

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

#### 2.1 ความสำคัญของส้ม

ส้มเป็นผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย และเป็นสินค้าเกษตรชนิดหนึ่งใน 30 รายการที่ได้รับการบรรจุในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 และเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งจากผลไม้มากกว่า 10 รายการ ที่กรมวิชาการเกษตรให้ความสำคัญสูงสุดในแง่ของการเป็นผลไม้เศรษฐกิจ ส้มเป็นผลไม้ที่แพร่หลายมากทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพราะเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี นิยมบริโภคทั่วไปทั้งในรูปผลสดและน้ำส้มคั้น (มีคุณค่าทางอาหารสูง) สำหรับประเทศไทย พื้นที่เพาะปลูกส้มเขียวหวาน มีทั้งหมด 185,000 ไร่ (ถึงเดือน พฤษภาคม 2546) ผลผลิตรวม 283,000 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546) เฉพาะที่จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่เพาะปลูกส้มเขียวหวานทั้งหมด 35,752 ไร่ ผลผลิตรวม 114,195 ตัน (สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2546) หรือคิดเป็น 40% ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ ข้อมูลการส่งออกผลส้มเขียวหวานสดปี 2544 ระบุว่า มีปริมาณ 478 ตัน คิดเป็นมูลค่า 8.32 ล้านบาท ซึ่งมูลค่าการส่งออกสูงขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2546) ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่าส้มเป็นผลไม้ที่มีบทบาทและความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้

#### 2.2 ความเป็นมาและการจำแนกกลุ่มพืชตระกูลส้ม

ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) มีชื่อสามัญว่า Mandarin จัดเป็นผลไม้กึ่งร้อน (subtropical fruit) มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Salunkhe and Desai, 1984) มีการบันทึกการเพาะปลูกส้มในประเทศจีนเมื่อ 2200 ปีก่อนคริสตกาล และมีหนังสือเกี่ยวกับส้มเป็นภาษาจีนปรากฏใน ค.ศ. 1178 การเพาะปลูกส้ม ได้มีการกระจายจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปสู่ตะวันออกกลางโดยพ่อค้าอาหรับ แล้วขยายต่อไปยังยุโรปได้ หลังจากนั้นนักเดินเรือและนักล่าอาณานิคมชาวยุโรปได้นำพันธุ์ส้มต่างๆ ไปเพาะปลูกตามหมู่เกาะในทะเลแคริบเบียน ดินแดนอเมริกาใต้ อเมริกาเหนือ ตลอดจนที่ต่างๆ ทั่วโลก (Morley-Bunker, 1999) ปัจจุบันพืชตระกูลส้มซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Rutaceae สามารถปลูกได้ดีทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน โดยสามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ (เปรมปรี, 2538)

### 2.2.1 กลุ่มส้มเกลี้ยงและส้มตรา (Oranges group: *Citrus sinensis*)

ส้มกลุ่มนี้นิยมปลูกเพื่อใช้รับประทานสดหรือใช้ในงานอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ เช่น การคั้นน้ำเพื่อทำน้ำส้มหรือน้ำส้มเข้มข้น ส่วนเปลือกใช้ทำแยมผิวส้ม (Marmalade) เป็นต้น ลักษณะสำคัญของส้มกลุ่มนี้คือ เปลือกไม่ร้อนออกจากเนื้อ กลีบส้มแต่ละกลีบติดกันแน่น ทำให้การแกะเปลือกออกจากเนื้อและแยกกลีบออกจากกัน ได้ยาก ส้มกลุ่มนี้ยังสามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มย่อยได้ดังนี้

1) ส้มที่มีรสหวาน (Sweet orange: *C. sinensis*) พันธุ์ที่ปลูกมากในแถบเมดิเตอร์เรเนียน เช่น ชามูติ (Shamouti) วาเลนเซีย (Valencia) ส่วนส้มเนเวล (Navel orange) ได้แก่ พันธุ์อูชิงตัน เนเวล สำหรับประเทศไทยส้มกลุ่มนี้ได้แก่ส้มตราหรือส้มเซ็ง

2) ส้มที่มีรสเปรี้ยวหรือรสออกขม (Sour or bitter orange: *C. aurantium*) ส้มกลุ่มนี้มีถิ่นกำเนิดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย เป็นส้มที่มีรสเปรี้ยวจัด ขนาดผลโตกว่าส้มเขียวหวาน มีเมล็ดมาก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ทำน้ำส้มคั้น ทำแยมผิวส้ม หรือ สกัดน้ำมันหอมระเหย พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า ได้แก่ รูบี้บีด (Ruby blood) โดเฟลฟินา (Doblefina) และโมโร (Moro)

### 2.2.2 กลุ่มส้มจีนและส้มเขียวหวาน (Mandarin and Tangerine group: *Citrus reticulata*)

ส้มกลุ่มนี้มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศจีน ปลูกกันมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น จีน ญี่ปุ่น ไทย ไต้หวัน เป็นต้น ลักษณะสำคัญของส้มกลุ่มนี้คือ เปลือกอ่อนและล่อน แกะออกง่าย กลีบส้มสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย ส้มจีนและส้มเขียวหวานมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ส้มจีน (Mandarin) ผลโตกว่าส้มเขียวหวาน (Tangerine) เปลือกค่อนข้างหนาและขรุขระกว่า ใส่ผลกลวง ผลและเนื้อมีสีเข้ม โดยส้มกลุ่มนี้มีหลายสายพันธุ์ ได้แก่ ซัทซุมา (Satsuma) และ คิง (King) ส่วนส้ม Common ได้แก่ ส้มจีน (Pongan) และฟริมอนต์ (Fremont) เป็นต้น

### 2.2.3 กลุ่มส้มโอและเกรพฟรุต (Pomelo and Grapefruits group) แบ่งได้เป็น

1) ส้มโอ (Pomelo: *C. grandis*) เป็นส้มที่มีผลโตกว่ากลุ่มอื่น ทรงผลมีหลายลักษณะ เช่น ทรงกลม ทรงแป้น มีจุก และไม่มีจุก เปลือกหนา แต่ทั้งเปลือกและกลีบสามารถแยกออกจากกันได้ง่ายกว่ากลุ่มส้มเกลี้ยงและส้มตรา ลักษณะเนื้อภายในมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู และสีทับทิม เป็นต้น

2) เกรพฟรุต (Grapefruit: *C. paradisi*) ลักษณะคล้ายส้มโอแต่ลักษณะผลเล็กกว่า ทรงผลมีลักษณะกลมแป้น เปลือกบาง กลีบไม่แยกออกจากกัน มีทั้งพันธุ์ที่มีเมล็ดและไม่เมล็ด เนื้อภายในมีทั้งสีขาวและสีชมพู

#### 2.2.4 มะนาว (Common acid members group)

ได้แก่ เลมอน (*Citrus limon* Burm f.) ไลม์ หรือมะนาวไทย (*Citrus aurantifolia* Swing) และซิตรอน (*Citrus medica* L.) เป็นต้น

#### 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวานมีทรงต้นสูงประมาณ 2-8 เมตร ทรงพุ่มมีลักษณะแน่นทึบ จัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ลำต้นไม่มีหนาม กิ่งแก่มีสีเขียวเข้ม ลักษณะกิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยมเรียว ใบรูปไข่ค่อนข้างยาว รูปโล่หรือรูปหอก ปลายและฐานใบมีลักษณะมน ส่วนปลายสุดของใบมีรอยเว้าเข้า ผิวท้องใบมีสีเขียวอมเขียว ผิวหลังใบเป็นมันสีเขียวเข้ม ผลเป็นทรงแป้น ผิวเปลือกสีเขียวอมเหลืองหรือส้มอมเหลืองจนถึงแดงอมส้ม ผิวเปลือกเรียบ ซึ่งภายในมีต่อมน้ำมันและมีกลิ่นหอมแรง เปลือกด้านในมีสีเหลืองอ่อน เนื้อมีน้ำมาก สีส้ม รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย

ลักษณะทางกายภาพของส้ม เป็นผลแบบเบอร์รี่ชนิดพิเศษที่เรียกว่า hesperidium ส่วนของเปลือกผลที่หุ้มอยู่ แบ่งได้ 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุด (exocarp: flavedo) มีสีเขียวเนื่องจากรงควัตถุคลอโรฟิลล์ เมื่อผลแก่สีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีส้มเนื่องจากรงควัตถุแคโรทีนอยด์ ถัดมาคือเปลือกชั้นกลาง (mesocarp: albedo) ซึ่งไม่มีสี เป็นส่วนที่ประกอบด้วยเพคติน ไกลโคไซด์ วิตามินซี และน้ำตาล ด้านในสุดคือเปลือกชั้นใน (endocarp: rag) เป็นเยื่อโปร่งใสหุ้มรอบช่องรังไข่หรือกลีบผลส้มเห็นเป็นขนจากผนังชั้นในของช่องรังไข่จำนวนมากและมีน้ำบรรจุอยู่ภายในนั้นเปลือกชั้นในมีลักษณะเป็นถุงน้ำ (pulp vesicles) เรียกว่า กุ้ง (juice sac) ภายในกุ้งมีของเหลวซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลและกรดซิตริกเป็นส่วนใหญ่ โดยส่วนนี้เป็นส่วนที่รับประทานได้ (Baldwin, 1993)

ผลส้มมีการเจริญเติบโตแบบ sigmoid curve แบ่งได้ 3 ระยะ (Bain, 1958 ; Ting and Attaway, 1971) คือ ระยะที่ 1 ระยะแบ่งเซลล์ (cell divition) เป็นระยะที่ขนาดและน้ำหนักของผลส้มมีค่าเพิ่มขึ้นในเวลา 1 ถึง 1.5 เดือนหลังดอกบาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศและพันธุ์ เมื่อเข้าสู่ระยะที่ 2 เป็นระยะขยายขนาดของเซลล์ทั้งในส่วนเนื้อและเปลือกผล เปลือกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ต่อมาถึงระยะที่ 3 เป็นระยะผลแก่ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในผล เช่นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) จะเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA) มีค่าลดลง ผลส้มแก่สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 9 ถึง 10 เดือน หรือสังเกตจากสีผิวของส้มที่เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง (สุรชัย, 2535)

## 2.4 การเก็บเกี่ยวผลส้ม

ส้มเป็นผลไม้จำพวก non-climacteric (Wills *et al.*, 1998) คือ ไม่สามารถสุกได้เมื่อเก็บเกี่ยวมาจากต้นแล้ว มีอัตราการหายใจหลังการเก็บเกี่ยวต่ำ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีเกิดขึ้นอย่างช้าๆ (Ting and Attaway, 1971) เนื่องจากส้มไม่สะสมแป้งเหมือนผลไม้จำพวก climacteric จึงไม่สะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้ว การเก็บเกี่ยวกระทำเมื่อถึงระยะผลแก่เต็มที่ (mature) เพราะจะมีคุณภาพดีเหมาะสมสำหรับการบริโภค แต่หากเก็บเกี่ยวมาก่อน ผลจะยังอ่อนและมีรสเปรี้ยว (คณัย, 2545) เมื่อผลส้มเริ่มแก่น้ำตาลจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อถึงระยะก่อนผลแก่เต็มที่ อัตราการเพิ่มของน้ำตาลจะลดลง (Leopold and Kriedmann, 1975) ส่วนกรดก็จะมีปริมาณลดลง ส้มเขียวหวานเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่อมีอายุประมาณ 9.5-10.5 เดือนหลังจากดอกบาน สิวเริ่มมีสีเหลือง มีปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ขั้นต่ำ 8.0-8.8 เปอร์เซ็นต์ (จริงแท้, 2542) การเก็บเกี่ยวไม่ควรกระทำหลังฝนตกหรือหลังการให้น้ำแบบฉีดพ่นซึ่งผลยังเปียกน้ำอยู่ ทำให้เซลล์ผิวมีความต่งกว่าปกติและมีความอ่อนไหวต่อการเกิดแผล นอกจากนั้นต่อมน้ำมันที่เปลือกยังแตกง่ายทำให้เกิดตำหนิที่ผิวและง่ายต่อการแพร่ระบาดของโรคหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วควรใส่ในภาชนะบรรจุที่ไม่ลึกมากนัก เพราะส้มที่ปลูกในเมืองไทยเป็นส้มเปลือกบาง ถ้าบรรจุในภาชนะที่ลึกเกินไปจะทำให้ส้มช้ำได้ (คณัย, 2545)

### 2.4.1 ดัชนีการเก็บเกี่ยว

ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ดีควรเป็นดัชนีที่นำมาตรวจสอบผลส้มได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนไม่ต้องทำลายผลผลิตใช้อุปกรณ์ที่สามารถทำให้เก็บเกี่ยวได้รวดเร็วและราคาไม่แพง โดยพิจารณาจาก

1) การนับอายุ จากระยะออกดอกถึงดอกบานประมาณ 1 เดือน และจากระยะดอกบานถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 8-9 เดือน ในส้มพันธุ์ฟริมองด์ (มงคล, 2526) สำหรับส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งจะมีอายุประมาณ 10-11 เดือน

2) การวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น ความต้านทานแรงกดของผลลดลง (Baldwin, 1993)

3) การวัดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยใช้วิธีการและเครื่องมือ เช่น การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids, TSS) ด้วยเครื่อง Refractometer การวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA) และการคำนวณอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Total soluble solid/ Titratable acidity ratio; TSS/ TA) ซึ่งอัตราส่วนที่จัดว่าส้มแก่แล้วควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 6.5 สำหรับส้มกลุ่มส้มเขียวหวานที่ปลูกในประเทศไทย (คณัย, 2545)

#### 2.4.2 วิธีการเก็บเกี่ยวผลส้มเขียวหวาน มี 2 วิธี คือ

1) การใช้แรงงานคน โดยปลิดขั้วผลหรือใช้กรรไกรตัดก้านแล้วจึงตัดก้านออกไม่ให้เหลือติดอยู่เพราะจะทำให้ก้านที่เหลือนั้นทิ่มแทงผลส้มอื่นได้ ซึ่งจะทำให้เกิดแผลสดผู้เก็บเกี่ยวต้องตัดเล็บให้สั้นเพื่อป้องกันการขูดขีดจากเล็บของผู้เก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กับผลส้มเขียวหวาน การปลิดผลด้วยมือเปล่าจะเก็บเกี่ยวผลได้เร็วขึ้นแต่มีผลเสียหายมากกว่าการใช้กรรไกรตัด ภาชนะที่ใช้ใส่ผลส้มเป็นตะกร้าหรือถุงย่ามผ้าใบชนิดหนา หรือเป็นการตัดผลส้มใส่ในถุงย่ามผ้าใบซึ่งผูกติดไปกับเกษตรกรก่อน จากนั้นจึงลำเลียงไปใส่ในตะกร้า (คณัย, 2545)

2) การใช้เครื่องทุ่นแรง ส่วนใหญ่พบในต่างประเทศ เช่น ที่มลรัฐแคลิฟอร์เนียและมลรัฐฟลอริดาของสหรัฐ ออสเตรเลีย และออสเตรเลีย เป็นต้น โดยใช้เครื่องเขย่ากิ่ง เครื่องเป่า และการใช้สารเคมีฉีดพ่นให้ผลร่วง เป็นต้น

#### 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพส้ม (วัฒนา, 2528)

##### 2.5.1 ขนาดของผล ปัจจัยที่ทำให้ขนาดผลแตกต่างกัน เช่น

1) การบำรุงต้นส้มที่ได้รับการดูแลอย่างดี ได้รับน้ำและอาหารเพียงพอในระยะที่เหมาะสม ย่อมให้ผลที่ได้มาตรฐานหรือขนาดใหญ่

2) จำนวนผลที่ติดอยู่บนต้น ถ้าจำนวนผลมากหรือส้มติดผลดก จำนวนผลส้มทั้งหมดจะมีขนาดเล็กกว่าปกติและคุณภาพผลด้อยลงเนื่องจากอาหารที่ผลิตได้ไม่เพียงพอ ดังนั้นอาจต้องปลิดผลออกทิ้งบ้างให้จำนวนผลที่เหลืออยู่พอดีที่ต้นจะสามารถเลี้ยงได้ และผลมีคุณภาพดี หรืออาจใช้วิธีบำรุงต้นให้มากขึ้น

3) จำนวนใบ จำนวนใบและจำนวนผลมีส่วนสัมพันธ์กัน ถ้ามีใบน้อยเกินไปต้นส้มจะสร้างอาหารมาเลี้ยงไม่เพียงพอ ทำให้ผลมีขนาดเล็กกว่าปกติ คุณภาพผลด้อยลง

Kesta กล่าวว่า เมื่อขนาดผลส้มมีขนาดเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid) และปริมาณกรดทั้งหมด (Total acid) จะลดลงโดยปริมาณกรดทั้งหมดจะลดลงเร็วกว่า TSS ดังนั้นผลขนาดใหญ่จะมีรสหวานกว่าผลขนาดเล็ก การที่ TSS และ TA ลดลงตามขนาดผลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความเจือจางของปริมาณน้ำส้มซึ่งมีมากขึ้น (Ting and Attaway, 1971) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลต่อคุณภาพของส้ม

2.5.2. สีของผลและสีของเนื้อผล สังเกตได้ว่าส้มที่วางจำหน่าย นั้นมีสีแตกต่างกันทั้งที่เป็นส้มพันธุ์เดียวกัน เช่น ส้มเขียวหวานที่ปลูกทางภาคเหนือ สีจะส้มจัด แดงจัด ส่วนส้มเขียวหวานที่ปลูกในภาคกลาง สีจะออกเขียว เขียวอมเหลือง หรือเหลืองอ่อน การที่สีของผลและสีของเนื้อผล



แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ แต่ที่เด่นชัดคือปัจจัยที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศเป็นสำคัญ ถ้าอุณหภูมิของอากาศในเวลากลางวันกับกลางคืนแตกต่างกันมากสีของผลส้มก็จะยิ่งเข้มขึ้น โดยเฉพาะในตอนที่ผลส้มจะแก่อุณหภูมิจะเป็นตัวกระตุ้นให้สีเข้มขึ้น เช่น ส้มที่ปลูกทางภาคเหนือจะมีสีเข้มกว่าส้มที่ปลูกในภาคกลาง หรือส้มที่แก่ในอากาศหนาวจะมีสีเข้มกว่าส้มที่มีอากาศร้อน ทั้งที่เป็นต้นเดียวกัน หรือปลูกในที่เดียวกัน (วัฒนา, 2528)

**2.5.3. ปริมาณน้ำตาลและกรดในผล** เมื่อผลส้มเริ่มแก่จะมีการสร้างน้ำตาลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่ปริมาณกรดจะลดลง (Kimball, 1984) ปริมาณน้ำตาลในผลจะมีมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น การบำรุงรักษาต้น ถ้าต้นสมบูรณ์แข็งแรงได้รับอาหารและน้ำที่พอเหมาะก็จะมีปริมาณน้ำตาลมาก อายุผลก็เช่นเดียวกันถ้าปล่อยให้ส้มอยู่บนต้นนานๆ ความหวานหรือปริมาณน้ำตาลก็จะเพิ่มขึ้น และปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อการสร้างน้ำตาลในผลส้มคือ อุณหภูมิที่ผลส้มเริ่มจะแก่ ถ้ามีอุณหภูมิสูงผลส้มจะสร้างน้ำตาลได้มาก ยังมีช่วงอุณหภูมิสูงติดต่อกันนานๆ จะทำให้ผลส้มมีน้ำตาลมากขึ้นหรือหวานขึ้น ส่วนปริมาณกรดในผลส้มจะมีมาน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน เช่น การบำรุงรักษาต้น ส้ม อายุของผลส้ม และความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลากลางวันกับกลางคืน ถ้าอุณหภูมิแตกต่างกันมากปริมาณกรดในผลจะยิ่งมาก (วัฒนา, 2528) ผลส้มเขียวหวานอายุ 39 สัปดาห์มีอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรดเท่ากับ 8.0 ผลมีรสเปรี้ยวอมหวานเล็กน้อยผู้ชิมไม่ชอบแต่เมื่อผลมีอายุมากขึ้นอัตราส่วนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นทำให้ผลมีรสหวานขึ้น เปรี้ยวน้อยลง ผู้ชิมชอบมากขึ้น (มนตรี, 2527)

ปริมาณน้ำตาลและกรดในผลส้มเป็นตัวกำหนดรสชาติของผลส้ม ผลส้มที่มีรสชาติดี ปริมาณของน้ำตาลและกรดต้องอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยอัตราส่วนระหว่าง 10-16 ถือได้ว่ารสชาติเป็นที่ยอมรับ (Baldwin, 1993) ซึ่งทำให้ผลส้มนั้นเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

**2.5.4. ความหนาของเปลือก** ส้มที่ปลูกในแหล่งต่างๆ กันจะมีความหนาของเปลือกไม่เท่ากันทั้งที่เป็นพันธุ์เดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในแหล่งปลูกต่างๆ นั้นแตกต่างกัน ส้มที่ปลูกในที่ซึ่งมีความชื้นในอากาศน้อยหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ส้มจะปรับตัวโดยสร้างเปลือกให้หนาเพื่อป้องกันการคายน้ำของผลผลิต ทำให้เกิดช่องว่างมากระหว่างผิวเปลือกนอกกับเนื้อในเพื่อช่วยรักษาความชื้นไว้ ในทางตรงกันข้ามถ้าปลูกส้มในที่ความชื้นของอากาศสูงเปลือกส้มจะบางเพราะมีการคายน้ำออก

## 2.6 การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ตระกูลส้มที่สำคัญ

### 2.6.1 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้ตระกูลส้มมักพบว่ามี การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลเกิดขึ้น โดยสีเขียวจะหายไปแล้วปรากฏสีเหลืองหรือแดงขึ้นมาแทน ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์กลายเป็นสารที่ไม่มีสี ซึ่งอาจเป็นการทำงานของเอนไซม์ chlorophyllase Gross (1981) กล่าวว่า ปริมาณคาโรทีนอยด์ของเปลือกส้ม tangerine จะเพิ่มขึ้นเมื่อผลสุกและส้มที่เก็บเกี่ยวขณะที่มีสีเขียวอยู่และเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส พบว่ามีปริมาณคาโรทีนอยด์ต่ำกว่าผลที่ปล่อยให้สุกบนต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของคาโรทีนอยด์ ระหว่างการสุกสามารถเกิดขึ้นได้กับทั้งผลที่ติดอยู่บนต้นและผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว นอกจากนี้ เอทิลีนเป็นตัวการสำคัญที่เร่งสลายของคลอโรฟิลล์และสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ และการใช้เอทิลีนจะเร่งการเกิดคาโรทีนอยด์ ได้เร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ และทำให้สีผิวของผลไม้สม่ำเสมอขึ้น (Gross, 1987)

### 2.6.2 การสูญเสียน้ำ

การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตขณะที่มีการเก็บรักษา (สายชล, 2528) โดยมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก คุณภาพของผล และทำให้รูปร่างเปลี่ยนไป (คนัย, 2534) โดยทั่วไปถ้าหากมีการสูญเสียน้ำเพียง 5-10% ของน้ำหนักจะทำให้ผลเหี่ยว ความแน่นเนื้อลดลง รสชาติไม่ดี (Peleg, 1985) ชูชาติ (2537) กล่าวว่า ในผลไม้ตระกูลส้มการสูญเสียน้ำเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว การสูญเสียน้ำของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม เช่น ความชื้นของอากาศ การเคลื่อนที่ของอากาศ ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ (คนัย, 2534) และปัจจัยภายในของผลผลิตเอง เช่น ลักษณะโครงสร้างของพืช สารเคลือบผิว รูปร่าง โครงสร้าง ผิวเปลือก และขนาดของผลสำหรับส้มเขียวหวาน (สายชล, 2528)

### 2.6.3 อัตราการหายใจ

ส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric เป็นชนิดที่ไม้สุกคือ ไม่สามารถสุกได้เมื่อเก็บเกี่ยวมาจากต้นแล้ว ที่มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนต่ำ ดังนั้นการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากการหายใจ (Phan *et al.*, 1975) และการผลิตเอทิลีน (Leshem *et al.*, 1986) จึงเกิดขึ้นน้อย ส้มมีอัตราการหายใจหลังการเก็บเกี่ยวต่ำ คือ ประมาณ 10-15 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงที่ 20 องศาเซลเซียส และสังเคราะห์แก๊สเอทิลีนได้น้อย คือ น้อยกว่า 0.1 ลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แต่ในการขนส่งส้มเป็นระยะเวลานานเอทิลีนซึ่งสะสมในบรรยากาศจะทำให้ผลส้มอ่อนแอต่อการเน่าเสีย การหายใจของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็น

กระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารอาหารคือ คาร์โบไฮเดรตให้ไปอยู่ในรูปของพลังงานเคมีคือ adenosine triphosphate (ATP) เพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ทำให้เซลล์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ดังนั้นอายุการเก็บรักษารวมทั้งคุณภาพของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจเป็นสำคัญ (สายชล, 2528; จริงแท้, 2538; คณัย, 2540)

## 2.7 ลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลส้ม

ลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลส้มหลังการเก็บเกี่ยวมีหลายชนิดเช่น chilling injury ซึ่งผลส้มแสดงอาการเนื้อเยื่อขุ่นขาวเป็นจุดๆ และผิวมีสีคล้ำเป็นสีน้ำตาล อ่อนแอต่อการเน่า อาการจะแสดงเมื่อเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นยังมีการต่อมน้ำมันแตก หรือ oleocellosis ซึ่งจะเกิดมากเมื่อเก็บเกี่ยวส้มขณะที่เซลล์ต่างๆ ทำให้ต่อมน้ำมันแตกและน้ำมันที่ไหลออกมาจะทำลายเนื้อเยื่อรอบๆ

อาการผิดปกติที่พบในผลส้มแต่ละพันธุ์อาจพบมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

2.7.1 อาการฟ้าม (section-drying) เป็นอาการที่สภาพของถุงส้ม (vesicle) ที่อยู่ภายในกลีบ (segment) เกิดอาการฟ้ามไต (granulation) หรือฟ้ามแห้ง (dehydration) หรือเกิดอาการทั้ง 2 แบบในผลเดียวกัน

1) อาการข้าวสารหรือฟ้ามไต (granulation, ricing, crystallization) เป็นสภาพที่ปริมาณของถุงเนื้อส้ม (juice vesicle) บางส่วนเปลี่ยนจากของเหลวไปเป็นเจลโดยถุงเนื้อส้มจะแข็งต่อนั้นถุงส้มที่อยู่ภายในก็จะลึ้ม ถุงส้มที่เกิดอาการฟ้ามไตมีรสชาติไม่ดีซึ่งในระยะสุดท้ายของการเกิดอาการฟ้ามไต เซลล์ที่อยู่ภายในถุงเนื้อส้มอาจยุบลงและอาจมีแก๊สปล่อยออกมาจากช่องว่างลักษณะของถุงส้มทางด้านข้างผลกลายเป็นสีขาวขุ่นและแห้งไม่มีน้ำ ในผลที่เป็นมากอาจพบลามมาถึงครึ่งผลหรืออาจเกือบหมดผลดังเช่นที่พบในผลส้มโอ ในสหรัฐอเมริกาอาการฟ้ามไตมักจะเกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว โดยพบบ่อยในผลที่เติบโตทางด้านที่โดนแสงอาทิตย์มากกว่าผลที่อยู่ในทรงพุ่ม

2) อาการฟ้ามแห้ง (dehydration) หรือมีชื่อเรียกอย่างอื่น เช่น vesicle collapse, dry juice sac, core dryness, blossom end granulate และ styler end granulate ซึ่งเป็นสภาพที่ถุงเนื้อส้มมีการหดตัวเพียงเล็กน้อย ต่อมาเกิดการลึ้มของถุงส้มอย่างสมบูรณ์อันเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำ โดยในส้มที่เกิดอาการฟ้ามแห้ง ถุงเนื้อส้มจะแบนและ internal parenchyma จะอัดกักแน่น ขณะที่ถุงเนื้อส้มที่ปกติจะยาวและแข็งแรง โดยมี epidermal cell และ internal parenchyma สมบูรณ์

3) อาการผลแตก (fruit cracking) อาการผลแตกในขณะที่ผลยังอ่อนอยู่ มักพบในพันธุ์ส้มที่มีเปลือกบาง เช่น ส้มเขียวหวาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์โชกุนที่มีเปลือกบางกว่าพันธุ์อื่นๆ



อาการดังกล่าวอาจรุนแรงมากในบางพื้นที่และเป็นเฉพาะบางส่วน ในบางช่วงของระยะเวลาหรือบางฤดูกาลของรอบปี ข้อสันนิษฐานจากอาการดังกล่าวมักปรากฏในพื้นที่ส่วนที่มีการผลิตส้ม 3-4 รุ่นในต้นเดียวกัน

4) อาการผลพอง (puffing) ลักษณะของอาการผลพอง คือ ส่วนของเปลือกแยกตัวออกจากส่วนเนื้อเกิดเป็นช่องว่างระหว่างเปลือกกับผล เมื่อแกะผลออกส่วนเนื้อสามารถแยกออกจากส่วนเปลือกอย่างง่ายดาย โดยมักพบในผลส้มที่แก่และเก็บเกี่ยวในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ส่วนในช่วงอื่นของปีมักไม่พบอาการดังกล่าว ลักษณะเช่นนี้ไม่ได้ก่อให้เกิดผลเสียหายมากนัก รสชาติยังคงปกติแต่อาจบอบช้ำได้ง่ายจากการกระแทกหรือเบียดกัน ความผิดปกตินี้เกิดเนื่องมาจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของช่วงฤดูดังกล่าวลดต่ำลงส่งผลให้ผลส้มมีการปรับตัวเพื่อการสูญเสียน้ำให้น้อยลง

5) อาการที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อาการแดดเผา (sun burn) อาการนี้สามารถพบได้กับใบ ดอก ผล กิ่งหรือลำต้น อาการที่เกิดขึ้นนี้พบกับส่วนของต้นส้มในด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมอันเป็นช่วงฤดูหนาว เนื่องจากแนวโคจรของดวงอาทิตย์จะอ้อมผ่านลงไปยังซีกโลกใต้ เพราะแกนหมุนของโลกบิดเอียงขึ้นไปทางแนวบนทำให้ด้านของทิศดังกล่าวหันเข้าหาดวงอาทิตย์ในช่วงบ่ายของวัน (ตะวันอ้อมข้าว) ต้นส้มที่ยังมีขนาดเล็กและมีใบไม่มากนักอาจมีส่วนทำให้เปลือกแห้งได้เนื่องจากยังมีใบน้อยกว่าต้นที่มีขนาดโตแล้ว ความรุนแรงดังกล่าวจะลดน้อยลงเนื่องจากมีใบช่วยปกคลุมได้มากขึ้น ความรุนแรงนี้จะมีมากขึ้นตามแนวเส้นรุ้งที่เพิ่มขึ้น สำหรับอาการผิวลายจากลม (wind scar) ในสภาพพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง จะมีลมพัดผ่านตลอดเวลา สภาพที่ลมพัดก่อให้เกิดการเสียดสีระหว่างผลหรือระหว่างผลกับใบหรือกับกิ่งก่อให้เกิดผิวลายขึ้น แม้ว่าจะมีการค้ำกิ่งช่วยก็ไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

สำหรับอาการผิดปกติส่วนใหญ่ที่พบในผลส้มพันธุ์ฟรีเมองต์และส้มอีกหลายๆ พันธุ์ เป็นอาการฟ้ามของผลส้มมีความสัมพันธ์กับชนิดของส้ม โดยพบมากในส้มโอ ส้มเขียวหวานหรือกลุ่ม mandarin และลูกผสมของ mandarin และ valencia orange นอกจากนี้อายุของต้นส้มก็มีผลด้วย โดยต้นส้มที่มีอายุน้อย (ส้มสาว) ผลจะมีโอกาสของการเกิดอาการข้าวสารมากกว่าต้นส้มที่มีอายุมาก และผลที่มีขนาดใหญ่จะมีโอกาสของการเกิดอาการฟ้ามได้เร็วและมากกว่าผลที่มีขนาดเล็ก สวีส์ดี (2507) กล่าวว่าต้นส้มที่ปริมาณการติดผลต่ำจะมีโอกาสของการเกิดอาการฟ้ามได้มาก และผลที่มีอายุครบกำหนดแล้วหากยังปล่อยให้โตต่อไป บนต้นจะมีโอกาสเป็นมากกว่าผลส้มที่เก็บเกี่ยวเมื่อครบเวลาตามกำหนดอายุ อาการฟ้ามพบบ่อยในผลที่มีการติดผลและเติบโตทางด้านที่โดนแสงอาทิตย์มากกว่าผลที่อยู่ในทรงพุ่มซึ่งมีความสัมพันธ์กับความร้อนของผลที่โดนแดด ในช่วงผลเจริญเติบโต ผลที่เก็บเกี่ยวในรุ่นท้ายจะมีโอกาสเกิดได้มากกว่า ต้นส้มที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณ

ที่สูง โดยเฉพาะในระยะที่ผลใกล้แก่จะมีโอกาสเกิดได้สูงกว่า สำหรับส้มที่ใช้วิธีการเลี้ยงน้ำให้อยู่บนต้นเมื่อครบกำหนดอายุการเก็บเกี่ยวแล้วหากมีการใช้ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูงกับต้นส้ม ก็จะเป็นการกระตุ้นให้เกิดอาการฟ้ามได้เร็วมากยิ่งขึ้น บริเวณที่ปลูกส้มหากปลูกที่บริเวณชายฝั่งทะเลจะเกิดอาการฟ้ามได้ได้มากกว่าส้มที่ปลูกในที่ดอน การปลูกในดินที่มีความชื้นสูงจะเกิดอาการฟ้ามได้มากกว่าปลูกในดินที่มีความชื้นต่ำ

## 2.8 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสียหายและการสูญเสียในการขนส่งผลิตผล

**2.8.1 อุณหภูมิ** อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เพราะอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่างๆ ภายในผลิตผล และยังมีผลต่อปัจจัยอื่นๆภายนอกด้วย ที่อุณหภูมิสูงปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ภายในผลิตผลจะเกิดได้เร็วขึ้นทำให้ผลิตผลเสียหายได้ง่ายในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิต่ำจะทำให้ผลิตผลสามารถเก็บรักษาสภาพเดิมไว้ได้นานกว่า แต่ในบางกรณีอุณหภูมิต่ำก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยเฉพาะกับผลิตผลในเขตร้อนอาจเกิดอาการผิดปกติที่เรียกกันว่า อาการสะท้านหนาว (chilling injury) ขึ้นได้ (จริงแท้, 2544)

**2.8.2 ความชื้น** ความชื้นในอากาศหมายถึงปริมาณน้ำที่อยู่ในรูปของไอน้ำในอากาศ ปริมาณน้ำในอากาศผันแปรได้จากศูนย์ถึงมากที่สุดเมื่ออากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำซึ่งจะผันแปรขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดัน ความชื้นของอากาศที่อยู่รอบๆ ผลิตผลจะมีผลต่อการสูญเสียน้ำ คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตผล (คณัย, 2534) การควบคุมการสูญเสียน้ำของผักและผลไม้คือการทำให้อากาศรอบๆ ผักและผลไม้มีความสามารถน้อยในการที่จะรับเอาไอน้ำที่ระเหยมาจากเนื้อเยื่อของผักและผลไม้ โดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงหรือการเพิ่มความชื้นเข้าไปในอากาศ นั่นคือการลดความแตกต่างความดันไอน้ำระหว่างอากาศกับผิวของผักและผลไม้ หรือการใช้วัสดุที่ป้องกันการสูญเสียน้ำของผักและผลไม้ (สายชล, 2528)

**2.8.3 ระยะเวลา** ในการขนส่งผลิตผลที่ใช้เวลานานจะทำให้ส้มได้รับความเสียหายทั้งทางคุณภาพและปริมาณ นอกจากนั้นการขนส่งในขณะที่อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลายาวนานอาจทำให้ส้มเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้นยังผลให้ส้มเกิดกลิ่นที่ผิดปกติ (off-flavor) ทำให้ผู้บริโภคได้รับประทานส้มที่มีรสชาติเปลี่ยนไปจากเดิม (Mittra, 1997)

**2.8.4 การสั่นสะเทือนและเสียดสี** มีผลโดยตรงกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลิตผลในระหว่างการขนส่ง การสั่นสะเทือนและเสียดสีจะขึ้นอยู่กับสภาพของถนน สภาพของยานพาหนะและความเร็วของรถในระหว่างการขนส่ง การขนส่งระยะทางไกลๆ พบว่าการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นทำให้ผลไม้เกิดการยุบตัวลงจึงเกิดช่องว่างของภาชนะบรรจุ ช่องว่างบริเวณด้านบนของภาชนะบรรจุที่เกิดขึ้นในระหว่างการยุบตัวนี้จะทำให้ผลไม้กระดอน และกระทบกับผนังของภาชนะบรรจุ

ซึ่งจะทำให้ผลไม้เกิดความเสียหาย (Peleg, 1985) Nicholus (1986) แนะนำว่ารถบรรทุก 10 ล้อควรใช้ความเร็วไม่เกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในการขนส่งผลิตผล

2.8.5 ภาชนะบรรจุ มีผลกับคุณภาพของผลิตผลในระหว่างการขนส่งโดยลักษณะของภาชนะบรรจุที่ควรจะรองรับ (contain) ผลิตผลให้อยู่เป็นหน่วยเดียวกันเพื่อความสะดวกในการขนย้ายและป้องกัน (protect) ผลิตผลภายในภาชนะบรรจุจากการสูญเสียระหว่างการขนย้ายหรือเก็บรักษาซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการตกกระทบ การบีบอัด การสั่นสะเทือนและการผันแปรของอุณหภูมิและความชื้น ตลอดจนศัตรูพืช เช่น แมลง หรือสัตว์อื่นๆ เป็นต้น (จริงแท้, 2544)

## 2.9 ความเสียหายในการขนส่ง

ความเสียหายจากการสั่นสะเทือนของรถบรรทุกเป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบระบบการบรรจุ เมื่อทำการบรรจุผลไม้ลงในภาชนะบรรจุแล้ว ควรให้ผลไม้มีการเคลื่อนที่น้อยที่สุดในการขนส่งระยะทางไกลๆ นอกจากการกระทบกระเทือนและการอัดตัวแล้ว การที่ผลิตผลภายในภาชนะบรรจุไม่อยู่กับที่ เคลื่อนไหวไปตามแรงสั่นสะเทือนของพาหนะ สำหรับผลไม้ที่มีเปลือกแข็งแรงไม่เป็นปัญหา แต่สำหรับผลไม้ที่มีผิวบางจะทำให้เกิดรอยถลอกเกิดขึ้น ดูไม่สวยงามและทำให้ราคาตกลง (จริงแท้, 2538)

คนัย (2534) ได้สรุปความเสียหายไว้ว่า

2.9.1 ความเสียหายจากการกระทบกระเทือน ซึ่งอาจจะเกิดการร่วงหล่นของภาชนะแล้วเกิดการกระทบกระเทือนข้างใน การใช้วัสดุกันกระทบ เช่น ฟองน้ำ หรือ โฟม อาจจะช่วยลดความเสียหายได้บ้าง

2.9.2 ความเสียหายจากการกดทับ ความเสียหายประเภทนี้เกิดเนื่องจากวิธีการบรรจุที่ไม่เหมาะสม และคุณภาพของภาชนะบรรจุไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของภาชนะที่วางเรียงซ้อนกันได้ ดังนั้นภาชนะบรรจุจะต้องมีความแข็งแรง เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของผลิตผล

2.9.3 ความเสียหายจากการสั่นสะเทือนและเสียดสี จะเกิดขึ้นกับผลิตผลที่มีผิวบาง การใช้ถาดรองเป็นชั้นๆ จะช่วยลดความเสียหายได้

2.9.4 ความเสียหายจากอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุที่มีการระบายอากาศไม่ดี จะทำให้เกิดการสะสมความร้อนขึ้นภายใน ทำให้เสื่อมเสียเร็ว ภาชนะบรรจุจึงควรมีการระบายอากาศที่ดี

2.9.5 ความเสียหายจากความชื้น ในการใช้ภาชนะบรรจุที่เป็นกระดาษหรือไม้ที่แห้งนั้น ผลิตผลอาจสูญเสียน้ำให้กับภาชนะบรรจุได้ ซึ่งกรณีนี้ที่ภาชนะบรรจุเป็นกระดาษจะทำให้ความแข็งแรงลดลง การใช้แผ่นพลาสติกรองในภาชนะบรรจุก่อนการบรรจุผลิตผล จะช่วยลดปัญหานี้ได้

นอกจากนั้นความชื้นภายในบรรยากาศยังทำให้เกิดความเสียหาย ในทำนองเดียวกันในการเคลือบ ภาชนะบรรจุที่เป็นกระดาษด้วย wax จะช่วยลดปัญหานี้ได้เช่นกัน

## 2.10 การประเมินผลความเสียหาย

การขนส่งผักและผลไม้ เป็นขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความสำคัญมากเพราะเมื่อถึงขั้นตอนนี้ผักและผลไม้มีมูลค่ามากขึ้นแล้ว จากผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาอย่างไม่มีการจำแนกคุณภาพมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ผ่านการคัดเลือก การทำความสะอาด การบรรจุ ซึ่งทำให้ต้นทุนสูงขึ้น หากการขนส่งทำได้ไม่ดีจะทำให้ผลผลิตเกิดการเสียหายขึ้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นย่อมมีมูลค่าสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะในปัจจุบันซึ่งค่าขนส่งมีราคาแพง การขนส่งบางวิธีมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยผลผลิตสูงกว่ามูลค่าของผลผลิตเสียอีก ความเสียหายจากการขนส่งผลผลิตทางการเกษตร O' Brien และคณะ (1971) ได้ศึกษาความเสียหายที่เกิดจากการขนส่งผลไม้ พบว่าเกิดการชำรุดขึ้นในระหว่างการขนส่ง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพและความสดของผลไม้ สาเหตุของการเสียหายนั้นเกิดจากการถ้ำของผลไม้เนื่องจากมีแรงมากระทำซ้ำๆ จากการสั่นสะเทือน ซึ่งที่เกิดขึ้นทำให้เซลล์ผลไม้บริเวณผิวหนังเกิดการแตก

Mohsenin (1970) กล่าวว่า การประเมินความเสียหายของผลไม้ไม่สามารถประเมินผลด้วยสายตาได้ ความชำรุดเป็นความเสียหายเชิงกลชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้น ความชำรุดเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นที่เนื้อเยื่อของผลไม้ เนื่องจากแรงภายนอกที่มากระทำ ซึ่งส่งผลให้ลักษณะของผลไม้มีการเปลี่ยนแปลง เช่น สี กลิ่นและเนื้อเยื่อ ความชำรุดที่ไม่ทำให้ผิวของผลไม้แตก เกณฑ์ในการประเมินผลความชำรุดคือลักษณะของผิวภายนอกมีการยุบตัวแบนไปจากเดิม เมื่อทำการปอกเปลือกดูภายในจะปรากฏเห็นว่าเนื้อด้านในมีลักษณะสีและเนื้อที่เปลี่ยนไป

## 2.11 การจัดการบรรจุภัณฑ์ผลไม้สำหรับการขนส่งด้วยรถบรรทุก

การขนส่งผักและผลไม้มีจุดมุ่งหมายที่จะนำผลผลิตจากแหล่งผลิตไปถึงมือผู้บริโภคในเวลาอันรวดเร็ว ค่าใช้จ่ายค่าและผลผลิตคงสภาพดีไม่ชำรุดเสียหาย (จริงแท้, 2541) การขนส่งผลผลิตโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ก) การขนส่งจากแปลงปลูกไปยังโรงคัดบรรจุ ข) การขนส่งจากโรงคัดบรรจุไปยังตลาดขายส่ง และ ค) การขนส่งจากตลาดขายส่งไปยังตลาดขายปลีก ทุกขั้นตอนมีความสำคัญด้วยกันทั้งนั้น แต่ขั้นตอน ข) มักเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลายาวนานที่สุดและก่อให้เกิดความเสียหายมาก การขนส่งผลผลิตแต่ละชนิดในแต่ละท้องที่แตกต่างกันไป บางกรณีอาจมีเพียงขั้นตอนเดียวหรือหลายขั้นตอน เช่นการขนส่งไปยังตลาดต่างประเทศ ยิ่งการขนส่งมีขั้นตอนมากเท่าใด ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิตก็มีมากขึ้นเท่านั้น โดยเฉพาะหากต้องมี



การ ขนเข้า-ขนออก และเก็บรักษาระหว่างขั้นตอนต่างๆ วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งผักและผลไม้ซึ่งเป็นสินค้าบอบบางเสียหายง่าย ควรเป็นการขนส่งถึงที่ แต่ไม่ว่าการขนส่งแบบใดต่างมีปัญหา ข้อจำกัด และความต้องการแตกต่างกัน

การขนส่งผักและผลไม้มีจุดมุ่งหมายที่จะนำผลิตผลจากแหล่งผลิตไปถึงมือผู้บริโภคในเวลาอันรวดเร็ว ค่าใช้จ่ายต่ำ และผลิตผลคงสภาพดีไม่ชำรุดเสียหาย (จริงแท้, 2541)

การจัดการบรรจุภัณฑ์ผักและผลไม้สำหรับการขนส่งทางรถในประเทศไทยที่นิยมทำสามารถแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบหลักๆ คือ

2.11.1 กองผักผลไม้โดยตรงบนกระบะ เป็นการบรรจุเสมือนใช้กระบะเป็น bulk bin อันเดียว การขนส่งแบบนี้ส่วนใหญ่จะใช้ขนส่งผลไม้ที่มีขนาดใหญ่ เช่น สับปะรด ทูเรียน แตงโม เป็นต้น นอกจากนี้ผลไม้ขนาดเล็กที่มีราคาสูงก็ยังคงขนถ่ายในลักษณะนี้เช่นกัน

- ข้อดีของการขนส่งแบบนี้ คือ
  - ไม่ต้องเสียต้นทุนทางด้านภาชนะบรรจุ
  - สามารถบรรจุทุกได้ครั้งละมากกว่าแบบอื่นๆ เนื่องจากไม่ต้องการเสียพื้นที่ในส่วนของภาชนะบรรจุ และไม่ต้องรับน้ำหนักของภาชนะบรรจุ
  - ผลไม้เสียหายจากการสั่นสะเทือน น้อยกว่าการบรรจุแบบลังซ้อนกันหลายๆ ใบ (Mohsenin, 1970)

- ข้อเสียของการขนส่งแบบนี้ คือ
    - ต้องใช้แรงงานในการขนย้ายผลิตผลมาก
    - เปลืองเวลาในการขนย้ายผลิตผลมาก
- 2.11.2 การบรรจุผลิตผลในลังพลาสติกที่ซ้อนกัน ภาชนะบรรจุจะเป็นตัวรับแรงระหว่างชั้นแต่ละชั้น การขนส่งแบบนี้จะใช้ภาชนะบรรจุที่มีความแข็งแรงที่สามารถทนต่อการกดและการกระแทกได้ ดังนั้นภาชนะบรรจุประเภทนี้จึงมีราคาแพงและบางชนิดก็สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลายครั้ง ภาชนะบรรจุประเภทนี้ได้แก่ ลังไม้ และ ตะกร้าพลาสติก เป็นต้น ส่วนใหญ่จะใช้กับผลไม้ที่มีราคา

- ข้อดีของการขนส่งแบบนี้ คือ
  - สะดวกและง่ายต่อการขนย้าย
  - บรรจุภัณฑ์บางชนิดสามารถนำกลับมาใช้ได้หลายครั้ง
- ข้อเสียของการขนส่งแบบนี้ คือ
  - ต้นทุนของภาชนะบรรจุมีราคาแพง
  - สิ้นเปลืองเนื้อที่ในส่วนของภาชนะบรรจุ

2.11.3 การวางซ้อนภาชนะบรรจุโดยตรง โดยที่ผลิตผลในภาชนะบรรจุล่างจะเป็นตัวแบกรับน้ำหนัก ภาชนะบรรจุประเภทนี้นิยมใช้กันได้แก่ ชะลอม หลัว และแข่งประเภทต่างๆ เช่น แข่งปากบาน แข่งทรงกระบอก โดยใช้บรรจุ ผักกาด มะม่วงดิบ และ พุทรา เป็นต้น

- ข้อดีของการขนส่งแบบนี้ คือ
  - การขนส่งภาชนะเปล่าสามารถเรียงซ้อนกันได้ดี ใช้พื้นที่บนรถบรรทุกน้อย
- ข้อเสียของการขนส่งแบบนี้ คือ
  - ผลิตผลเสียหายมาก โดยเฉพาะชั้นล่างจากการกระแทก
  - การขนย้ายค่อนข้างลำบาก
  - ภาชนะจะเสียรูปทรง บางครั้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

2.11.4 ภาชนะบรรจุผลิตผลตั้งอยู่บนชั้นไม้ รองรับด้วยตัวรถซ้อนกันเป็นชั้นๆ ภาชนะบรรจุประเภทนี้จะคล้ายในแบบที่สาม แต่ระหว่างการซ้อนภาชนะบรรจุไม้คั่น เพื่อเป็นตัวรับน้ำหนักภาชนะบรรจุของแต่ละชั้นซึ่ง ไม้นี้จะพาดอยู่บนโครงเหล็กค้ำข้างของรถ

- ข้อดีของการขนส่งแบบนี้ คือ
  - ป้องกันการเสียหายได้ดีกว่าแบบที่ 3
  - ภาชนะบรรจุมีราคาถูก
  - บางครั้งสามารถนำภาชนะมาใช้ใหม่ได้อีก
  - ส่วนใหญ่การขนส่งภาชนะเปล่าสามารถเรียงซ้อนกันได้ดี ใช้พื้นที่บนรถบรรทุกน้อย
- ข้อเสียของการขนส่งแบบนี้ คือ
  - สิ้นเปลืองเนื้อที่ภาชนะบรรจุกับช่องว่างระหว่างชั้นในการขนส่งเมื่อรวมกันแล้วจะมากกว่าแบบอื่นๆ
  - แยกรับน้ำหนักที่ไร่ประโยชน์ต่อเที่ยวเพิ่มมากขึ้น
  - เสียเวลาในการจัดเรียงมากกว่าแบบอื่นๆ
  - อาจมีปัญหาบรรจุภัณฑ์ในแนวกลางรถถูกบีบจากภาชนะบรรจุด้านข้างเนื่องจากการแอ่นของแผ่นไม้ ทำให้เกิดการถ่ายทอดแรงไปสู่ผลิตผลภายในบรรจุภัณฑ์นั้นๆ เสียหายได้

## 2.12 การบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์

การบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ทำในภาชนะบรรจุ 2 ประเภท คือ ภาชนะบรรจุขายปลีกและภาชนะบรรจุขายส่ง ภาชนะบรรจุขายส่ง (wholesale packs) ภาชนะบรรจุสำหรับการค้าส่งหรือการขนส่งโดยระยะทางไกลๆ ส่วนใหญ่ขนาดของภาชนะบรรจุจะมีขนาดพอที่คนๆ หนึ่ง จะยกหรือแบกหามได้ง่าย มักใช้วัสดุราคาถูกและมักใช้ได้หนเดียว ไม่น่ากลับมาใช้ใหม่ แต่ก็ควรนำกลับไปแปรรูปใช้ใหม่ (recycle) แต่ในปัจจุบันภาชนะบรรจุประเภทวัสดุถาวร หรือวัสดุที่เสื่อมสภาพได้ยาก เช่น พลาสติกที่เข้ามามีบทบาทในการขนส่งภายในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ก็ยังมีปัญหาด้านเงินลงทุน ภาชนะบรรจุสำหรับค้าส่งนี้จะเน้นที่การป้องกันผลิตภัณฑ์ในจากการสูญเสียต่างๆ แต่บางครั้งภาชนะบรรจุขายส่งก็ยังใช้เป็นภาชนะบรรจุในการวางขายได้อีกด้วย ภาชนะบรรจุขายส่งผักผลไม้ที่ใช้ในประเทศไทยได้แก่ ถุง ถัง ไม้ กล่องกระดาษลูกฟูก ถังพลาสติก กล่องพลาสติก นอกจากนี้การบรรจุหีบห่อส้มยังทำได้หลายวิธีเช่น บรรจุลงในกล่องกระดาษ หรือบรรจุลงในถุงพลาสติก ถุงตาข่าย และตะกร้าพลาสติก ซึ่งสามารถใช้ได้ในตลาดใกล้ๆ ภายในท้องถิ่นเพื่อลดค่าใช้จ่ายเพราะสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้ อีก และยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อม

ลักษณะตามธรรมชาติประการหนึ่งของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต่อการบรรจุหีบห่อก็คือ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ผลิตภัณฑ์บางชนิดเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ มากนัก เช่น ส้มชนิดต่างๆ (จริงแท้, 2544) ผลไม้จำพวกส้มแม้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ค่อนข้างตอบสนองได้ไวต่อสภาพองค์ประกอบของบรรยากาศในภาชนะบรรจุ หากมีออกซิเจนน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) ได้ง่าย เป็นผลให้มีการสะสมแอลกอฮอล์และอะเซทิลดีไฮด์ทำให้เกิดรสผิดปกติขึ้น (off-flavor) การบรรจุหีบห่อส้มจึงต้องจัดให้มีการถ่ายเทอากาศได้ดีพอควร (Mittra, 1997)

## 2.13 ยานพาหนะสำหรับขนส่งผักและผลไม้ระหว่างผู้ขายส่งไปสู่ผู้ขายปลีกไกลๆ

เนื่องจากการประกอบการขนส่งสินค้าเป็นการประกอบการเสรี รูปแบบของการขนส่งภายในประเทศจึงมีมากมายหลายแบบ สำหรับรถยนต์บรรทุกมีตั้งแต่รถกระบะสี่ล้อ (รถปิ๊กอัพ) ไปจนถึงรถบรรทุกสิบล้อ ส่วนรถพ่วงตู้สินค้าส่วนใหญ่ใช้กับการส่งออก รถยนต์บรรทุกเหล่านี้มีขนาดพื้นที่การบรรทุกและน้ำหนักการบรรทุก ตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ขนาดและน้ำหนักบรรทุกของรถบรรทุกต่างๆในประเทศ

ชนิด	พื้นที่บรรทุกรวมผนังด้านข้าง (ซม.)		น้ำหนักบรรทุก (กก)
	กว้าง	ยาว	
รถกระบะสี่ล้อ	169	229	1,210
รถบรรทุกหกล้อ	169-199	302-497	2,840-6,045
รถบรรทุกสิบล้อ	236-241	580-707	14,100-15,325

ที่มา : บริษัท ไทยซีโนมอเตอร์เซลส์ จำกัด

บริษัท ตรีเพชรอีซูซุเซลส์ จำกัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved