

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

มะม่วง (*Mangifera indica* Linn.) มีถิ่นกำเนิดของมะม่วงอยู่แถบเขตติดต่อของพม่าและอินเดีย ปัจจุบันมีปลูกทั่วไปในเขตร้อน เช่น อินเดีย มาเลเซีย ไทย เอเชียตะวันออกเฉียง แอฟริกา ตะวันออก แอฟริกาตะวันตก สหรัฐอเมริกา บราซิล และหมู่เกาะบาฮาดอส (สุเมษ, 2544)

#### พันธุ์มะม่วงที่สำคัญในประเทศไทย

ประเทศไทยมีมะม่วงมากมายหลายพันธุ์ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของมะม่วงออกตามการใช้ประโยชน์ได้ 3 ประเภท คือ (เคหการเกษตร, 2537)

1. มะม่วงประเภทรับประทานผลสุก มะม่วงกลุ่มนี้รู้จักกันดีในตลาดโลก ปกติผลดิบหรือผลที่ยังไม่สุกของมะม่วงประเภทนี้จะมีรสชาติเปรี้ยวจัด ในประเทศไทยมีมะม่วงกลุ่มนี้อยู่มากทั้งที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย เช่น น้ำดอกไม้ หนั่งกลางวัน อกร่อง พิมเสนแดง และมหาชนก เป็นต้น หรือนำเข้ามาปลูก เช่น เออร์วิน ปาล์มเมอร์ แอปเปิล เดลตา และอาร์ทูอิท เป็นต้น

2. มะม่วงประเภทรับประทานผลดิบ มะม่วงกลุ่มนี้สามารถรับประทานได้ตั้งแต่ผลยังไม่แก่จนถึงแก่จัด มีรสชาติเปรี้ยวเล็กน้อย หวานกรอบ ชาวต่างชาติเรียกมะม่วงกลุ่มนี้ว่า *crispy mango* ตัวอย่างมะม่วงประเภทนี้ได้แก่ พิมเสนมัน เขียวเสวย และฟ้าลั่น เป็นต้น

3. มะม่วงประเภทแปรรูป เป็นพันธุ์ที่นำมาแปรรูปได้ทั้งผลดิบและสุก ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น มะม่วงคอง มะม่วงสามรส และน้ำมะม่วง เป็นต้น พันธุ์ที่นำมาใช้ได้แก่ สามปี อกร่องทอง และแก้ว เป็นต้น

#### ลักษณะประจำพันธุ์มะม่วงพันธุ์มหาชนก

มะม่วงพันธุ์มหาชนก เป็นมะม่วงที่เกิดจากการผสมระหว่างมะม่วงพันธุ์ซันเซต (Sunset) ซึ่งเป็นกลุ่มสายพันธุ์อินเดีย (Indian type) และพันธุ์หนั่งกลางวัน ซึ่งเป็นกลุ่มสายพันธุ์อินโดจีน (Indochinese type) ลักษณะประจำพันธุ์ดังนี้ (มนตรี, 2542; รวี และเปรมปรี, 2542)

1. ใบ มีขนาดใหญ่ หนา ใบอ่อนมีสีแดง ปลายใบแหลม ใบแก่มีสีเขียวเข้มแต่ไม่ดำ
2. ลำต้น กิ่ง และต้นแข็งแรง พุ่มใหญ่ กิ่งอวบใหญ่ ข้อนูน

3. ดอก ออกตามฤดูกาล และตอบสนองต่อการใช้สารพาโคลบิวทราโซล เพื่อบังคับการออกดอก ก้านดอกมีสีแดง ช่อดอกใหญ่ มีดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) สูง
4. ผล ทรงผลยาวคล้ายมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน แต่สั้นกว่า ปลายผลงอนเล็กน้อย ผลมีขนาดปานกลาง น้ำหนักผลประมาณ 350-500 กรัม
5. เปลือก ผลอ่อนมีเปลือกสีเขียวอ่อน เปลือกหนาเนียนเรียบ ผิวเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อถูกแสงแดด เมื่อผลแก่สุก จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียว เหลืองส้ม เหลืองเข้ม ส้ม ส้มจัดปนสีแดง ตามลำดับ
6. เนื้อผลเมื่อดิบมีสีขาวถึงเขียว เมื่อสุกมีสีเหลืองทอง เนื้อละเอียดและแน่น มีเยื่อใยน้อย
7. เมล็ด มีขนาดเล็กและแบนมาก ทำให้มีปริมาณเนื้อที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้สูงถึง 79 %
8. รสชาติ เมื่อดิบมีรสเปรี้ยวมากและมีกลิ่นขม ผลห่ามมีรสเปรี้ยวอมหวานเล็กน้อย แต่เมื่อสุกมีรสหวานอมเปรี้ยว ไม่หวานจัด มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ประมาณ 18 %
9. กลิ่น เมื่อเริ่มสุกจะมีกลิ่นหอม จนกระทั่งหอมฉุนเมื่อสุกอม

#### ปัญหาภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง

##### 1. ความแก่ของผล

ความแก่ของผลมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการผลิตมะม่วงทางการค้า โดยเฉพาะมะม่วงสำหรับส่ง ไปขายยังต่างประเทศจำเป็นต้องให้ได้มาตรฐาน และมีคุณภาพดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยทั่วไปตลาดต้องการมะม่วงที่แก่จัดแต่ยังคงสภาพเนื้อแน่น เมื่อนำไปบ่มผลจะสุกอย่างปกติ และมีคุณภาพดี ตลอดจนมีอายุการวางจำหน่ายนานพอ การเก็บเกี่ยวมะม่วงควรคำนึงถึงความใกล้ไกลของตลาดด้วย สำหรับตลาดที่อยู่ห่างไกลความแก่ของมะม่วงต้องอยู่ในระยะที่แก่พอดีไม่แก่เกินไปจนทำให้อายุการวางจำหน่ายสั้นหรืออ่อนเกินไปจนบ่มไม่สุก ส่วนตลาดที่อยู่ใกล้หรือตลาดภายในประเทศควรปล่อยให้ผลแก่เต็มที่ จำนวนและคณะ (2545) รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ควรมีอายุ 98-119 วันหลังดอกบาน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์และระยะเวลาในการขนส่ง

## 2. วิธีการเก็บเกี่ยว

วิธีการเก็บเกี่ยวควรคำนึงถึงสิ่งสำคัญ คือ การเลือกวิธีการเก็บเกี่ยวที่ทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหายน้อยสุด (จริงแท้, 2542) นอกจากนี้ปัญหาที่สำคัญของการเก็บเกี่ยวคือน้ำยางของมะม่วงที่ไหลออกมาขณะปลิดผลจะเปื้อนผลมะม่วงจนทำให้ผลมะม่วงมีตำหนิและคุณภาพลดลง (สุเมษ, 2544)

## 3. การปฏิบัติการภายหลังการเก็บเกี่ยว

เนื่องจากผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมา ยังคงมีชีวิต ดังนั้น การปฏิบัติต่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เคมี และกายภาพ เช่น การหายใจ การผลิตก๊าซเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบคาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน กรดอินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ สีของเนื้อและเปลือกผล เป็นต้น จุลจิรา (2544) รายงานว่าภายหลังการเก็บเกี่ยว สีของเปลือกและเนื้อผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity; TA) และปริมาณแป้งมีค่าลดลง ในขณะที่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเนื้อผล และปริมาณเบตา-แคโรทีนในเนื้อและเปลือกของผลเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังรายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีอัตราการหายใจ และอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลสุก

มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric ซึ่งมีอัตราการหายใจของผลหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มสูงขึ้นในช่วงที่เกิดการสุก (Akamine and Goo, 1973; Krishnamurthy and Subramanyam, 1970; Matto and Modi, 1969; Subramanyam *et al.*, 1976) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจ เช่น พันธุ์มะม่วง ความอ่อนแก่ของผล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การถ่ายเทอากาศ จุลินทรีย์ รอยแผลบนผล ความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน (Wills *et al.*, 1998) ผลมะม่วงที่มีอัตราการหายใจสูงจะเก็บรักษาได้ไม่นานเพราะมีการใช้อาหารมาก ทำให้เกิดการสูญเสียอาหารสะสมภายในผลอย่างรวดเร็ว การคายน้ำเป็นปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งในการเก็บรักษาเพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำส่งผลให้ผลเหี่ยว สีผิวไม่สวย และอาจทำให้การสุกของผลไม่ปกติ (นวรรตน์, 2544)

## การป้องกันการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง

### 1. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในผลผลิตผล และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ มีความผันแปรตามอุณหภูมิของการเก็บรักษา โดยอัตราการเกิดของปฏิกิริยาต่าง ๆ และเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นมากเมื่อเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิสูง ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาลดลง

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผักและผลไม้แต่ละชนิดอาจแตกต่างกันมาก โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาผักและผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนมักมีอุณหภูมิสูงกว่าผักผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตกึ่งร้อนและเขตหนาว ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ใ้ใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษาต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผลิตผลได้ (Wills *et al.*, 1998) กานดาและคณะ (2546) รายงานว่ามะม่วงมหาชนกที่มีอายุ 112 วันหลังดอกบาน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10, 13 และ 27 °C (อุณหภูมิห้อง) พบว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้เพียง 7 วัน ผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 °C สามารถเก็บรักษาได้นาน 28 วัน โดยมีคุณภาพทางกายภาพใกล้เคียงกับชุดควบคุม ในขณะที่ชุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 28 วันจะเกิดอาการสะท้อนหนาว (chilling injury) ซึ่งไม่พบในผลมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 °C

## 2. การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

ปริมาณออกซิเจนในอากาศมีผลต่ออัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน และกระบวนการออกซิเดชันอื่น ๆ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจสามารถลดอัตราการหายใจได้นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทิลีนด้วย โดยเชื่อกันว่าคาร์บอนไดออกไซด์จับกับ active site ของเอทิลีน ดังนั้นการลดปริมาณออกซิเจน และเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวได้ การเก็บรักษาในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย และมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงเรียกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere; MA) มะม่วงพันธุ์ Tommy Atkin และ Keitt เมื่อเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้ฟิล์ม LDPE และ Xtend Film (XF) หุ้ม แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C สามารถชะลอการอ่อนนุ่ม การเปลี่ยนแปลงสี และการเน่าเสียของผลได้ดีกว่าชุดควบคุม (Ben-Arie *et al.*, 2001; Pesis *et al.*, 2000) เช่นเดียวกับมะม่วงพันธุ์ Karuthacolomban ที่บรรจุในถุง LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C พบว่า สามารถยืดการสุกได้จาก 16 เป็น 21 วัน โดยคุณภาพของผลเมื่อสุกไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Illeperuma and Jayasuriya, 2002)

## 3. การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม

การเก็บรักษาผักผลไม้ในสภาพของบรรยากาศที่ควบคุมให้แตกต่างไปจากบรรยากาศธรรมดาในแง่ของสัดส่วนของไนโตรเจน ออกซิเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์ เรียกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (controlled atmosphere: CA) สิ่งสำคัญที่สุดคือ ห้องเก็บรักษา หรือสถานที่เก็บรักษาต้องสามารถปิดได้สนิทการรั่วไหลของก๊าซน้อยมากหรือไม่เลย (จริงแท้, 2542) มะม่วงพันธุ์ Tommy Atkin และ Kent เมื่อนำไปเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมโดยมีองค์ประกอบของก๊าซ คือ 5 % O<sub>2</sub>- 5 % CO<sub>2</sub> และ 10 % O<sub>2</sub>- 5 % CO<sub>2</sub> ที่อุณหภูมิ 12 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าชุดควบคุม 8-9 วัน (Lizana and Ochagavia, 2003) มะม่วงพันธุ์

Kensington เก็บรักษาในสภาพ 2 % O<sub>2</sub>- 5 % CO<sub>2</sub> อุณหภูมิ 13 °C สามารถลดการเน่าเสียและยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงได้โดยคุณภาพด้านกลิ่นรสของผลไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Lalel *et al.*, 2001)

#### 4. การเก็บรักษาภายใต้สภาพความดันต่ำ

การเก็บรักษาในสภาพที่มีความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศปกติ (hypobaric storage) เป็นการเก็บรักษาผักและผลไม้ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงอีกรูปแบบหนึ่ง การเก็บรักษาแบบนี้ผักและผลไม้จะถูกเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีโครงสร้างแข็งแรง แล้วดูดอากาศออกจากห้องจนมีความดันลดลงเหลือเพียงประมาณหนึ่งในสิบของความดันบรรยากาศ ในสภาพเช่นนี้ partial pressure ของออกซิเจนจะมีค่าลดลงตามสัดส่วนของความดันที่ลดลง นอกจากนี้ก๊าซเอทิลินที่ผลิตผลสร้างขึ้นก็ถูกดูดออกไปพร้อมกัน การลดความดันจึงเป็นการลดอัตราการหายใจ ลดการสร้างเอทิลิน และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดจากเอทิลิน ทำให้สามารถยืดอายุในการเก็บรักษาของผลิตผลได้ เช่นเดียวกับการปรับสภาพบรรยากาศ การเก็บรักษาแบบนี้มักเป็นระบบเปิด เพราะถ้าเป็นระบบปิดเมื่อเก็บรักษาผลิตผลไว้ระยะหนึ่งออกซิเจนจะถูกใช้ไปทำให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำลงจนเป็นอันตรายกับผลิตผลได้ ดังนั้นห้องเก็บรักษาความดันต่ำจึงต้องมีช่องทางให้อากาศผ่านเข้าได้เล็กน้อย เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของออกซิเจนให้อยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการหายใจแบบใช้ออกซิเจนตลอดเวลา อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาแบบสภาพความดันต่ำจะมีผลทำให้การระเหยน้ำเกิดได้เร็วขึ้น ดังนั้นในสภาพเช่นนี้ผลิตผลจะสูญเสียน้ำมากกว่าปกติ จำเป็นต้องเพิ่มความชื้นเข้าไปในห้องที่ใช้ในการเก็บรักษา (จริงแท้, 2542)

#### 5. การใช้สารเคลือบผิว

การใช้สารเคลือบผิวเป็นวิธีหนึ่งซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียน้ำและลดการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้ออกซิเจนภายในผลลดต่ำลงและมีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเนื่องจากการหายใจของผลิตผล นอกจากนี้ยังมีผลยับยั้งการทำงานและการผลิตเอทิลินด้วย (คณัย, 2540) อย่างไรก็ตามสารเคลือบผิวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการป้องกันการสูญเสียน้ำและควบคุมการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ไม่เท่ากัน การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงความเข้มข้น หากใช้ความเข้มข้นสูงหรือเคลือบหนาเกินไปอาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนส่งผลให้เกิดการสะสมแอลกอฮอล์และอะเซทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) ทำให้ผลิตผลมีกลิ่นและรสชาติผิดปกติด้วย (จริงแท้, 2542)

## สารเคลือบผิว

ผลไม้ทั่วไปมีสารประเภทไขเคลือบอยู่ที่บริเวณผิว โดยมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการสูญเสียน้ำ แต่หลังจากเก็บเกี่ยวสารเคลือบผิวที่มีอยู่ตามธรรมชาติบางส่วนหลุดออกหรือแตกเสียหายไป ดังนั้นจึงมีการใช้สารเคลือบผิวจากภายนอกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียน้ำ ตลอดจนสามารถควบคุมอัตราการหายใจของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว (สายชล, 2528)

สารเคลือบผิวที่ผลิตขึ้นมาใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด ซึ่งอาจแตกต่างกันในแง่ของชนิดและสัดส่วนของสารเคลือบกับตัวทำละลายที่ใช้เตรียม ซึ่งเป็นความลับทางการค้า ในการเตรียมสารเคลือบผิวจะต้องใช้อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ช่วยให้ wax แฉวนลอยอยู่ในน้ำในรูปของสารแขวนลอยซึ่งเรียกว่า emulsion wax ปัจจุบันมี wax หลายชนิดที่นิยมนำมาใช้กัน ได้แก่ (จริงแท้, 2542)

ไขจากพืช (vegetable wax) เป็น wax แยกได้จากพืช มีหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้เป็นองค์ประกอบของสารเคลือบผิวผลไม้ คือ คาร์นูบาเป็น wax ที่แยกได้จาก Brazilian palm (*Copernicia cerifera*) มีคุณภาพดีที่สุดในแง่ความแข็งแรงมากที่สุด เป็นมันเงาสูง มีกลิ่นหอมและมีจุดหลอมเหลวสูงที่สุด คือ 84-96 °C

Candelilla เป็น wax ที่แยกได้จากต้น *Pedilanthus pavoni* มีความแข็งและเป็นมันเงารองมากจากคาร์นูบา เปราะและมีกลิ่นหอม เมื่อรวมตัวกับกรดโอเลอิก (oleic acid) จะเกิดผลึกน้อยลงและมีความอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้น

ไขจากสัตว์ (animal wax) มีแตกต่างกันหลายชนิด ที่นิยมใช้เป็นองค์ประกอบของสารเคลือบผิวผลไม้ คือ เซลแลคได้จากมูลผึ้ง มีความเป็นมันสูง มีจุดหลอมเหลวที่ 72-80 °C spermaceti ได้จากวาฬ ส่วน wool wax ได้จากขนแกะและ bee wax ได้จากผึ้ง

ไขจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม (petroleum wax) เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม มีความแตกต่างกัน 4 ชนิด แต่ชนิดที่ใช้เตรียมสารเคลือบผิวได้บ้างมี Paraffin wax มีลักษณะเป็นของแข็ง สีขาวอ่อนนุ่ม สิ้น ไม่มีกลิ่น เมื่อรวมตัวกับตัวทำละลายจะเหนียว มีสูตรทางเคมีเป็น  $C_nH_{2n-2}$  microcrystalline wax เป็นผลึกขนาดเล็ก เหนียวและอ่อนนุ่ม มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มี tensile strength และจุดหลอมเหลวสูงกว่า paraffin มีความเป็นมันเงาน้อย สิ้นมือ สามารถรวมกับ vegetable wax และ resin ซึ่งมีผลให้จุดหลอมเหลวและความแข็งเพิ่มขึ้น

ไขจาก fossil (mineral wax) เป็น wax ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี (synthesis wax) เช่น polyethylene wax, polyoxyethylene glycol (carb Wax), chlorinated naphthalene (halowax), polyoxyethylene sorbitol, polyoxyethylene glycols และ ethylene glycol monostearate เป็นต้น แต่ไม่นิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมของสารเคลือบผิว เนื่องจากมีสีเข้ม (จริงแท้, 2542)

## ไคโตซาน

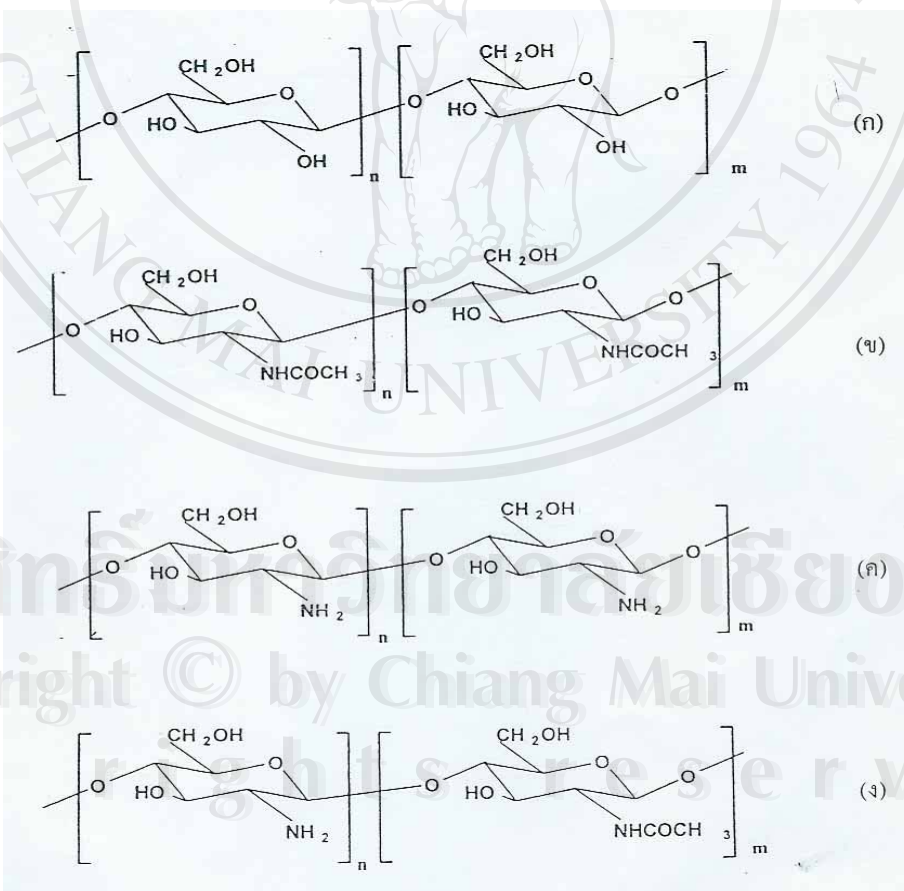
สารไคติน (chitin) และไคโตซาน (chitosan) เป็นวัสดุชีวภาพเกิดในธรรมชาติ จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตผสมที่ประกอบด้วยอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีธาตุไนโตรเจนติดอยู่ด้วย ทำให้มีคุณสมบัติที่โดดเด่นและหลากหลาย มีประสิทธิภาพสูงในกิจกรรมชีวภาพและสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงจัดเป็นสารที่มีความปลอดภัยสูงในการใช้กับมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม สารไคตินและไคโตซานเป็นพอลิเมอร์ที่มีประจุบวก แต่มีคุณสมบัติพิเศษในการนำมาใช้ดูดซับและจับตะกอนต่าง ๆ ในสารละลายแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งเป็นการหมุนเวียนตามระบบธรรมชาติ (สุวบุญ และคณะ, 2544; Knoor, 1984)

โครงสร้างของไคตินจะคล้ายคลึงกับเซลลูโลส คือ เป็นสายยาว แต่แตกต่างกัน คือ ไคตินจะประกอบด้วยอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีธาตุไนโตรเจน (ในรูปของหมู่อะซิโตนามิโด “-NHCOCH<sub>3</sub>”) เกาะอยู่ภายในโมเลกุลที่ตำแหน่งคาร์บอนตัวที่ 2 (ภาพ 1) ทำให้มีคุณสมบัติเฉพาะตัวในการเกิดปฏิกิริยากับสารอื่น ๆ หลายชนิด ไคตินมีสูตรทางเคมีของโมโนเมอร์ คือ C<sub>8</sub>H<sub>13</sub>NO<sub>5</sub> ประกอบด้วย C เท่ากับ 47.29 % H เท่ากับ 6.45 % N เท่ากับ 6.89 % และ O เท่ากับ 39.37 % พบได้ในเปลือกสัตว์ เช่น กุ้ง ปู แคนหมึก แมลง ตัวไหม หอยมุก และผนังเซลล์ของพวกรา ยีสต์และจุลินทรีย์หลายชนิด ไคตินที่เกิดในธรรมชาติมีโครงสร้างของผลึกที่แข็งแรงมีการจัดตัวของรูปแบบผลึกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ แอลฟาไคติน เบตาไคติน และแกมมาไคติน ไคตินที่เกิดในเปลือกกุ้งและปู ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบแอลฟาไคติน ส่วนไคตินที่อยู่ในแกนหรือกระดองหมึก พบว่าส่วนใหญ่เป็นเบตาไคติน ในการจัดเรียงตัวโครงสร้างตามธรรมชาติ พบว่า แอลฟาไคติน มีคุณลักษณะของเสถียรภาพทางเคมีสูงกว่าเบตาไคติน ดังนั้นจึงมีโอกาที่เบตาไคตินสามารถจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปเป็นแอลฟาไคตินได้ในสารละลายของกรดแก่ เช่น กรดเกลือ เป็นต้น ส่วนแกมมาไคตินเป็นโครงสร้างผสมผสานของ แอลฟาและเบตาไคตินนั่นเอง (ภาวดี และคณะ, 2544; สุวดี, 2543)

ไคตินเป็นพอลิเมอร์ที่เป็นสายยาวมีองค์ประกอบของหน่วยย่อยเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีชื่อว่า N-acetyl glucosamine ไคตินเป็นสารที่ละลายได้ยากหรือไม่ค่อยละลาย ส่วนไคโตซานเป็นพอลิเมอร์ของหน่วยย่อยที่ชื่อว่า glucosamine ในธรรมชาติจะมีไคตินและไคโตซานประกอบอยู่ในพอลิเมอร์ที่เป็นสายยาวในสัดส่วนต่าง ๆ กัน กรณีที่มีปริมาณของ glucosamine มากกว่า 60 % ขึ้นไป (นั่นคือ มีปริมาณของ N-acetyl glucosamine น้อยกว่า 40 %) พอลิเมอร์นั้นจะละลายได้ในกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ทำให้ไคตินเปลี่ยนไปเป็นไคโตซานซึ่งมีสูตรทางเคมีของหน่วยย่อยหรือโมโนเมอร์ (monomer) คือ C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>4</sub> โดยการลดลงของหมู่อะซิติดิล หรือเรียกว่า deacetylation ขณะที่มีการลดลงของหน่วยย่อย N-acetyl glucosamine ย่อมมีการเพิ่มขึ้นของ glucosamine ในปริมาณที่เท่ากัน นั่นก็คือการเปลี่ยนแปลง

ไคตินให้เป็นไคโตซานนั่นเอง การจัดระดับของการเกิด deacetylation จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยถ้ามีค่าเกินกว่า 60 % ขึ้นไป ไคโตซานนี้จะละลายได้ในกรดอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะการเพิ่มขึ้นของหมู่อะมิโนของ glucosamine ทำให้ความสามารถในการรับโปรตอนจากสารละลายมีปริมาณเพิ่มขึ้นซึ่งช่วยให้การละลายดีขึ้น เพราะมีคุณสมบัติเป็นประจุบวกเพิ่มขึ้น ฉะนั้น ไคโตซานจึงสามารถละลายได้เพิ่มขึ้นในกรดต่าง ๆ เช่น กรดน้ำส้ม กรดแลกติก และกรดอินทรีย์อื่น ๆ (สุวดี, 2543; Chen, 1998)

คุณสมบัติที่สำคัญของไคติน คือ ไคตินโดยธรรมชาติไม่ละลายน้ำ และในสารอินทรีย์ทั่วไป ส่วนไคโตซานสามารถละลายได้ในกรดอินทรีย์หลายชนิด แล้วสามารถเปลี่ยนกลับคืนสภาพเดิมได้ ไคโตซานเป็นพอลิเมอร์ที่มีประจุบวก สารละลายมีลักษณะเหนียว ใส มีพฤติกรรมแบบนอน-นิวโตเนียน (non-newtonian) สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นเยื่อบางได้ตามธรรมชาติ มีลักษณะของพลาสติกใสและยืดหยุ่นได้ ดังนั้น ไคโตซานสามารถขึ้นรูปได้หลายแบบ เช่น แผ่นเยื่อบาง เจล เม็ด เป็นอนุพันธ์อื่น ๆ ได้อีกมากมาย (สุวดี, 2543)



ภาพ 1 โครงสร้างเซลล์ลูโลส (ก) ไคติน (ข) ไคโตซาน (ค) และไคติน-ไคโตซานโคพอลิเมอร์ (ง)  
(สุวบุญ และคณะ, 2544)



สำหรับการใช้ไคโตซานกับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยมีรายงานที่สำคัญ ๆ ดังนี้

การเคลือบผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 % แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 °C พบว่า ในช่วง 21 วันแรกของการเก็บรักษา สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ เทียบเท่ากับสารยับยั้งเชื้อรา Rovral หลังจากนั้นไคโตซานจะยับยั้งการเกิดโรคได้ดีกว่าเพราะหลังจาก 21 วัน ผลสตรอเบอร์รี่ จะเกิดอาการเป็นพิษ (phytotoxicity) เนื่องจากสารยับยั้งเชื้อรา Rovral ทำให้มีอาการน้ำท่วม (water-soaked area) และเพิ่มอัตราการเกิดโรค ส่วนผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานสามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ เนื่องจากไคโตซานมีคุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งเชื้อราหรือการเหนี่ยวนำให้เกิดเอนไซม์ chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase ย่อยผนังเซลล์เชื้อราหรือการกระตุ้นให้เกิดผลสตรอเบอร์รี่สร้างการต่อต้านเชื้อรา (phytoalexin) สาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือ 3 สาเหตุร่วมกัน การปลูกเชื้อ *Botrytis cineria* และ *Rhizopus stolonifer* บนผลสตรอเบอร์รี่ แล้วนำมาเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 % ช่วยลดการเกิดโรคจากเชื้อทั้ง 2 ชนิดและกลไกการเกิดโรคจะสัมพันธ์กับคุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งเชื้อรามากกว่าความสามารถในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ (El-Ghaouth *et al.*, 1991, 1992) El-Ghaouth *et al.* (1992) ทดลองเคลือบผิวผลมะเขือเทศด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1 และ 2 % พบว่า ที่ความเข้มข้น 2 % ผลิตผลมีอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การเน่าเสียต่ำกว่าผลที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบที่ความเข้มข้น 1 %

ไพร์ตันและคณะ (2536) ได้รายงานผลการทดลองใช้ไคโตซานความเข้มข้น 1.25 % เคลือบผิวผลมะนาวสามารถยืดระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงสีผิวมะนาวได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นเวลา 24 วัน และ 56 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ( $28 \pm 1$  °C) และ 11 °C ตามลำดับ การใช้ไคโตซานทำการเคลือบผิวผลแอปเปิล พบว่า สามารถยืดอายุของผลแอปเปิลได้ (Gemma and Du, 1994) โดยโมเลกุลของไคโตซานที่แตกต่างกันจะมีผลที่แตกต่างกัน Du *et al.* (1997) ทดลองใช้สารเคลือบผิวไคโตซานกับผลสตาลี่ญี่ปุ่น และกีวี พบว่า มีผลต่อการลดลงของอัตราการหายใจ การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลและการลดลงของก๊าซออกซิเจนภายในผล นอกจากนี้ ไคโตซานความเข้มข้น 0.5 % สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Botrytis cinerea* ในผลสตาลี่และยับยั้งการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตาลี่และกีวีได้ เมื่อนำไคโตซานมาเคลือบผิวผลลิ้นจี่เพื่อลดการเสื่อมเสียและการเกิดสีน้ำตาลในผลลิ้นจี่ (Donglin and Peter, 1997) พบว่า การใช้ไคโตซานความเข้มข้น 1 และ 2 % สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และการสูญเสียน้ำได้ เป็นผลทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ได้ การนำไคโตซานความเข้มข้น 1.0 % มาเคลือบผิวลิ้นจี่พันธุ์ Huaizhi สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล (browning) ที่เปลือกและยับยั้งการเกิดโรคเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90 % (Zhang and Quantick, 1997)

วิเชียร (2541) ทดลองใช้ไคโตซานเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 °C พบว่า การใช้ไคโตซานความเข้มข้น 0.25 % ไม่มีผลต่อการควบคุมโรคและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวแต่ที่ความเข้มข้น 0.5 % จะช่วยชะลอการเกิดโรคได้แต่มะม่วงสุกไม่เต็มที่สำหรับที่ความเข้มข้น 0.75 และ 1 % ไม่สามารถสุกได้ตามปกติ

Garcia (1998) รายงานว่าการเคลือบผิวผลสตรอเบอร์รี่ ด้วยไคโตซานช่วยชะลอการสูญเสีย น้ำได้ตลอดการเก็บรักษา นวรัตน์ (2544) พบว่า มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1 % เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C มะม่วงมีอัตราการหายใจ อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเกิดช้าลง ต่อมาได้มีการนำไคโตซานความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 % มาเคลือบผลลำไย (Jiang and Li, 2001) และจากนั้นนำมาเก็บรักษาที่ 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยในผลลำไยที่ทำการเคลือบด้วยไคโตซานสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผล กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และการสูญเสียน้ำได้

วิทวัส (2545) รายงานว่ามะม่วงพันธุ์มหาชนกที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1 % มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้ากว่าที่ความเข้มข้น 0.25, 0.50 % และไม่ได้เคลือบผิว เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $29 \pm 2$  °C) เป็นเวลา 5 วันแต่ยังไม่มีการสีที่อุณหภูมิต่ำ

Worrell *et al.* (2002) ศึกษาอายุหลังการเก็บเกี่ยวผลสาเกโดยการเคลือบผิวผลด้วย Semperfresh F ความเข้มข้น 1.5 % Nutri-Save ความเข้มข้น 3 % Sta-fresh ความเข้มข้น 100 % และไคโตซานความเข้มข้น 1.5 % และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C พบว่า ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในลดต่ำลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น อย่างไรก็ตามการเคลือบผิวผลสาเกนี้ทำให้เกิดสีของเนื้อผลและกลิ่นผิดปกติ

รายงานของ Pen and Jiang (2003) ซึ่งเคลือบผิว Chinese water chestnut ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2 % พบว่า สามารถลดแอกติวิตีของเอนไซม์ PPO, peroxidase, phenylalanine ammonia lyase (PAL) และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดลงได้

### สารประเภทไข่และเรซิน

สารเคลือบผิวที่มีองค์ประกอบของไข่และเรซิน เป็นสารเคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการเคลือบผิวผลิตผลเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผล สมโภชน์ (2528) ได้ศึกษาผลของสารเคลือบผิวชนิด Sta-fresh 215, 705 สารเคลือบผิวชนิดไบรเทค (Britex) และทาล (Tal) ต่อการเกิดสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่พันธุ์สงขลวยในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 °C พบว่า สารเคลือบผิว Sta-fresh ป้องกันการเปลี่ยนสีเปลือกผลที่เก็บในสภาพเปิด 3 วัน ส่วนสารเคลือบผิวชนิดไบรเทค (Britex) และทาล (Tal) ทำให้เปลือกผลเป็นสีน้ำตาลและกลิ่นเหม็น นิตยา (2531) ศึกษาถึงผลของการเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและงาช้าง Semperfresh ความเข้มข้น 1 และ 2 % เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 °C ชุดที่เคลือบผิวที่ความเข้มข้น 1 % และไม่เคลือบผิวคุณภาพไม่ต่างกัน สำหรับความเข้มข้น 2 % สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่า 1 สัปดาห์ แต่เกิดกลิ่นหมัก ณาพร (2531) รายงานผลการใช้ Tal pro-long package 1.2 % เคลือบผิวสาลี่พันธุ์ Pien Pu และบรรจุในถุงพลาสติก polypropylene (PP) แบบ over-wrapped package มีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างจากชุดที่ไม่เคลือบผิวที่บรรจุในถุงพลาสติก polypropylene

พนารัตน์ (2533) รายงานว่าการเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันด้วย Sta-fresh 360 ความเข้มข้น 50 และ 100 % กับ Sta-fresh 560 ความเข้มข้น 25 และ 50 % เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า มะม่วงที่เคลือบด้วย Sta-fresh 560 ความเข้มข้น 50 % สามารถชะลอการสูญเสีย น้ำหนักและยืดอายุการวางจำหน่ายนานกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เคลือบผิว 11 วัน

Underhill and Wong (1990) ศึกษาการเคลือบผิวลิ้นจี่ด้วยสารเคลือบผิวชนิด Semperfresh ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.75 % พบว่าทุกความเข้มข้นสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาล และลด อัตราการเสียน้ำของผลได้ การใช้สารละลาย Semperfresh 1-2 % เคลือบผิวผลสาลี่ 5 พันธุ์ ก่อนหุ้มพลาสติก PVC แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 17 °C และอุณหภูมิห้อง พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลสาลี่พันธุ์ Siang Sui และพันธุ์ Pien Pu แต่จะเร่งการเกิดอาการระคายเคืองในพันธุ์ Pathanak, Yokoyama Wase และ Sung Mao (Sornsrivichai *et al.*, 1990) ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ การใช้ Sta-fresh 360 ความเข้มข้น 30 % สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด และมะม่วงสามารถสุกได้ตามปกติทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 12.5 °C (ธรรมภรณ์, 2534)

ปรีดา (2536) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติของสารเคลือบผิวจากคาร์นูบาและเซลแลคในการเคลือบผิวส้มเขียวหวานพบว่าคาร์นูบาความเข้มข้น 0-15 % สามารถป้องกันการสูญเสีย น้ำหนักได้ 60 % และสารเคลือบผิวจากเซลแลคความเข้มข้น 0-20 % สามารถป้องกันการสูญเสีย น้ำหนักได้ 20 % โดยสารเคลือบผิวทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อคุณภาพผลภายในผล

Baldwin *et al.* (1996) รายงานว่าการใช้กรดแอสคอร์บิคร่วมกับการเคลือบผิวแอปเปิลและมันฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคร่วมกับ Nature Seal 1020 สามารถยืดอายุเก็บรักษาได้นานกว่าหุุดควบคุมประมาณ 1 สัปดาห์เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 4 °C โดยจะช่วยลดการสูญเสียและการเกิดสีน้ำตาลได้นอกจากนี้ Zhang *et al.* (1997) ทำการศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมของ sucrose fatty acid esters พบว่าสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ได้

ผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins, Keitt, Haden, Kent, Palmer และ Lily ที่ผ่านวิธีการ hot water brushing ร่วมกับการเคลือบผิวด้วย polyethylene emulsion ความเข้มข้น 12 % สามารถรักษาคุณภาพและลดการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C และย้ายมาที่ 20 °C ได้ (Prusky *et al.*, 1999) และจากการศึกษาของ Baldwin *et al.* (1999) พบว่าผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่เคลือบ Nature Seal 2020 (NS) และ Tropical Fruit Coating 213 (TFC) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-99 % นาน 4 วัน ต่อจากนั้นย้ายมาที่ 20 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 56 % สามารถลดการเน่าเสียได้ และผลที่เคลือบด้วย NS สุกช้ากว่าผลที่เคลือบด้วย TFC

นอกจากนี้ Cassandro *et al.* (2001) รายงานว่าการเคลือบผลสาลี่ด้วยคาร์นูบาความเข้มข้น 20-40 % สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสี ลดการสูญเสียและทำให้ออกซิเจนภายในผลต่ำลงเป็นผลทำให้อัศจรรย์การหายใจต่ำลงด้วย

ผลเชอร์รี่ที่เคลือบด้วย Semperfresh ความเข้มข้น 10 และ 20 กรัม/ลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30±3 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 40-50 % และที่ 0 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 95-98 % สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากถึง 21% และ 26 % ตามลำดับ โดยช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก รักษาความแน่นเนื้อชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซี และชะลอการเปลี่ยนแปลงสี (Yaman and Bayoindirli, 2002)

#### ส่วนประกอบของน้ำมันพืชบางชนิด

##### น้ำมันปาล์ม (Bernardini, 1985)

น้ำมันปาล์มได้จากผลปาล์ม (*Elaeis guineensis*) ซึ่งปลูกมากในแถบแอฟริกาตะวันออก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และอเมริกาใต้ มีประโยชน์ใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร ใช้ทอด ใช้ทำเนยเทียม เนื้อผลปาล์มมีน้ำมันประมาณ 20-22 % น้ำมันปาล์มมีสีส้มแดงเนื่องจากประกอบด้วย carotene และ lycopene น้ำมันปาล์มประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ดังนี้

myristic acid	0.9-1.4 %	oleic acid	37.3-40.5 %
palmitic acid	41.9-46.7 %	linoleic acid	9.1-10.6 %
stearic acid	4.3-5.1 %		

### น้ำมันถั่วเหลือง (นิธิยา, 2541; Bernardini, 1985)

น้ำมันถั่วเหลือง เป็นน้ำมันที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุดในโลก สกัดมาจากเมล็ดถั่วเหลือง (*Glycine max*) ซึ่งมีน้ำมันประมาณ 20 % ของน้ำหนักแห้ง และเป็นน้ำมันพืชที่มีปริมาณ linoleic acid สูงที่สุด การสกัดแยกเอาน้ำมันออกจากเมล็ดถั่วเหลืองใช้วิธีบีบ หรือสกัดด้วยตัวทำละลาย น้ำมันถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดีจะมีสีเหลืองอ่อน ในอุตสาหกรรมอาหารนำน้ำมันถั่วเหลืองมาใช้ผลิตมายองเนส และน้ำมันสลัดชนิดต่าง ๆ น้ำมันถั่วเหลืองยังนำไปใช้ผสมกับน้ำมันพืชชนิดอื่นอีกด้วย แต่มีข้อเสียคือ เกิดออกซิเดชันได้ง่าย เมื่อสัมผัสกับอากาศและความร้อนสูง น้ำมันถั่วเหลืองประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในปริมาณ ดังนี้

lauric acid	0.1 %	stearic acid	3.9 %	arachidic acid	0.2 %
myristic acid	0.2 %	palmitoleic acid	0.2 %	linoleic acid	50.8 %
palmitic acid	10.5 %	oleic acid	22.8 %	linolenic acid	6.8 %

### น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (นิธิยา, 2541; Bernardini, 1985)

น้ำมันเมล็ดทานตะวันสกัดได้จากเมล็ดของทานตะวัน (*Helianthus annuus*) ซึ่งปลูกมากในประเทศรัสเซีย แคนาดา อเมริกา อังกฤษ และอาเจนตินา เมล็ดทานตะวันมีน้ำมันประมาณ 20-36 % น้ำมันเมล็ดทานตะวันมีสีเหลืองอ่อนและมีประโยชน์ใช้ทำน้ำมันปรุงอาหาร น้ำมันสลัด เนยเทียม และเนยขาว น้ำมันเมล็ดทานตะวันประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในปริมาณ ดังนี้

myristic acid	trace	behenic acid	0.6-0.8 %	linoleic acid	40-67 %
palmitic acid	0.25-7.0 %	palmitoleic acid	0.1-0.3 %	linolenic acid	trace
stearic acid	3.0-5.0 %	oleic acid	22-50 %	palmitoleic acid	0.2-0.4 %
arachidic acid	0.3-0.8 %	gadoleic acid	0.1-0.2 %		

### น้ำมันรำข้าว (นิธิยา, 2541)

ส่วนของรำข้าวมีอยู่ประมาณ 6 % โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าว น้ำมันรำข้าวสกัดจากส่วนของรำข้าวและถือว่าข้าวเป็นพืชที่มีการผลิตมากที่สุดในโลกมีความสำคัญมาก เพราะข้าวเป็นพืชที่มีผลผลิตมากที่สุดในโลก น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันอิสระสูงมาก เพราะรำข้าวมีเอนไซม์ lipase สูงมาก เมื่อนำรำข้าวใหม่มาสกัดน้ำมันออก จะมีกรดไขมันอิสระประมาณ 4-6 % เมื่อปล่อยให้ทิ้งไว้ค่าความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณชั่วโมงละ 1 % นอกจากนี้ในน้ำมันรำข้าวยังมีสารที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่างและมี wax อยู่สูง แต่น้ำมันรำข้าวมีความคงตัวต่อการออกซิเดชันสูงเพราะมีวิตามินอีเป็นตัวต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีอยู่ในน้ำมันตามธรรมชาติสูงด้วย น้ำมันรำข้าวประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในปริมาณ ดังนี้

myristic acid	0.4-1%	oleic acid	40-50 %
palmitic acid	12-16 %	linoleic acid	29-42 %
stearic acid	1-3 %	linolenic acid	< 1 %

### สารอิมัลชัน

อิมัลชัน (emulsion) คือ ระบบการกระจายของสารที่มีลักษณะเป็นเนื้อผสม โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นของเหลว ซึ่งมีของเหลวอย่างน้อยหนึ่งชนิดที่รวมเข้ากับของเหลวอื่นไม่ได้ โดยจะอยู่ในรูปเม็ดหรือหยด (droplet) มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 0.1 ไมครอน ชนิดของอิมัลชัน อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ อิมัลชันที่ตัวกระจายมีขนาด 0.01-0.05 ไมครอน เรียกว่า ไมโครอิมัลชัน (microemulsion) และอิมัลชันที่ตัวกระจายมีขนาด 0.5-10.0 ไมครอน เรียกว่า แมโครอิมัลชัน (macroemulsion) ในทางด้านอาหารแบ่งอิมัลชันออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบน้ำมันในน้ำ (oil in water; O/W) คือ พวกที่ตัวกลางเป็นน้ำและอนุภาคคอลลอยด์เป็นน้ำมัน เช่น นำนม น้ำสลัด และมายองเนส เป็นต้น และระบบน้ำในน้ำมัน (water in oil; W/O) คือพวกที่ตัวกลางเป็นน้ำมันและอนุภาคคอลลอยด์เป็นน้ำ เช่น เนย และมาการีน เป็นต้น ในการเคลือบผิวผักและผลไม้ส่วนใหญ่จะใช้ระบบน้ำมันในน้ำ (นิธิยา, 2534; Krochta *et al.*, 1994)

เนื่องจากของเหลวทุกชนิดจะมีแรงตึงผิวของตัวเอง และเมื่อนำของเหลว 2 ชนิดมาเขย่ารวมกันซึ่งทำให้เกิดอิมัลชันขึ้น โดยแรงตึงผิวจะพยายามทำให้อนุภาคของของเหลวรวมตัวเข้าหากัน และแยกตัวออกจากของเหลวอีกชนิดหนึ่งเพื่อลดให้มีพื้นที่ผิวน้อยที่สุด ในการทำอิมัลชันต้องทำให้ของเหลวที่เป็นอนุภาคของคอลลอยด์แตกตัวออกเป็นหยดเล็ก ๆ กระจายอยู่ในตัวกลางที่มีปริมาตรเท่ากัน ถ้าขนาดของอนุภาคเล็กก็จะมีพื้นที่ผิวมาก และถ้าอนุภาคใหญ่จะมีพื้นที่ผิวน้อย เช่น การเขย่าน้ำมันในน้ำ น้ำมันจะแตกตัวเป็นอนุภาคเล็ก ๆ กระจายตัวอยู่ในน้ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้ อิมัลชันจะสลายไปโดยอนุภาคน้ำมันเล็ก ๆ นั้นจะค่อย ๆ รวมเป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ และแยกตัวออกจากน้ำเป็นการเกิดอิมัลชันในระยะเวลาไม่นาน การทำให้อิมัลชันคงตัว โดยการเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier หรือ emulsifying agent) ลงไปเป็น protective coating ให้กับอนุภาคน้ำมันทำหน้าที่ดังนี้ คือ การทำให้แรงตึงผิวที่หน้าสัมผัสลดลง ทำให้เกิด electrical double layer ที่ interphase และสร้างฟิล์มที่แข็งแรงหุ้มรอบ ๆ เมื่อน้ำมันอิมัลซิไฟเออร์จะเข้าไปแทรกระหว่างผิวของอนุภาคและตัวกลางป้องกันไม่ให้อนุภาคน้ำมันเคลื่อนเข้ามาจับตัวกันช่วยทำให้อิมัลชันคงตัวขึ้น (นิธิยา, 2534; รัตนนา, 2525)

สารอิมัลซิไฟเออร์ จำแนกเป็น 3 ประเภท ตามแหล่งที่มา ดังนี้ (รัตนา, 2525)

1. สารสังเคราะห์ (synthetic materials) ได้แก่ soaps, sulfated oil amine salts และ monoglycerides เป็นต้น
2. สารจากธรรมชาติ (naturally occurring materials) ได้แก่ phospholipids, sterol, lanolin, water soluble gums, proteins และ cellulose derivatives เป็นต้น
3. ของแข็งที่เป็นผงละเอียด (finely-divided solids) ได้แก่ carbon black, powdered silica และเกลือของโลหะบางชนิด เป็นต้น

สารอิมัลซิไฟเออร์ เป็นตัวช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำกับของเหลวจาก 30-60 ไลน์ต่อ ซม. เป็น 0-10 ไลน์ต่อ ซม. มีลักษณะเป็นสองส่วน ส่วนที่เป็นโพลาร์ (polar) สามารถละลายน้ำได้ และอีกส่วนหนึ่งเป็นอะโพลาร์ (apolar) เรียกว่า สารแอมฟิฟิลิก (amphiphilic) จะแทรกตัวเข้าไปอยู่หน้าสัมผัส โดยจัดให้ส่วนโพลาร์ เช่น -OH และกลุ่ม -COOH หันไปทางน้ำ และส่วนที่เป็นอะโพลาร์ เช่น โซไฮโดรคาร์บอน (-CH<sub>2</sub>-) หันไปทางน้ำมัน ตัวอย่างเช่น หมูโซเดียมสเตียเรต (C<sub>15</sub>H<sub>33</sub>COO<sup>-</sup>) เมื่อละลายน้ำแตกตัวออกเป็น C<sub>15</sub>H<sub>33</sub> และ -COO<sup>-</sup> ส่วนที่เป็นโพลาร์ คือ -COO<sup>-</sup> ละลายอยู่ในน้ำ และส่วนที่เป็นอะโพลาร์ คือ C<sub>15</sub>H<sub>33</sub> ละลายอยู่ในน้ำมัน ทำให้อนุภาคของน้ำหรืออนุภาคของน้ำมันมีประจุชนิดเดียวกันไม่สามารถรวมตัวหรือเข้าใกล้กันได้ และยังทำให้อนุภาคเหล่านี้เคลื่อนที่ได้ช้าลง และประจุลบของ -COO<sup>-</sup> อยู่ที่ผิวอนุภาคน้ำมันยังสามารถที่จะจับตัวกับ Na<sup>+</sup> ที่อยู่ในน้ำทำให้อนุภาคน้ำเกิด Helmholtz-gouy double layer ขึ้น อนุภาคของน้ำมันที่กระจายตัวอยู่นั้นมีประจุบวกของ Na<sup>+</sup> เช่นกัน จึงทำให้อนุภาคของน้ำมันเกิดการผลักกัน และไม่สามารถรวมตัวกันได้ จนกระทั่งเกิดการคงตัวของอิมัลชันขึ้นแบบคงที่ซึ่ง เรียกว่า kinetic stability นอกจากนั้นโมเลกุลของสารประกอบพวกแอลกอฮอล์ ซึ่งมีทั้งหมู่ที่เป็นโพลาร์และอะโพลาร์ สามารถละลายได้ทั้งในน้ำและน้ำมัน ซึ่งถ้าหมู่อัลคิล (alkyl) มีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้นจะสามารถละลายในน้ำมันได้มากขึ้น และถ้ามีหมู่อัลคิลเพิ่มมากขึ้นจะสามารถละลายในน้ำได้มากขึ้น (นิธิยา, 2534) ตัวอย่างการใช้สารอิมัลชันกับพืชผลทางการเกษตร มีดังนี้

ชลิต (2540) ทดลองเคลือบผลกล้วยไข่ด้วยน้ำมันถั่วลิสง 0.06 มล. เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20-25 °C ใช้เวลาในการสุกเพียง 15.6 วัน เทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เคลือบจำนวนวันในการสุกแค่ 8.4 วัน ผลกล้วยไข่ที่เคลือบด้วยน้ำมันถั่วลิสงสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่า ปรากฏโรคเพียงเล็กน้อยเมื่อมีการสุก สอดคล้องกับการทดลองของ คนัยและนิธิยา (2546) ที่ทำการเคลือบผิวผลกล้วยดิบด้วยอิมัลชันของเนยจืดต่ออัตราส่วนตั้งแต่ 10:1 ถึง 10:10 และอิมัลชันของน้ำมันปาล์มโอเลอินต่ออัตราส่วนโดยใช้น้ำมันปาล์มตั้งแต่ 10 ถึง 50 % พบว่า อิมัลชันที่บริโภคน้ำได้ทุกอัตราส่วนและทุกสูตรสามารถชะลอการสุกของผลกล้วยไข่ได้นานขึ้น 3 ถึง 5 วัน แปรผันตามความแก่ของ

ผลกล้วยโดยอัตราส่วนน้ำมันต่อน้ำ 7:3 ให้ผลดีที่สุด และเมื่อใช้อิมัลชันของเนยจืดต่อน้ำอัตราส่วน 2:1 และ 4:1 และอิมัลชันของน้ำมันปาล์มโอเลอินต่อน้ำอัตราส่วน 3:2, 1:1 และ 3:2 เคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก พบว่า สามารถชะลอการสุก และยืดอายุการวางจำหน่ายได้เช่นเดียวกัน

ชินพันธ์ (2543) รายงานว่า การใช้สารละลายแป้งถั่วเขียว 3 % ผสมกับน้ำมันถั่วลิสง 5 % และวิตามินซี 3 % เคลือบผิวลิ้นจี่พันธุ์สองฮวยแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 10.6 วัน และลดอัตราการสูญเสียน้ำได้เมื่อเทียบกับชุดที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว

Ju and Curry (2000) ได้รายงานผลการเคลือบผิวผลแอปเปิลพันธุ์ Granny Smith และผลสาเกพันธุ์ d'Anjou ด้วยอิมัลชันของน้ำมันข้าวโพดความเข้มข้น 2.5, 5 หรือ 10 % (ที่มี  $\alpha$  tocopherol < 5 มล./กก.) และ diphenylamine 2000 มล./ล. เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 °C พบว่าการเคลือบผิวด้วยอิมัลชันทำให้ผลสาเกมีอัตราการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจต่ำในระยะแรกของการเก็บรักษา และสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 8 เดือน พบว่า การเคลือบผิวด้วยสารอิมัลชันสามารถชะลอการเปลี่ยนสี รักษาความแน่นเนื้อและปริมาณของกรดไว้ได้ดีกว่าชุดควบคุมหรือการเคลือบผิวด้วย diphenylamine 2,000 มล./ล. Ju *et al.*, (2000) ได้ศึกษาการเคลือบผิวสาเกพันธุ์ Laiyang Chili และ Ya Li ด้วยสารอิมัลชันของน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันเมล็ดฝ้าย และน้ำมันเมล็ดต้นแฟลกซ์ (linseed หรือ flaxseed) ความเข้มข้น 3, 6 และ 9 % นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าอิมัลชันของน้ำมันชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้น 6 % สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลภายในผลและความเข้มข้น 9 % สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลภายในผลได้