บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ส้ม มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนถึงกึ่งร้อน ที่ละติจูด 40 องศาเหนือ ถึง 40 องศาใต้ รวมทั้งเขตแห้งแล้งและเขตที่มีความชื้นสูง เป็นพืชที่สำคัญและมีพื้นที่การผลิตทั่วโลก (Cooper and Chapot, 1977)

พืชในสกุล *Citrus* สามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มส้มเกลี้ยง (oranges) กลุ่มส้มเปลือกล่อน (mandarins) กลุ่มส้มโอและเกรพฟรุต (pummelos and grapefruits) และกลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยว (common acid members) นอกจากนี้ ยังมีพืชในสกุลใกล้เคียงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจด้วย เช่น กลุ่มกัมควอท (*Fortunella* sp.) และกลุ่มของส้มสามใบ (trifoliate orange; *Poncirus trifoliata*) (รวี, มปป)

ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) จัดอยู่ในตระกูล Rutaceae (เกศิณี, 2528) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกล่อนหรือแมนดาริน (อำไพวรรณ และคณะ, 2542) เป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคทั้งในรูปผลสดและน้ำผลไม้ มีคุณค่าทางอาหารสูง ราคาไม่แพง และมีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป (ดิเรก, มปป) สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินหลายประเภท ตั้งแต่ดินเนื้อหยาบจนถึงดินเนื้อละเอียด หากมีการจัดการที่ดี การชลประทานและการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมแล้ว ส้มจะให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี (ยงยุทธ, 2540)

แหล่งปลูกส้มเขียวหวานที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ พื้นที่ปลูกจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน สุโขทัย กรุงเทพมหานคร (เขตราษฎร์บูรณะ) ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา สระบุรี ปทุมธานี นครนายก นครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และยะลา ซึ่งมีพื้นที่ปลูกประมาณ 250,000-300,000 ไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 600,000-800,000 เมตริกตันต่อปี ในปัจจุบันผลผลิตส้มเขียวหวานที่บริโภคภายในประเทศและส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เป็นผลผลิตส้มเขียวหวานจากเขตชลประทานรังสิต ปทุมธานี มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (อำไพวรรณ และคณะ, 2542)

กรมวิชาการเกษตร (มปป) รายงานว่า ในประเทศไทย พันธุ์ส้มเขียวหวานที่นิยมปลูกมี 2 พันธุ์ คือ เขียวหวานและโชกุน หรืออาจมีชื่ออื่นขึ้นอยู่กับแหล่งปลูกหรือเพื่อการค้า เช่น ส้มสีทอง ส้มผิวทอง และส้มสายน้ำผึ้ง เป็นต้น **ส้มเขียวหวาน** เป็นพันธุ์ส้มเปลือกล่อน ที่ปลูกแพร่หลายมาแต่เดิม ได้ขยายพันธุ์ และคัดพันธุ์ตามแหล่งปลูกต่าง ๆ เช่น ส้มเขียวหวานแหลมทอง เป็นสายพันธุ์ที่ปลูกกันอยู่เดิมในเขตจังหวัดราชบุรี มีรสชาติหวานจัด ทรงพุ่มใหญ่ ออกดอก

ติดผลค่อนข้างยาก ผลขนาดปานกลาง ส่วนส้มบางมด แต่เดิมปลูกในเขตบางมด บางขุนเทียน รสชาติหวานอมเปรี้ยว ผลขนาดปานกลาง ทรงผลค่อนข้างกลมถึงแป้นเล็กน้อย ผิวสีเขียวอมเหลืองหรือเหลืองเข้มเมื่อปลูกทางภาคเหนือ เนื้อผลสีส้ม ชานนิ่ม เป็นพันธุ์ที่ติดผลดก ปัจจุบันมีผู้นำไปปลูกในเขตอื่นแล้วเรียกชื่อต่างกันไป เช่น ส้มผิวทอง ส้มสีทอง เป็นต้น ส่วนส้มโชกุน เป็นพันธุ์ส้มเปลือกล่อนที่ได้รับความนิยมมาก เป็นที่รู้จักกันในนามของส้มสายน้ำผึ้งหรือส้มเพชรยะลา ลักษณะทรงต้นและขนาดต้นใกล้เคียงกับส้มเขียวหวาน แต่ทรงพุ่มค่อนข้างแน่นกว่า ลักษณะกิ่งและใบตั้งขึ้น ในขณะที่ส้มเขียวหวาน กิ่งและใบจะห้อยลง ใบส้มโชกุนมีขนาดเล็กกว่า แต่สีเขียวเข้มกว่า ผลมีสะดือเป็นเอกลักษณ์พิเศษ เนื้อแน่น ชานนิ่ม และมีปริมาณน้ำส้มมาก รสชาติหวานแหลม อมเปรี้ยวเล็กน้อย

การออกดอกของพืชตระกูลส้ม จะแตกต่างกันไปตามสภาพของภูมิอากาศในแหล่งปลูก ในสภาพภูมิอากาศเขตกึ่งร้อน มีฤดูหนาวที่อุณหภูมิต่ำ ส้มเกิดการพักตัว ระยะการพักตัวนี้เป็นช่วงเวลาของการกำเนิดดอก ส่วนในสภาพของภูมิอากาศเขตร้อน ส้มไม่มีการพักตัว ถ้ามีการกระจายตัวของฝนและการชลประทานที่ดี ก็สามารถออกดอกได้ทุกเดือนและตลอดปี ดอกจะพัฒนาทันทีหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตของปีนั้นเสร็จสิ้นลง โดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิต่ำและความยาวของวัน (Reuther, 1977) แต่การออกดอกจะดีขึ้น ถ้ามีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนสูง (Moss, 1969) และมีอุณหภูมิของดินสูงด้วย (Hall *et al.*, 1977) สำหรับในประเทศไทย ส้มเขียวหวานออกดอกได้ตลอดทั้งปี และออกดอกมากที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม (ไพโรจน์, 2507) ดอกที่อยู่ด้านนอกทรงพุ่มมีแนวโน้มเกิดการติดผลมากกว่าดอกที่อยู่ด้านในทรงพุ่ม (Syvertsen and Albrigo, 1980) ส้มเขียวหวานเกิดตาดอกที่โคนกิ่งและปลายกิ่ง ตาดอกที่โคนกิ่งจะพัฒนาช้ากว่าตาดอกที่ปลายกิ่ง (Schneider, 1968)

รวี (2540) กล่าวว่า ดอกของส้มสามารถเกิดได้ 3 ลักษณะ ซึ่งแต่ละลักษณะมีผลต่อการติดผล ดังนี้

1. ดอกที่เกิดจากยอดอ่อนที่ผลิขึ้นมาใหม่ จัดเป็นดอกที่มีคุณภาพสูงที่สุด เนื่องจากมีใบที่เกิดใหม่ และ มีกิจกรรมการเจริญเติบโตมาช่วยเลี้ยงดอกและผลได้

2. ดอกที่เกิดจากตาข้างของใบแก่ ซึ่งการออกดอกแบบนี้ เกิดจากดอกแบบแรกล้มเหลว คุณภาพของดอกจัดเป็นรองจากแบบแรก ทั้งนี้เพราะ ใบที่เกิดมาในรุ่นก่อนหน้านี้พร้อมกับดอกที่หลุดร่วงไปนั้น ยังคงมีสมรรถนะสูงพอสมควรในการที่จะให้ดอกและเลี้ยงผลได้ อย่างไรก็ตาม การออกดอกเช่นนี้จะพบเพียงบางครั้งเท่านั้น

3. ดอกที่เกิดจากกิ่งที่ไม่มีใบ มักพบเป็นดอกตัวผู้ เนื่องจากอาหารไม่เพียงพอสำหรับการสร้างเกสรตัวเมีย โอกาสที่จะติดผลจึงมีอยู่ต่ำมาก

ผลส้มเมื่อแรกเริ่มติดผลนั้น สิ่งที่เป็นสัญญาณบอก คือ การร่วงของกลีบดอก (petal fall) การร่วงหล่นของส่วนอื่น ๆ ของดอก เช่น เกสรตัวผู้และก้านเกสรตัวเมีย เกิดการร่วง (abscission) รังไข่ (ovary) เริ่มขยาย และมีสีเขียวเข้มมากขึ้น การเจริญเติบโตของผลในช่วงแรกจะค่อนข้างช้า และจะเร็วขึ้นในระยะต่อมา

ส้มเขียวหวานและส้มตรามีการเจริญเติบโตแบบ simple sigmoid curve โดยผลมีการเพิ่มขนาดและน้ำหนักตลอดช่วงของการเจริญเติบโต (มนตรี, 2527) และผลส้มเป็นผลแบบ non - climacteric (Monselise, 1986) นอกจากนี้ Swingle and Reece (1967) รายงานว่า ส้มมีผลแบบส้ม (hesperidium) ซึ่งเป็นผลที่มีโครงสร้างพิเศษ มีเนื้อฉ่ำน้ำ เกิดจากถุงน้ำส้ม (vesicles) ที่เชื่อมต่อกับกลีบส้ม (segments)

การพัฒนาเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้ม เป็นการเปลี่ยนแปลงของ pigment carotenoids การเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดได้เร็วและดี เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนมากกว่า 10 องศาเซลเซียสขึ้นไป หากในช่วงกลางคืนอุณหภูมิลดต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้การเกิดการเปลี่ยนแปลงสี (pigmentation) ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น ผลส้มเขียวหวานหรือส้มโชกุนที่เก็บเกี่ยวในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงมีนาคมที่ปลูกทางภาคเหนือจึงมีผิวสีเหลืองส้ม ในขณะที่ผลส้มของภาคกลางจะมีผิวสีเหลืองเท่านั้น สำหรับผลผลิตส้มที่ออกมาในช่วงเดือนอื่นของรอบปี ไม่ว่าจะมาจากทางภาคใดก็ตาม ตั้งแต่เหนือสุดถึงใต้สุด ผลส้มจะมีสีเขียวอมเหลืองไม่แตกต่างกัน (รวี, 2540) สำหรับกรดอินทรีย์ที่มีมากที่สุดในน้ำคั้นของผลส้ม คือ กรดซิตริก ที่พบรองลงมาคือ กรดมาลิก ซึ่งพบมากที่สุดในเปลือก และวิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก เป็นวิตามินที่พบมากที่สุดในผลส้ม (Erickson, 1968)

ระบบรากของพืชยืนต้น ไม่ว่าจะได้มาจากเมล็ดโดยตรง หรือจากวิธีการขยายพันธุ์โดยใช้ต้นตอ (clonal stock) ทุกต้นมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันทุกประการ เมื่อรวมเข้ากับส่วนของกิ่งพันธุ์ดี ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของต้นไม้ทั้งหมด โดยมีปฏิกิริยาร่วมกับส่วนที่อยู่เหนือดินไปโดยตลอด การนำเอาต้นไม้ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแตกต่างกัน ระหว่างส่วนของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอให้มาอยู่บนต้นเดียวกัน ย่อมต้องมีปฏิกิริยาระหว่างกันเกิดขึ้น หากความแตกต่างมีมาก ทั้งสองส่วนย่อมเข้ากันได้ไม่ดี ผลที่ออกมาจึงเกิดอาการของความเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ขึ้น การเลือกใช้คู่ร่วมระหว่างทั้งสองส่วน ได้มีการศึกษามาโดยตลอดในหลายพืช เช่น ส้ม แอปเปิล พลัม องุ่น เชอรี่ สาลี่ อัลมอนด์ เป็นต้น (รวี, 2540)

การประสานรอยแผลที่เกิดจากการติดตาต่อกิ่ง เป็นไปทำนองเดียวกับการเกิดรอยฉีกตามยาวตามธรรมชาติ แผลฉีกที่เกิดจากการติดตาต่อกิ่งแตกต่างกับแผลฉีกตามธรรมชาติ เนื่องจาก

กิ่งพันธุ์ดี เป็นเนื้อเยื่อเพิ่มจากต้นอื่นเข้าไปในต้นตอ ดังนั้น ถ้ามีการประสานรอยแผลไม่สำเร็จ กิ่งพันธุ์ดีก็จะไม่ได้รับน้ำและอาหารจากต้นตอ โดยขั้นตอนในการสร้างรอยต่อ เริ่มจากการเกิดเนื้อเยื่อแคลลัส ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์พาเรนไคมาทั้งจากต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ที่บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (cambium) และกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่อยู่ใกล้เคียง ต่อมาจึงเกิดการประสานและเกาะติดกันของแคลลัส จากนั้น จึงเกิดการเปลี่ยนแปลง (differentiation) ของเซลล์พาเรนไคมาบางเซลล์ในแคลลัสไปเป็นเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญ เกิดเนื้อเยื่อเจริญใหม่ทั้งในส่วนกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ จากนั้น จึงเกิดการสร้างกลุ่มเซลล์ท่อน้ำและท่ออาหารใหม่ ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและน้ำผ่านรอยเชื่อมต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ (สุรีรัตน์ และเมืองทอง, 2535 ; Hartmann *et al.*, 1990)

ต้นตอ มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของต้น การเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหารของระบบราก การใช้น้ำและคายน้ำ สมดุลของฮอร์โมน และความทนทานต่ออากาศที่หนาวเย็นของยอดพันธุ์ดี (Srivastava and Singh, 1999) การเจริญเติบโตและการออกดอกติดผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของผลผลิต (Economides, 1977) ต้นตอมีผลต่อความหนาของเปลือก ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด อัตราส่วน TSS:TA และสีของน้ำส้ม (Marloth, 1950 ; Wutscher and Bistline, 1988) การใช้ต้นตอส้มชนิดเดียวกันกับกิ่งพันธุ์ดี ทำให้มีการสะสมธาตุอาหารที่ดี (Hass, 1948) และทำให้มีการเจริญเติบโตของระบบรากดีกว่าเป็น 2 เท่าของการใช้ต้นตอส้มชนิดอื่น ตลอดจนคุณภาพผลผลิตดีกว่า (Cary and Wurt, 1978) ต้นตอมีส่วนในการสะสมธาตุอาหารรองทั้งในใบและผล (Economides, 1976 ; Williams and Gates, 1956)

ลักษณะทั่วไปของต้นตอส้ม สภาพข้อจำกัด และความต้องการของแต่ละต้นตอ สรุปโดย Wutscher (1979) มีดังนี้

ทรอยเยอร์ (Troyer citrange) ให้ต้นขนาดมาตรฐาน ผลผลิตสูง ผลขนาดใหญ่และคุณภาพดี ทนทานต่อโรคโคนเน่าและไวรัสทริสเตซ่า ทนหนาวปานกลาง ไม่ทนเกลือ และปรับตัวเข้ากับดินได้กว้าง ยกเว้นดินด่างจัด

คาร์ริโซ (Carrizo citrange) คล้ายทรอยเยอร์ แต่ต้านทานต่อ burrowing nemathode

คลีโอพัตรา (Cleopatra mandarin) ให้ต้นขนาดใหญ่ ผลขนาดเล็กแต่คุณภาพสูง เจริญเติบโตช้าในระยะแรก ทนหนาว ทนเกลือ ทนทานโรคไวรัสทริสเตซ่า ปรับตัวได้ดีในดินหลายประเภท และต้องการความชื้นในดินสูง (ต้องการน้ำมาก)

เจซี (ชื่อเรียกในชวา คือ Japanche citroen ในอเมริกาเรียก Rangpur lime; วิจิตร, มปป) ให้ต้นขนาดใหญ่แข็งแรง คุณภาพผลปานกลาง ทนเกลือและโรคไวรัสทริสเตซ่า อ่อนแอต่อโรคโคนเน่า ปรับตัวเข้ากับดินได้กว้าง และกิ่งพันธุ์ดีต้องปลอดไวรัส

รัฟเลมอน (Rough lemon) ให้ต้นขนาดใหญ่ ระบบรากหยั่งลึก ผลผลิตสูง ผลขนาดใหญ่ แต่คุณภาพต่ำ ทนทานโรคไวรัสทริสเตซ่า อ่อนแอต่อโรคโคนเน่าในดินที่มีความชื้นสูง เจริญได้ดีในดินทุกชนิด แต่ดีที่สุดในดินทรายที่หน้าดินลึก

สวิงเกิล (Swingle citrumelo) เป็นลูกผสมของส้มสามใบกับเกรพฟรุต (Davies and Albrigo, 1994) ให้ผลขนาดใหญ่ คุณภาพดี และปริมาณน้ำคั้นสูง ทนเกลือได้ดีกว่าส้มสามใบอื่น ๆ ทนโรคโคนเน่า ทนแล้ง อ่อนแอต่อดินด่างและดินเหนียวจัด (Barkley and Bevington, 2000)

งานทดลองที่อิสราเอล โดยใช้ยอดพันธุ์ส้มเทมเพิล (Temple mandarin) กับต้นตอ 6 ชนิด พบว่า ต้นตอ sour orange และ Cleopatra mandarin ให้ปริมาณผลผลิตรวมสูงสุด ต้นตอ Alemow ทำให้ส้มเทมเพิลต้นเตี้ยแคระ แต่ทรงพุ่มใหญ่ ผลผลิตแก่ก่อนกำหนด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TA) สูงกว่าต้นตอ rough lemon และ Volkameriana (Levy *et al.*, 1999)

จากการศึกษาที่ประเทศอินเดีย พบว่า ส้มเกลี้ยงพันธุ์ Malta อายุ 4 ปี ที่ติดตาบนต้นตอรัฟเลมอน (rough lemon) มีขนาดโตเป็น 3 เท่าของต้นส้มพันธุ์เดียวกัน ที่ติดตาบนต้นตอส้มซิตรอน (citron;*Citrus medica*) และมีการศึกษาใช้ต้นตอของส้มเกลี้ยง 2 พันธุ์ ปลูกที่รัฐแคลิฟอร์เนีย แสดงให้เห็นว่า ต้นตอที่ใช้ต่างกันมีผลต่อขนาดของต้น รวมทั้งขนาดของผล และผลผลิตอย่างเห็นได้ชัด (สนั่น, 2526)

ในรัฐเท็กซัส ต้นตอส้มมีผลต่อความคงทนต่อการเกิด chlorosis เนื่องจากปูนในดิน เมื่อทดลองต่อกิ่งเกรพฟรุต บนต้นตอ 36 ชนิด ปรากฏว่ามีต้นตอ 4 ชนิด ไม่มีอาการ chlorosis และอีก 13 ชนิด มีอาการนี้อย่างรุนแรง (นันทิยา, 2539)

Continella and Gentile (1996) รายงานว่า ส้มซัทซูมา พันธุ์ Miyakawa บนต้นตอส้ม Flying Dragon, sour orange และ trifoliate orange พบว่า ส้มซัทซูมาบนต้นตอ Flying Dragon คุณภาพผลผลิตมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการใช้ต้นตออื่น ๆ แต่น้ำหนักผลต่ำ ขนาดต้นเล็ก และปริมาณผลผลิตต่ำ ส่วนส้มซัทซูมาบนต้นตอ trifoliate orange ให้ผลผลิตสูงกว่าต้นตอ Flying Dragon และ sour orange

การทดลองปลูกส้ม 12 ชนิดที่อาร์เจนตินา โดยใช้ต้นตอส้ม trifoliate orange, rough lemon, Rangpur lime, sweet orange, Cleopatra mandarin และ Troyer citrange พบว่า ส้มทุกพันธุ์ที่ติดตาบนต้นตอ rough lemon มีขนาดของต้นใหญ่ที่สุด ปริมาณผลผลิตสูง แต่คุณภาพของผลผลิตต่ำ ส่วนการใช้ต้นตอ trifoliate orange และ Troyer citrange มีขนาดของต้นเล็กกว่าต้นตอ rough lemon คุณภาพผลผลิตดีมาก มีปริมาณน้ำคั้น และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการใช้ต้นตอพันธุ์อื่น ๆ (Anderson and Benatena, 1996)

Katsuji *et al.* (2000) ได้ศึกษาผลของต้นตอ Flying Dragon, Swingle และ trifoliate orange กับ ยอดพันธุ์มะนาว Ureka ใช้ระยะเวลา 18 เดือน พบว่า ต้นตอ Swingle ให้น้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนสูงที่สุด และมีปริมาณ IAA ในยอดที่ผลิใหม่สูงกว่าต้นตออื่น ๆ แต่มีปริมาณ ABA ในยอดต่ำที่สุด ในขณะที่ต้นตอ Flying Dragon ให้น้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนต่ำที่สุด และมีปริมาณ ABA ในยอดสูงกว่าต้นตออื่น ๆ

Wheaton *et al.* (1995) ได้ศึกษาอิทธิพลของต้นตอ Milam lemon และ Rusk citrange กับส้มเกลี้ยงพันธุ์ Hamlin และ Valencia โดยทำการตัดยอดที่ระดับความสูง 3.7 และ 5.5 เมตร ระยะระหว่างต้น 2.5 และ 4.5 เมตร ระยะระหว่างแถว 4.5 และ 6.0 เมตร พบว่า ในปีที่ 9-13 ระยะปลูกไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต ต้นตอ Rusk citrange ทำให้ต้นส้มมีความแข็งแรงปานกลาง ขนาดต้นเล็ก ปริมาณและผลผลิตคุณภาพดีกว่าต้นตอ Milam lemon นอกจากนี้ การปลูกระยะชิดและตัดยอดต่ำเมื่อใช้ต้นตอ Milam lemon มีผลทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลดลง

Reuther and Smith (1954) ได้ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในพืชตระกูลส้ม โดยพิจารณาถึงปริมาณธาตุอาหารที่จะทำให้ส้มมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตคุ้มค่ากับการลงทุน (critical level) พบว่า ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ระดับปานกลางของส้ม มีค่าเท่ากับ 2.4 - 2.7, 0.12 - 0.16 และ 1.2 - 1.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สารจำพวกคาร์โบไฮเดรต เป็นสารประกอบที่สำคัญของพืช โดยทั่วไปพืชจะประกอบด้วยสารชนิดนี้มากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแห้งทั้งหมด คาร์โบไฮเดรตที่พบในพืช แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ คาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมไว้เป็นอาหาร ได้แก่ แป้ง และอินูลิน และคาร์โบไฮเดรตที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง ได้แก่ เซลลูโลส ซึ่งเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ (สัมพันธ์, 2525)

คาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของใบ จะเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของต้นทางท่ออาหารในรูปของซูโครส (Burley, 1961; Wood, 1987) เพื่อลำเลียงไปยังแหล่งที่ต้องการใช้ (sink) พืชจะเปลี่ยนซูโครสเป็นกลูโคสหรือฟรุคโตสไปใช้ในกระบวนการเมตาโบลิซึมต่าง ๆ ต่อไป (สัมพันธ์, 2525) ในช่วงที่พืชกำลังเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ การเคลื่อนย้ายอาหารจะไปสู่ส่วนยอดและราก อาหารที่เป็นส่วนเกินจะเก็บสะสมในกิ่งและลำต้น แต่เมื่อพืชอยู่ในระยะออกดอกติดผล ทิศทางการเคลื่อนย้ายของอาหารจะเปลี่ยนไป คือ เคลื่อนย้ายไปสู่ดอกหรือผลมากขึ้น (Davis and Sparks, 1974)

Hart (1988) กล่าวว่า แสงเป็นวัตถุดิบของการสังเคราะห์แสง ผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงรวมเรียกว่า photosynthate ซึ่งพืชใช้ photosynthate ส่วนหนึ่งในการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานในการมีชีวิต ส่วนที่เหลือจะส่งไปสะสมในส่วนสะสมอาหารของลำต้น Mataa and Tominaga (1998)

ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในส้ม Ponkan พันธุ์ Yoshida พบว่า ถ้ามีการเจริญเติบโตของกิ่งใบน้อย จะส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบมาก และยังส่งเสริมการออกดอกมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์โบไฮเดรตไม่ได้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกเพียงอย่างเดียว ธาตุอาหารเป็นเพียงส่วนสนับสนุนการออกดอกเท่านั้น ไม่ได้เป็นตัวควบคุมการออกดอก เนื่องจากการสร้างดอกขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยด้วยกัน (Bernier *et al.*, 1985)

ไซโตไคนิน (cytokinin) เป็นฮอร์โมนพืชกลุ่มหนึ่ง สามารถชักนำให้เกิดการแบ่งเซลล์ (Wareing and Phillips, 1978) โดยพืชมีการสร้างไซโตไคนินที่ระบบราก และส่งต่อไปยังบริเวณปลายยอดผ่านทางท่อน้ำ ดังนั้น รากจึงเป็นส่วนสำคัญในการส่งไซโตไคนินไปยังใบและป้องกันการเสื่อมสภาพของใบ นอกจากนี้ ยังพบไซโตไคนินมากที่บริเวณใบอ่อน ผลอ่อน และเมล็ด (Bernier *et al.*,1985; จำนงค์, 2539) ถึงแม้ปลายรากจะเป็นแหล่งสำคัญที่ผลิตไซโตไคนิน (Bernier *et al.*,1985.) แต่พบว่า มีพืชหลายชนิดที่ส่วนของลำต้นสามารถสร้างไซโตไคนินได้เช่นกัน การลำเลียงของไซโตไคนิน โดยเฉพาะ zeatin และ zeatin riboside เกิดขึ้นในท่อน้ำอย่างแน่ชัด แต่ใน sieve tube ก็พบได้เช่นกันในรูป glucosides (นพดล, 2537)

ไซโตไคนิน เป็นฮอร์โมนที่มีผลต่อการออกดอกติดผล (Matthysse and Scott, 1984) การเกิดดอกสามารถกระตุ้นได้ด้วยไซโตไคนินที่ให้จากภายนอกของพืชหลายชนิด (Metzger, 1987) Al-Jaleel and Williamson (1995) ได้ศึกษาวิธีการโน้มกิ่งและฉีดพ่น benzyladenine (BA) เข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับส้มพันธุ์ Hamlin พบว่า สามารถทำให้ตาที่กิ่งเกิดการแตกตา 100 เปอร์เซ็นต์

การทดลองใน *Leucospermum* พบว่า ไซโตไคนินมีระดับต่ำก่อนสร้างตาดอก และระดับไซโตไคนินจะเพิ่มขึ้นขณะที่มีการสร้างตาดอก (Napier *et al.*, 1986) ส่วน Chen (1990) พบว่าไซโตไคนินในยอดลิ้นจี่มีระดับเพิ่มขึ้นเมื่อมีการสร้างตาดอก และการพ่นไคเนตินช่วยให้เกิดการสร้างตาดอกมากขึ้น