

ความสัมพันธ์ระหว่างมะนาวเป็นโรคทริสเตซากับการเกิดโรครากเน่า

วิเชียร กำจายภัก
สุรชาติ อุอริยะกุล

ไมตรี พรหมมินทร์
สุพัตรา อินทวิมลศรี¹

บทคัดย่อ

มะนาว (*Citrus aurantifolia*) พันธุ์เป็นอายุ 3 ปี 8 เดือน ปลูกโดยใช้กิ่งตอน จำนวน 85 ต้น แสดงอาการของโรคทริสเตซาซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัสทุกต้น แต่ความรุนแรงของโรคแตกต่างกันออกไป มะนาวเหล่านี้จะทรุดโทรมและตายอย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดโรครากเน่าร่วมด้วย อาการใบเหลือง เป็นอาการหนึ่งของโรคทริสเตซา เป็นชี้แจงแสดง ความรุนแรงที่ระดับต่างๆ ต้นมะนาวที่มีใบเขียวทั้งต้นหรือดูแข็งแรงเหมือนเป็นมะนาวปกตินั้นเป็นโรครากเน่าเล็กน้อยหรือไม่เป็นเลย ต่างจากพวกแสดงอาการใบเหลืองในระดับต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อาการรากเน่านอกจากจะเกี่ยวข้องกับโรคทริสเตซาแล้วยังเกี่ยวข้องกับเชื้อราบางชนิดในดินด้วย ได้แก่ เชื้อรา *Diplodia* sp. และ *Fusarium* sp. มะนาวที่แสดงอาการใบเหลืองมากจะเกิดโรครากเน่าได้เมื่อใส่เชื้อราดังกล่าวตัวหนึ่งตัวใดลงไปให้แก่ที่ที่ขึ้น แต่มะนาวที่มีใบเขียวรากจะมียางไหลออกมาจากเมื่อใส่เชื้อราชนิดเดียวกัน ทำให้โรครากเน่าไม่ลุกลามและเกิดเนื้อเยื่อมาสมานที่แผลที่ที่ขึ้น อย่างไรก็ตาม เชื้อรา *Diplodia* sp. ทำให้เกิดรากเน่ารุนแรงกว่าเชื้อ *Fusarium* sp. ในการศึกษาไม่พบเชื้อรา *Phytophthora* sp. ซึ่งเป็นสาเหตุโรครากเน่าของส้มเขียวหวาน ส้มตรา และส้มजू และเมื่อนำเชื้อรา *Phytophthora parasitica* จากที่อื่นมาปลูกเชื้อลงไปก็ไม่ทำให้เกิดรากเน่าแต่อย่างใด

มะนาว (*Citrus aurantifolia* (Christm., Swing.) เป็นไม้ผลตระกูลเดียวกับส้มอีกชนิดหนึ่ง ที่นิยมปลูกกันแพร่หลายในประเทศไทย อุปสรรคที่สำคัญในการปลูกมะนาวคือโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคทริสเตซา (tristeza) ซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัส (virus) เพราะมะนาวเป็นพืชที่อ่อนแอต่อการเป็นโรคนี้มาก (ไมตรี, 2522 และ 2523 ; Knorr *et al.*, 1973) มะนาวที่เป็นโรคทริสเตซาจะทรุดโทรม กิ่งแห้งตาย และในที่สุดมะนาวจะตายทั้งต้น ทำให้เกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามจากสภาพความเป็นจริงพบว่า การตายอย่างรวดเร็วของมะนาวเกิดจากโรคแทรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรครากเน่า จึงทำให้เกิดการสับสนในการหาวิธีป้องกันกำจัดว่ามะนาวตายด้วยโรคทริสเตซาซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัส หรือตายเพราะโรครากเน่าซึ่งอาจเกิดจากเชื้อราอื่นๆ ในดิน เช่น จากเชื้อรา *Phytophthora* sp. (วิเชียร, 2517) หรือว่าโรครากเน่านี้อาจเป็นอาการหนึ่งของโรคทริสเตซา ตามรายงานของ Knorr *et al.* (1973) โดยทั่วไปอาการรากเน่าจะ

สังเกตได้ชัดเจนและเข้าใจง่ายกว่าอาการของโรคทริสเตซา จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้บางคนคิดว่าอาการของโรคทริสเตซานั้นคืออาการที่เกิดจากรากเน่า ทำให้เน้นเฉพาะการป้องกันและกำจัดโรครากเน่าเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเพื่อเป็นข้อมูลที่ถูกต้องจึงควรศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างโรคทั้งสองชนิดนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาดังกล่าวได้กระทำในสวนมะนาวของกสิกรชื่อนายเสน่ห์ รุ่งสว่าง หมู่ที่ 1 ต.บางขุนทอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี โดยปลูกจากมะนาวกิ่งตอน พันธุ์เป็น อายุ 3 ปี 8 เดือน ปลูกแบบยกร่องมี 5 แถวๆ ละ 17 ต้น ทำการศึกษาระหว่าง 1 ธันวาคม 2522 ถึง 10 พฤศจิกายน 2524 โดยดำเนินการดังนี้-

การศึกษาโรคทริสเตซา เริ่มจากการตรวจดูอาการต่างๆ ของโรคทริสเตซาในแปลงปลูกตามที่ Knorr *et al.* (1973) และไมตรี (2522 และ 2523) ได้รายงานไว้ ทำการจัดกลุ่มของมะนาวที่เป็นโรคทริสเตซามากน้อยต่างๆ กัน โดยพิจารณาจากความเขียวและความแน่นทึบของใบ ตลอดจนจำนวนกิ่งกระโดงที่แตกบริเวณโคนต้น การพิสูจน์ว่ามะนาวเป็นโรคทริสเตซาจริง นอกจากดูอาการที่แสดงออกให้เห็นแล้วยังทำการตัดกิ่งมะนาวจากต้นที่เป็นโรคไปทาบกับมะนาวปกติซึ่งได้จากการเพาะ

¹นักวิชาการโรคพืช สาขาโรคไม้ผล, นักวิชาการโรคพืช สาขาวิชาวิทยา, นักวิชาการโรคพืช สาขาโรคไม้ผล, และนักวิชาการโรคพืช สาขาโรคไม้ผล ตามลำดับ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ 10900

เมล็ดในเรือนปลูกกันแมลงที่สาขาวิชาวิทยา เพื่อการถ่ายทอดของโรค และโดยการตรวจดูเชื้อไวรัสด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

การศึกษาโรครากเน่า ดำเนินการโดยวิธีชุดดินบริเวณโคนต้นออกโดยรอบ นับจำนวนรากดีและรากเน่า เจียนเปลือกและตัดรากดูว่าอาการเน่าเกิดกับส่วนไหน เช่น เกิดที่ปลายรากฝอยหรือเกิดกับโคนรากที่ติดกับโคนต้น อาการเน่าเกิดเฉพาะส่วนเปลือกหรือลุกลามเข้าไปถึงเนื้อไม้ ลักษณะของเปลือกที่เน่านั้นเปื่อยยุ่ยหรือเหนียว สีของรากที่เน่าเป็นสีอะไร นำชิ้นส่วนของรากที่เน่าไปแยกหาเชื้อราและแบคทีเรียที่อาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคบนอาหาร PDA และอาหาร RNV (Benomyl 10 μ g/ml, Nystatin 50 μ g/ml, PCNB (75%) 25 μ g/ml, Rifampin 10 μ g/ml, และ Ampicillin 500 μ g/ml) (Suzui *et al.*, 1976) ซึ่งเป็นอาหารที่ใช้แยกเชื้อรา *Phytophthora* sp. โดยเฉพาะ นำเชื้อที่แยกได้ไปปลูกเชื้อ (inoculate) พิสูจน์โรคต่อไป

นำผลการศึกษาลักษณะอาการและการจัดแบ่งกลุ่มมะนาวที่เป็นโรคทริสเทซาในระดับความรุนแรงต่าง ๆ กัน กับจำนวนรากที่เน่าของกลุ่มนั้น ๆ ที่เกิดในธรรมชาติมาหาความสัมพันธ์ทางสถิติ (linear correlation) นำเชื้อราที่แยกได้จากรากเน่าซึ่งคาดว่าอาจเป็นสาเหตุของโรครากเน่าของมะนาวและเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dast. ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเน่าคอดิน (damping off) กับ กล้ามมะนาวในเรือนเพาะชำไปปลูกเชื้อที่รากมะนาวในแปลงปลูก เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างโรคทริสเทซากับโรครากเน่าโดยวิธีปลูกเชื้อ โดยเลือกมะนาวที่เป็นโรคทริสเทซาขั้นรุนแรงใบเหลืองทั้งต้น แต่รากไม่เน่า เปรียบเทียบกับต้นที่ใบเขียวทั้งต้นและแข็งแรงเหมือนมะนาวปกติ รากไม่เน่า มะนาวที่จะปลูกเชื้ออยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งมีต้นที่เป็นโรคทริสเทซาขั้นรุนแรง 2 ต้น และแสดงอาการของโรคเพียงเล็กน้อย 2 ต้น แต่ละต้นทำการปลูกเชื้อไอโซเลท (isolate) 2 ราก โดยเอาดินบริเวณรากรอบ ๆ โคนต้นออก ฆ่าเชื้อที่ผิวรากด้วยแอลกอฮอล์ 70% ทำแผลโดยเปิดเปลือกออกเป็นรูปตัว U หัวคว่ำ ขนาด 0.5×1.0 ซม. นำเส้นใยเชื้อราอายุ 7 วัน ที่เลี้ยงในอาหารเหลว PDA 250 มล. ใน flask มาล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 250 มล. 2 ครั้ง แล้วเขียนเส้นใยวางในแผลที่เปิดไว้จนเต็มเนื้อที่ ปิดเปลือกทับลงไปแล้วปิดด้วยเทปพลาสติกใส เพื่อเก็บความชื้นที่บริเวณแผล และป้องกันเชื้อราอื่นเข้าไป สำหรับรากที่ใช้เปรียบเทียบใช้ต้นละ 2 รากเช่นกัน ทั้งต้นใบเหลืองและใบเขียว โดยเปิดแผลแล้วใส่สาส์ลึบน้ำกลั่นแทนเส้นใย ตรวจผล 7 วัน, 10 วัน, 15 วัน และ 1

เดือน แล้วติดตามผลต่อไปเป็นเวลา 1 ปี รากที่เน่าไปแยกเชื้อใหม่ดูว่าจะได้เชื้อเดิมที่ปลูกลงไปหรือไม่

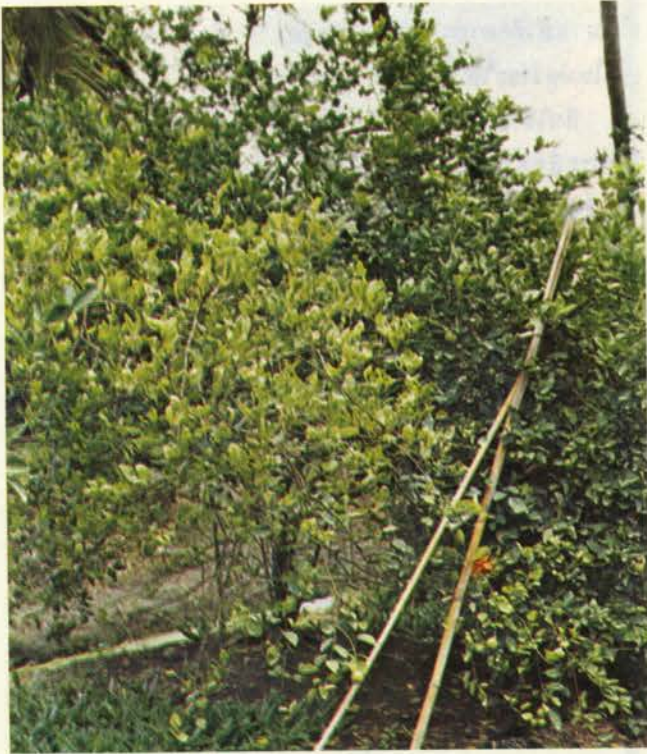
อีกวิธีหนึ่งที่ใช้ประกอบในการพิสูจน์โรคคือ วัสดุสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 3 ชนิด คือ Metalaxyl, Efosite aluminum (ในอัตรา 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร/ต้น), และ Captafol (ในอัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร/ต้น) โดยวัสดุสารเคมีสัปดาห์ละครั้ง รวม 6 ครั้ง ด้วยบัวรดน้ำ สารเคมีชนิดหนึ่งราดมะนาว 3 ต้น ไม่ราดสารเคมี 3 ต้น สำหรับเปรียบเทียบ 1 สัปดาห์หลังจากการราดสารเคมีครั้งสุดท้ายตรวจดูผลโดยการนับจำนวนรากที่เน่าเปรียบเทียบกับก่อนที่จะทำการราดสารเคมีดังกล่าว

ผลการทดลอง

ในจำนวนมะนาว 85 ต้น ปรากฏว่าตายไปในระหว่างทำการศึกษารวม 6 ต้น ต้นที่เหลืองมีอาการใบเป็นขีดโปร่งใส (vein clearing) ซึ่งเป็นอาการหนึ่งของโรคทริสเทซาหมดทุกต้น ต้นที่เป็นโรคไม่รุนแรงมะนาวยังมีใบเขียว ให้ผลผลิตสูงและมีการแตกกิ่งกระโดงบริเวณโคนต้นมาก (ตารางที่ 1) ส่วนพวกที่เป็นโรครุนแรงจะมีใบเหลือง (ภาพที่ 1) ซึ่งอาจเหลืองเป็นบางกิ่งหรือทั้งต้น ผลผลิตจะลดลงและผลมีขนาดเล็ก บางใบเกิดอาการเส้นใบโปนแล้วแตก (corky vein) ใบหนาและงอขึ้น (leaf cupping) บางกิ่งแห้งตาย ได้ทำการแกะเปลือกที่โคนและที่รากของต้นซึ่งมีอาการทรุดโทรมมาก ๆ ดู ปรากฏว่าต้นแรก พบอาการเป็นรูพรุนของเนื้อไม้ (stem pitting) และรอยบวมในเปลือกด้านใน (honey combing) อย่างชัดเจน และยังพบอาการ stem pitting ที่รากด้วย ส่วนต้นที่สอง ก็พบอาการ stem pitting ที่โคนต้นชัดเจนมาก (ภาพที่ 2) กิ่งที่ตัดจากต้นที่เป็นโรครุนแรง 3 ต้น เมื่อนำไปทาบกับมะนาวปกติในเรือนทดลอง ปรากฏว่ามะนาวปกติแสดงอาการ vein clearing ใบเหลือง และเกิด corky vein ซึ่งเป็นอาการ

ตารางที่ 1 จำนวนกิ่งกระโดงของมะนาวที่เป็นโรคทริสเทซาในระดับความรุนแรงต่างๆ

ใบเหลือง (%)	จำนวนต้น	จำนวนกิ่งกระโดงเฉลี่ย/ต้น
76-100	17	0.2
51-75	7	1.0
26-50	9	4.0
1-25	13	4.0
0	33	10.0



ภาพที่ 1. หนานว เป็นโรคทริสเตรชาขั้นรุนแรง ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในต้น ข้างมือ ส่วนต้นขาวน้อเป็นโรคไม่รุนแรงใบยังเขียวเหมือนหนานวปกติ



ภาพที่ 2. ต้นที่เป็นโรคทริสเตรชารุนแรง เนื้อแกะเปลือกที่โคนต้นดู มักพบอาการเป็นรูพรุนของเนื้อไม้ (stem pitting)



ภาพที่ 3. รากของต้นที่ใบเขียว เมื่อปลุกเชื้อรา (*Diplodia* sp.) ลงไปจะมียางไหลออกมา (ถ่ายหลังปลุกเชื้อ 10 วัน)



ภาพที่ 4. ต้นที่เป็นโรคทริสเตรชารุนแรง เมื่อเจียนเปลือกดูรอบ ๆ จะเห็นแผล ลูกลานออกไปเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 5. อาการรากเน่าของมะนาว เมื่อตัดรากตามขวาง เนื้อไม้ที่ถูกทำลาย จะเห็นเป็น sector สีเข้ม (ตรง)

ของโรคไตรสเดชาหลังจากเอากิ่งที่เป็นโรคมาทาบ 5 สัปดาห์ และผลการตรวจดูเชื้อไวรัสด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน โดยนำใบที่แสดงอาการของโรคไปตรวจสอบดู ปรากฏว่าพบอนุภาคของเชื้อไวรัสขนาดยาวกว่า 1,000 nm ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรคไตรสเดชาของส้ม (CTV) วิธีการแบ่งระดับความรุนแรงของโรค โดยใช้เปอร์เซ็นต์ของอาการใบเหลืองในทรงพุ่มเป็นหลัก จะแบ่งมะนาวเป็นโรคออกได้ 5 ระดับ (ตารางที่ 1)

รากที่แสดงอาการเน่าส่วนใหญ่พบว่าจะเริ่มจากบริเวณโคนราก แล้วลุกลามไปทางปลายราก และมีบ้างที่แสดงอาการเริ่มเป็นกับส่วนที่ห่างโคนต้นออกมาก่อน แต่ไม่ปรากฏว่ารากเริ่มเน่าที่รากฝอยก่อนแล้วลุกลามไปหาโคนต้น อาการเน่าพบกับรากทุกขนาด ลุกลามเร็ว ในระยะที่เป็นใหม่ ๆ เปลือกที่เน่ายังมีสภาพเหนียวอยู่ แต่รากที่แสดงอาการเน่าแล้วเปลือกจะเปื่อยยุ่ย เปลือกรากและเนื้อไม้ที่เน่าจะเปลี่ยนจากสีครีมเกือบขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลแก่ บางรากเนื้อไม้บางส่วนพบว่าเปลี่ยนเป็นสีดำ ซึ่งเมื่อตัดรากตามขวางจะเห็นเป็นเสกเตอร์ (sector) ดังภาพที่ 5 การแยกหาเชื้อสาเหตุบนอาหาร PDA จากจำนวนชิ้นส่วนรากเน่า 551 ชิ้น ซึ่งเก็บมาจาก 6 ต้น (จากในแปลงทดลอง) ปรากฏว่าพบเชื้อรา *Fusarium* spp. 3.5%, เชื้อรา *Diplodia* sp. 16.0%, เชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. และแบคทีเรีย 21.8%, และชิ้นส่วนที่ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญออกมา

ตารางที่ 2 จำนวนต้นที่เกิดโรครากเน่าของมะนาวที่เป็นโรคไตรสเดชารุนแรง (ใบเหลือง) และไม่รุนแรง (ใบเขียว)

อาการโรคไตรสเดชา	จำนวนต้นที่เป็นโรครากเน่า	จำนวนต้นทั้งหมด	ต้นที่เป็นโรครากเน่า (%)
รุนแรง (ใบเหลือง)	18	46	39.0
ไม่รุนแรง (ใบเขียว)	2	33	6.0
Chi-square	11.11**		

** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

18.7% (วิเชียรและไมตรี, 2523) ส่วนบนอาหาร RNV มีแต่เชื้อรา *Fusarium* sp. เจริญบนชิ้นส่วนของราก ไม่มีเชื้อรา *Phytophthora* sp. เจริญออกมาแต่อย่างใด

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโรคไตรสเดชากับโรครากเน่าจากสภาพที่เกิดในธรรมชาติเห็นได้ชัดเจนว่ามะนาวที่เป็นโรคไตรสเดชารุนแรง มีเปอร์เซ็นต์ใบเหลืองสูงนั้น เป็นโรครากเน่ามากกว่ามะนาวที่เป็นโรคไตรสเดชาไม่รุนแรง ซึ่งมีใบเขียวทั่วทั้งต้น มีการแตกกิ่งกระโดงมาก ถึงแม้จะพบอาการ vein clearing บนใบบ้างก็ตาม (เปอร์เซ็นต์ใบเหลือง = 0) แต่มีรากเน่าเพียง 0.3% ซึ่งต่างกับพวกที่ใบเหลืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของการเป็นโรคไตรสเดชากับจำนวนรากที่เน่าของต้นนั้น ๆ มาหาความสัมพันธ์ทางสถิติโดยจุดบนกระดาดกราฟ ปรากฏว่าจุดกระจายไม่สามารถลากเส้นหาความสัมพันธ์ใด ๆ ได้ ทั้งนี้เพราะว่ามีมะนาวบางต้นที่แสดงอาการของโรคไตรสเดชารุนแรง โดยใบเหลืองทั้งต้นแต่รากไม่เน่าเลย ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้สามารถพิจารณาสาเหตุได้เป็นสองประการ คือประการแรก รากเน่าไม่ใช่ออาการหนึ่งของโรคไตรสเดชา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กันโดยตรง ประการที่สองอาจมี

ตารางที่ 3 จำนวนรากเน่าในมะนาวที่เป็นโรคไตรสเดชามีอาการใบเหลืองที่ระดับต่างๆ

ใบเหลือง (%)	จำนวนรากเน่า	จำนวนรากทั้งหมด	รากเน่า (%)	จำนวนต้น
76-100	32	158	20.0	17
51-75	14	86	16.0	7
26-50	21	83	25.0	9
1-25	3	139	2.0	13
0	1	342	0.3	33

Chi-square 98.58**

** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความยาวของแผลและปริมาณยางไหลบนรากมะนาว
ต้นที่เป็นโรคทริสเทซารุนแรง (ใบเหลือง) กับไม่รุนแรง (ใบเขียว)
หลังจากปลูกเชื้อรา 10 วัน และการเกิด callus หลังจากปลูกเชื้อรา 15 วัน

เชื้อรา	ความยาว ของแผล เฉลี่ย(ซม.) ¹		ปริมาณ ยางไหล ²		การเกิด callus ³	
	ใบเหลือง	ใบเขียว	ใบเหลือง	ใบเขียว	ใบเหลือง	ใบเขียว
<i>Phytophthora</i> sp.	1.2	1.5	+	++	+	++
<i>Fusarium</i> sp. (isolate ที่ 1)	1.2	2.4	-	++	-	++
<i>Fusarium</i> sp. (isolate ที่ 2)	4.9	2.1	±	++	-	++
<i>Diplodia</i> sp. (isolate ที่ 1)	13.4	4.0	±	++	-	+
<i>Diplodia</i> sp. (isolate ที่ 2)	1.5	2.5	±	++	-	+
Control	1.0	1.0	-	-	+	++

¹ เฉลี่ยจาก 2 ต้น ๆ ละ 2 ราก รวม 4 ราก

² - ไม่มียางไหล ทั้ง 4 ราก

+ ยางไหลน้อย ทั้ง 4 ราก |

++ มียางไหลมาก ทั้ง 4 ราก

± มีรากทั้งที่ไม่มียางไหลและยางไหลน้อยปนกัน

³ ไม่เกิดเนื้อเยื่อสมานแผล (callus)

+ เกิดเนื้อเยื่อบริเวณของแผลเล็กน้อย |

++ มีเนื้อเยื่อสมานเต็มหรือเกือบเต็มแผล

รากที่อยู่ลึกลงไปอีกเน่า แต่ไม่สามารถตรวจสอบได้ อย่างไรก็ตามก็ตี
มะนาวซึ่งปลูกโดยใช้กิ่งตอนนั้นรากจะกระจายอยู่ในระดับที่ไม่
ลึกนัก ข้อสันนิษฐานประการแรกจึงน่าพิจารณามากกว่า

จากการปลูกเชื้อเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโรคทริสเท
ซากับโรครากเน่าพบว่า รากของมะนาวที่ต้นเป็นโรคทริสเทซา
รุนแรงเป็นโรคเน่าได้จากการปลูกเชื้อรา *Diplodia* sp. และ
Fusarium sp. พบว่าเชื้อรา *Diplodia* sp. ทำให้เกิดโรครากเน่า
ได้รุนแรงกว่า ส่วนเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไม่ทำให้เกิด
รากเน่าแต่อย่างใด เพียงแต่ทำให้ขอบแผลเน่าเล็กน้อยเท่านั้น
รากที่ทำแผลแต่ใส่สำลีแทนเชื้อรารากไม่มีอาการเน่าเลยและ
แผลแห้งในเวลาต่อมา สำหรับมะนาวที่ใบเขียวยังแข็งแรงนั้น
ปรากฏว่าทุกแผลที่ใส่เชื้อราลงไปจะมียางสีน้ำตาลไหลออกมา
มาก (ภาพที่ 3) และเกิดเนื้อเยื่อสมานแผลเหล่านั้น อย่างไรก็ตาม
ก็ตามเชื้อรา *Diplodia* sp. ก็ยังทำให้รากเน่าได้เล็กน้อย (ตาราง
ที่ 4 และภาพที่ 4) ส่วนรากที่เปรียบเทียบโดยใส่สำลีที่แผล
แทนเชื้อรา แผลไม่เน่าและไม่มียางไหล หลังจากการปลูกเชื้อ
1 ปี ต้นที่เป็นโรคทริสเทซามากได้ตายไป ส่วนต้นที่ใบเขียวยัง
เจริญเติบโตแข็งแรง แผลที่ปลูกเชื้อจะมีเนื้อเยื่อสมานหาย
เป็นปกติ ไม่มียางไหล และใบยังเขียวทั้งต้นเหมือนเดิม จากการ

ตารางที่ 5 จำนวนรากเน่าก่อนและหลังราดสารเคมี

ชนิดของสารเคมี	จำนวนรากเน่า*		จำนวนรากเน่า ที่เพิ่มขึ้น
	ก่อนราดสารเคมี	หลังราดสารเคมี	
Metalaxyl	17	31	14
Efosite aluminum	3	6	3
Captafol	8	16	8
Control	14	20	6

* จาการากมะนาวจำนวน 3 ต้น

แยกเชื้อราจากรากที่เน่าของต้นใบเหลืองหลังปลูกเชื้อ 10 วัน
ได้เชื้อรา *Diplodia* sp. และ *Fusarium* sp.

ในการศึกษาโดยวิธีราดสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการ
ป้องกันกำจัดเชื้อรา *Phytophthora* sp. 3 ชนิด เพื่อพิสูจน์
สาเหตุของโรครากเน่าอีกวิธีหนึ่งปรากฏว่า มีจำนวนรากเน่า
เพิ่มขึ้นทั้งต้นที่ราดและไม่ราดสารเคมี ดังแสดงในตารางที่ 5
จึงเป็นการยืนยันอีกทางหนึ่งว่ารากเน่าของมะนาวไม่ได้เกี่ยวข้อง
กับเชื้อรา *Phytophthora* sp.

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษครั้งนี้กระทำในสวนของกสิกรซึ่งต้นมะนาวโต
แล้ว การเลือกต้นมะนาวมาศึกษาในบางหัวข้อมีจำนวนน้อย
เกินไป ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ เช่น ในการ
ปลูกเชื้อราที่แยกได้เพื่อพิสูจน์โรค เพราะนอกจากจำนวนราก
ที่ปลูกเชื้อมีจำนวนน้อยแล้ว ยังมีขนาดแตกต่างกันอีกด้วย ทำ
ให้ไม่สะดวกในการเจาะด้วย cork borer ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกัน
ได้ แต่ผลการทดลองที่ออกมาก็สามารถพิสูจน์โรคได้ ส่วนแผล
ที่เน่าและมียางไหลในกลุ่มมะนาวที่มีใบเขียวไม่ได้ทำการแยกเชื้อ
ดูใหม่ เพราะต้องการเก็บไว้ศึกษาการลุกลามหรือสมานแผล
ของราก

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของโรคทั้งสองพอประมวลได้
ว่า มะนาวที่เป็นโรคทริสเทซาอยู่ในขั้นรุนแรงไม่จำเป็นต้องเกิด
โรครากเน่าเสมอไป ซึ่งมะนาวเหล่านี้จะค่อยๆทรุดโทรมไปเรื่อย ๆ
ติดผลน้อยลงและมีผลขนาดเล็ก แต่ว่ามะนาวที่เกิดโรครากเน่า
ส่วนใหญ่จะเกิดกับต้นที่เป็นโรคทริสเทซาค่อนข้างรุนแรงหรือ
รุนแรง ทำให้มะนาวทั้งต้นตายลงในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งใน
การเกิดโรครากเน่านี้มีเชื้อราในดิน 2 สกุล (genus) เข้ามาเกี่ยว
ข้องคือ *Diplodia* sp. และ *Fusarium* sp. ส่วนมะนาวที่
เป็นโรคอยู่ในขั้นไม่รุนแรงจะเป็นโรครากเน่าน้อยมาก และถ้าเอา
เชื้อราทั้งสองนี้ใส่เข้าไปเพื่อให้เกิดโรค ก็จะมียางไหลออกมา
บริเวณที่ใส่เชื้อมาก ทำให้แผลไม่ขยายและยังเกิดเนื้อเยื่อมา

สมานแผลอีกด้วย โรคทริสเทซาจึงน่าจะมีความสัมพันธ์กับโรครากเน่าทางอ้อม คือมะนาวที่เป็นโรคทริสเทซาในขั้นรุนแรงจะทำให้สภาพของรากอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อราที่อยู่ในดินได้ง่ายขึ้น (predisposing cause) ยางที่ไหลออกมาจากพืชตระกูลส้มเป็นพวกคาร์โบไฮเดรต การที่ต้นเป็นโรคทริสเทซา รุนแรงมียางไหลออกมาที่แผลน้อยมาก แสดงว่าคาร์โบไฮเดรตในรากของต้นที่เป็นโรคทริสเทซามีปริมาณลดลงกว่าต้นปกติหรือต้นที่เป็นโรคเพียงเล็กน้อย (Garnsey and Water, 1976.)

สรุปผลการทดลอง

โรครากเน่าของมะนาวที่ได้ทำการศึกษาเกิดจากการอ่อนแอของมะนาวจากโรคทริสเทซา ซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัส (virus) แล้วถูกเชื้อรา *Diplodia* sp. หรือ *Fusarium* sp. ซึ่งอาศัยอยู่ในดินเข้าทำลายซ้ำเติม เชื้อรา *Phytophthora* sp. ซึ่งเคยมีผู้รายงานว่า เป็นสาเหตุของโรครากเน่าของส้มเขียวหวาน ส้มตรา และส้มจุกนั้น ไม่ได้เป็นสาเหตุของโรครากเน่าของมะนาวแต่อย่างใด

กานิยม

คณะผู้ทำการศึกษาขอขอบคุณ คุณเสน่ห์ วงศ์สว่าง เจ้าของสวนมะนาวที่อนุญาตให้ใช้สวนเป็นแปลงศึกษา และยังช่วยเหลืออำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการศึกษา และคุณนงเยาว์ อุณยะวงศ์ งานวิเคราะห์สถิติ กองแผนงาน ที่ช่วยวิเคราะห์ตัวเลขทางสถิติให้

เอกสารอ้างอิง

- ไมตรี พรหมมินทร์. 2522. โรคทริสเทซาของส้ม. เอกสารโรเนียวเผยแพร่สาขาวิชาวิทยา กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร 5 หน้า.
- ไมตรี พรหมมินทร์, กิตติศักดิ์ กิริยะอังกูร, พรพจน์ ทองมีอาคม, และ นวลจันทร์ ดีมา. 2523. ความแตกต่างของลักษณะอาการของโรค tristeza ในมะนาวที่เกิดจาก isolate ที่ต่างกัน. รายงานผลการทดลองและวิจัย กรมวิชาการเกษตร 4 หน้า.
- วิเชียร กำจายภัย. 2517. การศึกษาหาเชื้อสาเหตุโรคโคนเน่าของส้มเขียวหวานและส้มจุก ว. วิทย. กษ: 7(4) : 291-297.
- วิเชียร กำจายภัย. 2518. โรคส้มที่เกิดจากเชื้อราไฟทอฟธอรา. กลสิกร 48 (2) : 110-117.
- วิเชียร กำจายภัย และไมตรี พรหมมินทร์. 2523. ความสัมพันธ์ระหว่างมะนาวเป็นโรคทริสเทซากับการเกิดโรครากเน่า. รายงานผลการทดลองและวิจัย กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2523 3 หน้า.
- Garnsey, S.M. and R.H. Water. 1976. Water flow rates and starch reserves in roots from citrus trees affected by blight and tristeza. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. USDA, Orlando, Fla., USA. 88 : 79-84. (Abstr. in Rev. Plant Pathology 57(6) : 235, 1978.)
- Knorr, L.C., R.E. Schwarz, and M. Prommintara. 1973. Tristeza-a citrus virus disease widely disseminated in Thailand. FAO Plant Protect. Bull. No. 21. 12 pp.
- Suzui, T., U. Kueprakone, and T. Kamhangridthirong. 1976. Phytophthora disease on some economic plants in Thailand. Tech. Bull. Plant Pathology Div., Dept. Agric., Thailand and TARC, Min. Agric. and Forestry, Japan. 113 pp.

Relationship of Tristeza and Incidence of Lime Root Rot Disease

Wichian Kamjaipai
Surachart Kooariyakul

Maitree Prommin
Supatra Intavimolsri

Plant Pathology and Microbiology Division

Department of Agriculture

ABSTRACT

Observations were made on eighty five lime trees (*Citrus aurantifolia* Christm., Swing.), variety PAN, infected with tristeza virus. The degree of disease infection varied from tree to tree. Most of heavily infected trees were more susceptible to root rot disease, whereas, root rot disease incidence was rarely observed on the less infected trees. It has been indicated that such an occurrence reflected a synergistic reaction between tristeza virus and some soil-borne pathogenic fungi in the lime tree.

Two fungi, *Diplodia* sp. and *Fusarium* sp., were consistently isolated from infected roots of tristeza disease trees. The pathogenicity of these fungi was tested. Wound inoculation with either *Diplodia* sp. or *Fusarium* sp. was done on roots of both tristeza infected and healthy lime trees. The incidence of root rot disease was observed only on lime trees that were heavily infected with tristeza. These trees were so predisposed as to enhance the severity or damage caused by the subsequent infection with either *Diplodia* or *Fusarium* root rot. However, *Phytophthora* sp. has never been isolated from diseased roots even by using selective media. An attempt was made to induce root rot by *Phytophthora parasitica* isolated from damping-off lime seedlings in the nursery but the attempt was not successful.
