิดแผลและการช้ำของผลิตผลพืช นอกจากทำให้เซลล์แตกและเนื้อเยื่อเสียหายแล้ว ยังทำให้สูญเสียน้ำโดยตรง และที่สำคัญกว่านั้น คือ ทำให้ขบวนการหายใจของเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตราการหายใจที่สูงขึ้น ปกติจะกระตุ้นอุณหภูมิให้สูงขึ้น ซึ่งหากไม่ควบคุมเอาไว้ จะทำให้ความร้อนรอบผลิตผลพืชสูงตามไปด้วย ดังนั้นผลไม้ที่ไม่ดีเพียงใบเดียวย่อมทำให้เกิดการเสี่ยงอันตรายอย่างสูงต่อผลไม้ดีๆ ทั้งหมดภายในกล่องเดียวกัน การระมัดระวังมิให้เกิดแผลและการช้ำ กระทำได้โดยใช้ความระมัดระวังในการเก็บเกี่ยว การขนส่งและการบรรจุหีบห่อ อีกอย่างคือ อย่าปนผลิตผลพืชที่ได้รับความเสียหายดังกล่าวลงในกล่องผลิตผลพืชดีๆ ภายในหีบห่อ ยานพาหนะขนส่ง และโรงเก็บรักษาเดียวกันเป็นอันขาด การเกิดแผลขูดขีด จากการเก็บเกี่ยว ตลอดมาจนถึงการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทำให้สูญเสียน้ำเร็วและเป็นทางให้เชื้อราและบักเตรีเข้าทำลายได้ง่ายยิ่งขึ้นด้วย

การระบายอากาศ (วว. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, 2555)

ผลิตผลพืชสดเมื่อเก็บรักษาไว้ในปริมาณมากโดยไม่มีการระบายอากาศและควบคุมอุณหภูมิพอเพียงอาจก่อให้เกิดบรรยากาศผิดปกติ ซึ่งไปลดระดับออกซิเจนลง แต่คาร์บอนไดออกไซด์กลับเพิ่มขึ้น เนื่องจากขบวนการหายใจของผลิตผลพืชเหล่านั้นเอง เมื่อระดับออกซิเจนลดต่ำลงประมาณร้อยละ 2 ผลิตผลพืชจะตกอยู่ในสภาพไร้อากาศหายใจ ขบวนการหมักที่ตามมา จะทำให้การเกิดรสชาติผิดปกติและเนื้อเยื่อตาย ในภาวะออกซิเจนต่ำนี้ ผลไม้ที่ต้องการออกซิเจน สำหรับการเปลี่ยนสีเมื่อสุก ก็จะไม่เปลี่ยนสีจะยังคงเขียวอยู่เหมือนเดิม แม้ว่าปฏิกิริยาแก่สุกอื่นๆ จะยังดำเนินต่อไปอยู่ก็ตาม การนำผลิตผลเหล่านี้ออกสู่สภาพบรรยากาศปกติ ทำให้เนื้อเยื่อสลายตัวอย่างรวดเร็วต่อไปและ คุณภาพของผลิตผลต่ำจนไม่เป็นที่ต้องการของตลาด เราสามารถป้องกันได้โดยการจัดให้มีการระบายอากาศที่เพียงพอในโรงเก็บ ในการบรรจุผลไม้และผักในกล่องหรือภาชนะบรรจุต่างๆ ต้องมีรูเจาะไว้เพื่อระบายคาร์บอนไดออกไซด์ออกบ้าง อย่าเก็บรักษาผลิตผลจำนวนมากโดยปราศจากระบบระบายอากาศเป็นระยะๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส้มเขียวหวานหลังจากการเก็บเกี่ยว รวมถึงการขนส่ง ตลอดจนการวางจำหน่ายมักจะเกิดการสูญเสียในด้านลักษณะปรากฏ คุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติเป็นต้น จากการสำรวจความเสียหายของส้มในกลุ่มส้มเขียวหวาน พบว่ามีความเสียหายเกิดขึ้นจากระยะหลังการเก็บเกี่ยวไปจนถึงการจำหน่ายร้อยละ 5-30 เมื่อเทียบกับผลผลิตทั้งหมด (อุราภรณ์ และคณะ, 2546)

2.1.6.2 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีระหว่างการเก็บรักษา (นิธิยา และ ดนัย, 2548)

การเก็บรักษาผลิตผลไว้ช่วงเวลาหนึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของผลิตผลได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดผล พันธุ์ ระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาที่ใช้ การเก็บรักษาผลิตผลจะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของผลิตผลดังนี้

คาร์โบไฮเดรต โดยปกติผลไม้จำพวก climacteric มีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงในช่วงหลังของเกสรเก็บรักษาปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น สตาร์ชได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและเปลี่ยนเป็นน้ำตาลฟรักโตสและซูโครส การเก็บรักษาผลไม้กลุ่มนี้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน จะทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดลดลง สำหรับผลไม้ที่เป็น non-climacteric การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยและเกิดขึ้นอย่างช้าๆ

ระยะความแก่ของผลไม้และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา จะเป็นตัวกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลรีดิวซิง เช่น มะเขือเทศผลอ่อนที่มีขนาดเล็กจะมีปริมาณน้ำตาลลดลง ในแครอทอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสต่อน้ำตาลดีดิวซิง จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 14-18 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 1-2 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ภาวะสมดุลของน้ำตาลซูโครสและน้ำตาลรีดิวซ์เปลี่ยนไป เช่น มันฝรั่งที่เก็บรักษาไว้ที่ 5.6 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่ามันฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8.9 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงน้อยที่สุด (Kader, 1986)

กรดอินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงจะฝันแปลไปตามระยะความแก่และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ส่วนปริมาณวิตามินซี จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิสูง เช่น ผลมะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง มะนาว ส้ม และพลับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไขมัน ผลไม้บางชนิดจะมีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นในรูปของคิวติเคิล (cuticle) หรือแวกซ์ที่เคลือบอยู่ที่ผิว เช่น การเพิ่มขึ้นของคิวติเคิล ที่เคลือบบนผิวของแอบเปิ้ลเมื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบของแวกซ์ที่เคลือบผิวผลไม้ พบว่าส่วนที่เป็นน้ำมันจะเพิ่มเร็วกว่า

จะปรากฏขึ้นในช่วงหลังของการเก็บรักษาและการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานจะมีส่วนที่เป็นแวกซ์ ชนิด soft wax สะสมอยู่ในคิวติเคิลเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น

สารสีหรือรงควัตถุระหว่างการเก็บรักษาผลไม้ส่วนใหญ่ ปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลงแต่สารสีชนิดอื่นจะเพิ่มขึ้นหรือลดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา ความแก่ พันธุ์

สารประกอบเพกติน ในระหว่างการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของผลิตผลจะลดลงเนื่องจากการสลายตัวของสารโพโทเพกตินซึ่งไม่ละลายน้ำ ได้เป็นกรดเพกติกและเพกติน จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เช่นกรณี เกรฟฟรุตที่เก็บไว้นาน 6 สัปดาห์ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างโพรโทเพกตินและเพกตินชนิดที่ละลายน้ำได้

สารระเหย อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผล ผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ที่สภาพควบคุมบรรยากาศ จะสร้างสารระเหยได้น้อยกว่าแม้จะนำออกจากสภาพนั้นก็ตาม การรักษาในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำยังทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ เนื่องจากมีการสะสมของแอซิตัลดีไฮด์และเอทิลแอลกอฮอล์ภายในเนื้อผลไม้

เอนไซม์ ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เช่น เอนไซม์คะตะเลส เพกตินเอสเทอเรส เซลลูเลส และอะไมเลส จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา แต่ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์คะตะเลสเพกตินจะสูงกว่า แต่เอนไซม์ออกซิเดสจะต่ำกว่าผลไม้ที่เก็บเกี่ยวขณะยังไม่แก่ (นิธิยา และ ดนัย, 2548)

2.1.6.3 การใช้สารเคลือบผิวผลไม้ (นิธิยา และ ดนัย, 2548)

ผักและผลไม้โดยทั่วไปมีสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นสารประเภทลิพิด เช่น การมีคิวติเคิล (cuticle) ที่ผิวของผลไม้บางชนิด เป็นต้น ภายหลังการเก็บเกี่ยวและในระหว่างกระบวนการจัดการหลังกระบวรการเก็บเกี่ยวสารเคลือบผิวบางส่วนอาจจะหายไปซึ่งจะส่งผลให้ผลิตผลสูญเสียน้ำได้ง่าย รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนแก๊สได้มากขึ้นด้วยดังนั้นในกระบวนการหลังการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บเกี่ยวผลผลิตบางชนิด จึงมีการเคลือบผิวผลด้วยสารเคลือบที่ได้มาจากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์เพื่อทดแทนสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ

วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการเคลือบผิวผลไม้

- ช่วยลดการสูญเสียน้ำของผลิตผลได้ร้อยละ 30-50
- ทำให้ผลิตผลมีลักษณะไม่เหี่ยว
- ลดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สซึ่งจะส่งผลให้ชะลอกระบวนการหายใจให้ช้าลงแต่ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผลิตผล

ผลกระทบต่อผลิตผลทางอ้อม

- ให้ความมันวาวดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค
- ทำให้ผลิตผลมีความสนใจน่าบริโภค
- เกิดกลิ่นรสที่ไม่ดี เช่นกลิ่นหมัก

ปัจจุบันสารเคลือบผิวที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วยสารหลายชนิดที่ได้จากพืชและจากปิโตรเลียม รวมทั้งชนิดที่ได้จากสัตว์ สูตรส่วนผสมของสารเคลือบเหล่านี้มักจะประกอบไปด้วยพาราฟินแวกซ์ (paraffin wax) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยควบคุมการสูญเสียน้ำได้ดีและมีความมันวาวน้อย ส่วน คาร์นูบาแวกซ์ (carnauba wax) เป็นสารเคลือบผิวที่ให้ความมันวาวดี แต่ควบคุมการสูญเสียน้ำได้น้อยต่อมาได้มีการพัฒนาสูตรสารเคลือบที่ผิวประกอบด้วยสารสังเคราะห์ประเภทพอลิเอทิลีน (polyethylene) และเรซินสังเคราะห์ (synthetic resin) รวมกับสารอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์และสารลดแรงตึงผิว ในปัจจุบันสารเคลือบผิวสังเคราะห์ มีสารเคมีฆ่าเชื้อราผสมอยู่ด้วย รวมทั้งอาจมีสารระงับการเสื่อมสภาพ ระงับการงอก และสารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นๆ

การเคลือบผิวทางการค้าในปัจจุบันทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แปรงปัด การฉีดพ่นฝอย การให้แวกซ์ที่อยู่ในสภาพของโฟม ซึ่งวิธีการปฏิบัติสามารถรวมเข้ากันเป็นตอนหนึ่งในระบบสายพานได้ สารเคลือบผิวที่ติดอยู่กับผลิตผลต้องบางและยอมให้แก๊สผ่านเข้าออกได้บ้าง หลังจากเคลือบผิวผลแล้วจะต้องนำผลิตผลไปทำให้ผิวนอกแห้งโดยใช้ลมร้อนเป่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิดของสารเคลือบผิว

ปัจจุบันมีการพัฒนาสูตรสารเคลือบผิวออกจำหน่ายทางการค้ามากมาย สารเคลือบผิวแต่ละชนิดมาส่วนผสมแตกต่างกันออกไป และส่วนผสมเป็นความลับทางการค้าของผู้ผลิต ส่วนใหญ่สารเคลือบผิวประกอบด้วยสารหลายชนิดรวมกัน เพื่อนำเอาสมบัติที่ดีของสารแต่ละชนิดมารวมกัน โดยทั่วไปสารเคลือบผิวมีส่วนผสมที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นสารเคลือบผิวโดยตรงซึ่งมักเป็นไขมัน ตัวทำละลาย และสารอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ซึ่งทำให้ไขมันและน้ำผสมรวมกันได้อย่างถาวร

สารเคลือบผิวที่ได้จากพืช เช่น คาร์นูบาแวกซ์ เป็นสารเคลือบผิวที่ได้จากผิวใบของปาล์ม (Brazillian palm) เป็นแวกซ์ที่มีคุณภาพดี และมักใช้เป็นส่วนผสมของสารเคลือบผิวเป็นส่วนใหญ่ มีราคาถูกแต่ให้ความมันวาวต่ำ ไม่หลุดออกได้ง่ายจึงนำมาใช้แทนเชลแลค (shellac) จึงใช้เคลือบผิวผลบางชนิดเพื่อการส่งออก ส่วนสารเคลือบผิวที่ได้จากพืชชนิดอื่นๆ มักเป็นไขมันจากพืช เช่น น้ำมันพืชชนิดต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาสูตรต่างๆเป็นสารเคลือบผิวที่บริโภคได้

สารเคลือบผิวที่ได้จากสัตว์ เช่น เชลแลค ซึ่งได้จากมูลครั่ง มีความมันวาวสูงมากมักพบเป็นส่วนประผสมของสารเคลือบผิวทุกชนิด แต่มีข้อเสียคือจะหลุดออกไปเมื่อนำผลิตผลออกมาจากห้องเย็นแล้วเกิดหยดน้ำที่ผิวของผลิตผล เชลแล็กใช้เป็นสารเคลือบผิวผลิตส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นได้ และได้รับความนิยมสูงมากถึงแม้จะเป็นสารเคลือบผิวที่มีราคาแพงก็ตามเนื่องจากเคลือบผิวได้ง่ายและแห้งเร็ว

สารเคลือบผิวจากปิโตรเลียม (petroleum wax) เป็นของเหลือที่ได้จากภายหลังการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เช่น พาราฟินแวกซ์ มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว อ่อนนุ่ม ลื่น ไม่มีกลิ่น สามารถรวมกับสารเคลือบผิวจากพืชและสัตว์ได้

สารเคลือบผิวแวกซ์สังเคราะห์ (synthetic wax) เช่น พอลิเอทิลีน สังเคราะห์ได้จากเอทิลีน มีราคาถูก ช่วยควบคุมการสูญเสียน้ำได้ดี มีความมันวาวปานกลาง

การเคลือบผิวส้ม (นิธิยา และ ดนัย, 2548)

ในการเคลือบผิวส้มนั้น ต้องนำผลส้มมาผ่านการล้างทำความสะอาดก่อนด้วยสบู่หรือสารฆ่าจุลินทรีย์ เช่น สารประกอบที่มีคลอรีน หรือสารเคมีฆ่าเชื้อรา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการผลิตว่ามีปัญหาเรื่องจุลินทรีย์มากน้อยเพียงใด ในระบบสายพานนั้นผลส้มจะผ่านเข้าเครื่องล้าง ซึ่งเป็นระบบพ่นฝอยในลักษณะที่ผลส้มวางเรียงไม่ซ้อนทับกัน ควรมีแปรงที่ช่วยทำความสะอาดซึ่งหมุนในอัตราเร็ว 135-150 รอบต่อนาที ผลส้มที่ผิวไม่สะอาดจะทำให้สารเคลือบผิวไม่สามารถติดกับผิวผลไม้ได้ ถ้าเป็นผลส้มที่ผ่านขั้นตอนการลดอุณหภูมิหรือนำออกจากห้องเย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะต้องปรับอุณหภูมิของผลไม้ให้สูงขึ้น ก่อน มิฉะนั้นอาจมีปัญหาเรื่องมีหยดน้ำเกาะที่ผิวส้มภายหลังการเคลือบผิวได้ ซึ่งบริษัท FMC ได้แนะนำว่าถ้าเป็นผลที่ผ่านการลดอุณหภูมิ หรือมีอุณหภูมิต่ำต้องล้างด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส จะช่วยทำให้เปลือกของส้มมีอุณหภูมิสูงขึ้น และไม่เกิดหยดน้ำภายหลังการเคลือบผิว แต่ทั้งนี้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงต้องกระทำอย่างระมัดระวังอาจก่อให้เกิดความเสียหายจากอุณหภูมิสูงกับผลไม้ได้ เมื่อผลส้มผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดแล้ว ต้องนำผลส้มมาผ่านกระบวนการทำให้ผิวแห้งก่อนนำไปเคลือบผิว ซึ่งมักใช้อากาศร้อนหรือลมร้อน ที่มีอุณหภูมิประมาณ 40-50 องศา-เซลเซียสหรืออาจใช้ระบบลูกกลิ้งที่สามารถดูดซับน้ำออกจากผิวส้ม ลูกกลิ้งนี้ควรหมุนในอัตราเร็วประมาณ 85-100 รอบต่อนาที สารเคลือบผิวที่ใช้บรรจุอยู่ในถัง หากสารเคมีที่ใช้เคลือบไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันจะต้องมีเครื่องมือสำหรับกวนสารเคลือบผิวอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันการแยกตัวออกจากกันของสารเคลือบผิวสารเคมีที่เป็นผงละลายน้ำ ปริมาณแวกซ์ที่ใช้เคลือบขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ประกอบการ โดยทั่วไปจะใช้สารเคลือบผิวประมาณ 3.78 ลิตรต่อผลส้ม 4,536 กิโลกรัม สารเคลือบผิวจะถูกฉีดพ่นลงบนผลส้มซึ่งอยู่บนแปรงขัด วิธีนี้จะช่วยป้องกันความเสียหายที่ผิวส้มได้ หลังจากนั้นผลส้มจะผ่านเข้าสู้ขั้นตอนการทำให้สารเคลือบผิวแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส เมื่อผิวส้มแห้งเป็นการสิ้นสุดขั้นตอนการเคลือบผิวส้ม (นิธิยา และดนัย, 2548)

การใช้สารเคลือบผิวเพื่อลดความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กับส้มเขียวหวาน โดยสารเคลือบผิวจะช่วยชะลออัตราการหายใจ และอัตราการคายน้ำ นอกจากนั้นสารเคลือบผิวจะทำให้ผิวส้มเป็นมันวาว การใช้สารเคลือบผิวเป็นวิธีการที่มีต้นทุนต่ำ และสะดวกที่สุด ซึ่งเป็นวิธีการลดการสูญเสียได้ดีพอสมควร แต่การใช้สารเคลือบผิวยังมีข้อจำกัด คือ สารเคลือบผิวจะเพิ่มการสะสมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และลดการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนทำให้เกิดสภาวะที่ไม่มีอากาศในผลส้ม นำไปสู่การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และเกิดสารที่ให้กลิ่นไม่พึงประสงค์แก่ส้มและทำให้ส้มเสียสภาพในที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกใช้สารเคลือบผิวที่มีสมบัติในด้านการซึมผ่านของแก๊สและไอน้ำ (วิลาวัลย์, 2544; Ladaniya 2008; Tietel *et al.*, 2009)

2.2 แป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่เป็นจุดเด่นของแป้งมันสำปะหลังและการนำไปใช้ประโยชน์ที่รู้จักกันดี คือ ปราศจากสี และกลิ่น มีความบริสุทธิ์สูง จากธรรมชาติของหัวมันสำปะหลัง จะไม่สะสมสารอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส หรือเกลือแร่ต่างๆ ในปริมาณมาก เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเคมี แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีความเหนียวสูง และทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง เช่น การแช่แข็งหลายๆครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การอุ้มน้ำที่ดี (ข่าวสารวิชาการในวงการแป้ง, 2544) จากลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม แป้งมันสำปะหลังเป็นหนึ่งในสารไบโอพอลิเมอร์จากธรรมชาติสำหรับการทำสารเคลือบเพราะมีต้นทุนต่ำ สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ และมีความสามารถในการขึ้นรูปเป็นฟิล์ม (Bergo *et al.*, 2008) ฟิล์มที่ทำจากแป้งมีข้อดีที่เหนือกว่าฟิล์มพลาสติก คือ สามารถบริโภคได้พร้อมกับอาหาร สามารถย่อยสลายได้ และยังมีคุณสมบัติในการป้องกันแก๊ส และสารละลาย (Martin *et al*., 2001)

แป้งมันสำปะหลัง เมื่อเตรียมฟิล์ม จะมีลักษณะเปราะ ดังนั้นจึงมีการเติมพลาสติไซเซอร์ เพื่อลดความเปราะของฟิล์ม ลักษณะของฟิล์มจะขึ้นอยู่กับ polymeric matrix โครงสร้างของสายโซ่พอลิเมอร์และกระบวนการobtainment ของพลาสติไซเซอร์ (Muller *et al*., 2008) การเตรียมฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ฟิล์มที่ได้มีความเปราะ แตกหักได้ง่าย ไม่มีความยืดหยุ่น จึงต้องมีการผสมพลาสติไซเซอร์ลงไปเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของแผ่นฟิล์ม แล้วนำฟิล์มที่มีลักษณะที่ดีที่สุดมาทดสอบการเคลือบฟิล์มพร้อมกับปรับปรุงสภาวะการเคลือบและปริมาณพลาสติไซเซอร์ตามความเหมาะสมที่สุดเพื่อให้ได้สารเคลือบฟิล์มที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ร่วมกับพลาสติไซเซอร์คือพอลิเอทิลีนไกลคอล 6000 ร้อยละ 0.50 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (นิสิต และคณะ, 2548)

Suppakul *et al*. (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความเข้มข้นพลาสติไซเซอร์ คือ กลีเซอรอล, โพลิเอทิลีนไกลคอล 400, ซอร์บิทอล จากการทดลองพบว่า กลีเซอรอล และ ซอร์บิทอล สามารถเตรียมฟิล์มรวมกับแป้งมันสำปะหลังได้ เป็นเนื้อเดียวกัน ใส เนื้อเนียน และอนุภาคเล็ก ความเข้มข้นของ ซอร์บิทอล มีผลต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ ของคุณสมบัติเชิงกล และที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 มีความต้านทานแรงดึงมากที่สุด ซอร์บิทอลที่ความเข้มข้นต่างกันทำให้การยืดของฟิล์มต่างกัน อย่างไรก็ตาม ที่ความเข้มข้นต่ำกว่าร้อยละ 40 ค่ามอดูลัสของยัง และค่าความต้านทานแรงดึงมีค่าเหมือนกัน ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 30

การซึมผ่านไอน้ำ และการดูดซับไอน้ำ ในฟิล์มที่เตรียมจากแป้งมันสำปะหลังผสมกับเจลาตินหรือคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส (CMC) จากการศึกษาในฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังผสม และไม่ผสมเจลาตินและคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส สภาวะการศึกษาที่ 33 และ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 54 อุณหภูมิ 22 ± 1องศาเซลเซียส มีค่าการซึมผ่านไอน้ำ 0.05 -0.17 และ 0.20 – 0.47 g.mm/day.m^2.mmHg ตามลำดับ เจลาตินจะทำให้ค่าการซึมผ่านไอน้ำสูงขึ้น (Tongdeesoontorn, 2009) จากการศึกษาการเตรียมฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้พลาสติไซเซอร์ได้แก่ กลีเซอรอล โพลีเอทอลีนไกลคอล และ กลูตารอลดีไฮด์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของฟิล์ม และลดการซึมผ่านของไอน้ำ ฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังโดยไม่ผสมส่วนประกอบอื่นมีการซึมผ่านของไอน้ำต่ำ แต่ฟิล์มที่มีส่วนผสมของกลีเซอรอลจะทีค่าการซึมผ่านไอน้ำสูงกว่า (Parra *et al*, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 พลาสติไซเซอร์

พลาสติไซเซอร์ (plasticizer) คือ สารที่เติมลงไปในพอลิเมอร์เพื่อเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนรูปร่างได้ดียิ่งขึ้น ลดความแข็งเปราะ เพิ่มคุณสมบัติการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำได้ดีขึ้น สารกลุ่มพอลิออลส์ (Polyols) เช่น กลีเซอรอล และ ซอร์บิทอล เป็นพลาสติไซเซอร์ชนิดหนึ่งที่ไม่เพียงเพิ่มความยืดหยุ่นของฟิล์ม และมีการซึมผ่านไอน้ำที่ดี เนื่องจากสามารถลดพันธะไฮโดรเจนและเพิ่มระยะห่างระหว่างโมเลกุล ทำให้ช่วยลดแรงระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ เพิ่มความคล่องตัวของโซ่พอลิเมอร์ และการปรับปรุงลักษณะทางกลของฟิล์ม เช่น การขยายตัวของฟิล์ม กลีเซอรอลเป็นพลาสติไซเซอร์ที่นิยมใช้ในการเตรียมฟิล์มเนื่องจากมีความเสถียรและสามารถละลายเข้ากันกับน้ำได้ โดยมีส่วนที่ละลายน้ำได้ เมื่อนำมาประยุกต์ในการเตรียมฟิล์มที่มีส่วนผสมของน้ำ เช่น ฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังแต่มีข้อจำกัดในการละลายน้ำ และการซึมผ่านของไอน้ำ (Chillo *et al.*, 2008) เนื่องจากข้อจำกัด จึงต้องเติมพลาสติไซเซอร์ร่วมเพื่อลดข้อจำกัด ซอร์บิทอลสามารถเข้ากันได้ดีกับกลีเซอรอล และซอร์บิทอลช่วยลดจุลินทรีย์บางชนิดได้ (Kumpoun *et al.*, 2003) การใช้ซอร์บิทอลในฟิล์มจากโปรตีนสกัด หรือฟิล์มจากกลูเตนข้าวสาลี ปริมาณน้อยมีผลทางบวกต่อความต้านทานแรงดึง และความยืดหยุ่นของฟิล์ม (Kim *et al.*, 2003)

นิสิต และคณะ (2548) เตรียมฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ฟิล์มที่ได้มีความเปราะแตกหักได้ง่าย ไม่มีความยืดหยุ่น จึงต้องมีการผสมพลาสติไซเซอร์ลงไปเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของแผ่นฟิล์ม แล้วนำฟิล์มที่มีลักษณะที่ดีที่สุดมาทดสอบการเคลือบฟิล์มพร้อมกับปรับปรุงสภาวะการเคลือบและปริมาณพลาสติไซเซอร์ตามความเหมาะสมที่สุดเพื่อให้ได้สารเคลือบฟิล์มที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ร่วมกับพลาสติไซเซอร์คือ พอลีเอทิลีนไกลคอล 6000 ร้อยละ 0.50 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร Suppakul *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความเข้มข้นพลาสติไซเซอร์ คือ กลีเซอรอล, โพลิเอทิลีนไกลคอล 400, ซอร์บิทอล จากการทดลองพบว่า กลีเซอรอล และซอร์บิทอล สามารถเตรียมฟิล์มรวมกับแป้งมันสำปะหลังได้ เป็นเนื้อเดียวกัน ใส เนื้อเนียน และอนุภาคเล็ก ความเข้มข้นของ ซอร์บิทอล มีผลต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ ของคุณสมบัติเชิงกล และที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 มีความต้านทานแรงดึงมากที่สุด ซอร์บิทอลที่ความเข้มข้นต่างกันทำให้การยืดของฟิล์มต่างกัน อย่างไรก็ตาม ที่ความเข้มข้นต่ำกว่าร้อยละ 40 ค่ามอดูลัสของยัง และค่าความต้านทานแรงดึงมีค่าเหมือนกัน ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 30

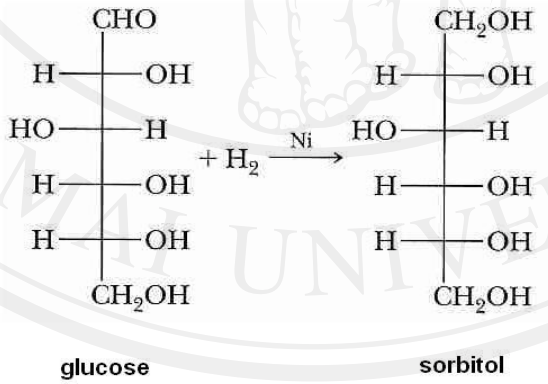
ได้มีการศึกษาผลของกลีเซอรอลและไคโตซานร่วมกับสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้ Response surface methodology ทำการทดสอบความหนืดในการขึ้นรูปฟิล์ม คุณสมบัติ และคุณสมบัติทางกล คุณสมบัติการซึมผ่านไอน้ำ และสี จากลักษณะเชิงกล พบว่าไคโตซานมีผลด้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บวกในขณะที่กลีเซอรอลมีผลในด้านลบ ความหนืดไคโตซานมีผลด้านลบ ในขณะที่กลีเซอรอลมีผลในทางบวก นอกจากนี้ทั้งไคโตซานและกลีเซอรอลมีผลต่อดัชนีสี กล่าวคือความเข้มข้นของไคโตซานและกลีเซอรอลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีแนวโน้มที่มีผลต่อลักษณะของฟิล์ม (Chillo *et al*., 2008)

2.3.1 ซอร์บิทอล (sorbitol) (Food Network Solution, 2010)

ซอร์บิทอล เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) ใช้เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล (sugar substitute) มีชื่อเรียกอื่น คือ glucitol, D-glucitol, D-sorbitol, Sorbite และhydrogenated starch hydrolysate (HSH) วัตถุดิบที่ใช้เพื่อการผลิตซอร์บิ-ทอล คือ ผลิตผลทางการเกษตรที่มีสตาร์ช (Starch) เป็นส่วนประกอบ เช่น พืชหัว ได้แก่ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง และเมล็ดธัญพืช ได้แก่ ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี ในกระบวนการผลิตซอร์บิทอลเริ่มต้นจากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช ให้เป็นโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส เรียกว่า starch hydrolysis ได้สารตั้งต้น คือ น้ำเชื่อมกลูโคส glucose syrup แล้วจึงทำปฏิกริยาไฮโดรเจเนชั่น (hydrogenation) ด้วยการเติมไฮโดรเจน ให้กับโมเลกุลของน้ำตาล กลูโคส (glucose) มีนิเกิล เป็นคะตะลิส (catalyste) ดังภาพ 2.4



ภาพ 2.4 ปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันเปลี่ยนโมเลกุลกลูโคสเป็นซอร์บิทอล

คุณสมบัติเด่นของซอร์บิทอล

- มีรสชาติหวาน และเมื่อละลายจะให้ความรู้สึก เย็น ซ่า (cooling effect) เนื่องจากระหว่างพลังงานจะดูดพลังงานความร้อนเพื่อใช้เป็นความร้อนแฝงของการละลาย
- ให้พลังงาน 2.6 แคลอรี่ต่อกรัม (เทียบกับน้ำตาลทรายซึ่งให้ 4 แคลอรี่ต่อกรัม) ร่างกายจะย่อยและดูดซึมช้ากว่าน้ำตาล จึงไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

● เป็นยาระบายอ่อนๆ (laxative effect) เนื่องจากดูดซึมได้ช้า และตกค้างมาเป็นอาหารของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่

● ทนต่อกรดและความร้อน ได้ดีดีกว่าน้ำตาลทราย และเกิดปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) ได้ยากกว่า

● เป็นสารที่แบคทีเรีย ไม่สามารถย่อยสลายให้เกิดสภาวะกรดในช่องปากได้

การใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

● ใช้เป็นสารแทนน้ำตาล (sugar substitute)ในผลิตภัณฑ์ อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (diet food) อาหารให้พลังงานต่ำ (low-calorie) หรือไม่มีน้ำตาล (sugar-free) และใช้ในอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น เบเกอรี่ (bakery) แยม (jam) หมากฝรั่ง ลูกกวาด ลูกอม และผสมเครื่องดื่ม (beverage)

● รักษาความชุ่มชื้น (humectant) ในผลิตภัณฑ์

● ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล ในการผลิตช็อกโกแลต ลูกกวาด ลูกอม

● ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง(cryoprotectant) โดยไปทำให้จุดเยือกแข็ง (freezing point) ของอาหารลดลง น้ำในอาหารอยู่ในรูปของเหลวที่อุณหภูมิต่ำมาก จึงไม่เกิดผลึกน้ำแข็งที่ไปทำลายเซลเนื้อเยื่อ ใช้ใน อาหารแช่แข็งเช่น ซูริมิ (surimi) ไอศกรีม (ice cream)

●.ใช้เป็นพลาสติไซเซอร์

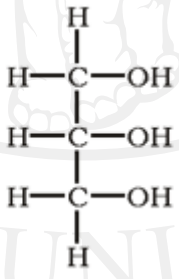
2.3.2 กลีเซอรอล

กลีเซอรอล เป็นพอลิไฮดริกซ์แอลกอฮอล์ (polyhydric Alcohol) ที่ทำหน้าที่เป็นสารดูดความชื้น สารปรับสภาพการตกผลึก (crystallization modifier) และ plasticizer เป็นของเหลวหวานแบบขม (bitter sweet) มีความหวาน 0.6-0.7 เท่าของน้ำตาล มีความสามารถละลายสูงถึง 71 กรัมต่อน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นตัวทำละลายน้ำมันที่มีคุณภาพพอใช้ และมีความสามารถดูดความชื้นปานกลางถึงสูง ใช้รักษาปริมาณความชื้นในระดับหนึ่งเพื่อป้องกันการแห้งของอาหารใช้ในลูกกวาด เพื่อรักษาระดับเริ่มต้นของการตกผลึกของน้ำตาลแบบอ่อนนุ่ม (soft sugar) ยังทำงานเป็นตัวทำละลายกลิ่นรส (flavor solvent) ใน Marshmallows ลูกกวาด และขนมอบ (กล้าณรงค์ และ จุนธนี, 2545)

การผลิตกลีเซอรอลทำได้หลายวิธี ได้แก่ การสกัดกลีเซอรอลจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ การผลิตกลีเซอรอลจากกระบวนการหมัก (fermentation) ของน้ำตาล การผลิตกลีเซอรอลจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไขมัน และกระบวนการผลิตสบู่ด้วยปฏิกิริยา saponification ซึ่งจะได้กลี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซอรอลเป็นผลผลิตพลอยได้ (by product) คุณสมบัติที่สำคัญของกลีเซอรอลนั้น ได้แก่ ความสามารถในการดูดความชื้น (humectants) ความสามารถในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ โดยการลดปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์อาหาร การให้ความหนืด ความสามารถในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เช่น การใช้กลีเซอรอล เป็นตัวทำละลายของสารให้กลิ่นรสและสี ช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีลักษณะอ่อนนุ่ม (plasticizers หรือ softening agents) นอกจากนี้กลีเซอรอลจัดเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ดังนั้นจึงมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยาอย่างแพร่หลายได้แก่ การใช้กลีเซอรอลในเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สำเร็จรูป (cured meats) เช่น แฮม เบคอน ไส้กรอก รวมถึงผลิตภัณฑ์จากไข่ (egg products) การใช้กลีเซอรอลในผลิตภัณฑ์ขนมอบ (baked goods) เพื่อช่วยในการเก็บรักษาปริมาณความชื้นได้ระดับหนึ่งมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสนุ่มและชุ่มชื้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมนั้นจะใช้กลีเซอรอลเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์และลดจุดเยือกแข็งในไอศกรีม การใช้กลีเซอรอลในการผลิต shortenings เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนมอบ การใช้กลีเซอรอลในผลิตภัณฑ์นมเพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ การใช้กลีเซอรอลในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดและมาร์ชเมลโล (marshmallows) เพื่อช่วยในการเก็บความชื้นและป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล (crystallization modifier) เป็นต้น (Leffingwell และ Lesser, 1945)



ภาพ 2.5 สูตรโครงสร้างของกลีเซอรอล

ที่มา : http://apchemcyhs.wikispaces.com/Drescher,+Nicolette1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.3 คุณสมบัติต่างๆ ของกลีเซอรอลและซอร์บิทอล

คุณสมบัติ	กลีเซอรอล	ซอร์บิทอล
น้ำหนักโมเลกุล	92	182
จุดหลอมเหลว ºC	18.6	93
ความหนาแน่นที่ 25 ºC	1.2613	1.49
ความหนืด (cP 25 ºC)	954	ของแข็ง
ความหนืดที่ความเจือจาง 70 % 25 ºC	17	110
ความสามารถในการดูดความชื้น	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง-ต่ำ
ความสามารถในการละลายน้ำ	ปานกลาง	ต่ำ
ความสามารถในการละลายในน้ำมัน	มาก	ร้อยละ71
ความต้านทานต่ออุณหภูมิสูง	น้อย	มาก
รสชาติ	หวาน ขมเล็กน้อย	หวานเย็น

ที่มา : Ledward (1981)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved