

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ส้มจัดอยู่ในตระกูล Rutaceae มีสมาชิกจำนวน 130 สกุล และ 1,500 ชนิด ซึ่งพืชตระกูลนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ตระกูลย่อย โดยมีตระกูลย่อยที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ตระกูลย่อยของส้ม (Orange Subfamily : Aurantioideae) มีสมาชิกที่เป็นไม้ผลเศรษฐกิจมากมาย เช่น ส้มต่าง ๆ (*Citrus* spp.) รวมทั้งไม้ผลที่มีคุณค่าในการเป็นต้นตอของไม้ผลเศรษฐกิจ เช่น มะตุม มะขวิด คัมควอท และส้มสามใบ(จตุพร, 2541)

ส้มเขียวหวานในประเทศไทยนั้นพบว่านำเข้ามาปลูกกว่า 100 ปีมาแล้วโดยชาวจีนอพยพ แต่เริ่มปลูกเป็นการค้า เมื่อประมาณ 70 กว่าปีที่ผ่านมา โดยเริ่มที่บางมด จึงรู้จักกันในนาม ส้มบางมด ต่อมาได้แพร่กระจายทั่วประเทศ และเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปมาก พื้นที่ปลูกจึงได้เปลี่ยนไปอยู่แถบจังหวัดปทุมธานี สระบุรี และนครนายก ซึ่งถือเป็นแหล่งปลูกใหญ่ที่สุด เนื่องจากมีน้ำชลประทานที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกส้มเขียวหวานในจังหวัดน่าน และแพร่ ซึ่งปลูกกันมานานมากแล้ว อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันแหล่งปลูกส้มเขียวหวานได้กระจายไปตามแหล่งอื่นๆ ของประเทศ ทั้งนี้ก็เพราะปัญหาการสะสมของโรคและแมลงในแหล่งปลูกเดิม ได้แก่จังหวัดชลบุรี ปราจีนบุรี เชียงใหม่ เชียงราย หรือแม้แต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็มีการขยายพื้นที่ปลูกกันมากขึ้น(พานิช, 2542)

พื้นที่ปลูกส้มในประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายในทุกภูมิภาคของประเทศ จากแหล่งปลูกสำคัญอยู่ในภาคกลาง (ปทุมธานี, สระบุรี, นครนายก) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกไปในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกและภาคใต้บางส่วน จากข้อมูลเบื้องต้นของฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตรพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวานในปี พ.ศ. 2539 รวมประมาณ 275,907 ไร่ ส่วนส้มโชกุนมีพื้นที่ปลูกมากกว่า 300,000 ไร่ สำหรับการปลูกส้มเพื่อเป็นการค้าภายในประเทศไทย พบว่าส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) และส้มโอ (*C. grandis* L.) เป็นกลุ่มที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ สำหรับพันธุ์ส้มที่ปลูกในประเทศไทยได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มโชกุนหรือเพชรยะลา ส้มฟริมองท์ ส้มตราหรือส้มเซ่ง ส้มเกลี้ยง ส้มคิง และ ส้มจุก(อำเภอไทรธรรม และคณะ, 2542 ; เปรมปรี, 2544)

ส้มเขียวหวาน และส้มโชกุนหรือส้มสายน้ำผึ้ง จัดเป็นส้มเปลือกอ่อน(mandarin) (อำเภอพรรณ และนิพนธ์, 2545) ส้มเขียวหวาน เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ผิวผลเมื่อสุกมีสีเขียว เหลืองถึงเหลืองเข้ม ถ้าปลูกในสภาพอากาศเย็น ผิวของผลส้มจะมีสีเหลืองเข้ม เช่นในแถบ ภาคเหนือของประเทศ ส่วนส้มโชกุนนั้นก็ เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางเช่นเดียวกับส้มเขียวหวานแต่ ลักษณะทรงพุ่มจะโปร่งกว่า ใบมีสีเขียวเข้มกว่าส้มเขียวหวาน การแตกกิ่งและใบจะเป็นลักษณะชี้ ตั้งขึ้น ขนาดของใบเล็กกว่าส้มเขียวหวาน มีกลิ่นคล้ายส้มจีนและ Pongan ลักษณะผลคล้าย ส้มเขียวหวานมาก เปลือกบางกว่าส้มเขียวหวาน เมื่อสุกผลจะเป็นสีเหลืองแดงถึงสีเหลือง ซึ่งส้มทั้งสองพันธุ์นี้จะมีระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บผลผลิตได้ใช้เวลา 9 เดือน และเริ่มให้ผลผลิตหลัง การปลูกประมาณปีที่ 3 ขึ้นไป (ดีพร้อม, 2529 ; พานิช, 2542 ; ชิด, 2544)

การขยายพันธุ์ส้มปัจจุบันทำกัน 2 วิธี คือการตอน และการติดตา การติดตานี้จะทำเมื่อ ต้นต่อส้มมีอายุประมาณ 6 เดือนขึ้นไป หลังจากเพาะเมล็ด โดยจะมีความสูงไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร การติดตาจะใช้ตาพันธุ์ (bud wood) จากต้นแม่พันธุ์ (foundation stock) นำมาติดบน ต้นต่อ ที่ระดับความสูง 35-40 เซนติเมตร ซึ่งในทางสรีรวิทยากล่าวได้ว่าอิทธิพลของต้นต่อส้มมีผล ต่อสุขภาพ และคุณภาพของต้นส้มมากกว่าส่วนของยอดส้มที่ทำหน้าที่ให้ผลผลิต (เปรมปรี, 2544)

ในการคัดเลือกต้นต่อที่มีความเหมาะสมกับกิ่งพันธุ์นั้น จำเป็นที่จะต้องมีความเหมาะสม และ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาอยู่หลายลักษณะมาประกอบกันคือ ความเข้ากันของต้นต่อกับยอด พันธุ์ดี (compatibility of scion and rootstock) หมายถึงการอยู่ร่วมกันระหว่าง ต้นต่อและกิ่งพันธุ์ดี ในช่วงระยะเวลาที่ต้องการ คือการใช้ต้นต่อกับยอดพันธุ์ดีนั้นจะต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือเกิดผลกระทบในด้านต่างๆ บริเวณรอยต่อระหว่างต้นต่อกับพันธุ์ดีจะต้องเข้ากันได้ดีและมีความแข็งแรง ต้นส้มที่ติดตาจะต้องมีอายุยืน ส่วนต้นต่อที่ใช้จะต้องปลูกง่าย โตเร็ว และต้นตอนั้น จะต้องมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่นดินได้ดี มีความทนทานต่อ สภาพภูมิอากาศ มีความสามารถทนทาน หรือต้านทานต่อโรคที่มีความสำคัญ เช่น รากเน่าโคนเน่า จากเชื้อ *Phytophthora* และไส้เดือนฝอย ซึ่งเป็นสาเหตุของ โรครากเน่าโคนเน่า ในการใช้ต้นต่อ ร่วมกับพันธุ์ดีจะต้องไม่ทำให้ต้นส้มมีความอ่อนแอต่อโรคบางชนิด เช่น โรคทริสเตซ่า (รวี, 2542)

ความกลมกลืน (congeniality) ระหว่าง scion กับ stock หมายถึง ลักษณะบริเวณรอยต่อ (graft union) สามารถแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. Smooth or normal รอยต่อเชื่อมมีความกลมกลืนกันอย่างดี มักพบในคู่ของ scion และ rootstock ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกันหรือพันธุ์เดียวกัน
2. Rootstock overgrowth ลักษณะนี้เกิดขึ้นเมื่อต้นต่อมีการเจริญเติบโตมากกว่า scion เช่นในกรณีของ Satsuma mandarin หรือ Valencia บนต้นต่อ Troyer citrange

3. Rootstock undergrowth ในส่วนของ scion ที่อยู่เหนือ graft union มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าส่วนของต้นตอ กรณีที่พบเสมอคือ lemon ที่ใช้ส้มชนิดอื่นเป็นต้นตอ เช่น citrange
4. Graft union bulging ที่บริเวณส่วนของ graft union เกิดอาการพองออก ลักษณะเช่นนี้ไม่ได้เป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความล้มเหลว

การเกิดรอยแยกบริเวณรอยต่อ (bud union crease) พบในส้มพันธุ์ Frost Navel บนต้นตอ trifoliate orange ซึ่งอ่อนแอต่ออาการดังกล่าว ส่วนส้มพันธุ์ lemon บนต้นตอ Cleopatra mandarin, Eureka lemon บนต้นตอ Troyer citrange, Murcott และ Nova บนต้นตอ Carrizo, Satsuma บนต้นตอ Troyer citrange อาการผิดปกติบริเวณรอยต่อแตกต่างกัน โดยส่วนของกิ่งพันธุ์ (scion) มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าและยื่นปูดลงมาทางด้านล่าง ทำให้กระบวนการเคลื่อนย้ายน้ำและอาหารของ vascular system ได้รับความกระทบกระเทือนคล้ายกับเกิดรอยควั่น (girdling) ขึ้น สำหรับการเข้ากันได้ระหว่าง กิ่งพันธุ์ดีกับต้นตอนั้นอาจมีปัจจัยอื่นเกี่ยวข้องหรือร่วมด้วย เช่น เกิดโรคแทรกซ้อน (รวี, 2542)

Trifoliate orange และพันธุ์ลูกผสม (hybrid) โดยปกติเมื่อใช้เป็น ต้นตอมักจะเจริญได้มากกว่า กิ่งพันธุ์ดี แต่ยังคงพบว่ามีผลกระทบต่อด้านส้ม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง mandarin, lemon และ Kumquat ที่ใช้ต้นตอนี้ หรือต้นตออื่นๆ โดยบางครั้งพบว่าบริเวณที่มีการเชื่อมกันระหว่างตาที่ติดกับต้นตอจะเกิดรอยขึ้น และเกิดอาการต้นโทรม ในแคลิฟอร์เนียได้มีการใช้ กิ่งพันธุ์ดี เป็นส้ม Satsuma ส่วนต้นตอใช้ trifoliate orange พบว่าเกิดการบิบบัดบริเวณรอบๆ scion ทำให้ต้นตอนั้นเจริญมากกว่า scion อย่างมาก ในฟลอริดาได้ทำการติดตามที่มีลักษณะปกติของ Murcott และ Nova บนต้นตอ Carrizo citrange พบว่าเกิดรอยบริเวณรอยต่อ และหักลงมาภายหลังการปลูก 8 ปี (รวี, 2542)

Eureka lemon มีการเจริญเติบโตปกติในช่วง 2-3 ปีแรก บนต้นตอ Troyer หรือ Carrizo citrange หรือ trifoliate orange หลังจากนั้นก็เกิดการโทรมเนื่องจาก sieve-tube necrosis แต่มีการแนะนำให้ใช้ sweet orange หรือ grapefruit เป็นต้นตอสำหรับใช้ติดตา Eureka ในพื้นที่ที่มักเกิดปัญหานี้ จะช่วยลดปัญหาต้นโทรมได้ สำหรับอาการผิดปกติระหว่าง Eureka lemon บน trifoliate สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้ต้นตอกลาง (intermediate stock or interstock) ของ sweet orange หรือ grapefruit มาต่อเชื่อม จึงเป็นนับได้ว่าการเกิด อาการผิดปกติที่เกิดจากการเข้ากันไม่ได้ระหว่างกิ่งพันธุ์ กับต้นตอ (incompatibility) เกิดเฉพาะบริเวณของ graft union เท่านั้น (รวี, 2542)

Troyer citrange เป็นลูกผสมระหว่าง trifoliate orange กับ navel sweet orange เมื่อใช้เป็นต้นตอจะให้ต้นส้มที่มีขนาดมาตรฐาน ผลผลิตสูง ผลใหญ่ มีคุณภาพดี ทนหนาวได้ปานกลาง

สามารถปรับตัวเข้ากับดินได้ทุกสภาพ ดินส้มมักมีแวนอ์นัมการขาดธาตุสังกะสี และแมกนีเซียม ทนทานต่อโรครากเน่าโคนเน่าจากเชื้อ *Phytophthora* และทริสเตซ่า (Castle *et al.*, 1987) แต่อ่อนแอต่อโรคกรีนนิ่ง ไล่เดือนฝอย และโรคเอ็กโซคอร์ติส (exocortic) และไม่ทนต่อสภาพดินเค็ม (Wutcher *et al.*, 1979)

Cleopatra mandarin เป็นต้นตอที่ทนทานต่อโรคทริสเตซ่าไวรัส, เอ็กโซคอร์ติส และไซโลโพโรซิส ทนทานต่อเกลือและสภาพหนาวเย็นได้ดี แต่อ่อนแอต่อโรครากเน่าโคนเน่าจากเชื้อ *Phytophthora* และไล่เดือนฝอย(Castle *et al.*, 1987)ให้ต้นใหญ่ ผลขนาดเล็ก คุณภาพสูง โตช้าในระยะแรก เหมาะจะใช้กับส้มพันธุ์แทงกรีน แทงเจลโล่ ออเรนท์ และเกรฟฟรุต ได้ผลดีกับดินเหนียว ต้องการน้ำมาก(Wutcher *et al.*,1979)

ส้มฟริมองท์ เป็นลูกผสมจากส้มพันธุ์คลีเมนไทน์กับส้มพันธุ์ฟองแกน นำพันธุ์จากประเทศสหรัฐอเมริกาเข้ามาทดลองปลูก เนื่องจากส้มพันธุ์นี้สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพอากาศทางภาคเหนือของประเทศไทย ส้มฟริมองท์เมื่อเจริญเต็มที่แล้วจะได้พุ่มในลักษณะเป็นทรงสูง ทรงพุ่มค่อนข้างโปร่ง มีกิ่งก้านที่แข็งแรงมาก จึงทำให้สามารถดูแลรักษาได้ค่อนข้างง่ายกว่าและไม่จำเป็นที่จะต้องมีการค้ำกิ่งมากอย่างส้มเขียวหวาน แต่ส้มพันธุ์นี้ยังมีจุดอ่อนคือ ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแคงเกอร์ ในปัจจุบันเกษตรกรบางรายเริ่มจึงเปลี่ยนยอดส้มฟริมองท์มาเป็นส้มโชกุน (เปรมปรี, 2544)

ต้นตอส้มที่มีความเหมาะสมและใช้มากที่สุดในบ้านเราขณะนี้ น่าจะเป็นต้นตอทรอยเซอร์ ซึ่งมีความสามารถในการทนทานต่อโรครากเน่าโคนเน่า และนอกจากนี้แล้วยังมีต้นตออื่นๆ ที่มีแวนอ์นัมว่าสามารถจะนำมาใช้ได้ผล เช่น คาร์ริโซ และสวิงเกิล (เปรมปรี, 2544)

การพัฒนาสวนส้มโชกุน ที่นำพันธุ์มาจากปักกิ่งได้มาปลูกในภาพเหนือของไทย ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ได้ผลดี โดยขยายพันธุ์วิธีติดตา และเปลี่ยนการขยายพันธุ์จากกิ่งตอนมาเป็นการเพาะจากต้นตอคลีโอพัตรา ที่มีระบบรากแข็งแรง ทนทาน ได้รับความนิยมนแพร่หลายในขณะนั้น เมื่อผลผลิตออกมาเป็นที่น่าพอใจกับชาวสวนภาคเหนือบางท้องที่ แต่ปัจจุบันมีความนิยมน้อยลง เนื่องจากไม่ทนทานต่อโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora parasitica* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่าในประเทศไทย ในขณะที่ความสามารถของต้นตอชนิดนี้มีความทนทานต่อโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora citrophthora* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุที่พบในต่างประเทศ (ชิด, 2544)

มงคล และคณะ(2543) ทำการทดลองเสียบยอดส้มโชกุนบนต้นตอส้ม 8 ชนิด คือส้มฟริมองท์ ส้มโอ ส้มซ่า มะกรูด ส้มเขียวหวาน มะสัง มะขวิด และมะนาว พบว่า ต้นตอส้มเขียวหวานทำให้การเจริญเติบโตของกิ่งส้มพันธุ์โชกุนดีที่สุด 96%

Schwarz *et al.*(1973) ศึกษาผลของต้นตอทั้ง Troyer, Carrizo, Cleopatra และ Volkameriana ต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของส้มเขียวหวาน ผลการทดลองแสดงพบว่าการเจริญเติบโต และการติดผลของส้มเขียวหวานบนต้นตอแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกัน และ การศึกษาการติดตาส้มเขียวหวานบนต้นตอทรอยเยอร์ที่ปลูกในสวนจังหวัดปทุมธานี อุดรธานี แพร่ น่าน และเลย เมื่อต้นส้มดังกล่าวอายุได้ 2-3 ปี พบว่าต้นตอทรอยเยอร์จะเจริญได้เร็วกว่า ส้มเขียวหวานที่นำมาติดตา

วิภาดา (2546) ทำการศึกษาอิทธิพลของต้นตอส้ม ทรอยเยอร์ คลีโอพัตรา คาร์ริโซ และ แร่งเพอร์ไลม์ ต่อการเจริญเติบโตของปริมาณธาตุอาหารของส้มเขียวหวาน พบว่า ส้มทรอยเยอร์ ให้ผลในการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบพบว่าต้นตอแต่ละชนิดมีปริมาณธาตุอาหาร ในโตรเจน โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ส่วน ปริมาณฟอสฟอรัสไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามเกษตรกรที่ปลูกส้มเขียวหวานและส้มโชกุนต้องประสบปัญหาการระบาดของโรคติดต่อยู่เป็นประจำ คือ ส้มที่ปลูกมักติดเชื้อแบคทีเรียเรียกว่าโรครินนึ่ง และโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสหรือโรคทริสเตซา และเป็นสาเหตุทำให้ต้นส้มซึ่งปลูกจากกิ่งที่เป็น โรคมีอาการทรุดโทรม ให้ผลผลิตต่ำ ทำให้ต้นส้มมีอายุสั้น และทำให้เกษตรกรผู้ปลูกไม่ประสบความสำเร็จในการทำสวนส้ม โรคมักจะแสดงอาการเมื่อส้มอ่อนแอ หรือต้นส้มมีลูกออกมาก โดยเฉพาะต้นส้มที่ปลูกด้วยวิธีการใช้กิ่งตอนจากต้นที่เป็น โรคและยังแพร่เชื้อ โรคไปอีกเมื่อนำมาขยายพันธุ์ต่อ (อำไพวรรณและคณะ, 2542 ; ชิค, 2544)

โรครินนึ่ง

โรครินนึ่งของส้มได้มีรายงานเป็นครั้งแรกจากแอฟริกาใต้ในปี 1947 และมีรายงานของโรคที่มีลักษณะคล้ายกันในอีกหลายประเทศซึ่งเรียกชื่อแตกต่างกันไป เช่นประเทศจีนเป็นที่รู้จักในชื่อ huanglongbing ในประเทศฟิลิปปินส์เรียกว่า leaf mottle yellow ประเทศไต้หวันเรียก Likubin ประเทศอินเดียเรียก dieback และ ในประเทศอินโดนีเซียเรียก citrus vein phloem degeneration (CV(%)PD) และโรครินนึ่งนี้พบครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี 1960 ซึ่งพบการระบาดกันในหลายจังหวัด ทำให้ต้นโทรมในหลายพื้นที่ปลูก โรคนี้ได้ทำความเสียหายให้กับส้ม tangerine 10-15% ในแต่ละปี โดยโรครินนึ่งนี้ได้สร้างความเสียหายแก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก และมีรายงานว่าโรครินนึ่งความเสียหายแก่ผลผลิตส้มในแอฟริกา และเอเชียมากถึง 60 ล้านตัน (Timmer, 2003 ; Schwarz *et al.*, 1973 ; Hong-Ji Su, 2001)

เชื้อสาเหตุ

โรครินนึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *Candidatus Liberobacter* spp. ซึ่งเป็นจีโนสปีส์ใหม่ใน alpha-proteobacterial subdivision ซึ่งไม่สามารถแยกเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ได้ เชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรครินนึ่งที่พบ แบ่งออกเป็น 2 สายพันธุ์ ได้แก่ *Candidatus Liberobacter africanus* สามารถก่อให้เกิดโรคในสภาพอุณหภูมิประมาณ 20-25°C และ *Candidatus Liberobacter asiaticus* ก่อให้เกิดโรคได้ทั้งสภาพอากาศเย็นและร้อน ที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 25°C ขึ้นไป ซึ่งทั้ง 2 สายพันธุ์มีพืชอาศัยและสามารถก่อโรคได้เหมือนกัน และสามารถก่อให้เกิดโรคกับส้มทุกชนิด ทุกพันธุ์รวมทั้งพันธุ์ลูกผสม (hybrid) และพืชที่อยู่ในตระกูลเดียวกับส้มด้วย ส้มที่แสดงอาการรุนแรง ได้แก่ sweet orange, mandarin และ hybrids ส่วนส้มที่ทนทานต่อโรครินนึ่งเป็นพวก Mexican lime, trifoliolate orange (Garnier *et al.*, 2000)

เชื้อแบคทีเรียสาเหตุของโรครินนึ่งนั้น โดยปกติจะอยู่บริเวณ sieve tube มีลักษณะ rigid rods ขนาด 350-550 X 600-1,500 nm อย่างไรก็ตามอาจมีรูปร่างเป็นแบบ pleomorphic และพัฒนาเป็นแบบ flexible elongated rods เมื่อเจริญเข้าสู่ host ใหม่ (100-250X500 - 2,500 nm) เมื่อแก่จะมีรูปร่าง spherical ขนาด 700-800 nm ที่มี cytoplasm ที่บาง สามารถทวีจำนวนด้วยการ budding แต่ไม่ค่อยพบการใช้ binary fission (Hong-Ji Su, 2001)

อาการของโรค

เชื้อแบคทีเรียจะเคลื่อนที่อย่างช้าๆ ภายในลำต้น ทำให้เกิดอาการเหลืองตรงส่วนปลายยอด ส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นก่อน หลังจากนั้นใบจะเริ่มร่วง เกิดการเน่าของรากฝอยและรากแขนงยอดเริ่มแห้งตาย (dieback) ใบส้มที่เป็นโรคนี้นี้จะมีสีเหลืองจนถึงเหลืองซีด เส้นกลางใบและเส้นแขนงมีสีเขียวอยู่ด้วย บางครั้งพบว่าใบจะมีสีจุดสีเหลืองเป็นแต้ม ๆ หรือจ้ำ กระจายไปทั่วบนใบ ส่วนมากจะพบกับใบอ่อน ส้มที่เป็นโรคนี้นี้ขนาดของใบจะเล็กลงหนากว่าปกติ และปลายใบตั้งชี้ขึ้น ถ้าหากเป็นโรครุนแรงใบแก่จะโค้งงอผิดปกติ กิ่งและข้อสั้นกว่าปกติ แตกกิ่งมาก ขนาดผลเล็กเมล็ดลีบ ผลมีกร่วงก่อนแก่ และจะพบกิ่งแห้งตายจากส่วนปลายยอดแล้วลุกลามไปทั่วต้นคุณภาพของน้ำคั้นจะต่ำ มีปริมาณกรดสูงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (soluble solids) และมีรสชาติขม (นิพนธ์ และจักรพงษ์, 2541 ; Timmer, 2003)

ส้มเขียวหวานนับเป็นส้มที่อ่อนแอต่อโรคนี้อย่างมาก โดยจะเริ่มแสดงอาการจากกิ่งใดกิ่งหนึ่งก่อนแล้วจึงลุกลามไปทั่วต้น ทำให้ ต้นโทรมและตายในที่สุด ซึ่งการปรากฏของอาการของโรคในลักษณะนี้แตกต่างจากโรคใบแก้วในระยะเริ่มแรกเพราะโรคใบแก้วมักปรากฏอาการพร้อม ๆ กันบนกิ่งทุกกิ่งและปรากฏอาการบนต้นส้มส่วนมากในแปลงปลูกนั้น และลักษณะอาการของโรคดังกล่าวคล้ายกับอาการขาดธาตุอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขาดธาตุสังกะสี จึงมักทำให้เกิดความสับสน และไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ (อำไพวรรณ และคณะ, 2542)

การสังเกตอาการนั้นสามารถทำได้ยากเนื่องจากอาการของโรคคล้ายคลึงกับอาการขาดธาตุสังกะสี และโรคทริสเตชาที่มีสาเหตุจากเชื้อไวรัส จึงต้องอาศัยเทคนิคทางชีวโมเลกุลเพื่อตรวจสอบหาเชื้อสาเหตุโรคที่แน่นอน เพื่อให้สามารถป้องกันกำจัดก่อนที่จะเกิดการแพร่ระบาดของโรคได้ โดยเทคนิคที่มีประสิทธิภาพที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนี้ คือ เทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) (Jagoueix *et al.*, 1996)

การตรวจสอบโรค

เชื้อสาเหตุใช้เวลาในการฟักตัวอย่างน้อย 6 เดือนถึง 1 ปีจึงแสดงอาการผิดปกติบนต้นส้ม และสามารถตรวจสอบโรคได้ การตรวจสอบด้วยวิธีการใช้พืชทดสอบคือต้นส้ม และวิธี ultrathin section โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เพื่อตรวจสอบเชื้อภายใน phloem หรือวิธีการตรวจสอบ DNA (16SrDNA fragment of greening organism) หรือเทคนิค PCR (Polymerase chain reaction) การใช้เทคนิค DNA-DNA hybridization ในการตรวจหาทั้ง 2 สปีชีส์ และการใช้เทคนิคการย้อมสี fluorescence และการตรวจหา gentsoyl glucoside อย่างไรก็ตาม โรคกรีนนิ่งนั้นมีลักษณะของโรคคล้ายคลึงกับโรคใบแก้วของส้มซึ่งเกิดจากการขาดธาตุสังกะสีมากจนแยกความแตกต่างได้ยาก จึงต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบส้มด้วย และถ้ามีอาการของโรคทริสเตชาพร้อมด้วยจะยากต่อการวินิจฉัย อาจต้องใช้ indicator plant ต่างกัน โดยการปลูกเชื้อด้วยการ grafting บน *Citrus* พันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคมามากกว่า ซึ่งพบว่าการใช้ต้นกล้าของส้มพวกแมนดาริน, sweet orange, Ponkan, มาดามไวน์ส (Madam vinous sweet orange) หรือ Tankan tangor สามารถใช้เป็น indicator plant แยกโรคดังกล่าวได้ โดยโรคทริสเตชานั้นจะไม่แสดงอาการบนต้นกล้าของส้มพวกแมนดาริน แต่แสดงอาการของโรคกรีนนิ่ง โดย indicator plant จะแสดงอาการหลังการปลูกเชื้อ 6-12 เดือน (เปรมปรี, 2544 ; อำไพวรรณ, 2527 ; Hong-Ji Su, 2001 ; Freson and Taher, 1991 ; Roistacher, 1991 ; Timmer, 1988) แต่ใน African greening พบว่าการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง

24 องศาเซลเซียส หรือน้อยกว่า จะส่งผลให้แสดงอาการคือการเกิดการ stunt และ leaf mottle ภายหลังจากปลูกเชื้อเพียง 2-6 เดือน(Timmer, 1988)

เชื้อกรีนนิ่งนั้นสามารถตรวจพบได้หลังการติดตาที่เป็นโรคระหว่าง 2.5-3.5 เดือน และจะพบอาการของโรคได้ในระยะนี้ ปริมาณเชื้อจะเพิ่มขึ้นหลังจากการแตกใบได้ 4 เดือน และเกิดแผลที่รากในต้นกล้า 5 เดือน หลังปลูกเชื้อด้วยการทาบกิ่ง และการกระจายตัวของเชื้อจะมากขึ้นภายหลังจากนั้น 2 เดือน อย่างไรก็ตามในช่วงนี้ก็ยังไม่สามารถตรวจหาเชื้อสาเหตุได้(Su-Hong-Ji and Huang, 2001)

Sadoodee (1999) ได้ทำการศึกษาการใช้เทคนิค PCR ในการตรวจหาเชื้อ GO (greening organism) ในพืชในประเทศไทย โดยผลการศึกษาพบว่า DNA ที่ผ่านการ amplify โดย specific primer ที่บริเวณ 16S rRNA gene และ primer ที่ ribosomal protein gene ของ GO จะได้ 1,107 และ 1,700 bp DNA product ซึ่งเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นว่าการตรวจสอบเชื้อกรีนนิ่งได้ผลบวก นั่นคือต้นส้มเป็นโรครีนนิ่ง แต่ไม่พบเชื้อสาเหตุโรครีนนิ่งในต้นส้มที่ปกติ

Sadoodee (1994) ทำการตรวจหาเชื้อสาเหตุโรครีนนิ่ง ในส้ม 5 ชนิด คือ ส้มเขียวหวาน ส้มโชกุน ส้มजू ส้มโอ และส้มจี๊ด โดยเทคนิค Immunoblotting ใช้แอนติเซรัมที่ผลิตจากเชื้อกรีนนิ่งสายพันธุ์แอฟริกา (African strain) มาตรวจหาเชื้อกรีนนิ่งสายพันธุ์ที่ปรากฏในประเทศไทย ผลการตรวจสอบพบว่าแอนติเซรัมที่ใช้มีความจำเพาะเจาะจงต่อเชื้อกรีนนิ่งสายพันธุ์ที่พบในประเทศไทย โดยสามารถตรวจพบเชื้อกรีนนิ่งได้ในส้มทั้ง 5 ชนิดดังกล่าว

Jagoueix et al, 1996 รายงานว่าปัจจุบันมีการพัฒนาเทคนิคทางโมเลกุลชีวภาพเพื่อตรวจหาเชื้อ GO ทั้ง 2 สายพันธุ์ จากตัวอย่างพืชและแมลงพาหะได้ คือ เทคนิค DNA/DNA hybridization โดยใช้ probe In-1.7 สำหรับ African strain และ AS-1.7 สำหรับ Asian strain ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวคือ เทคนิค PCR ซึ่งใช้ primer ที่เฉพาะเจาะจงในการเพิ่มปริมาณ 16S rRNA (OI1/OA1/OI2C) และ ribosomal protein genes(A2/I5) จากนั้นในปี 1997 Jagoueix et al. ได้พัฒนาเทคนิค PCR เพื่อเพิ่มปริมาณของ 16S rDNA fragment ของเชื้อสาเหตุโรครีนนิ่ง ใช้ตรวจหาเชื้อสาเหตุโรครีนนิ่งจาก isolate ของไทย โดยใช้วิธีการสกัด DNA ที่ง่ายขึ้น โดยจะได้ DNA ภายใน 20 นาที และสามารถตรวจหา GO เสร็จภายใน 4½ ชั่วโมง

การถ่ายทอด

การแพร่ระบาดของโรคสามารถถ่ายทอดผ่านแมลงพาหะที่สำคัญคือ เพลี้ยไค้แจ้ (Psyllid) โดย *Trioza erytreae* เป็นพาหะของ *Candidatus liberobacter* sp. African strain และมี *Diaphorina citri* (Kuwayama) เป็นพาหะของ Asian strain ซึ่งตัวเต็มวัยของแมลงจะทำหน้าที่เป็นพาหะ และเชื้อสามารถงอกอยู่ในตัวแมลงได้นานหลายเดือน (Hong-Ji Su, 2001) และในปี 2542 ไมตรีได้รายงานว่าการถ่ายทอดโรคโดยแมลงไปยังต้นอื่นใช้เวลาอย่างน้อย 15 นาที จนถึง 24 ชั่วโมง เมื่อเชื้อถูกถ่ายเข้าไปในยอดค้ำย ยอดนั้นจะแสดงอาการของโรคภายในเวลา 4 เดือนถึง 1 ปี หรือนานกว่านั้น โดยเชื้อจะเข้าไปเพิ่มจำนวนอยู่ในท่ออาหารจนเกิดการอุดตันทำให้การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารเป็นไปอย่างยากลำบาก ระบบรากถูกทำลาย

โรครินนี้ยังสามารถถ่ายทอดผ่านการทาบกิ่ง (graft) โดยอัตราการแพร่ระบาดจะขึ้นอยู่กับการกระจายตัวภายในพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุ และในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่าสามารถถ่ายทอดผ่านฝอยทอง (dodder, *Cuscuta* sp.) ไปยังเพงพวย (periwinkle, *Catharanthus roseus*) และยาสูบ (tobacco, *Nicotiana xanthi*) (Hong-Ji Su, 2001) และ Timmer (1988) รายงานว่าอัตราการถ่ายทอดด้วยการติดตานั้น จะแปรผันขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของเชื้อภายในต้นพืช การใช้จำนวนตาที่เป็นโรคในการติดตา มาก ก็ยิ่งทำให้การถ่ายทอดเชื้อประสบความสำเร็จมากขึ้น ส่วนการแพร่กระจายของเชื้อสาเหตุผ่านเมล็ดนั้น รายงานว่าพบในจีน และอินโดนีเซีย

Roistacher (1991) พบว่าการถ่ายทอดโรครินนี้โดยการทาบกิ่งนั้น มีปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการถ่ายทอดโรคหลายปัจจัย เช่น ชนิดของเนื้อเยื่อที่ใช้ เช่น ตาซึ่งนำมาติดที่ลำต้น (side graft) หรือส่วนของใบ (leaf piece) ใช้ใบทาบกิ่ง อายุของเนื้อเยื่อ ต้นพืชที่ใช้เป็น indicator plant และฤดูกาลที่ทำการเก็บชิ้นส่วนพืชที่จะนำมาถ่ายทอดโรค โดยทั่วไปเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรครินนี้สายพันธุ์อัฟริกาจะถ่ายทอดโรคได้ยากกว่าสายพันธุ์เอเชีย

อำไพวรรณ (2527) รายงานว่าสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรครินนี้ ขึ้นอยู่กับกิ่งตอนหรือกิ่งพันธุ์จากต้นหรือแหล่งระบาดของโรค ลักษณะของต้นค้ำยมีสภาพทรุดโทรม ไม่สมบูรณ์แข็งแรงเนื่องจากให้ผลผลิตมากเกินไป หรือขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

Garnier *et al.* (2000) รายงานว่า รินนี้สามารถทำให้เกิดโรคได้กับส้มทุกชนิด ทุกพันธุ์ รวมทั้ง hybrids และพืชที่อยู่ในตากับส้มด้วย ส้มที่แสดงอาการรุนแรงได้แก่ sweet orange, mandarin และ hybrids ส่วนส้มที่ทนทานต่อโรครินนี้เป็นพวก Mexican lime, Trifoliate orange

Cheema *et al.* (1982) ทำการศึกษาระดับความต้านทานต่อโรครินนี้โดยการติดตาส้มที่เป็นโรคลงบน ราฟเลมอน และต้นค้ำยพันธุ์อื่นๆ พบว่าราฟเลมอน 5 พันธุ์ คือ Milam, Miri, South Africa-I, South Africa-II และ Volkamar มีความทนทานต่อโรคดังกล่าว