บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ส้มเขียวหวาน เป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้น มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus reticulata* Blanco เป็นผลไม้ที่ทั่วโลกรู้จักดี และนิยมบริโภค (นันทนา, 2531) พืชตระกูลส้ม (*Citrus* spp.) พบได้ในแถบหนาวและแถบกึ่งร้อนของซีกโลกเหนือและใต้ ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวอยู่ในประเทศแอฟริกาใต้และออสเตรเลีย (เกศิณี, 2528) ซึ่งประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีดินฟ้าอากาศเหมาะสมกับการปลูก และปลูกได้ดีในบริเวณเส้นรุ้งที่ 45 องศาเหนือ จนถึง 35 องศาใต้ (กองบรรณาธิการวารสารเมืองเกษตร, 2542) พืชในสกุล *Citrus* นี้สามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มส้มเกลี้ยง (oranges) กลุ่มส้มเปลือกล่อน (mandarins) กลุ่มส้มโอ (pummelos) และเกรพฟรุต (grapefruits) และกลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยว (common acid members) นอกจากนี้ยังมีพืชในสกุลใกล้เคียงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น กลุ่มกัมควอต (*Fortunella* sp.) และกลุ่มของส้มสามใบ (trifoliate orange; *Poncirus trifoliata*) ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) จัดอยู่ในตระกูล Rutaceae (เกศิณี, 2528) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกล่อนหรือแมนดาริน (อำไพวรรณ และคณะ, 2542) สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินหลายประเภท ตั้งแต่ดินเนื้อหยาบจนถึงดินเนื้อละเอียด หากมีการจัดการที่ดี ได้แก่ การชลประทาน และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมแล้ว ส้มจะให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี (ยงยุทธ, 2540)

การจำแนกพืชตระกูลส้ม

พืชตระกูลส้ม มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทุกภูมิภาคของโลก ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มพืชตระกูลส้มออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ โดยอ้างตาม Hodson System ได้ดังนี้ (พายับ, 2542 อ้างโดย วงเดือน, 2546)

1. กลุ่มส้มเกลี้ยงและส้มตรา (Orange group)

เป็นกลุ่มใหญ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดในโลก มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดียทางแถบทิเบต ไปจนถึงจีนและพม่า แบ่งเป็น 2 พวก คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1 ส้มที่มีรสหวาน (Sweet orange ; *Citrus sinensis*)

เป็นผลไม้สดในประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากจะใช้รับประทานสดแล้วยังแปรรูปเป็นน้ำส้ม ซึ่งถ้านำไปแช่แข็งจะสามารถเก็บรักษาได้นาน ส้มที่มีรสหวานแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1.1.1 ออเรนซ์ มีการปลูกกันมากในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ได้แก่ สเปน อิตาลี และฝรั่งเศส พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า เช่น Hamlin, Berma, Pineapple และ Shamouti

1.1.2 ชนิดที่เนื้อผลมีกรดน้อย ส้มในกลุ่มนี้จะพบในปริมาณที่น้อย คือ ประมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ได้แก่ ส้ม Sukkari ในประเทศอียิปต์ และ de Nice ในประเทศฝรั่งเศส

1.1.3 ชนิดที่มีเนื้อผลสีแดงส้ม ส้มในกลุ่มนี้จะพบ anthocyanin ที่เปลือกและในน้ำคั้น รู้จักกันดีในนาม blood orange ได้แก่ ส้ม Moro, Tarocco และ Sanguinelli เป็นต้น

1.1.4 นาเวล ลักษณะของส้มพวกนี้ปลายผลจะมีลักษณะเป็นแอ่ง คล้ายสะดือ (navel) ที่ตรงแอ่งนี้อาจมีผลเล็ก ๆ เกิดขึ้นซ้อนอยู่อีก นอกจากนี้ยังไม่มีเมล็ด

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

มีถิ่นกำเนิดทางแถบตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย จีน และพม่า แพร่กระจายไปทางตอนเหนือของประเทศญี่ปุ่น ทางตะวันตกของอินเดีย และแถบเมดิเตอเรเนียนจนถึงทวีปยุโรป ในตอนต้นคริสตศตวรรษที่ 16 กลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยวหรือรสออกขมนี้ จัดเป็นส้มชนิดแรกที่แพร่กระจายเข้าไปในแถบต่าง ๆ ของทวีปยุโรปและอเมริกา เช่น รัฐฟลอริดา

ส้มที่มีรสเปรี้ยว และส้มที่มีรสหวาน มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันมาก แตกต่างกันเล็กน้อยที่ใบของส้มที่มีรสเปรี้ยว จะมีใบสีเข้มกว่า มีก้านใบยาว และปีก กว้างกว่า ลักษณะผลแบน และสีเข้มกว่า มีเปลือกหนากว่าส้มที่มีรสหวาน ลักษณะต้นสูงใหญ่ มีใบหนามาก และทนต่อสภาพอากาศที่เย็นจัดหรือร้อนจัดได้ดีกว่าส้มพันธุ์อื่น ๆ

2. กลุ่มส้มจีน ส้มเขียวหวาน (Mandarin group ; *Citrus reticulata* Blanco)

ส้มเขียวหวานมีชื่อสามัญว่า mandarin หรือ tangerine อยู่ในตระกูล Rutaceae จัดเป็นผลไม้กึ่งร้อน มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในประเทศจีน ปลูกมานานในประเทศจีน ต่อมามีการแพร่กระจายไปยังสหรัฐอเมริกาและยุโรป จนปัจจุบันเป็นผลไม้ที่ปลูกกันทั่วไปในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน ในประเทศแถบเอเชียอาคเนย์ เช่น ไทย ญี่ปุ่น ไต้หวัน เป็นต้น ลักษณะของส้มพวกนี้คือ เปลือกอ่อน เปลือกล่อน แกะออกง่าย กลีบส้มแยกหลุดจากกันได้ง่าย ส้มจีนและส้มเขียวหวานมีลักษณะแตกต่างกันดังนี้คือ ส้มจีน (mandarin) ผลใหญ่กว่าส้มเขียวหวาน เปลือกค่อนข้างหนากว่า เปลือกขรุขระ เปลือกอ่อนเปราะ แกะง่าย ไส้ผลกลวง กลีบแยกออกจากกันได้โดยง่าย สีผล และสีเนื้อเป็นสีส้มเข้ม ต้นทรงสูงชะลูด และใบเล็กกว่าส้มเขียวหวานเล็กน้อย นอกจากนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ยังมีส้มอีกหลายชนิดที่จัดอยู่ในพวกนี้ เช่น ส้มจุก ส้มแก้ว ส้มแป้น ส้มขี้ม้า เป็นต้น (วัฒนา, 2528 อ้างโดย วงเดือน, 2546) ส้มในกลุ่มนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในเขตร้อน มีลักษณะผลใกล้เคียงกับ กลุ่มออเรนซ์ บางครั้งอาจเรียกแทนเจอรีน มีผู้พยายามแยก “แมนดาริน” และ “แทนเจอริน” โดยใช้ ความแตกต่างระหว่างสีของเปลือก เช่น พวกที่มีเปลือกสีส้มหรือสีแดงเรียก “แทนเจอรีน” พวกที่มีเปลือกสีเหลืองอ่อน ๆ เรียก “แมนดารีน” ได้แก่ พวกส้มจีน เป็นต้น

ส้มกลุ่ม Mandarin มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย บางพันธุ์มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางอินโดจีน ได้แก่ ส้มคิง และส้มคูเนน โบแมนดาริน พันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ พันธุ์ซัซซูม่า ส้มในกลุ่มแมนดารินแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อยดังนี้

2.1 ซัซซูม่า (*Citrus unshiu* Marcovitch) มีถิ่นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่น เป็นพวกที่ทนต่อสภาพอากาศเย็นได้ดีที่สุด จึงสามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีในเขตอากาศเย็น

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

2.3 เมดิเตอเรเนียนแมนดาริน (*Citrus deliciosa* Tenore)

2.4 แมนดาริน (*Citrus reticulata* Blanco) ลักษณะโดยทั่วไปของส้มพวกนี้มีดอกและใบขนาดเล็ก ผลขนาดกลางถึงใหญ่ เปลือกบางและล่อน ปอกออกได้ง่าย ผลไม่ค่อยฟ่าม ได้แก่ ส้มเขียวหวาน และส้มจีนในบ้านเรา สำหรับพันธุ์ในต่างประเทศที่นิยมปลูกมีพันธุ์คลีเมนไทน์ แดนซี่ พองแกน เป็นต้น

3. กลุ่มส้มโอและเกรฟฟรุต (Pumelo and Grapefruit Group)

ทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะลำต้นและทรงพุ่ม แตกต่างกันตรงที่ส้มโอมีลำต้นใหญ่และแข็งแรงกว่า แต่เกรฟฟรุตมีทรงพุ่มเล็กกว่า

3.1 ส้มโอ (*Citrus grandis* L. Osbeck) จัดเป็นส้มที่ผลขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาพืชตระกูลส้มทั้งหมดที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน ส้มโอแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

3.1.1 ชนิดที่มีเนื้อผลสีขาว มีทั้งชนิดหวานที่มีเปอร์เซ็นต์กรด 0.08-0.10% และชนิดหวานอมเปรี้ยวที่มีเปอร์เซ็นต์กรด 1.02-1.93% อัตราส่วนน้ำตาล : กรด เท่ากับ 5.6-17.4 : 1

3.1.2 ชนิดที่มีเนื้อผลสีอื่น ๆ มีลักษณะคล้ายกับส้มโอธรรมดา ยกเว้นลักษณะสีของเนื้อที่เกิดจากเม็ดคาโรทีนอยด์ ไลโคฟีน ซึ่งทำให้เนื้อผลมีสีตั้งแต่ชมพูอ่อนถึงสีแดงเข้ม เป็นที่สะดุดตาผู้บริโภค แหล่งปลูกที่สำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ ไทย จีน และอินโดนีเซีย โดยพันธุ์ส้มโอที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศไทยแทบทั้งสิ้น ได้แก่ พันธุ์ขาวพวง ขาวแป้น พันธุ์การค้าของจีน ญี่ปุ่น และไต้หวัน ได้แก่ พันธุ์มาโท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 เกรฟฟรุต (*Citrus paradisi* Macfadyen) มีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะอินเดียตะวันตก ลักษณะผลคล้ายกับส้มโอมาก แต่มีขนาดเล็ก แหล่งปลูกอยู่ที่มลรัฐฟลอริดา อิสราเอล จาไมก้า คิวบา และอาเจนติน่า เป็นต้น เกรฟฟรุตแบ่งได้ 2 พวกคือ

3.2.1 พวกที่มีเนื้อผลสีขาว ได้แก่ พันธุ์มาซ

3.2.2 พวกที่มีเนื้อผลสีอื่น ๆ ได้แก่ พันธุ์สตาร์ รูบี และ ริโอ เรด เป็นต้น

4. กลุ่มมะนาว (Common acid member)

ได้แก่ พวกซิตรอน เลมอน (lemon) และมะนาว (lime)

4.1 เลมอน หรือมะนาวฝรั่ง (*Citrus limon* L. Burm f.) มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันออกของประเทศอินเดีย ปัจจุบันเลมอนมีความสำคัญในตลาดโลกค่อนข้างมาก โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา ผลิตได้ประมาณครึ่งหนึ่งของผลผลิตทั้งหมด อิตาลีผลิตได้ร้อยละ 40 และสเปนผลิตได้ร้อยละ 5

4.2 ไลม์ หรือมะนาวไทย (*Citrus aurantifolia* Swing) มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย พม่า และไทย ตลอดจนประเทศมาเลเซีย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

4.2.1 ไลม์ชนิดผลเปรี้ยว มี 2 พวกคือ

4.2.1.1 ชนิดผลเล็ก ได้แก่ พันธุ์เวสอินเดียนไลม์ หรือเม็กซิกันไลม์ เป็นต้น

4.2.1.2 ชนิดผลใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ตาฮิติ หรือเปอร์เซียน เป็นต้น

4.2.2 ไลม์ชนิดหวาน (*Citrus limettioides* Tan) มีลักษณะเหมือนมะนาวทั่ว ๆ ไป แต่เนื้อมีรสหวาน มีกรดน้อย พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ อินเดีย หรือปาเลสไตน์

4.3 ซิตรอน (*Citrus medica* L.) มีถิ่นกำเนิดทางอินเดียตะวันออกเฉียงเหนือ ผลมีเปลือกหนา ถุงน้ำหวานมีจำนวนน้อย รสเปรี้ยวจัด และเมล็ดมาก นิยมนำมาแปรรูป เช่น เปลือกแช่อิ่ม ทำขนม

ส้มเขียวหวานพันธุ์ที่ปลูกกันมากในประเทศไทย ได้แก่ ส้มเขียวหวานพันธุ์บางมด ส้มเขียวหวานพันธุ์โชกุน (สายน้ำผึ้ง) ส้มเขียวหวานพันธุ์แหลมทอง ส้มฟรีมองต์ และส้มแก้ว การผลิตของไทยในช่วงปี พ.ศ.2540 และ 2544 มีอัตราการเจริญเติบโตของพื้นที่ให้ผล ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.46 และ 8.51 ตามลำดับ แต่ผลผลิตเฉลี่ยลดลงร้อยละ 4.36 ปัญหาที่สำคัญในแหล่งผลิตเดิมซึ่งเป็นแหล่งผลิตส้มดีมีคุณภาพ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินจากสวนผลไม้มาเป็นที่อยู่อาศัย และโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ประกอบกับส้มเขียวหวานมักประสบปัญหาโรคกรีนนิง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ต้นทรุดโทรม ผลผลิตต่ำ และมีอายุสั้น (อวยพร, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปัจจุบันมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกในแหล่งผลิตใหม่ๆมากขึ้น เนื่องจากแหล่งผลิตเดิมประสบปัญหาอย่างรุนแรง โดยเฉพาะโรคกรีนนิง ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย และโรคทริสเตซา ซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัส โดยมีเพลี้ยไก่แจ้ส้มหรือเพลี้ยกระโดดส้มเป็นพาหะนำโรคกรีนนิง และเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะนำโรคทริสเตซา เป็นต้น (นิด, 2544) ทำให้ผลผลิตส้มเขียวหวานยังไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ จึงควรเร่งจัดทำยุทธศาสตร์ส้มเขียวหวานเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว (อวยพร, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณค่าทางอาหาร

ส้มเขียวหวาน มักนิยมบริโภคสด ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารดังตารางที่ 1 (นันทนา, 2531)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของส้มเขียวหวาน

สารอาหาร	หน่วย	ปริมาณ	
		(1)	(2)
ความชื้น	ร้อยละ	89.20	88.70
ไขมัน	ร้อยละ	0.07	0.20
กาก	ร้อยละ	0.33	0.20
โปรตีน (N x 6.25)	ร้อยละ	0.83	0.60
เถ้า	ร้อยละ	0.47	-
คาร์โบไฮเดรต	ร้อยละ	0.10	9.90
เหล็ก	ร้อยละ	0.32	0.80
ฟอสฟอรัส	ร้อยละ	18.10	18.00
โซเดียม	ร้อยละ	2.07	-
โพแทสเซียม	ร้อยละ	200.20	-
วิตามิน บี 1	ร้อยละ	-	0.04
วิตามิน บี 2	ร้อยละ	-	0.05
วิตามิน ซี	มิลลิกรัม / 100 กรัม	-	18.00
วิตามิน เอ	หน่วยสากล / 100 กรัม	-	4,000.00
แคลเซียม	มิลลิกรัม / 100 กรัม	28.10	31.00
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี่ / 100 กรัม	40.35	44.00

หมายเหตุ (1) ผลการวิเคราะห์ส้มบางมดของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

(2) จากตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยของกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2521) ได้วิเคราะห์สารอาหารจากส้มจำนวน 100 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกและผลของส้ม (สุทธ์สินี, 2543)

1. ปัจจัยภายในพืช

1.1 พันธุ์ส้ม ส้มที่แตกต่างกันก็จะมีความสามารถในการออกดอกต่างกันไปด้วย เช่น ส้มแก้ว จะออกดอกติดผลได้ง่ายกว่าส้มเขียวหวาน เป็นต้น

1.2 ปริมาณการสะสมอาหารของส้ม ถ้าส้มมีการสะสมคาร์โบไฮเดรต (แป้งและน้ำตาล) ไว้ได้มากพอก็จะสามารถออกดอกได้ดี นอกเสียจากว่าต้นส้มมีการทรุดโทรม และเกิดการพัฒนาตาดอก แต่การพัฒนาเป็นผลก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นชาวสวนจะต้องบำรุงในช่วงหลังตัดแต่งกิ่งหรือช่วงก่อนและขณะกักน้ำให้ได้มากที่สุด

1.3 ปริมาณฮอร์โมนในพืช ถ้ามีจิบเบอเรลลินมาก ก็จะยับยั้งการพัฒนาตาดอก

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอก

2.1 แสง เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการสร้างอาหาร และพลังงานของพืช เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และสะสมเพื่อกระตุ้นการสร้างตาดอก ดังนั้นการจัดการระบบปลูก เพื่อให้พืชได้รับแสงที่ดีก็จะมีผลในการกระตุ้นการสร้างตาดอกได้ดี

2.2 อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการกระตุ้นการสร้างตาดอกในส้มอยู่ที่ 10-20 องศาเซลเซียส โดยไม่ต้องใช้วิธีการใดมาช่วยกระตุ้น

2.3 น้ำ ปริมาณน้ำในดินมีผลต่อการออกดอกของส้มในสภาพที่ส้มขาดน้ำหรือเกิดความเครียดในต้นส้มจะมีตัวชักนำในการสร้างตาดอก แต่ในระยะการเจริญของตาดอก ถ้าส้มขาดน้ำมากเกินไปก็จะทำให้ตาดอกตายได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นต้องคอยหมั่นสังเกตด้วย แต่การรดน้ำมากในระยะนี้ก็จะมีผลทำให้การสร้างตาดอกช้าลงเช่นกัน

2.4 ปริมาณอาหารภายในพืช การออกดอกของส้มยังขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตกับไนโตรเจน ถ้าปริมาณไนโตรเจนสูงก็จะส่งเสริมการเจริญทางกิ่ง ก้านใบ ทำให้การสร้างตาดอกของส้มเกิดได้ช้า ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตหรือสารประกอบคาร์บอนในส้มที่มีอยู่มาก การที่ส้มได้รับธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง ก็จะกระตุ้นการออกดอกของส้มได้

2.5 การใช้สารเคมี สารชะลอการเจริญเติบโตหรือสารยับยั้งการทำงานของจิบเบอเรลลิน ก็จะมีผลกระตุ้นการสร้างตาดอกได้เช่นกัน แต่ต้องระวังและศึกษาให้ละเอียดรอบคอบเสียก่อน มิเช่นนั้นจะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผลของส้ม (สุทธ์สินี, 2543)

1. พันธุ์ส้ม โดยทั่วไปแล้วส้มหลาย ๆ พันธุ์ มักจะผสมตัวเองได้แต่จะมีบางพันธุ์ที่ผสมตัวเองไม่ได้ จึงจำเป็นต้องปลูกร่วมกับพันธุ์อื่นที่สามารถให้ละอองเกสรได้ เพื่อการติดผลที่ดีขึ้น

2. สารอาหาร หมายถึงสารอาหารที่สะสมไว้เพียงพอ หรือการที่ส้มมีธาตุอาหารเหล่านี้เพียงพอ เช่น โบรอน แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และไนเตรต ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญของดอกและผล นอกจากนี้ธาตุเหล่านี้ยังเป็นองค์ประกอบของอาหารเหลวที่พบบนยอดเกสรตัวเมียของดอกและละอองเรณู ช่วยในการงอกของละอองเรณูในการผสมเกสร ส่วนสารอาหารจากการสังเคราะห์แสง จะช่วยในการติดผลและการพัฒนาของผล

3. การเจริญของเพศดอก ถ้าเพศดอกทั้งตัวเมียและตัวผู้เจริญได้ดี โอกาสการผสมติดก็มีมากขึ้นด้วย

4. แมลงที่ช่วยผสมเกสร การที่แมลงช่วยผสมเกสรก็จะช่วยให้การติดผลมีมากขึ้น โดยทั่วไปแมลงที่สำคัญ คือ ผึ้ง แต่ในบางสภาพที่มีการใช้สารกำจัดแมลงมาก แมลงวันก็อาจจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น แต่ก็มักจะสร้างความรำคาญด้วย

5. แสง มีผลกระทบต่อการติดผล และการขยายขนาดผลของส้มบ้างเช่นกัน เช่น ในด้านที่ได้รับแสงน้อย ก็จะมีการพัฒนาดอกและการติดผลน้อยเช่นกัน

6. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป จะมีผลต่อการเจริญของผลเช่นกัน เช่น ที่อุณหภูมิต่ำ ก็จะทำให้การเจริญของละอองเกสรช้า ซึ่งส่งผลให้การพัฒนาในส่วนของไข่จากเกสรตัวเมียเลยระยะที่จะผสมติดได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินอุณหภูมิวิกฤติของส้มที่ 36 องศาเซลเซียส ก็จะทำให้การติดผลต่ำมาก และยังทำให้ดอกและผลอ่อนหลุดร่วง การใช้ละอองน้ำพ่นก็จะช่วยบรรเทาได้บ้าง ในปัจจุบันชาวสวนส้มนิยมใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินช่วยในการติดผล และลดการหลุดร่วงของดอกหรือผลอ่อน

7. ฝน ถ้ามีฝนตกในขณะที่ดอกบาน ก็จะทำให้ละอองเรณูดูดน้ำเข้าไปมากจนทำให้แตกหมดได้ ในขณะเดียวกันฝนก็จะชะล้างสารอาหารเหนียวที่ปลายส่วนของยอดเกสรตัวเมียออกทำให้ไม่สามารถรองรับละอองเรณูได้

8. ความชื้น ถ้าความชื้นอากาศต่ำ ก็จะทำให้สารอาหารเหนียวที่ยอดเกสรตัวเมียแห้งเร็วเกินไป แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน ก็จะทำให้ละอองเรณูแตกได้

9. ลม ลมที่พัดในอัตราที่แรง จะทำให้สารเหลวที่ยอดเกสรตัวเมียแห้งเร็ว ช่วงระยะเวลาการผสม ก็จะสั้นลงด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

10. การเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูส้ม เช่น เพลี้ยไฟ ทำลายดอกโดยการดูดน้ำเลี้ยงจากดอกจนไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ และถ้ามีหนอนเข้ามากัดกินช่อดอก จะส่งผลกระทบด้วยเช่นกัน

คุณสมบัติของดินที่เหมาะสมในการปลูกส้ม (สุทธ์สินี, 2543)

การปลูกส้มในประเทศไทย มีมานานมากกว่า 100 ปีแล้ว โดยนำพันธุ์มาจากประเทศจีน เริ่มแรกปลูกกันมากแถวบางมด ราษฎร์บูรณะ และบางขุนเทียน ต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ออกไปกว้างขวาง เช่น บริเวณดำเนินสะดวก บ้านแก้ว ปทุมธานี (รังสิต) นครนายก สระบุรี จันทบุรี ปราจีนบุรี เชียงใหม่ เชียงราย เลย แพร่ น่าน และบริเวณภาคใต้ ในปัจจุบันก็ได้มีการขยายออกไปปลูกที่ลพบุรี และกำแพงเพชรบ้างแล้ว ซึ่งถ้ารวมพื้นที่ปลูกส้มทั้งหมดในประเทศไทยประมาณ 3 แสนไร่ (ไม่รวมส้มโอและมะนาว) และการที่จะปลูกส้มให้ได้ดีนั้น ต้องมีปัจจัยพื้นฐานเกี่ยวกับดิน ในทุก ๆ เขตจะต้องเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของส้ม ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

1.1 เนื้อดิน เนื้อดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของส้มนั้น ควรจะเป็นดินร่วน และมีหน้าดินไม่ควรตื้นกว่า 1 เมตร (60 % ของรากส้มอยู่ลึกประมาณ 50 เซนติเมตร) แต่ถ้าเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัดหรือทรายจัดก็ปลูกส้มได้ ขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตของส้ม

1.2 โครงสร้างของดิน มีความโปร่งและร่วนซุย มีการระบายน้ำดี ทั้งนี้เนื่องจากรากส้มต้องการอากาศถ่ายเทที่ดีเพื่อการเจริญเติบโต หยั่งรากลึกลงไปในดินชั้นล่างเพื่อดูดกินน้ำและธาตุอาหาร ถ้าดินเป็นดินเหนียวและแน่นทึบ การถ่ายเทอากาศไม่ค่อยดีรากส้มจะไม่ค่อยแข็งแรงและเจริญเติบโตจำกัดอยู่แต่บริเวณใกล้ผิวดิน ซึ่งทำให้ส้มไม่สามารถใช้น้ำ และธาตุอาหารได้อย่างเต็มที่

2. คุณสมบัติทางเคมีของดิน

การปลูกส้มเพื่อให้ได้ผลดีและต้นส้มมีอายุยืนนั้น ปัญหาเรื่องดินเป็นปัจจัยที่สำคัญ เพราะจะเป็นตัวกำหนดความยั่งยืนของต้นส้มว่าจะสามารถ มีอายุให้ผลผลิตได้นานสักแค่ไหน ปัจจัยที่สำคัญของดินที่เกี่ยวข้องได้แก่ สภาพทางกายภาพของดิน สภาพทางเคมีของดิน และสภาพของระดับธาตุอาหารพืช ดังนั้นก่อนที่เกษตรกรจะลงมือทำไร่ส้มในที่ใดที่หนึ่ง จึงควรพิจารณาความเหมาะสมของสภาพดินทั้งสามข้อนี้ให้ละเอียด ในด้านความเหมาะสม และข้อบกพร่อง แล้วจึงทำการวางแผนแก้ไขและปรับปรุงก่อนทำการปลูกส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ปริมาณระดับธาตุอาหารพืชในดิน ดัดแปลงจาก อภิรดี (2546)

ชนิดธาตุอาหารพืช	ระดับธาตุอาหารพืชในดิน (ส่วนต่อล้าน)					
	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	สูงมากเกิน	สูงเกินไปมากๆ
ฟอสฟอรัส	< 15	15-25	26-45	46-120	121-200	> 200
โพแทสเซียม	< 60	61-90	91-250	251-350	351-600	> 600
แคลเซียม	< 100	101-200	201-1,000	1,001-2,000	2,001-5,000	> 5,000
แมกนีเซียม	< 25	25-50	51-120	121-200	201-500	> 500
กำมะถัน	< 10	10-20	21-30	31-100	101-200	> 200
เหล็ก	< 3.0	3.0-5.0	5.1-10.0	10.1-25.0	25.1-100	> 100
แมงกานีส	< 5.0	5.0-12.0	12.1-25.0	25.1-40.0	40.1-100	> 100
ทองแดง	< 3.0	3.0-4.0	4.1-10.0	10.1-15.0	15.1-30	> 30
สังกะสี	< 1.0	1.0-3.0	3.1-6.0	6.1-10.0	10.1-25	> 25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ปัจจัยเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในที่นี้หมายถึงความสามารถของดินที่จะให้ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ตารางที่ 2) มิได้หมายความถึง ดินที่มีปริมาณธาตุอาหารอยู่เป็นปริมาณมาก แต่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์น้อยหรือไม่เป็นประโยชน์เลย ส่วนมากมักจะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำยาก หรือถูกอนุภาคของดินตรึงเอาไว้ ความอุดมสมบูรณ์ของดินยังครอบคลุมไปถึงปริมาณที่เหมาะสมของอินทรียวัตถุในดินด้วย และคุณสมบัติของดินบางประการที่ชักนำให้เกิดการขาดธาตุอาหาร (ตารางที่ 3)

การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (Soil organic matter) (มุกดา, 2544)

เป็นค่าที่บ่งบอกถึงสถานภาพของความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุเป็นแหล่งสำรองของธาตุอาหารพืช (ตารางที่ 4) เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอาหารรอง เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ธาตุอาหารพืชเหล่านี้ จะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่ออินทรียวัตถุถูกย่อยสลาย โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ (mineralization)

ค่าความเป็นกรดด่างของดิน (กาญจนา, 2547)

ค่าความเป็นกรดด่างของดิน เป็นคุณลักษณะที่สำคัญโดยจะส่งผลกระทบต่อการใช้ธาตุอาหาร รวมถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินด้วย โดยทั่วไปค่าความเป็นกรดด่างที่ดีที่สุดสำหรับส้มอยู่ระหว่าง 5.5 และ 6.5 ถ้าค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 5 มักเกิดปัญหากับราก เนื่องจากพิษของอลูมิเนียมและแมงกานีส ในขณะที่การขาดธาตุอาหาร เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส (ซึ่งถูกจับด้วยอนุภาคของดินได้ง่าย) และโมลิบดินัมจะพบได้ง่าย

การใส่ปูนขาวหรือโดโลไมท์ จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เกษตรกรควรหลีกเลี่ยงการให้ปุ๋ยที่ทำให้ดินเพิ่มความเป็นกรดมากขึ้น เช่น ยูเรียหรือแอมโมเนียมซัลเฟต

ถ้าปลูกส้มในดินที่มีความเป็นกรดด่างสูงกว่า 7.5 ต้นส้มมักประสบปัญหาเนื่องจากการขาดธาตุอาหารรอง เช่น เหล็ก ทองแดง และสังกะสี การพ่นปุ๋ยทางใบสามารถนำมาใช้กับส้มเพื่อเป็นการเพิ่มธาตุอาหารรองให้กับพืช เช่น เหล็ก ทองแดง และสังกะสี นอกจากนั้นสามารถใช้แอมโมเนียมซัลเฟต เป็นแหล่งของไนโตรเจน และการใช้ซัลเฟอร์ซึ่งทำให้ดินมีความเป็นกรดสูงขึ้น เพื่อปรับดินให้ค่าความเป็นกรดด่างให้เท่ากับ 6.5 เทคนิคสำหรับการให้ซัลเฟอร์จะเหมือนกับเทคนิคที่ใช้กับปูนขาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของดินบางประการที่ชักนำให้เกิดการขาดธาตุอาหารพืชในดินชนิดต่าง ๆ (สุทธ์สินี, 2543)

ธาตุอาหารพืช	คุณสมบัติของดินที่ชักนำให้เกิดการขาดธาตุอาหาร
Ca	ดินทราย ดินเป็นดินกรด มีแคลเซียมในดินต่ำ
Mg	ดินทราย ดินเป็นดินกรด มีแมกนีเซียมในดินต่ำ ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราสูงเกินไป
S	ดินเนื้อหยาบมีอินทรีย์วัตถุต่ำ
B	ดินเป็นด่างหรือมีการใช้ปูนมากเกินไป ดินเนื้อหยาบ และอินทรีย์วัตถุต่ำ ดินผ่านการชะล้างมานาน
Cu	ดินเนื้อหยาบ ดินเป็นด่าง ดินอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือปุ๋ยฟอสเฟตอัตราสูง
Fe	ดินเนื้อหยาบ ดินเป็นด่าง หรือดินแคลคาร์เรียส ดินชื้นเกินไป ดินมีไบคาร์บอเนตสูง
Mn	ดินเป็นด่างหรือดินแคลคาร์เรียส ดินเนื้อหยาบ ซึ่งแมงกานีสถูกชะล้างได้ง่าย
Mo	ดินเป็นกรด ดินมีซัลเฟตสูงเกินไป การใช้ปุ๋ยที่มีผลตกค้างเป็นกรด
Zn	ดินมีสังกะสีต่ำ ดินเนื้อหยาบ ซึ่งสังกะสีถูกชะล้างง่าย ดินเป็นด่าง ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสเฟตอัตราสูง

ตารางที่ 4 การประเมินปริมาณอินทรียวัตถุในดินและผลกระทบที่มีต่อพืช (มุกดา, 2544)

อินทรียวัตถุ (%)	การประเมิน	ผลกระทบต่อพืช
น้อยกว่า 0.5	ต่ำมาก	ธาตุอาหารไม่เพิ่มขึ้น
0.5-1.5	ต่ำ	ธาตุอาหารเพิ่มน้อยมาก
1.5-2.5	ปานกลาง	ดินจับตัวและจับธาตุอาหารได้บ้าง พืชดูดธาตุอาหารง่าย แต่ธาตุอาหารเพิ่มน้อย
2.5-4.5	สูง	เพิ่มธาตุอาหาร พืชดูดธาตุอาหารดี ดินจับตัวและจับธาตุอาหารยับยั้งสมบัติทางเคมี
มากกว่า 4.5	สูงมาก	ระวังการมีไนโตรเจนสารพิษเพิ่มขึ้นและอาจสูงมากจนเป็นพิษต่อพืชได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH) (มุกดา, 2544)

เป็นค่าการบ่งบอกถึงระดับความเข้นข้นความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ในค่าของปริมาณกรดจริง (active acidity) และกรดแฝง (potential acidity) โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีผลกระทบทางอ้อมในการวิเคราะห์ หากพบว่า ดินเป็นกรดหรือเป็นด่าง (ตารางที่ 5)

ระดับ pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชในดินแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดเนื้อดิน (ตารางที่ 6)

Timmer and Duncan (1999) กล่าวว่า ค่า pH ดิน เป็นค่ามาตรฐานที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาทางเคมีและกายภาพ ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน อยู่ในช่วง pH 6.0-7.0 ถ้าหากค่า pH ดินที่มากกว่า 7.0 มีผลต่อการลดปริมาณธาตุอาหารรอง ที่ประกอบด้วย เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ดังนั้น เมื่อ pH ในดินมากกว่า 7.0 ทำให้เกิดการขาดธาตุอาหารรองอย่างรุนแรง เช่น กรณีที่ขาดแมงกานีสในต้นส้ม Hamlin ที่เจริญเติบโตในดินที่มี pH สูง แต่ในทางตรงกันข้าม ปริมาณโมลิบดินัมมีอยู่น้อยในดินที่มีค่า pH มากกว่า 6.0

อมราวดี (2546) ศึกษาอิทธิพลของความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่มีต่อการเป็นประโยชน์ของปุ๋ยหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตและการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพด (*Zea mays* L.) พบว่า ที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 5.7 ถือว่าเป็นระดับที่ดี สำหรับข้าวโพด

วรวิทย์ (2544) รายงานว่า อินทรียวัตถุ มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของ pH ถ้าปริมาณอินทรียวัตถุยิ่งมาก ค่า pH จะสูงกว่าในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 การประเมินระดับ pH ที่มีผลกระทบต่อดินและพืช (มุกดา, 2544)

pH	การประเมิน	ผลกระทบต่อพืช
มากกว่า 7.0	ด่าง	พืชดูดธาตุอาหารบางธาตุได้น้อย โดยเฉพาะจุลธาตุ ดินต้องได้รับการปรับปรุง
6.0-7.0	กรดอ่อนกลาง	พืชเจริญเติบโตดีๆ
5.5-6.0	กรดปานกลาง	ผลกระทบต่อพืชบางชนิด ดินต้องได้รับการปรับปรุง
4.5-5.5	กรดจัด	ผลกระทบต่อพืชบางชนิด สารพิษบางชนิดละลายได้ ดินต้องได้รับการปรับปรุง
น้อยกว่า 4.5	กรดรุนแรง	สารพิษหลายชนิดละลายได้ ดินต้องได้รับการปรับปรุง

ตารางที่ 6 ระดับ pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชในดินแต่ละชนิด (มุกดา, 2544)

ชนิดของดิน	ส่วนประกอบในดิน	ช่วง pH ที่เหมาะสม
	เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว	
ดินทราย	น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์	5.3-5.7
ดินทราย	5-10 เปอร์เซ็นต์	5.8-6.2
ดินร่วนปนทราย	10-15 เปอร์เซ็นต์	6.3-6.7
ดินร่วนถึงดินเหนียว	มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์	7.0-7.5
	เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ	
ดินทรายอินทรีย์	5-10 เปอร์เซ็นต์	5.0
ดินทรายอินทรีย์	10-20 เปอร์เซ็นต์	4.8-5.0
ดินพรุ	มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์	3.8-4.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การฟื้นฟูสภาพต้นโทรมของส้ม (สุทธ์สินี, 2543)

การปลูกส้มได้มีการขยายพื้นที่ปลูกออกไปเป็นจำนวนมาก ทั้งที่เปิดพื้นที่ปลูกใหม่ และส้มแปลงปลูกใหม่ ซึ่งในประการหลังนี้นับวันจะมีอัตราสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากส้มมีอายุการให้ผลเพียงไม่กี่ปี ส่วนมากอยู่ระหว่าง 10-15 ปี นับว่ายังมีระยะการคืนทุนน้อยไป ทั้งนี้เนื่องจากสภาพความทรุดโทรมของต้น โดยมีสาเหตุมาจากหลายประการ ดังนี้

1. สภาพการให้ผลที่มากติดต่อกันในหลาย ๆ ฤดู ทำให้ต้นส้มมีการทำงานหนักเพื่อสร้างอาหารในแต่ละฤดู
2. มีการบังคับการออกดอกโดยให้ต้นส้มเกิดสภาพเครียด จึงทำให้เกิดความทรุดโทรมสะสมในหลาย ๆ ปี จนต้นส้มไม่สามารถผลิตสารอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างความแข็งแรงได้
3. เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น อากาศร้อน แห้งแล้ง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ
4. การบำรุงรักษาไม่เหมาะสม เช่น การใช้ธาตุอาหารไม่เพียงพอและไม่เหมาะสม
5. การทำลายของโรคและแมลง เช่น โรคโคนเน่า โรคจากไวรัส เพลี้ยไฟ ไรแดง และหนู เป็นต้น
6. เนื่องจากประสบกับภัยธรรมชาติ ที่สำคัญคือ ภาวะน้ำท่วมซึ่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของส้มเป็นพื้นที่วงกว้าง ทั้งส้มที่โตแล้วและส้มที่ปลูกใหม่ ซึ่งถือว่าเป็นผลกระทบที่ต้องใช้เวลาในการแก้ไข

จากสาเหตุการทำให้ต้นส้มทรุดโทรมหลายประการนั้น การฟื้นฟูสภาพต้นที่สำคัญคือการทำให้ต้นส้มมีการเจริญเติบโตแบบสมดุล ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีการคือ

1. การสร้างความสมดุลในการเจริญเติบโตของลำต้น กิ่งก้าน ใบและราก

ในสภาพที่ต้นทรุดโทรม การเจริญเติบโตของทั้งส่วนลำต้นและรากก็มีสภาพที่ทรุดโทรมไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการสร้างสมดุลในส่วนนี้จึงต้องคำนึงถึงการปรับปรุงในทั้ง 2 ด้านนี้ไปพร้อมกัน มิใช่เพียงด้านใดด้านหนึ่ง เพราะการปรับปรุงเพียงด้านเดียวจะไม่ส่งผลที่ดีขึ้นมากเท่าใด อาจจะไม่มีประโยชน์หรือโทษอีกด้านหนึ่งเพิ่มขึ้นด้วย เช่น การทำให้ใบเจริญเติบโตโดยให้ปุ๋ยทางใบอย่างเดียว ทำให้ใบแตกใบซ้อนขึ้นมา ซึ่งก็จะทำให้รากส้มต้องทำงานหนักมากขึ้น อาจส่งผลให้รากส้มบางส่วนตายได้ การสร้างสมดุลทั้ง 2 ด้านกระทำได้โดยการใช้สารอาหารที่พืชสามารถดูดซึมเข้าทางรากได้ง่าย เคลื่อนย้ายได้สะดวก และต้นส้มสามารถนำไปใช้ได้ทันที อีกทั้งยัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถปรับปรุงคุณภาพของดิน เช่น ทำให้ดินร่วนซุย มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เพราะการทรุดโทรมของรากส่วนสำคัญมาจากสภาพพื้นที่ดินแน่น เช่น การเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน เช่น การใช้ มูลสัตว์ต่าง ๆ ที่มีคุณภาพดังเช่น ปุ๋ยค้างคาว “แบทมูน” ใส่อยู่เป็นระยะ ๆ เป็นประจำ และการใช้กรดอะมิโนและกรดฮิวมิค เช่น เฟตามิน และเฟตามินคอมบี ราดลงไปบริเวณรากรอบโคนต้น อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ต่อ 2 ต้น ทุก ๆ 10-15 วัน (พร้อมกับระยะการใส่ปุ๋ยทางใบ) โดยส่วนหนึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ในดินมีการเจริญเติบโตดี และรากพืชสามารถดูดไปใช้ได้ทันทีไม่ต้องใช้พลังงาน จึงทำให้การฟื้นตัวของรากเป็นไปอย่างรวดเร็วและถาวร ซึ่งถ้ามีการใช้ปุ๋ยเคมีในระยะต่ำ รากทรุดโทรม อาจจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อรากได้ และเพิ่มสภาพทางกายภาพและเคมีที่เลวลงของดิน และเมื่อสภาพของรากที่ชื้นก็สามารถใส่ปุ๋ยเคมีทางดินร่วมไปด้วยในอัตราที่น้อย และเพิ่มปริมาณมากขึ้นได้ในระยะที่การเจริญเติบโตสมดุลแล้ว

รากของส้มมีประสิทธิภาพในการดึงดูดแร่ธาตุอาหารได้ต่ำกว่ารากพืชอื่น ๆ เนื่องจากมีรากฝอยน้อย ดังนั้นรากส้มจึงต้องอาศัยจุลินทรีย์ไมโคไรซา เป็นส่วนที่ช่วยตรึงธาตุอาหารให้กับรากส้ม ส่วนรากส้มก็สังเคราะห์เป็นสารอาหารส่วนหนึ่งให้กับจุลินทรีย์ เป็นการอาศัยแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ดังนั้นการบำรุงให้รากเจริญได้ดีก็จะต้องมีสารอาหารที่ดี และเหมาะสมกับรากส้มและจุลินทรีย์ อีกทั้งช่วยปรับสภาพของดินให้ร่วนซุย การระบายน้ำระบายอากาศได้ดี

2. การสร้างความสมดุลในการซ่อมส่วนที่สึกหรอ การสร้างเสริมการเจริญเติบโตให้แข็งแรงและการสะสมอาหาร

หลังจากต้นส้มฟื้นตัวจากสภาพทรุดโทรมในเบื้องต้น ในลำดับต่อไปต้นส้มก็จะต้องได้รับการบำรุงในส่วนที่เกิดการสึกหรอ จากสภาพแวดล้อม เช่น ใบแห้ง ใบไหม้ ต้นแคระแกร็น รากบางส่วนตายและจากการทำลายของโรคและแมลง เมื่อมีการซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ต้นส้มก็จะต้องสร้างอาหารเพื่อการเจริญเติบโตในทุก ๆ ส่วนต่อไป เช่น ราก ลำต้น ใบ กิ่ง ก้าน เพื่อให้สภาพของต้นแข็งแรง แล้วส้มถึงจะมีสารอาหารเพียงพอต่อการสะสมเพื่อใช้พัฒนาไปในทางด้านการให้ผลผลิต

ในขั้นตอนนี้ต้นส้มก็ต้องได้รับสารอาหารจากส่วนที่อยู่เหนือดิน (ใบ) และส่วนใต้ดิน (ราก) เหมือนกับข้อที่ 1 แต่พืชสามารถรับปุ๋ยเคมีได้อย่างเต็มที่ โดยพ่นทุก ๆ 10-15 วัน จนสภาพต้นแข็งแรงมีการสร้างใบใหม่ กิ่งก้านใหม่ ดูโดยสภาพรวมแล้วต้นส้มมีความสดใสโดยใช้ธาตุอาหารในแต่ละช่วงดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ระยะการซ่อมแซมและสร้างความแข็งแรง

ปุ๋ยเคมีทางใบ : นิวตริไจเซอร์ (20-20-20) อัตรา 40 กรัม ผสมกับเฟตามินคอมบี อัตรา 10-12 มิลลิลิตร ยูนิเลท อัตรา 5-10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

ปุ๋ยเคมีทางดิน : ปุ๋ยสูตรเสมอ เช่น 15-15-15

2. ระยะการสะสมอาหาร

ปุ๋ยเคมีทางใบ : เฟอร์ตริไจเซอร์ (3-16-36) อัตรา 40 กรัม ผสมกับเฟตามินคอมบี อัตรา 10-20 มิลลิลิตร โกรแคล เอ็มจีบี อัตรา 5-10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

ปุ๋ยเคมีทางดิน : ปุ๋ยสูตร 8-24-24 หรือ 12-24-12

3. การสร้างสมดุลระหว่างการนำเอาอาหารในรูปของผลผลิตออกมากับการใส่ธาตุอาหารได้ไปใช้ชดเชย

ในช่วงที่ส้มสามารถให้ผลผลิตได้แล้วนั้น ส้มจำเป็นต้องได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ เนื่องจากต้องให้ผลผลิตออกมาในแต่ละปีเฉลี่ย 100-150 กิโลกรัมต่อต้น ซึ่งจะมีการนำเอาสารอาหารออกไปใช้ ทั้งนี้อาหารในส่วนนี้จะต้องใส่เข้าไปชดเชยให้กับต้นส้ม ในแง่ของการชดเชยผลผลิต แต่ในสภาพความเป็นจริง ธาตุอาหารยังต้องใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป อีกทั้งชดเชยส่วนที่สึกหรออื่น ๆ อีกในการเจริญเติบโตทางต้นต่อปีจะใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

การฟื้นฟูสภาพต้นโทรมของต้นส้มนั้นใช้ระยะเวลาต่างกันไปตามสภาพอาการของต้นส้ม ชาวสวนส้มจึงควรเอาใจใส่ดูแลในระยะนี้ให้ดี เพราะจะเป็นระยะที่อ่อนแอที่สุดต่อการเข้าทำลายของโรคส้มที่สำคัญด้วย เนื่องจากการขาดสารอาหารที่จะใช้ในการต่อต้าน เพราะเมื่อต้นส้มทรุดโทรม นอกจากการใช้แป้งและน้ำตาลจากการสร้างและสะสมแล้ว ต้นส้มยังต้องการสารอาหารเพิ่มมากขึ้น ต้นส้มจึงมีการนำสารอาหารในรูปของโปรตีน ไขมัน และอื่น ๆ ออกมาใช้ร่วมกับแป้งและน้ำตาล ซึ่งไม่เพียงพอ ต้นส้มจึงเปรียบได้กับสภาพของคนป่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคที่สำคัญในส้ม (อำไพวรรณ และคณะ, 2527)

1. โรคทริสเตซา (Tristeza disease)

ปัญหาร้ายแรงที่สุดปัญหาหนึ่งที่เกษตรกรผู้ที่ปลูกส้มต้องประสบอยู่เสมอ ๆ คือ ปัญหาต้นส้มแสดงอาการเหลือง ใบมีสีเขียวด้าน ๆ หรือเป็นแต้มด่างเหลือง ไม่เจริญเติบโต ต้นเตี้ย แคระแกร็น (หรือที่เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าอาการ “งัน”) ต้นโทรมและแห้งตายอย่างรวดเร็ว อาการดังกล่าวเริ่มปรากฏตั้งแต่ต้นส้มอายุ 20 เดือนหลังปลูกเป็นต้นไป หรืออาจเริ่มปรากฏอาการ

เมื่อให้ผลผลิต เช่น ส้มเขียวหวาน มักแสดงอาการดังกล่าวในปีที่ 4-5 หลังจากการปลูกและเป็นปีที่ต้นส้มให้ผลผลิตมาก หรือถูกบังคับการเจริญเติบโตโดยการกักน้ำเพื่อให้ต้นส้มออกดอกผลจำนวนมาก ๆ ในคราวเดียวในแหล่งปลูกส้มต่างประเทศทั่วโลกมีรายงานว่าอาการดังกล่าวข้างต้นเป็นอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสและเชื้อคล้ายไวรัสหลายชนิด เช่น โรคทริสเตซา (Tristeza) ซอโรสีส (Psorosis) คาเคกเซีย (Cachezia) คอนเคฟกัม (Concavegum) เอกโซคอร์ทีส (Exocortis) กรีนนิง (Greening) และสตับบอร์น (Stubborn) แต่สำหรับในประเทศไทยปัญหาโรคไวรัสและ โรคคล้ายไวรัสของส้มที่สำคัญมี 2 โรค คือ โรคทริสเตซา และกรีนนิง

โรคทริสเตซามีสาเหตุมาจากเชื้อไวรัส citrus tristeza *closterovirus* (CTV) อาการของโรคแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิด และสายพันธุ์ไวรัส แต่ทริสเตซาไวรัสทุกสายพันธุ์จะแสดงอาการใบด่าง เส้นใบใส ส่วนสายพันธุ์ที่รุนแรงจะทำให้เกิดอาการเป็นแอ่งบุ๋ม บริเวณลำต้นและกิ่ง (Roistacher, 1991) พบระบาดในทุกแหล่งที่มีการปลูกส้ม อาการของโรครุนแรงและชัดเจนมากบนมะนาว แต่ส้มเขียวหวานและส้มโอที่เป็นโรคทริสเตซาจะแสดงอาการไม่ชัดเจนเท่าใดนัก ส้มเกลี้ยงและส้มตราที่เป็นโรคนี้ก็ไม่พบอาการผิดปกติที่เด่นชัดเช่นกัน บางครั้งจึงต้องอาศัยการวินิจฉัยโรคโดยใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการตรวจหาเชื้อไวรัสสาเหตุของโรค เช่น การตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscopy) หรือใช้วิธีการทางเซรุมวิทยาร่วมกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (immuno eletron microscopy)

อาการของโรคทริสเตซาบนส้มเขียวหวาน

อาการของโรคโดยทั่วไปคล้ายอาการที่พบบนมะนาวแต่ไม่ชัดเจนเท่าใดนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะส้มเขียวหวานที่เป็นโรคทริสเตซา มักเป็นโรคกรีนนิงด้วยและอาการของโรคกรีนนิงมักรุนแรงมากบนส้มเขียวหวานจนข่มอาการของโรคทริสเตซา อย่างไรก็ตามต้นส้มเขียวหวานที่เป็นโรคนี้อาจสังเกตดูอาการเส้นขีดโปร่งใสของเส้นใบบนใบอ่อน เช่นเดียวกันกับที่พบบนมะนาว อาการอื่น ๆ ที่พบได้ คือ ใบอ่อนมีขนาดเล็กลง ใบเหลืองหรือมีสีเขียวด้านข้อสั้นไม่เจริญเติบโตแตกยอดหรือกิ่งก้าน หากแตกยอดอ่อนก็มักเป็นกระจุกหรือมีหลายยอด โดยทุกยอดมักเป็นตาดอกจำนวนมาก การติดผล (fruit set) มีมากแต่หลุดร่วงง่าย ผลมีขนาดเล็ก มีอาการแห้งตายจากปลายกิ่ง บางครั้งอาจพบอาการต้นส้มเหี่ยวเฉาคล้ายขาดน้ำอย่างรวดเร็ว ที่ลำต้นหรือกิ่งขนาดใหญ่ ๆ อาจเกิดอาการต้นไม่เรียบ มีลักษณะเป็นคลื่นหรือร่องจำนวนมากและมีขนาดใหญ่พอประมาณ ยาวขนานไปตามลำต้นหรือกิ่ง เมื่อเปิดเปลือกลำต้นหรือกิ่งนั้นเพื่อดูเนื้อไม้จะพบร่องเว้า (concave) บุ๋มลึกลงไปในเนื้อไม้ สีของเนื้อไม้ตรงร่องเว้าเป็นสีน้ำตาลแดง ด้านในของเปลือกบริเวณตรงกันข้าม มีส่วนเปลือกเป็นแนวสันยื่นออกมา คล้ายกับมีหนามแหลมยื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกมาดังพบในมะนาวเป็นโรค ทริสเตซา ต้นส้มเขียวหวานที่เป็นโรคมักโทรมและตายในที่สุดเช่นเดียวกัน

สาเหตุของโรคทริสเตซา

เกิดจากเชื้อไวรัสทริสเตซา (*Citrus Tristeza Virus*, CTV) มีรูปร่าง (particle) เป็นท่อนยาวคดความยาวประมาณ 2,000 นาโนเมตร (nm)

การแพร่ระบาดของโรคทริสเตซา

ในต่างประเทศมีรายงานว่าโรคนี้มีเพลี้ยอ่อนส้ม (Black Citrus Aphid, *Toxoptera citricidus* Kirkaldy) และเพลี้ยอ่อนอื่น ๆ อีกหลายชนิดเป็นแมลงพาหะถ่ายทอดโรค แต่ในประเทศไทย การแพร่ระบาดของโรคนี้เกิดขึ้นโดยการติดไปกับกิ่งตอนจากต้นที่เป็นโรค

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคทริสเตซา

1. การใช้กิ่งตอนจากต้นหรือแหล่งที่มีโรคนี้ระบาด
2. การระบาดของแมลงพวกเพลี้ยอ่อนส้ม
3. ต้นส้มมีสภาพอ่อนแอ ไม่สมบูรณ์ หรือให้ผลผลิตมากเกินไป

การป้องกันกำจัดโรคทริสเตซา

1. คัดเลือกกิ่งพันธุ์ก่อนนำมาปลูก โดยคัดเลือกกิ่งพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบแล้วว่าปราศจากโรค หรือคัดเลือกขยายพันธุ์จากต้นส้มที่ให้ผลผลิตสูง แข็งแรง คุณภาพผลดีเป็นที่ต้องการของตลาด และควรเป็นต้นส้มที่มีอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป ดังนั้นหากเกษตรกรผู้ปลูกส้มสามารถปฏิบัติได้ ก็ควรขยายพันธุ์จากต้นส้มที่ได้รับการคัดเลือกแล้วในแปลงปลูกของตนเอง

2. ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มซึ่งอาจเป็นแมลงพาหะนำโรคทริสเตซา ได้แก่ เพลี้ยอ่อนส้มและเพลี้ยอ่อนชนิดอื่น ๆ

3. ดูแลรักษาต้นส้มให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์แข็งแรง ทั้งการให้ปุ๋ย น้ำ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็นและเหมาะสมกับแหล่งปลูก

4. เนื่องจากโรคพืชที่เกิดจากไวรัสเป็นโรคที่ไม่สามารถใช้สารเคมีซึ่งใช้ในการป้องกันกำจัดโรคทั่ว ๆ ไปรักษาให้หายได้ ดังนั้นการคัดเลือกกิ่งพันธุ์ที่ปราศจากโรคก่อนนำมาปลูกจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่หากต้นส้มเป็นโรคแล้ว การตัดแต่งกิ่งที่แห้งตายออก มีส่วนช่วยลดปริมาณเชื้อไวรัสลงและอาจทำให้ต้นส้มหนีโรคหรือโรคลดความรุนแรงลง การบำรุงดูแลต้นส้มให้สมบูรณ์แข็งแรงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยยืดอายุของต้นส้ม แต่ถ้าต้นส้มแสดงอาการของโรคอย่างรุนแรง ควรขุดและทำลายเพื่อป้องกันการแพร่ระบาด การปลูกทดแทนควรใช้ต้นพันธุ์ซึ่งได้จากการเพาะเมล็ดอายุ 1-2 ปี ติดตาหรือทาบกิ่งด้วยตาหรือกิ่งจากต้นส้มพันธุ์นั้น ๆ ที่มีลักษณะดีแข็งแรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ELISA เป็นเทคนิควิธีทางเซรุมวิทยา และเป็นวิธีการที่นิยมตรวจสอบหาเชื้อไวรัสทริสเตซา (*Citrus Tristeza Virus*, CTV) ซึ่งมีความแม่นยำ ถูกต้อง และรวดเร็ว

Mukhopadhyay (2004) กล่าวว่า ลักษณะอาการของโรคไวรัสทริสเตซา ในสวนส้มมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด ดังนี้

1. ความล้มเหลวในการติดตาต้นตอส้มที่มีรสเปรี้ยวและรสออกขม เชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรค และเกิดอาการโทรมอย่างรวดเร็ว
2. ลำต้น เป็นรอยแอ่งบุ๋ม
3. ต้นกล้าเหลือง

2. อาการใบเหลืองต้นโทรม หรือโรคกรีนนิง หรือโรคฮวงลองบิง (Citrus decline or Greening disease or Huanglongbing)

โรคกรีนนิง เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *Candidatus* Liberobacter asiaticus จัดอยู่ใน alphaproteobacterial subdivision ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ภายในท่ออาหารของต้นส้ม (Timmer *et al*., 2000) พบว่า มีเชื้อสาเหตุของโรคอยู่ 2 สายพันธุ์ คือ *Candidatus* Liberobacter asiaticum พบในแถบเอเชีย และ *Candidatus* Liberobacter africanum พบในแถบแอฟริกาใต้ อย่างไรก็ตามจากกฎของ *International Code of Nomenclature of Bacteria* เชื้อสาเหตุทั้งสองได้เปลี่ยนชื่อเป็น *Candidatus* Liberobacter asiaticus และ *Candidatus* Liberobacter africanus (Garnier *et al*., 2000) Chang and Bay-Petersen (2003) ได้กล่าวว่า ในเอเชีย กรีนนิงสามารถก่อโรคได้ในสภาพอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิ 27-32 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดได้ว่าเป็นเชื้อที่ทนร้อน และสามารถอยู่ได้ในสภาพอากาศเย็น

อาการใบเหลืองต้นโทรมหรือโรคกรีนนิงเป็นโรคคล้ายไวรัส พบบนพันธุ์ส้มต่าง ๆ ได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มตรา ส้มเกลี้ยง ส้มจีน มีรายงานว่าพบโรคนี้ครั้งแรกในประเทศแอฟริกาใต้ เมื่อ พ.ศ. 2472 สำหรับในประเทศไทยนั้นโรคใบเหลืองต้นโทรมหรือโรคกรีนนิง มีรายงานการสำรวจพบโรคและแมลงพาหะ เมื่อ พ.ศ. 2516 อย่างไรก็ตาม มีข้อน่าสังเกตว่า โรคกรีนนิงมีลักษณะอาการของโรค เหมือนหรือคล้ายคลึงกับโรคใบแก้วหรืออาการใบแก้วของส้มซึ่งเกิดเนื่องจากการขาดธาตุสังกะสีมากจนแยกความแตกต่างได้ยากหรือไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ หากจะอาศัยการสังเกตจากอาการของโรคเพียงประการเดียว จึงต้องอาศัยการวินิจฉัยโรคและวิธีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุสังกะสีในใบส้ม การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนตรวจหาเชื้อสาเหตุของโรค เป็นต้น โรคใบแก้วของส้มเป็นโรคที่เกษตรกรและนักวิชาการเกษตรรู้จักกันมานานพอสมควร ดังปรากฏในบันทึกข้อสังเกตและรายงานของท่านผู้รู้หลายท่าน ซึ่งกล่าวถึงโรคนี้เมื่อ พ.ศ. 2500 ว่าทำให้เกิดความเสียหายกับส้มเขียวหวานที่ปลูกในหลายจังหวัด เช่น จังหวัดน่าน จังหวัดจันทบุรี เป็นต้น จึงมีแนวโน้มที่เป็นไปได้ว่า โรคใบแก้วหรืออาการใบแก้วของส้มที่รู้จักกันในอดีตนั้น ในบางกรณีอาจเป็นโรคกรีนนิงที่รู้จักในปัจจุบัน หรือการขาดธาตุสังกะสีของส้มอาจมีความสัมพันธ์กับการเข้าทำลายและการอยู่อาศัยของเชื้อสาเหตุของโรคกรีนนิง

โรคฮวงลองบิง (huanglongbing ; HLB) หรือโรคกรีนนิง (greening) หมายถึงโรคยอดเหลือง (yellow shoot disease) (Timmer *et al*., 2003) ในประเทศฟิลิปปินส์ เรียก leaf mottling ประเทศอินเดีย เรียก decline ประเทศจีน เรียก huanglongbing ประเทศไต้หวัน เรียก likubin ประเทศอินโดนีเซีย เรียก phloem degeneration ประเทศสเปน เรียก Enverdecimiento (CABI and EPPO, 2003) อย่างไรก็ตามจากการประชุมสัมมนา ครั้งที่ 13 Conference of International Organization of Citrus Virologists ได้เปลี่ยนชื่อเรียก citrus greening เป็น huanglongbing (Ohtsu *et al*., 2002) โรค HLB เป็นโรคที่ทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงมาก (Garnsey, 1989) เป็นเชื้อที่เข้าทำลายสีเขียวของพืช (จรัญ, 2545) Timmer *et al.* (2003) กล่าวว่าโรค HLB นี้ทำให้เกิดความเสียหายกับต้นส้มประมาณ 60 ล้านต้นในแถบแอฟริกาและเอเชีย มีรายงานว่าพบโรคนี้ครั้งแรกที่ประเทศแอฟริกาใต้ เมื่อ พ.ศ. 2475 สำหรับประเทศไทยได้มีรายงานการสำรวจพบโรคและแมลงพาหะเมื่อ พ.ศ. 2516 (อำไพวรรณและคณะ, 2527) ประเทศไต้หวันพบโรคนี้เข้าทำลายตั้งแต่ปี 1951 (Hong-Ji, 2001) นอกจากนี้ Weinert *et al.* (2004) พบโรคนี้เป็นครั้งแรกใน Timor-Leate (ติมอร์ตะวันออก) และประเทศปาปัวนิวกินีในปี 2004

จากการศึกษาของ Hong-Ji และ An-Li (1990) ได้รายงานว่าโรค HLB นี้มีเชื้อสาเหตุจาก fastidious bacteria ซึ่งก็ได้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Moll และ Martin (1973) และ Garnier *et al*. (1984) พบว่า เชื้อสาเหตุเป็นแบคทีเรียที่มี peptidoglycan เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์และจัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative) Jagoueix *et al*. (1994) รายงานว่า พบเชื้อนี้เจริญอยู่เฉพาะในท่อลำเลียงอาหาร (phloem limited bacteria) ซึ่งไม่สามารถเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการของโรคกรีนนิงบนส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวานนับเป็นส้มที่อ่อนแอต่อโรคนี้ แสดงอาการรุนแรงมาก อาการบนใบ กิ่ง คล้ายคลึงกับอาการของโรคใบแก้ว กล่าวคือ ใบมีสีเหลืองจนถึงเหลืองซีดโดยที่เส้นกลางใบและเส้นใบยังคงมีสีเขียวอยู่ เนื้อใบส่วนที่ติดกับเส้นใบอาจจะยังคงมีสีเขียว แต่ในต้นที่เป็นโรครุนแรงใบมีสีเหลืองทั้งใบเหลือเฉพาะโคนเส้นกลางใบเท่านั้นที่มีสีเขียว บางครั้งพบอาการใบด่างเป็นแต้มประสีเขียวกระจายทั่วทั้งใบ ขนาดของใบเล็กลง เรียวยาว หนากว่าปกติ และปลายใบชี้ตั้งขึ้น อาการเหล่านี้ปรากฏชัดเจนบนใบยอดหรือใบอ่อน ส่วนใบแก่ที่เป็นโรคอาจแสดงอาการเส้นใบโปร่งใส ใบด้านและโค้งงอทางด้านหน้าใบ กิ่งแห้งตายจากส่วนปลาย ผลมีขนาดเล็ก และมักร่วงก่อนสุก เปลือกของบางผลมีอาการเป็นแต้มหรือจ้ำ ๆ สีเขียว เมล็ดลีบ ต้นส้มที่มีการเจริญเติบโตดี หากได้รับเชื้อสาเหตุของโรค จะเริ่มแสดงอาการจากกิ่งใดกิ่งหนึ่งก่อนแล้วจึงลุกลามไปทั่วต้น ทำให้ต้นโทรมและตายในที่สุด นอกจากนี้บางครั้งอาจพบว่ามีอาการเกิดร่วมกับอาการของโรคทริสเตซา (Garnsey, 1989) และอาการของโรคพบว่าคล้ายกับอาการที่เกิดจากการขาดธาตุสังกะสี จึงทำให้เกิดความสับสนได้ (Timmer *et al*., 2003) ซึ่งการปรากฏอาการของโรคในลักษณะนี้แตกต่างจาก โรคใบแก้วในระยะเริ่มแรก เพราะโรคใบแก้วมักปรากฏอาการพร้อม ๆ กันบนกิ่งทุกกิ่ง และปรากฏอาการบนต้นส้มส่วนมากในแปลงปลูกนั้น

สาเหตุของโรคกรีนนิง

จากการศึกษาเนื้อเยื่อของใบส้มเป็นโรคพบเชื้อจุลินทรีย์คล้ายเชื้อมายโคพลาสมา (mycoplasma-like organism) รูปร่างไม่แน่นอน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50-700 นาโนเมตร (nm) ในเซลล์ท่ออาหารโดยเฉพาะใน sieve elements โดยไม่พบในส้มปกติ จึงมีแนวโน้มว่าโรคกรีนนิงอาจเกิดจากเชื้อดังกล่าว แต่ยังไม่สามารถยืนยันได้จนกว่าจะมีการพิสูจน์โรคโดยแยกเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ นำไปปลูกลงในต้นส้มปกติ หากต้นส้มปกติแสดงอาการของโรคเหมือนต้นที่นำมาแยกเลี้ยงเชื้อ ก็แสดงว่าเชื้อนั้นเป็นสาเหตุของโรค (อำไพวรรณและคณะ, 2527)

การแพร่ระบาดของโรคกรีนนิง

การแพร่ระบาดของโรคมีหลายวิธี คือ ติดไปกับส่วนขยายพันธุ์ กิ่งตอน หรือกิ่งพันธุ์ หรือจากการติดตาทาบกิ่ง นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดโดยแมลงที่เป็นพาหะ คือ เพลี้ยกระโดดส้ม หรือเพลี้ยไก่แจ้ (psylla) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Diaphorina citri* Kuw. พบในเอเชีย และ *Trioza erytrea* พบในแอฟริกาใต้ และแมลงพาหะนี้สามารถถ่ายทอดเชื้อไปยังรุ่นลูกได้ (Garnsey, 1989) แมลงพาหะ *D. citri* เมื่อได้รับเชื้อ *Candidatus* Liberobacter asiaticus ภายใน 15-30 นาที ขณะดูดกินอาหารจากต้นที่เป็นโรค ทำให้มีเชื้ออยู่ภายในตัวได้ตลอดชีวิต และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประมาณ 21 วันหลังจากได้รับเชื้อแล้ว แมลงพาหะสามารถถ่ายทอดเชื้อไปยังต้นอื่น ๆ ได้ ขณะเดียวกันตัวอ่อนในระยะวัย 4 หรือ 5 สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ (CAB Internatioal, 2002) Hung *et al.* (2004) รายงานว่าไม่สามารถตรวจสอบหาเชื้อสาเหตุ *Candidatus* Liberobacter asiaticus ภายในไข่หรือในช่วงผลิตลูกหลานได้

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคกรีนนิง

1. กิ่งตอนหรือกิ่งพันธุ์จากต้นหรือแหล่งระบาดของโรค
2. ต้นส้มมีสภาพทรุดโทรม ไม่สมบูรณ์แข็งแรงเนื่องจากการให้ผลผลิตมากเกินไปหรือขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง
3. การระบาดของเพลี้ยกระโดดส้มหรือเพลี้ยไก่แจ้

การป้องกันกำจัดโรคกรีนนิง

เนื่องจากโรคนี้เป็นโรคคล้ายไวรัส และปัจจุบันยังไม่มีสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันรักษาได้โดยตรงเหมือนกับโรคซึ่งเกิดจากเชื้อราและแบคทีเรีย การป้องกันกำจัดจึงสามารถปฏิบัติได้เช่นเดียวกันกับการป้องกันกำจัดโรคทริสเตซา คือ

1. คัดเลือกกิ่งพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบแล้วว่าปราศจากโรค หรือเลือกจากต้นที่สมบูรณ์แข็งแรง คุณภาพผลดีเป็นที่ต้องการของตลาด
2. ขุดถอนทำลายต้นที่เป็นโรคและเผาทำลาย เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรค การปลูกส้มทดแทนใช้วิธีการเดียวกับโรคทริสเตซา
3. ป้องกันกำจัดแมลงพาหะของโรคคือ เพลี้ยไก่แจ้ เมื่อมีการระบาดของแมลงหรือเมื่อส้มมีการแตกใบอ่อนโดยเฉพาะในฤดูฝน สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่ใช้ ได้แก่ คาร์บาริล ไดเมทโธเอท โมโนโครโตฟอส เป็นต้น

Hocquellet *et al.* (1999) ได้ศึกษาวิธีการตรวจสอบเชื้อสาเหตุ *Candidatus* Liberobacter asiaticus โดยใช้วิธี PCR พบว่า ชนิดของแบคทีเรีย *Candidatus* Liberobacter asiaticus, strain Poona มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 703 คู่เบส และชนิดของแบคทีเรีย *Candidatus* Liberobacter africanus, strain Nelspruit มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 669 คู่เบส ซึ่งสอดกับการทดลอง จากการนำ PCR product ของตัวอย่างใบส้มสายน้ำผึ้ง ไปวิเคราะห์ด้วย gel electrophoresis พบว่า DNA ที่แยกสกัดจากใบส้มสายน้ำผึ้ง ปรากฏแถบ DNA ตรงบริเวณตำแหน่งเดียวกันกับ Marker ของพืชที่เป็นโรคกรีนนิ่ง ที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 700 คู่เบส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Das *et al*. (2002) ศึกษาโรคกรีนนิงของส้มในประเทศอินเดีย พบว่า โรคกรีนนิงเป็นโรคที่ทำความเสียหายแก่ส้มเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Candidatus* Liberobacter asiaticus ในท่อลำเลียง สามารถตรวจสอบได้โดยการศึกษาจากลักษณะอาการ และศึกษาทางชีววิทยา พบว่า ต้นส้มที่ทำการศึกษานั้นมีอาการด่าง เส้นใบเขียว แต่จะเกิดอาการเหลือง (chlorosis) ระหว่างเส้นใบ และพืชจะแสดงอาการ หลังจากเชื้อเข้าทำลายแล้ว 90-120 วัน และพบแมลงพาหะนำโรค ซึ่งก็คือ เพลี้ยไก่แจ้ส้ม ในบริเวณที่ทำการศึกษา และในปี 2003 ได้ทำการศึกษาต่อ โดยนำเอาส่วนใบพืชที่เป็นโรคมาทำการพิสูจน์ทางชีววิทยา และทางเซรุมวิทยา พบว่า พืชที่นำมาทดสอบนั้น มีการเข้าทำลายร่วมกันระหว่างเชื้อ CTV และแบคทีเรีย Liberobacter asiaticus และเมื่อทำการปลูกเชื้อโดยวิธีการทาบกิ่ง พบว่า อาการของโรคกรีนนิงจะแสดงออกมาก่อน แต่อาการที่เห็นนั้นก็จะมีเชื้อ CTV แทรกซ้อนอยู่ด้วย

Beretta *et al*. (1988) กล่าวว่า ต้นส้มที่มีอาการโทรมในประเทศบราซิล ซึ่งไม่ทราบสาเหตุของความผิดปกติในท่อลำเลียง และมีลักษณะคล้ายคลึงกับต้นส้มที่มีอาการต้นโทรมในรัฐฟลอริดาของประเทศสหรัฐอเมริกา อาการของโรคมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสะสมปริมาณสังกะสีในลำต้น และการอุดตันของท่อน้ำ มีผลในการไหลเวียนของน้ำในต้นที่เป็นโรค สาเหตุของความผิดปกติที่เกิดขึ้น เกิดจากท่อน้ำอุดตัน พบว่าการอุดตันนั้น มีเส้นใยเล็กๆ และมีรูปร่างที่ไม่แน่นอนในท่อลำเลียงน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้งในต้นที่มีอาการแห้งตาย และต้นที่มีอาการโทรม อาการของโรคทั้ง 2 อย่างนี้ เกิดจากการอุดตัน ภายใน callose, lignin, pectic substances, gums, proteins และ lipids ซึ่งจากการทดลอง พบว่า การอุดตันภายในท่อลำเลียงน้ำเกิดขึ้นคล้ายกันระหว่าง amorphous และ filamentous พบทั้งในต้นที่มีอาการโทรม และต้นที่แห้งตาย แต่การอุดตันทั้ง 2 ชนิดนี้ มีความแตกต่างกันตรงตำแหน่งทางเคมี

วรากร และจริยา (2547) ศึกษาฤดูกาลแพร่กระจายของเพลี้ยไก้แจ้ส้มในจังหวัดเชียงใหม่ และประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงบางชนิดในการควบคุมตัวเต็มวัยของเพลี้ยไก่แจ้ส้มในห้องปฏิบัติการ โดยใช้สารกำจัดแมลง พบว่า ไซเปอร์เมทริน 25% EC (4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) อิมิดาโคพริด 10% SL (8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) และอิมิดาโคพริด 5% EC (16 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) สามารถควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มตัวเต็มวัยได้ 100% ในเวลา 24 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองปลูกส้มเขียวหวานปลอดโรค โดยไม่มีการควบคุมแมลง (เกษตรอินทรีย์) ของกรมวิชาการเกษตร ที่จังหวัดปทุมธานี ในปี 2539 พบว่า 80% ของต้นส้มอายุ 3 ปี เป็นโรคกรีนนิง ส่วนใหญ่ทรุดโทรมและตายในเวลาต่อมา ซึ่งมีรายงานการศึกษาในต่างประเทศ พบว่า ในกรณีที่พบแมลงพาหะ และต้นที่เป็นโรคในแปลงปลูก ต้นส้มที่ปลอดโรคจำนวน 57% จะติดเชื้อภายใน 6 เดือน ติดเชื้อ 73% ใน 1 ปี และ 100% ใน 2 ปี จะเห็นว่าโรคกรีนนิง เป็นโรคที่สามารถสร้างความเสียหายให้กับต้นส้มได้ในระดับที่รุนแรงมากในระยะเวลาอันสั้น (กู้เกียรติ, 2545)

อทิพัฒน์ (2548) กล่าวว่า จากการทดสอบการปลูกส้มในโรงไฟฟ้าในสภาพกลางแจ้ง เพื่อทดสอบผลกระทบต่างๆ ต่อการปลูกส้มในพื้นที่โรงไฟฟ้าวังน้อย พบว่า ส้มเขียวหวานที่ปลูกด้วยกิ่งพันธุ์ 5 ชนิด เจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร เป็นโรคกรีนนิงถึง 90% และโรคทริสเตซาเกินครึ่ง และตรวจพบการระบาดของเพลี้ยไก่แจ้ส้ม แต่ความรุนแรงอาจไม่เท่ากัน โดยส้มเขียวหวานที่ปลูกแบบร่องแห้ง ซึ่งเป็นแปลงที่อยู่ใกล้กับสวนส้มของชาวสวน พบความรุนแรงของโรค และปริมาณเพลี้ยไก่แจ้ส้ม พาหะนำเชื้อโรคกรีนนิงในปริมาณมากกว่าส้มเขียวหวานที่ปลูกในแปลงถัดไป หรือแบบร่องขังน้ำ สำหรับส้มที่มีการคลุมโรงเรือน พบว่า ไม่มีการแพร่ระบาดของเพลี้ยไก่แจ้ส้ม และเพลี้ยอ่อนแมลงพาหะนำโรค และส้มเขียวหวานที่ปลูกด้วยกิ่งพันธุ์ยังคงปลอดโรค ยกเว้นในโรงเรือนที่ปลูกด้วยกิ่งตอน แม้จะไม่พบแมลงพาหะ แต่ก็พบว่าเป็นทั้งกรีนนิงและทริสเตซา (ส้มกิ่งตอน เป็นกิ่งตอนที่ติดโรคจากต้นแม่พันธุ์เดิมที่ใช้ขยายพันธุ์อยู่แล้ว)

3. โรคที่เกิดจากการขาดธาตุอาหาร (Mineral deficiency)

ต้นส้มและพืชอื่นๆต้องการแร่ธาตุหลายอย่างเพื่อการเจริญเติบโต ธาตุที่จำเป็นโดยทั่วๆไปมีอย่างน้อย 16 ธาตุ แบ่งเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เป็นแร่ธาตุที่พืชต้องการมาก แต่สามารถดูดหรือรับจากน้ำและอากาศ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน กลุ่มที่ 2 เป็นธาตุอาหารหลัก (major elements or macronutrients) พืชต้องการในปริมาณมาก เพื่อการเจริญเติบโต มีอยู่ในดิน ทั้งในรูปอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ กำมะถัน สามธาตุแรกมีอยู่ในดินไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช จึงต้องมีการให้เพิ่มเติมแก่พืช โดยการใส่ให้ทางดินและการฉีดพ่นให้ทางใบ ในลักษณะของปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์และปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์ จึงเรียกแร่ธาตุทั้งสามชนิดนี้ว่าธาตุปุ๋ย (fertilizer elements) สำหรับธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และ กำมะถัน แม้เป็นธาตุที่พืชต้องการมาก แต่ก็มีอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณมากในดินทั่วๆไป และเพียงพอ กับความต้องการของพืช กลุ่มที่ 3 เรียกว่า จุลธาตุ (minor element or trace element or micronutrients) เป็นแร่ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ก็ขาดไม่ได้ ได้แก่ ทองแดง เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน

หากพืชได้รับแร่ธาตุดังกล่าวไม่ครบถ้วนหรือไม่ได้สัดส่วน หรือได้รับธาตุหนึ่งธาตุใดเป็นจำนวนต่ำกว่าปริมาณต่ำสุดที่พืชต้องการ เพื่อการเจริญเติบโตตามปกติแล้ว พืชย่อมมีการเจริญไม่สมบูรณ์หรือแสดงอาการต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอก เกิดความแตกต่างหรือผิดปกติที่ส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทุกส่วนของพืช ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและชนิดของแร่ธาตุ ในกรณีที่พืชได้รับแร่ธาตุมากเกินไป ก็อาจก่อให้เกิดอาการผิดปกติได้ เช่น ส้มที่ได้รับแร่ธาตุไนโตรเจนมากมักมีอาการใบใหญ่ แต่บางข้อปล้องยาวทำให้กิ่งอ่อนห้อยย้อย ผลส้มมีขนาดใหญ่แต่เปลือกหนาและรสจืดชืด เป็นต้น

อาการผิดปกติเนื่องจากการขาดธาตุอาหารของส้ม ซึ่งสามารถพบได้บ่อยมาก เกิดเนื่องจากการขาดจุลธาตุ คือ เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และการขาดธาตุแมกนีเซียม

4. โรคที่เกิดจากการขาดธาตุสังกะสีหรือโรคใบแก้ว (Zinc deficiency)

โรคที่เกิดจากการขาดธาตุสังกะสีหรือโรคใบแก้วของส้ม เป็นโรคที่พบในประเทศไทยมานานนับสิบปี ส่วนใหญ่จะพบในส้มเขียวหวานในแหล่งปลูกส้มที่สำคัญ ๆ ทางภาคเหนือและทางภาคตะวันออกของประเทศ นอกจากนี้ยังพบโรคนี้ในมะนาว ส้มตรา ส้มเกลี้ยง และ ส้มโอ มักปรากฏกับต้นส้มที่ขาดการบำรุงรักษา หรือมีการปลูกพืชต่าง ๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน โดยขาดการปรับปรุงสภาพและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นดิน เนื่องจากธาตุสังกะสีเป็นจุลธาตุจำเป็น ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของฮอร์โมน ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโต มีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์และกระบวนการสร้างแป้ง ดังนั้นการขาดธาตุสังกะสีของส้มจึงปรากฏที่ส่วนใบอ่อนและติดตามการตายของปลายยอด

อาการของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุสังกะสีหรือโรคใบแก้ว

อาการเริ่มแรกจะเป็นอาการด่างเหลืองอยู่ระหว่างเส้นกลางของใบอ่อน ต่อมาอาการด่างเหลืองจะชัดเจนมากขึ้น ทำให้เห็นคล้ายกับว่าเส้นกลางใบเป็นสีเขียวอยู่บนแผ่นใบหรือเนื้อใบที่มีสีเหลือง ถ้าเป็นรุนแรงมีผลทำให้ใบอ่อนมีขนาดเล็กลง ปลายใบเรียวแหลมและชี้ตั้งขึ้น

ส้มมีการสร้างกิ่งก้านมาก แต่สั้นเป็นกระจุกและมักแห้งตายจากส่วนปลายเข้ามา (die back) ต้นจะทรุดโทรม

ผลส้มจากต้นที่เป็นโรคขาดธาตุนี้ จะมีขนาดเล็กลง คุณภาพไม่ดี รสจืด เนื้อฟ่าม และมีกากมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับโรคนี้พบว่า อาการของโรคใกล้เคียงกับอาการของโรคกรีนนิงมาก จนบางครั้งไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ต้องอาศัยข้อสังเกตหลายๆอย่างประกอบกัน กล่าวคือ

1. อาการขาดธาตุสังกะสีมักเกิดในสวนส้มที่มีสภาพดินเป็นกรดจัดหรือด่างจัด ซึ่งทำให้ธาตุสังกะสีอยู่ในสภาพที่พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

2. การแสดงอาการของส้มที่ขาดธาตุสังกะสี มักจะเริ่มปรากฏกับหรือใบอ่อนของทุกๆกิ่งพร้อมๆกัน ไม่ได้เกิดเฉพาะกับกิ่งหนึ่งกิ่งใดก่อนแล้วจึงลุกลามและสภาพการเกิดโรคมักเริ่มต้นพร้อม ๆ กันหลาย ๆ ต้นในสวนเดียวกัน สำหรับโรคกรีนนิงจะเริ่มต้นเป็นโรคที่ต้นหนึ่งต้นใดก่อนแล้วจึงแพร่ระบาดไปยังต้นใกล้เคียง

3. ในสวนส้มที่เป็นโรคกรีนนิงระบาด มักพบแมลงพวกเพลี้ยกระโดดส้มอยู่เป็นจำนวนมาก

4. ผลส้มของต้นที่เป็นโรคกรีนนิง มักมีส่วนเปลือกบางส่วนหรือทั้งหมดเป็นสีเขียวเป็นแต้ม ๆ แม้ว่าจะสุกแล้วก็ตาม ลักษณะอาการดังกล่าวไม่พบในส้มที่ขาดธาตุสังกะสี

5. เมื่อนำใบส้มจากต้นที่เป็นโรคขาดธาตุสังกะสีไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุสังกะสีจะพบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 20 ส่วนในล้านส่วน

6. ใบของส้มที่เป็นโรคกรีนนิง เมื่อนำไปศึกษาดูโครงสร้างจุลภาค (ultrastructure study) จะพบเชื้อคล้ายมายโคพลาสมาในขณะที่ใบส้มซึ่งขาดธาตุสังกะสีจะไม่พบเชื้อดังกล่าว

สาเหตุของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุสังกะสีหรือโรคใบแก้ว

เกิดเนื่องจากการขาดธาตุสังกะสี หรือส้มได้รับธาตุสังกะสีไม่เพียงพอหรืออาจจะเนื่องมาจากส้มไม่สามารถดูดธาตุสังกะสีจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

ความสัมพันธ์กับดิน

อาการขาดธาตุสังกะสี พบได้ในส้มที่ปลูกในดินเกือบทุกชนิด แต่ส่วนใหญ่จะพบในดินเป็นกรดหรือดินเปรี้ยวหรือในดินที่เป็นด่างจัด เช่นเดียวกับสวนส้มที่มีการใส่ปูนขาว หรือปุ๋ยโพแทสเซียม ปุ๋ยฟอสเฟตมาก ๆ จะมีผลทำให้ธาตุสังกะสีในดินละลายน้ำได้ยากมากขึ้น และอาจทำให้ส้มแสดงอาการขาดได้ การปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ให้มีค่าประมาณ 6.0 จะทำให้ธาตุสังกะสีละลายน้ำได้ดีขึ้น

การป้องกันหรือแก้ไขอาการของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุสังกะสีหรือโรคใบแก้ว

1. ปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้มีค่า 5.6-6.5 ซึ่งธาตุสังกะสีในดิน จะสามารถละลายน้ำเป็นประโยชน์กับพืชได้ดีที่สุด ในกรณีดินเป็นด่าง ควรแก้ไขโดยการใช้ปูนยิบซัม และหากดินเป็นดินเปรี้ยวหรือเป็นกรด ควรแก้ไขโดยการใช้ปูนขาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. หากส้มแสดงอาการขาดธาตุนี้เพียงเล็กน้อย อาจแก้ไขโดยการให้สารที่มีธาตุสังกะสี เช่น นูตราสเปรย์ ตามอัตราที่แนะนำ หรือสังกะสีซัลเฟต ($ZnSO_4$) เข้มข้น 1,000-2,000 ส่วนในล้าน ฉีดพ่นให้ทางใบ ปีละ 1-3 ครั้งในระยะใบเพสลาดหรือระยะดอกบานจนถึงระยะเริ่มติดผล แต่ไม่ควรฉีดพ่นในระยะส้มแตกใบอ่อนใหม่ ๆ เพราะอาจทำให้เกิดอาการใบไหม้ได้

3. ในกรณีที่ส้มแสดงอาการขาดธาตุนี้อย่างรุนแรง ควรทำการตรวจสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ว่าเป็นกรดจัดหรือด่างจัดหรือไม่ หากเป็นกรดจัดหรือด่างจัดเกินไป ให้ปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้มีค่า 5.6-6.5 และให้ธาตุสังกะสีแก่ต้นส้มทั้งทางการฉีดพ่นให้ทางใบ (ข้อ 2) และการใส่ลงในดิน หากต้นส้มอายุประมาณ 4 ปีขึ้นไป ให้ใช้อัตรา 300-400 กรัม/ต้น/ปี หรือในอัตราที่มากกว่า ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความรุนแรงของอาการและขนาดของต้นส้ม

กาญจนา (2547) ได้รายงานว่า ค่าความเข้มข้นวิกฤตของสังกะสีในใบส้มคือ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้ามีปริมาณน้อยกว่านี้อาการขาดสังกะสีอาจเกิดขึ้น อาการขาดสังกะสีอ่อนๆ คือ การเกิดใบซีดระหว่างเส้นใบในใบอ่อนที่ปลายยอด ขณะที่ใบแก่ยังคงปกติ ถ้าอาการขาดสังกะสีเกิดรุนแรงใบอ่อนจะเริ่มเล็กและแคบ ปล้องสั้นลง และปริมาณผลผลิตลดลง ซึ่งมีเหตุผลสำคัญหลายประการที่เป็นไปได้สำหรับอาการขาดสังกะสี เนื่องจากสังกะสีดั้งเดิมที่มีอยู่ในดินมีปริมาณไม่เพียงพอหรือดินมีความเป็นด่างสูง อาจไปลดความสามารถที่รากพืชจะนำไปใช้ได้ อาการขาดสังกะสีบางกรณีอาจเกิดจากเชื้อไวรัสทริสเตซา หรือเชื้อราที่เกิดที่รากและโคนต้น ชาวสวนต้องรักษาอาการขาดสังกะสีด้วยการควบคุมเชื้อโรคหรือโดยการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งแล้วแต่สาเหตุ

5. โรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมงกานีส (Manganese deficiency)

ธาตุแมงกานีส (Mn) เป็นจุลธาตุที่มีความจำเป็นต่อพืชเช่นเดียวกันกับธาตุสังกะสี มีส่วนร่วมในกระบวนการสังเคราะห์แสง การสร้างคาร์โบไฮเดรต การสังเคราะห์วิตามิน ไรโบฟลาวิน (riboflavin) และกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ส้มที่ขาดธาตุนี้มักแสดงอาการของโรคที่ใบแก่ ในลักษณะของอาการเหลือง (chlorosis) อย่างสม่ำเสมอ

อาการของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมงกานีส

ต้นส้มซึ่งขาดธาตุแมงกานีสมักแสดงอาการผิดปกติรวม ๆ ไปกับการขาดธาตุสังกะสี จนบางครั้งอาจทำให้แยกความแตกต่างได้ยาก อาการขาดธาตุแมงกานีสสามารถเกิดได้ทั้งบนใบอ่อนและใบแก่ โดยใบเกิดอาการเหลืองตามบริเวณสองข้างของเส้นใบ ใบบางกว่าปกติแต่ขนาดของใบไม่เล็กลง ส้มมีรสจืด

สาเหตุของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมงกานีส

เกิดเนื่องจาการขาดธาตุแมงกานีสหรือส้มไม่สามารถนำธาตุนี้ขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมพันธ์กับดิน

การขาดธาตุแมงกานีสนี้ พบมากบนส้มซึ่งปลูกในดินที่เป็นดินปูน ดินร่วนปนทราย มากกว่าดินที่เป็นดินกรดหรือดินเปรี้ยว

การป้องกันหรือแก้ไขอาการของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมงกานีส

1. ป้องกันการขาดธาตุนี้ โดยการปรับปรุงดินหรือดูแลรักษาต้นส้มอยู่เสมอ ๆ ด้วยการใส่ปุ๋ยและการเขตกรรม เช่น การใช้ปุ๋ยคอก การให้ธาตุอาหารเสริมทางใบ และการใช้อินทรียวัตถุปรับปรุงสภาพของดิน

2. ต้นส้มที่แสดงอาการขาดธาตุแมงกานีส อาจแก้ไขโดยการให้ปุ๋ยทางใบ ซึ่งมีองค์ประกอบของแร่ธาตุแมงกานีส หรือให้แมงกานีสในรูปของเกลืออนินทรีย์ ได้แก่ แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) หรือแมงกานีสออกไซด์ (MnO) ฉีดพ่นให้ทางใบในอัตราส่วน 500-1,000 ส่วนในล้านส่วน เดือนละครั้งจนกว่าต้นส้มมีอาการปกติ หรืออาจให้เกลืออนินทรีย์ของแมงกานีสในรูปของแมงกานีสซัลเฟตทางดิน ในอัตรา 200-1,000 กรัม/ต้น/ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดอายุของต้นส้มและความรุนแรงของการขาดธาตุ

กาญจนา (2547) ได้รายงานว่า อาการของการขาดแมงกานีสจะคล้ายกับการขาดสังกะสี ซึ่งเกิดในสวนส้มบางแห่งที่มีความเข้มข้นของแมงกานีสในใบน้อยกว่า 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยความแตกต่างระหว่าง 2 ธาตุนี้ คือ สีของเนื้อเยื่อระหว่างเส้นกลางใบของต้นส้มที่เกิดอาการขาดแมงกานีสเป็นสีเขียวอ่อน ขนาดใบและรูปร่างใบยังคงปกติและข้อไม่สั้น อาการขาดที่เกิดขึ้นจะเกิดในใบอ่อนเท่านั้น โดยจะไม่เกิดกับใบแก่และอาจเกิดขึ้นได้ ถ้าค่าความเป็นกรดด่างมากกว่า 7.5

6. โรคที่เกิดจากการขาดธาตุเหล็ก (Iron deficiency)

ธาตุเหล็ก (Fe) เป็นแร่ธาตุอาหารที่มีความสำคัญ โดยเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ (enzyme) ซึ่งอยู่ในกระบวนการของการสร้างคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) และเป็นส่วนประกอบของโปรตีน ธาตุเหล็กเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในต้นพืช (non-mobile element) ดังนั้นอาการขาดธาตุเหล็กจึงมักปรากฏหรือเกิดขึ้นที่ใบอ่อน นอกจากนี้พบว่าการขาดธาตุเหล็ก พบมากในส้มที่ปลูกในดินที่เป็นด่าง พบในส้มเขียวหวาน ส้มโอ และส้มตรา

อาการของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุเหล็ก

อาการขาดธาตุเหล็กของส้มนี้จะคล้าย ๆ กับการขาดธาตุแมงกานีส (Mn) แมกนีเซียม (Mg) และสังกะสี (Zn) โดยทำให้ใบเกิดอาการด่างเหลือง การแยกความแตกต่าง ว่าเกิดจากการขาดธาตุใดต้องสังเกตให้ดี กล่าวคือ เมื่อส้มเกิดการขาดธาตุเหล็ก ในระยะแรก ๆ จะพบว่าใบอ่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตรงเนื้อใบระหว่างเส้นใบจะค่อย ๆ เหลือง เส้นใบแขนงเริ่มเป็นสีเขียวจางจนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมื่อใบแก่ขึ้นอาการนี้อาจหายได้ ถ้าขาดธาตุเหล็กเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าขาดธาตุนี้มาก ใบจะมีสีเหลืองมากขึ้นจนกลายเป็นเหลืองซีด ใบส้มจะค่อนข้างบางกว่าปกติ ขนาดอาจเล็กลงและมักเปราะ ใบร่วงเร็วกว่ากำหนดและปลายกิ่งมักเกิดอาการแห้งตาย (die back) ผลส้มมักมีขนาดเล็กลงหรืออาจไม่ติดผลเลยและมีเนื้อ ฟ่าม หยาบ

โดยส่วนใหญ่การขาดธาตุเหล็กมักเกิดรวมกับการขาดธาตุอาหารอื่น ๆ ด้วย

สาเหตุของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุเหล็ก

เกิดเนื่องจากการขาดธาตุเหล็ก หรือต้นส้มไม่สามารถใช้ธาตุเหล็กที่มีอยู่ในดินให้เป็นประโยชน์ได้

ความสัมพันธ์กับดิน

พบอาการขาดธาตุเหล็กกับส้มที่ปลูกในดินค่อนข้างเป็นด่าง (pH มากกว่า 6.5) ดินทรายหรือดินปูน และดินที่ขาดการใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอก ดินที่มีการปลูกพืชต่าง ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยไม่มีการฟื้นดินหรือปรับปรุงสภาพดินและในดินที่น้ำทะเลท่วมถึง

การป้องกันหรือแก้ไข

1. ในกรณีที่ดินเป็นกรดจัด การแก้ไขทำได้ค่อนข้างยากและต้องการเวลามาก อาจแก้ไขได้โดยการใช้สารเคมีบางชนิด หรือการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลตกค้างในดินเป็นกรด เช่น การใช้ปุ๋ยพวกไอออนซัลเฟต (SO_4) แต่ต้องระมัดระวัง เพราะอาจมีผลทำให้โครงสร้างของดินเปลี่ยนไปจนเกิดความไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

2. หากต้นส้มแสดงอาการขาดธาตุเหล็กเพียงเล็กน้อย การใช้ปุ๋ยทางใบหรือธาตุอาหารเสริมทางใบ ซึ่งประกอบด้วยเกลืออนินทรีย์ของเหล็ก หรือการให้เหล็กซัลเฟต ($FeSO_4$) สามารถให้ต้นส้มมีอาการดีขึ้นได้

3. การใช้เหล็กคีเลต (chelated iron) ใส่ในดินโดยตรง สามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้แต่ต้องใส่ให้ทีละน้อย เพราะอาจเป็นพิษทำอันตรายต่อรากส้มได้ ถ้าใส่มากเกินไป การให้เหล็กคีเลตต้องเว้นระยะห่างนานพอสมควร คือ ไม่เกิน 0.5-1 กิโลกรัม/ต้น/ปี สำหรับต้นส้มขนาดใหญ่

4. แนวปฏิบัติประการหนึ่งซึ่งสามารถป้องกันการขาดธาตุเหล็กในส้มได้คือ การปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะสม (5.6-6.5) ในกรณีของดินด่าง ควรแก้ไขโดยการใช้ปูนยิบซัมและดินกรดควรแก้ไขด้วยการใช้ปูนขาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7. โรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมกนีเซียม (Magnesium deficiency)

ธาตุแมกนีเซียม (Mg) เป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อพืชมาก เนื่องจากธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ และมีบทบาทหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการหายใจและขบวนการอื่น ๆ ของพืชอีกมาก แม้ว่าแมกนีเซียมเป็นธาตุหลักที่มีปริมาณมากในดิน แต่เป็นแร่ธาตุที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมากเช่นกัน ส้มเขียวหวาน ส้มตราและส้มโอ จึงปรากฏอาการขาดธาตุนี้เสมอ ๆ โดยเฉพาะในต้นส้มที่มีอายุมากหรืออยู่ในระยะการให้ผลผลิต

อาการของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมกนีเซียม

ส้มที่เกิดการขาดธาตุแมกนีเซียม จะปรากฏการด่างเหลืองหรือสีเหลืองบรอนซ์บนแผ่นใบ โดยเส้นกลางใบและเนื้อในบริเวณโคนใบยังคงมีสีเขียว ทำให้ดูคล้ายกับรูปลิ่มหรือตัววีหัวกลับ (inverted V-shaped) ธาตุแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ในต้นพืช อาการด่างเหลืองบนใบจึงปรากฏกับใบแก่ก่อนใบอ่อน แต่ในกรณีที่ต้นส้มขาดธาตุนี้อย่างรุนแรง เช่น การขาดธาตุนี้ในส้มโอ ใบอ่อนก็เกิดอาการเหลืองได้เด่นชัดเช่นเดียวกับใบแก่ ใบที่แสดงอาการขาดธาตุนี้รุนแรงจะเหลืองทั้งใบและหลุดร่วง ส้มที่แสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียมมักเกิดการขาดธาตุสังกะสี และแมงกานีสควบคู่ไปด้วยเสมอ

สาเหตุของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมกนีเซียม

เกิดเนื่องจากการขาดธาตุแมกนีเซียม หรือส้มไม่สามารถใช้ธาตุนี้ให้เป็นประโยชน์ได้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ธาตุนี้ถูกตรึงอยู่ในดิน

ความสัมพันธ์กับดิน

การขาดธาตุแมกนีเซียมในส้ม มักปรากฏเสมอ ๆ ในแหล่งปลูกที่เป็นดินเหนียวหรือที่เป็นดินปูน และมักเกิดการขาดธาตุนี้อย่างรุนแรงกับส้มที่ปลูกในดินที่เป็นด่างจัด

การป้องกันหรือแก้ไขอาการของโรคที่เกิดจากการขาดธาตุแมกนีเซียม

1. ปรับปรุงสภาพของดินอยู่เสมอ ๆ ด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อป้องกันการขาดธาตุอาหาร

2. ฉีดพ่นธาตุอาหารเสริมหรือปุ๋ยทางใบ เมื่อส้มให้ผลผลิต โดยเฉพาะเมื่อผลส้มมีอายุ 2-6 เดือน โดยฉีดพ่นด้วยอัตราความเข้มข้นต่ำ แต่ฉีดพ่นให้บ่อยครั้ง 15-30 วัน/ครั้ง เพราะในระยะนี้เป็นระยะที่ต้องการธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุรองมาก

3. ในกรณีที่ต้นส้มแสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียม สามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว โดยการฉีดพ่นด้วยสารละลายของแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) หรือแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต ($MgNH_4PO_4.6H_2O$) เข้มข้น 1-2% ฉีดพ่น 10-15 วัน/ครั้ง จนส้มมีอาการปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กาญจนา (2547) ได้รายงานว่า ค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบน้อยกว่า 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่อาการรุนแรงใบอาจจะร่วงก่อนกำหนด ใบอาจจะแห้งตาย ยกเว้นเส้นกลางใบและฐานใบซึ่งยังคงเขียว ส่วนที่เป็นสีเขียวของใบลักษณะจะคล้ายกับตัววีหัวกลับ ผลผลิตที่ได้จากต้นส้มที่ขาดแมกนีเซียมโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็ก น้ำตาลและกรดต่ำ

บทบาทของธาตุอาหารต่อผลผลิตและคุณภาพของส้ม มีดังต่อไปนี้ (จุฑามาศ, 2546)

1. ไนโตรเจน

เป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีนที่จำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์ขยายตัวของส่วนต่างๆ เช่น ยอด ใบ กิ่ง นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ ช่วยให้การสังเคราะห์แสงเป็นไปได้ตามธรรมชาติ

ไนโตรเจน เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในพืชได้ดีมาก เนื่องจากส้มใช้ไนโตรเจนในการแตกกิ่งก้าน และใบอ่อนค่อนข้างสูง ดังนั้นไนโตรเจนส่วนมากที่ใช้ในการสร้างยอดอ่อน จึงถูกดึงมาจากใบแก่แทนที่จะใช้ส่วนที่รากเพิ่งดูดได้มาจากดินใหม่ๆ โดยปกติหลังจากใส่ปุ๋ยแล้ว 5-7 วัน จึงเริ่มพบไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้น จุฑามาศ (2546) ได้รายงานผลการวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน และธาตุอาหารอื่นๆ บางชนิดในใบส้ม (ตารางที่ 7)

อาการขาดไนโตรเจนแสดงออกอย่างชัดเจนในหลายลักษณะ ถ้าหากรากดูดจากดินได้น้อยต่อเนื่องกันระยะหนึ่ง ส้มก็ยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ โดยหมุนเวียนเอาไนโตรเจนในใบแก่มาเลี้ยงยอดอ่อน ดังนั้นอายุของใบจึงลดลงจาก 1-3 ปี เหลือเพียง 6 เดือนเท่านั้น เมื่อใบแก่สูญเสียไนโตรเจนไปมากใบจะเหลืองแล้วหลุดร่วง คงเหลือใบที่มีอายุน้อยกว่าซึ่งมีอาการเหลืองซีดอยู่ตามกิ่งก้าน ใบที่เหลือมักบางและมีอายุสั้น ต้นส้มที่มีสภาพเช่นนี้เมื่อกระทบแสงแดดจัดหรือหนาวจัดใบจะไหม้ได้ง่าย เมื่อใบร่วงมากเข้ากิ่งจะแห้งเริ่มจากปลายยอดลงมา ส้มแทบจะไม่ได้ผลผลิตหรือได้เฉพาะผลที่มีคุณภาพต่ำ

หากการขาดไนโตรเจนไม่รุนแรงมาก การร่วงของใบจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยอายุของใบจะเหลือเพียง 12-18 เดือน แล้วร่วงหล่น อาการที่ปรากฏอย่างชัดเจน คือ ใบแก่มีอาการเหลืองเนื่องจากไนโตรเจนบางส่วนถูกหมุนเวียนไปเลี้ยงใบอ่อน

ถ้าส้มได้ไนโตรเจนในระดับที่สูงเกินไป อาจทำให้ส้มแก่ช้า ผลผลิตและคุณภาพลดลง เช่น เปลือกหนา ขนาดเล็กลง ปริมาณน้ำในผลลดลง รสเปรี้ยว กรดมากขึ้น ส้มบางพันธุ์ผลจะแตกง่าย เก็บได้ไม่นาน

โดยทั่วไปดินส่วนใหญ่ขาดธาตุไนโตรเจนมากกว่าธาตุอื่นๆ (เนาวรัตน์, 2543) ซึ่งไนโตรเจนในดินสูญเสียได้โดยง่าย ด้วยการชะล้าง (leaching) ในรูปเกลือไนเตรต หรือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดการระเหย (volatilization) ในรูปแอมโมเนีย (สมบุญ, 2544) เนื่องจากพืชมีความต้องการธาตุไนโตรเจนเป็นปริมาณมาก และในดินมีปริมาณไม่เพียงพอ ดังนั้นธาตุไนโตรเจนจึงจัดเป็นธาตุหนึ่งที่จำเป็นต้องใส่ลงไปในดินในรูปของปุ๋ยชนิดต่างๆ นอกจากนี้พืชยังได้รับไนโตรเจนจากแหล่งอื่นๆ เช่น จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ และการแปรสภาพของสารประกอบอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดิน (มุกดา, 2544)

2. ฟอสฟอรัส

เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งเป็นโปรตีนที่สำคัญในพันธุกรรมของพืช อีกทั้งยังเป็นส่วนที่สำคัญของสารที่ให้พลังงานต่างๆ ในพืชและน้ำย่อยหลายชนิด ช่วยให้การเจริญเติบโตดำเนินไปตามปกติไม่หยุดชะงัก ฟอสฟอรัสนอกจากจะช่วยส่งเสริมการติดดอกของส้มแล้ว ยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลส้มมากกว่าธาตุอื่นๆ อีกด้วย

โดยปกติไม่ค่อยจะพบอาการขาดฟอสฟอรัสบ่อยนัก แม้ในดินที่มีฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำส้มก็ยังสามารถดูดมาใช้พอที่จะเจริญเติบโตได้ อาการขาดจะปรากฏชัดเจนเมื่อใบมีฟอสฟอรัสต่ำกว่า 0.07 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งเกิดขึ้นได้ค่อนข้างยาก

เมื่อส้มขาดฟอสฟอรัสอย่างรุนแรงจะปรากฏอาการโดยทั่วไป คือ การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง ใบมีขนาดเล็ก แก่เร็วและอายุใบสั้นกว่าปกติ ใบที่แตกมาใหม่จะมีสีซีด คุณภาพของผลผลิตจะลดลงมาก เช่น เปลือกหนาและหยาบ สีผิวซีด เนื้อฟ่าม ปริมาณกรดในน้ำคั้นสูง

ส้มต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณน้อยเช่นเดียวกับไม้ผลอื่นๆ แต่ถ้าขาดฟอสฟอรัสจะมีผลคล้ายกับอาการที่ส้มได้รับไนโตรเจนสูง ในการผลิตส้มให้มีปริมาณผลผลิตและคุณภาพสูงต้องมีการรักษาระดับของทั้งฟอสฟอรัสและไนโตรเจนในใบให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยควรรักษาระดับไนโตรเจนค่อนข้างสูงในต้นส้มอายุน้อยเพื่อให้มีการเจริญเติบโตที่ดี ฉะนั้นจะต้องรักษาระดับฟอสฟอรัสในพืชให้สูงเช่นกัน เพื่อลดผลกระทบของไนโตรเจนต่อคุณภาพของผลผลิต แต่อย่าให้ฟอสฟอรัสสูงเกินไป จะมีผลเสียต่อคุณภาพผลผลิตได้

3. โพแทสเซียม

เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดีมากทั้งภายในเซลล์ และผ่านทางท่อน้ำหรือท่ออาหาร หน้าที่หลักของโพแทสเซียม คือ สร้างภาวะสมดุลกับไอออนลบ ปรับ pH ภายในเซลล์ให้เหมาะสม กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด มีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนและการสังเคราะห์แสง ปรับความเต่งของเซลล์ให้เหมาะสมกับกิจกรรมของเซลล์แต่ละประเภท เช่น การยืดตัวของเซลล์ที่กำลังเจริญเติบโตและการทำงานของเซลล์ควบคุมการทำงานเปิดปิดปากใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการขาดธาตุนี้จะเริ่มปรากฏ หากใบส้มมีโพแทสเซียมต่ำกว่า 0.3-0.4 เปอร์เซ็นต์ ยอดที่แตกใหม่จะไม่แข็งแรง ปลายยอดแห้งแล้วลุกลามลงมาที่โคนกิ่ง ใบมักมีขนาดเล็ก ผิวใบเป็นลูกคลื่น เมื่อส้มขาดโพแทสเซียมได้ระยะหนึ่ง ขอบใบโดยเฉพาะปลายใบจะเหลืองจนซีดแล้วลุกลามเข้ามากินเนื้อที่ผิวใบประมาณครึ่งหนึ่ง แต่ใบจะไม่ร่วงเร็วเหมือนกรณีที่ขาดไนโตรเจนกับแมกนีเซียม บริเวณปลายใบที่เหลืองซีดนั้นเนื้อเยื่อจะตายกลายเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเรียกอาการเช่นนี้ว่า ปลายใบไหม้ (tipburn)

เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการเจริญของผล เมื่อส้มขาดโพแทสเซียมทำให้ผลมีขนาดเล็ก เปลือกบาง ปริมาณกรดในน้ำคั้นลดลง ถ้าโพแทสเซียมมีระดับสูงไปจะมีผลกระทบต่อส้มคล้ายกับอาการที่ส้มได้รับไนโตรเจนมากเกินพอ

นพดล (2538) กล่าวว่า โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่พบมากในบริเวณส่วนอ่อนของพืช เช่น ในเนื้อเยื่อเจริญบริเวณยอดของต้น ปลายราก ตาข้าง ใบอ่อน ในเนื้อใบ (mesophyll) ในใจกลางของต้น (pith) และในท่อลำเลียงอาหาร (phloem)

4. แคลเซียม

เป็นองค์ประกอบของสารเชื่อมยึดระหว่างเซลล์ และเป็นองค์ประกอบของน้ำย่อยที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของแป้ง ทำหน้าที่ควบคุมให้ของเหลวในเซลล์เลือกดูดกินธาตุอาหาร และป้องกันการทำงานมากเกินกว่าที่ควรของสารกระตุ้นการยืดของเซลล์

แคลเซียม เป็นธาตุที่สะสมอยู่ในใบส้มค่อนข้างมาก ส้มที่ปลูกในดินทั่วไปมักไม่ค่อยขาดธาตุนี้ ถ้าหากว่าใบส้มมีแคลเซียมต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ต้นส้มจะโตช้า ทรงพุ่มเล็ก รากไม่ค่อยพัฒนา ปลายกิ่งแห้ง ขอบใบและเนื้อใบระหว่างเส้นใบเหลืองซีด ส้มต้องการแคลเซียมในปริมาณมาก ถ้าขาดอาจทำให้เกิดอาการผลแตก ซึ่งมักจะเกิดในสภาพดินเป็นกรด หรือในส้มที่มีการแตกใบมาก เนื่องจากได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสูง ทำให้การดูดธาตุแคลเซียมลดลง แต่ถ้าระดับของแคลเซียมสูง การดูดธาตุแมงกานีสและโพแทสเซียมจะลดลงอย่างชัดเจน

ชัยฤกษ์ (2536) รายงานว่า ปริมาณแคลเซียม ในใบมีปริมาณมากกว่าในส่วนของปลายยอด ทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียม จะสะสมในใบแก่มากกว่าส่วนอื่น ๆ เพราะแคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนย้ายได้ยาก อาการขาดธาตุแคลเซียมจึงเกิดที่บริเวณใบอ่อนก่อน (สมบุญ, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. แมกนีเซียม

เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของคลอโรฟิลล์ และทำหน้าที่กระตุ้นการเกิดสารพลังงานต่างๆ ในพืช ซึ่งเกี่ยวพันกับกระบวนการสร้างแป้ง น้ำตาล ไขมัน และวิตามินต่างๆ ตลอดจนการแบ่งเซลล์ของพืช โดยปกติแมกนีเซียมสามารถเคลื่อนย้ายจากเนื้อเยื่อแก่ไปยังเนื้อเยื่ออ่อน เช่น ใบอ่อน และผลอ่อนได้ง่าย ดังนั้นอาการขาดแมกนีเซียมจึงปรากฏที่ใบแก่ เมื่อใบส้มมีแมกนีเซียมต่ำกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ จะเริ่มแสดงอาการโดยใบแก่มีคลอโรฟิลล์น้อยลง ใบจะเหลืองแล้วเข้มขึ้นเป็นสีทองแดง นอกจากนี้อาจมีรอยสีเหลืองปรากฏที่เนื้อใบ ระหว่างเส้นใบ และเป็นแนวไปตามเส้นกลางใบ ปลายใบมีสีเหลืองซีดลุกลามต่อเนื่องลงมาตามขอบใบทั้งสองด้าน อาการเหลืองจะลุกลามเข้ามาที่แผ่นใบเรื่อยๆ จนเหลือเนื้อใบสีเขียวเป็นรูปตัววีคว่ำลงครอบแนวฐานใบ มักจะพบในดินที่เป็นกรด ดินเนื้อหยาบและมีการชะล้างสูง

อำไพวรรณ (2542) กล่าวว่า อาการขาดธาตุแมกนีเซียม มักแสดงอาการชัดเจนบนใบแก่ หากรุนแรงมากอาการปรากฏชัดเจนใบอ่อนได้เช่นกันและพบว่า ปริมาณของแมกนีเซียมจะมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับแคลเซียม ทั้งนี้เนื่องจากปกติแล้ว พืชจะรักษาสมดุลระหว่างแคลเซียมกับแมกนีเซียมไว้เสมอ ซึ่งหากสมดุลนี้เสียไปแล้วจะก่อให้เกิดการผิดปกติของผลผลิต (Tisdale และคณะ, 1985)

ดนัย (2540) กล่าวว่า คลอโรฟิลล์ เป็นรงควัตถุ ซึ่งมีสีเขียวที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พบในพืชสีเขียวทุกชนิด ในใบพืชที่มีสีเขียว จะมีคลอโรฟิลล์ประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด

นงคราญ และคณะ (2544) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ ร่วมกับธาตุแมกนีเซียม พบว่า การใส่แมกนีเซียมร่วมด้วยนั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของส้มเขียวหวาน คือ ส้มจะมีแนวโน้มสูงกว่า และทรงพุ่มใหญ่กว่า การใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว และจากการสังเกต พบว่าส้มเขียวหวานที่ได้รับแมกนีเซียม มีใบดก หนา และใบมีสีเขียวเข้มกว่าส้มที่ได้รับปุ๋ยเพียงอย่างเดียว สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่ใช้ในการทดลองนั้น เป็นอัตราที่เพียงพอต่อความต้องการของส้มเขียวหวาน เพราะค่าวิกฤตของปริมาณแมกนีเซียมที่สะสมในใบส้มเขียวหวานคือ 0.26% ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมที่สะสมในใบส้มเขียวหวานที่ทดลองมีสูงถึง 0.38%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. เหล็ก

เหล็ก มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และสารสำคัญอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืชด้วย จุฑามาศ (2546) ได้รายงานผลการวิเคราะห์ธาตุเหล็ก และธาตุอาหารอื่นๆ บางชนิดในใบส้ม (ตารางที่ 8) ปัญหาการขาดธาตุเหล็กเกิดขึ้นในสวนส้มซึ่งดินเป็นด่างหรือเป็นกลางดินทราย หรือดินอินทรีย์ อาการขาดธาตุนี้สังเกตได้ง่าย คือ ใบอ่อนมีสีเหลืองซีด ขณะที่เส้นกลางใบและเส้นใบที่แยกจากเส้นกลางใบมีสีเขียวอ่อน ใบอ่อนที่แสดงอาการดังกล่าวจะยังคงมีอายุยืนยาวต่อไปจนแก่เต็มที่โดยไม่ร่วงหล่น อาจแบ่งอาการเป็น 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 ถ้าขาดเหล็กเพียงเล็กน้อย อาการที่ปรากฏจะค่อยๆ หายไปหรือยังคงปรากฏอาการไปเรื่อยจนกว่าใบจะหมดอายุ

แบบที่ 2 อาการขาดระดับปานกลางถึงรุนแรง ใบจะเหลืองซีดต่อไปจนหมดอายุ และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพใบเขียวได้อีก

แบบที่ 3 หากส้มขาดเหล็กรุนแรงและเรื้อรัง จะหยุดการเจริญเติบโต ปลายยอดแห้งและลามลงมาตามกิ่งก้าน

หากส้มขาดธาตุเหล็กพร้อมกับสังกะสี หรือแมงกานีส อาการที่ปรากฏจะไม่เด่นชัดดังที่ได้อธิบายข้างต้น แต่จะมีอาการหลากหลายปะปนกันระหว่างอาการขาดของสองธาตุ หรือสามธาตุ

Wutscher and Smith (1993) ; Chang *et al*. (1994) ได้รายงานว่า ต้นส้มที่ได้รับธาตุเหล็กไม่เพียงพอ จะแสดงอาการที่ใบอ่อนก่อน ซึ่งสอดคล้องกับ อำไพวรรณ (2527) ที่ได้กล่าวไว้ว่า อาการขาดธาตุเหล็ก มักปรากฏหรือเกิดขึ้นที่ใบอ่อน เมื่อส้มเกิดการขาดธาตุเหล็กในระยะแรก ๆ จะพบว่าใบอ่อนตรงเนื้อใบระหว่างเส้นใบจะค่อย ๆ เหลือง เส้นใบแขนงเริ่มเป็นสีเขียวจางจนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมื่อใบแก่ขึ้น อาการนี้อาจหายได้ถ้าหากขาดธาตุเหล็กเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าขาดธาตุนี้มาก ใบจะมีสีเหลืองมากขึ้นจนกลายเป็นสีเหลืองซีด

7. แมงกานีส

มีส่วนร่วมในกระบวนการสังเคราะห์แสง การสร้างคาร์โบไฮเดรต และสังเคราะห์วิตามินไรโบฟลาวินและกรดแอสคอร์บิก

อาการขาดธาตุแมงกานีสเกิดได้กับส้มที่ปลูกในดินทั่วๆ ไป เหมือนกับธาตุอาหารเสริมประเภทโลหะ เช่น สังกะสี และเหล็ก แต่มักเกิดอาการเพียงเล็กน้อยในใบอ่อนที่กำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นช่วงที่ใบพืชต้องการแมงกานีสมาก แต่รากอาจดูดมาได้ไม่พอ อย่างไรก็ตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวในระยะสั้นแล้วก็จะหายไปเอง ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากพืชได้ส่งธาตุนี้มาบำรุงเลี้ยงใบเพียงพอในภายหลัง แต่ถ้าอาการยังคงอยู่และมีแนวโน้มที่จะรุนแรงขึ้น จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อชดเชยแมงกานีสแก่พืช

อาการขาดธาตุแมงกานีสของใบส้มเกิดขึ้นที่ใบอ่อน ใบจะมีสีเขียวอ่อนเป็นจ้ำๆ กระจายทั่วไปบนพื้นใบสีเขียว ขอบใบเริ่มเหลืองโดยรอบ แล้วค่อยๆ ลุกลามเข้ามาจนใบมีสีเหลืองกระจายไปทั่ว โดยมีสีเขียวเข้มแทรกเป็นหย่อมๆ เส้นใบค่อยๆ ซีดลงแล้วเหลืองทั้งหมด ต่างจากอาการขาดเหล็ก ซึ่งเส้นใบยังมีสีเขียวชัดเจน ขณะที่ใบยังมีขนาดผิดปกติ เมื่ออาการลุกลามมากขึ้นใบที่ขยายตัวแล้วตลอดจนใบแก่ก็จะมีอาการแบบเดียวกันทั้งต้น หากมีสีทองแดงปรากฏเป็นหย่อมๆ ที่ใบส้ม แสดงว่านอกจากขาดแมงกานีสแล้ว ส้มต้นนี้ยังอาจจะขาดสังกะสี แมกนีเซียม หรือเป็นพิษจากบางธาตุก็ได้

ต้นส้มที่ได้รับแมงกานีสไม่เพียงพอ จะแสดงอาการในใบอ่อน โดยใบจะมีอาการเหลืองซีดขณะที่เส้นใบยังเขียวอยู่ (intervienal chlorosis) (Wutscher and Smith, 1993) อำไพวรรณ (2527) รายงานว่า ต้นส้มที่ขาดธาตุแมงกานีส มักแสดงอาการผิดปกติรวม ๆ ไปกับการขาดธาตุสังกะสี จนบางครั้งอาจทำให้แยกความแตกต่างได้ยาก

8. สังกะสี

เป็นองค์ประกอบสำคัญของฮอร์โมนซึ่งควบคุมการเจริญเติบโต มีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์และกระบวนการสร้างแป้ง

ส้มเป็นพืชที่ค่อนข้างไวต่อการขาดสังกะสี และเกิดปัญหานี้ได้ง่ายเนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ในบรรดาธาตุอาหารเสริมด้วยกันส้มต้องการสังกะสีค่อนข้างมาก และจากการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราสูงมีผลให้สังกะสีตกตะกอนเป็นสังกะสีฟอสเฟตซึ่งละลายน้ำยาก

อาการที่ปรากฏเด่นชัด คือ ใบอ่อนด่าง โดยมีจ้ำสีเหลืองประปรายทั่วไปและขนาดของใบเล็กลง ซึ่งชาวสวนเรียกว่า โรคใบแก้ว สำหรับต้นที่เริ่มขาดสังกะสีจะแสดงอาการที่ใบของกิ่งเล็กเพียงไม่กี่กิ่ง โดยต้นส้มยังคงเจริญเติบโตได้ แต่เมื่ออาการปรากฏในหลายๆ กิ่งก็จะกระทบต่อการเจริญเติบโต ใบมีขนาดเล็ก แคบ และเหลืองทั้งใบ หากการขาดแคลนมีความรุนแรงเป็นเวลานานๆ ใบส้มจะร่วง ปลายกิ่งแห้งลามลงมาหาโคนกิ่ง ผลมีขนาดเล็ก รูปทรงผิดปกติและสีเปลือกซีด หากฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบ ส้มที่มีอาการขาดธาตุนี้รุนแรงแผ่นใบส่วนที่ได้รับละอองปุ๋ยอย่างเพียงพอจะค่อยๆ ฟื้นตัวกลับเขียวขึ้นทีละน้อยเป็นจุดๆ บนแผ่นใบซึ่งเคยเหลืองซีด เมื่อสังกะสีถูกดูดเข้าไปมากขึ้นแล้วเคลื่อนย้ายไปตามเส้นใบจะช่วยให้เส้นใบค่อยๆ เขียวขึ้นด้วย ส้มอาจขาดสังกะสีพร้อมกับธาตุอาหารเสริมธาตุอื่นที่เป็นโลหะ เช่น เหล็ก และแมงกานีส บางครั้งในกิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เดียวกันมีอาการขาดของทั้งสามธาตุนี้ปรากฏอยู่ ซึ่งทำให้ชาวสวนสับสนและวินิจฉัยไม่ถูกว่าเป็นอาการขาดธาตุใดกันแน่ อย่างไรก็ตามหากตรวจอาการที่ใบในแต่ละกิ่งให้ละเอียดอาจพบว่ามีบางใบที่แสดงอาการขาดธาตุหนึ่งชัดเจน ในขณะที่ใบอื่นแสดงอาการขาดอีกธาตุหนึ่งก็ได้ ทำให้ทราบว่าต้นส้มกำลังขาดแคลนมากกว่าหนึ่งธาตุ

ส้มที่เป็นโรค citrus blight และทริสเตซา (tristeza) อาจแสดงอาการเหมือนขาดสังกะสี ทั้งนี้เนื่องจากโรคดังกล่าวมีผลให้การเคลื่อนย้ายสังกะสีภายในต้นลดลง ใบพืชจึงได้รับธาตุนี้ไม่เพียงพอจนแสดงอาการขาดให้ปรากฏที่ใบ

อำไพวรรณ (2542) กล่าวว่า การขาดธาตุสังกะสีของส้ม จะปรากฏที่ส่วนใบอ่อนและตามด้วยการตายของปลายยอด ซึ่งได้สอดคล้องเช่นเดียวกับมนตรี (2538) ซึ่งอ้างโดย วีระ (2543) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การขาดธาตุสังกะสี อาการที่ปรากฏให้เห็น คือ บริเวณใบอ่อนและใบที่อยู่ใกล้ยอดจะลดขนาดลงและแคบจนมีลักษณะเรียวแหลมเหมือนใบพาย ปลายชูตั้งขึ้น สีของใบจะซีดเหลือง ทั่วใบขณะที่เส้นใบยังเขียวอยู่ โดยเรียกอาการเช่นนี้ว่า “ใบแก้ว” และอาการขาดธาตุสังกะสีนี้ มักพบร่วมกับการขาดธาตุเหล็กและแมงกานีส

9. ทองแดง

เป็นองค์ประกอบของน้ำย่อยที่เกี่ยวกับการเพิ่มออกซิเจนให้กับสารพวกแอลกอฮอล์ในพืช และเกี่ยวพันกับการสังเคราะห์แป้ง น้ำตาล

อาการขาดธาตุทองแดงแตกต่างจากอาการขาดสังกะสี แมงกานีส และเหล็ก ตรงที่ไม่ปรากฏอาการเหลืองที่ใบ อาการเริ่มแรก คือ ใบโตขึ้นผิดปกติและมีสีเขียวเข้ม ต่อมาปลายยอดเริ่มแห้งตาย เกิดตาใหม่ๆ เป็นกลุ่มตามบริเวณกิ่งที่ยังเขียว และเป็นจุดกำเนิดของกิ่งย่อย สังเกตได้ชัดเจนว่ามียางเหนียวแทรกอยู่ระหว่างเปลือกและเนื้อไม้ของกิ่งอ่อนเป็นบางบริเวณ เกิดปุ่มปมสีน้ำตาลบนเปลือกผล ตามผิวของกิ่งและใบ ยอดอ่อนที่แตกใหม่จะมีใบที่เล็กและเรียวยาว หากอาการอยู่ในระดับปานกลางการเจริญเติบโตของผลยังปกติ แต่ถ้าอาการรุนแรงมากจะเกิดแผลสีน้ำตาลที่ผล เปลือกผลแข็ง มีรอยปริแล้วร่วงหล่น

ต้นส้มที่ได้รับทองแดงไม่เพียงพอมักไม่ค่อยพบ เนื่องจากในสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช มักมีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามหากขาดจะมีอาการใบเขียวเข้ม ขรุขระบิดเบี้ยว และยังมีอาการ exanthema คือ มีการสะสมยางระหว่างเปลือกและเนื้อไม้ของกิ่งอ่อนและมีอาการยางไหล เมื่อเปลือกแตก ซึ่งมักจะเกิดใกล้ตาข้าง บางครั้งเรียกว่า โรคยางไหลหรือโรคสนิมแดง (res rust) (Wutscher and Smith, 1993 ; Koo, 1989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 ค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบส้มที่เหมาะสม (จุฑามาศ, 2546)

ธาตุอาหารในใบส้ม (%น้ำหนักแห้ง)					
ระดับความพอเพียง	**ไนโตรเจน**	**ฟอสฟอรัส**	**โพแทสเซียม**	**แคลเซียม**	**แมกนีเซียม**
ขาด	<2.20	<0.09	<0.70	<1.50	<0.20
ต่ำ	2.20-2.40	0.09-0.11	0.70-1.10	1.50-2.90	0.20-0.29
เหมาะสม	2.50-2.70	0.12-0.16	1.20-1.70	3.00-4.90	0.30-0.49
สูง	2.80-3.00	0.17-0.29	1.80-2.30	5.00-7.00	0.50-0.70
มากเกิน	>3.00	>0.30	>2.40	>7.00	>0.80

ตารางที่ 8 ค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในใบส้มที่เหมาะสม (จุฑามาศ, 2546)

ธาตุอาหารรองในใบส้ม (ส่วนต่อล้าน)				
ระดับความพอเพียง	**เหล็ก**	**แมงกานีส**	**สังกะสี**	**ทองแดง**
ขาด	<35	<17	<17	<3
ต่ำ	36-59	18-24	18-24	3-4
เหมาะสม	60-120	25-100	25-100	5-16
สูง	121-200	101-300	101-300	17-20
มากเกิน	>200	>500	>500	>20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Timmer *et al*. (1982) ทำการศึกษา sweet orange ที่มี rough lemon เป็นต้นตอ ซึ่งมีอาการต้นโทรม โดยทดลองฉีด oxytetracycline (OTC) ปริมาณ 10-30 กรัมต่อต้น ภายใต้ความดัน 1,300-1,700 kPa เพื่อพยายามลดอาการโทรมของต้นส้ม พบว่า กิจกรรมของ OTC มีสูงถึง 70-95% ในตัวอย่างของกิ่งอ่อน อายุ 3 สัปดาห์ และพบความทนทานในใบแก่ อายุ 3-5 เดือน และในกิ่งอ่อน อายุ7-8 เดือน หลังจากฉีดเข้าไป

Mendes *et al*. (2001) ศึกษาการรวมตัวของโปรโตพลาสต์ ส้ม mandarin พันธุ์ Cleopatra และ Rangpur lime (*C. limonia*) ซึ่งได้มาจากการพัฒนา และการเจริญเติบโตของต้นอ่อนต้นพ่อแม่พันธุ์ ร่วมกับ sour orange (*C. aurantium*) ผลที่ได้คือ ได้ต้นที่เกิดจาก somatic hybridization แล้วนำต้น somatic hybrids ไปทำการประเมินสัณฐานวิทยาของใบ นับจำนวนโครโมโซม และการสุ่มวิเคราะห์ลักษณะ DNA พบว่า somatic hybrids ประกอบด้วยลักษณะที่ได้จากทั้งต้นพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งมีความทนทานต่อโรคโทรมในส้ม และโรคทริสเตซา

Pavan and Wutscher (1993) ศึกษาปริมาณธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และ pH ในดิน ซึ่งเป็นตัวเปรียบเทียบต้นส้มที่แสดงอาการต้นโทรม และต้นปกติ ในรัฐฟลอริดาของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในราก และสาเหตุของต้นโทรมในส้มที่ยังไม่มีใครทราบ ซึ่งลักษณะอาการที่แตกต่างกันออกไปจากการสังเกตพบหลายอาการที่แตกต่างกันออกไป คือ ลักษณะอาการขาดธาตุสังกะสีในใบ อาการยืนต้นตายผลและใบเล็ก ซึ่งระดับของธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม พบมากในต้นส้มที่แสดงอาการโทรม แต่มีการสะสมน้อยกว่าในต้นปกติ และในรากของต้นที่แสดงอาการโทรมมีปริมาณโพแทสเซียมมาก ส่วนปริมาณเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีน้อยกว่าต้นปกติ

นันทรัตน์ (2544) ศึกษาผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นลิ้นจี่ พันธุ์ฮงฮวย อายุ 1, 2 และ 3 ปี เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โบรอน และสังกะสี ในส่วนของรากขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ลำต้น กิ่งแขนงที่ 1, 2 และ 3 กิ่งแขนงเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1 เซนติเมตร กิ่งแขนงเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เซนติเมตร และใบ พบว่า ธาตุอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ที่ใบมากกว่าส่วนอื่น และใบทั้งหมดของต้นลิ้นจี่ อายุ 3 ปี มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าใบของต้นลิ้นจี่ อายุ 1 ปี 20-40 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Wutscher and Hardesty (1979) อ้างโดย ยุทธนา และคณะ (2546) ได้ศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในส้มที่มีอาการปกติเปรียบเทียบกับส้มที่มีอาการต้นโทรม (decline หรือ blight-affected orange) พบว่าสภาวะความเข้มข้นของธาตุในพืชที่มีอาการต้นโทรมมีปริมาณธาตุอาหารในใบ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่ำกว่าต้นปกติ

ภิญโญ (2543) กล่าวว่า ในการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบการขาดแคลนธาตุอาหารนั้น น้ำส้มจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการขาดแคลนธาตุแคลเซียม และการสะสมแมกนีเซียมได้ดีที่สุด ส่วนสังกะสีซึ่งเป็นจุลธาตุที่มีความสำคัญต่อปริมาณ และคุณภาพของส้ม ควรวิเคราะห์จากเปลือก โดยควรจะมีปริมาณสังกะสีในเปลือก 18-20 ส่วนต่อล้าน สำหรับเหล็กซึ่งมีการให้ทั้งทางดินและทางใบ พบว่าการเพิ่มขึ้นของธาตุเหล็กในใบ ไม่มีผลต่อความแตกต่างของธาตุเหล็กในเปลือกและกาก ส่วนกรณีของโบรอน พบว่า ส้มเขียวหวานที่ปลูกในดินชุดเชียงคาน มีโอกาสขาดธาตุโบรอนได้ง่าย จึงควรเพิ่มธาตุโบรอนให้แก่ส้ม นอกจากนี้การให้ทองแดงเพิ่มเติม พบว่าไม่มีผลต่อรสชาติของส้ม ทั้งนี้เนื่องจากส้มได้รับสารทองแดงที่ปะปนมากับสารป้องกันเชื้อราอยู่แล้ว

ดนัย (2534) กล่าวว่า การรั่วไหลของตัวถูกละลายออกจากเซลล์ (solute leakage) เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของไขมัน ทำให้เซลล์ยอมให้สารผ่านเข้าออกได้ง่ายขึ้น จึงทำให้สารในเซลล์ซึมออกสู่นอกเซลล์ ซึ่งในพืชบางชนิดจะมีการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) จากเซลล์ด้วย ซึ่งการหาค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ทำได้โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของชิ้นเนื้อเยื่อ (King and Ludford, 1983) จึงนิยมใช้ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในการวัดการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ประสิทธิ์ (2525) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต (total carbohydrate) กับการเกิดดอกว่า การเกิดดอกในไม้ผลยืนต้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในต้น ซึ่งพบว่าการเกิดดอกเป็นการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรต และเชื่อว่าคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งเริ่มต้นและที่เก็บของพลังงานในกิ่งก้าน (vegetative organ) ซึ่งคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ได้ (available carbohydrate) หรือคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่อยู่ในส่วนของโครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate ; TNC) โดยคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของใบจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนต่างๆ ของต้นทางท่ออาหารในรูปของซูโครส เพื่อลำเลียงไปยังแหล่งที่ต้องการใช้ (sink) พืชจะเปลี่ยนซูโครสเป็นกลูโคสหรือฟรุกโตสไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ ต่อไป ซึ่งในช่วงที่พืชกำลังเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้าน การเคลื่อนย้ายอาหารจะไปสู่ส่วนยอดและราก อาหารที่เป็นส่วนเกินจะสะสมในกิ่งและลำต้น แต่เมื่อพืชอยู่ในระยะออกดอกติดผล ทิศทางในการเคลื่อนย้ายของอาหารจะเปลี่ยนไป คือ เคลื่อนย้ายไปสู่ดอกและผลมากขึ้น (Davis and Sparks, 1974)

วิภาดา (2546) รายงานว่า ในช่วงที่มีปริมาณ TNC สูง เป็นช่วงที่ส้มอยู่ในช่วงระยะใบแก่ ไม่มีการออกดอก จึงสะสมอาหารคาร์โบไฮเดรตไว้มาก หลังจากนั้น TNC จะลดลง เนื่องจากส้มมีการแตกใบอ่อนพร้อมกับการออกดอก ซึ่งเป็นช่วงที่ส้มต้องการอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตมากเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต เมื่อขณะผลิช่อดอกจะเกิดการแบ่งเซลล์ เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ที่ช่อดอกอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะใบ และดอก เป็นส่วนที่อ่อนจึงถือว่าเป็น strong sink

Mataa and Tominaga (1998) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในส้ม Ponkan พันธุ์ Yoshida พบว่า ถ้ามีการเจริญเติบโตของกิ่งใบน้อยจะส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบมากและยังส่งเสริมการออกดอกมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์โบไฮเดรตไม่ได้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกเพียงอย่างเดียว ธาตุอาหารเป็นเพียงส่วนสนับสนุนการออกดอกเท่านั้น ไม่ได้เป็นตัวควบคุมการออกดอก เนื่องจากการสร้างดอกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน

ลดาวัลย์ (2542) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Total Nonstructural Carbohydrate ; TNC) ในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่า ปริมาณ TNC ในยอดลิ้นจี่จะสูงในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการแตกใบอ่อน และจะคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า พบว่า ปริมาณ TNC มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการแตกใบอ่อน และมีปริมาณต่ำสุดในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วันทนา (2544) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก มีเปอร์เซ็นต์การเกิดดอกเพิ่มขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ลดลง อาจเป็นเพราะว่า ในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนการออกดอกมีการนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ในการพัฒนาดอกและช่อดอก เช่นเดียวกับการทดลองของ ตระกูลและเสริมสกุล (2542) ที่พบว่า ในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนการออกดอกของมะม่วง จะมีปริมาณ TNC ต่ำ และพงษ์นาถ (2540) พบว่า ปริมาณ TNC ของมะม่วงจะลดลง ในช่วงระหว่างการพัฒนาของช่อดอก

ศิริเพ็ญ (2544) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ก่อนการแตกใบอ่อนของยอดลำไย ลิ้นจี่ และมะปราง พบว่า ลำไย และลิ้นจี่ มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC มีแนวโน้มลดลง จากสัปดาห์ที่ 8 ก่อนการแตกใบอ่อนไปจนถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนในยอดมะปราง พบว่า ปริมาณ TNC ลดลงในสัปดาห์ที่ 6-8 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นปริมาณ TNC ค่อนข้างจะคงที่จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ซึ่งผลการทดลองที่ได้นั้นให้ผลเช่นเดียวกับงานทดลองของ Chaitrakulsup (1981) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในใบและยอดของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในรอบปี พบว่า มีการสะสม TNC ในใบหรือในยอดจะลดต่ำลง ในช่วงก่อนการออกดอกหรือแตกใบอ่อน ซึ่งปริมาณ TNC ที่ต่ำลงนี้ อาจมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารด้วย

Stephenson and Cull (1986) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกได้ ในส้มจีน (*Citrus reticulata* Blanco) พันธุ์ Yoshida โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกกับปริมาณ TNC พบว่า ถ้ามีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบน้อย ส่งผลให้มีปริมาณ TNC ในใบมาก และยังส่งเสริมให้มีการออกดอกมากขึ้น

เกรียงไกร (2543) ศึกษาปริมาณ TNC ในกิ่งกาแฟ พบว่า เมื่อผลมีปริมาณมากขึ้นจะทำให้ปริมาณ TNC ในกิ่งลดลง และเมื่อปริมาตรของผลเริ่มคงที่ ก็จะมีการสะสมของ TNC ในกิ่งเพิ่มมากขึ้นจนถึงเมื่อผลเริ่มสุก และหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ปริมาณ TNC ในกิ่งก็จะเริ่มมากขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved