การป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ในไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการส่งออก

Control of Plant Parasitic Nematode (*Radopholus similis*) on Ornamental plant for Exporting

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด[1/] วานิช คำพานิช[2/] และ ช่อทิพย์ ศัลยพงษ์[3/]

[1/]กลุ่มวิจัยโรคพืช [2/]กลุ่มวิจัยการักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[3/]กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร

บทคัดย่อ

การป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ในรากพืชเพื่อลดการทำลายและอาศัยอยู่ภายในระบบรากพืชสำหรับการส่งออก ทำการทดสอบกับต้นหน้าวัวโดยวิธีแช่ส่วนรากเพื่อกำจัดไส้เดือนฝอยด้วยสารกำจัดแมลงที่ความเข้มข้นต่างๆ การขับไล่ไส้เดือนฝอยด้วยวิธีแช่รากผ่านคลื่นเสียงในเครื่องอุลตร้าโซนิค และวิธีการแช่รากด้วยสารกำจัดแมลงร่วมกับคลื่นเสียง ผลการทดลองพบว่า การแช่รากพืชในสารอิมิดาโคลพริด ฟิโปรนิล และคาร์โบซัลแฟน ที่อัตรา 1% เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลทำให้ไส้เดือนฝอยมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 79.48 77.69 และ 81.64 % ตามลำดับ โดยการใช้สารที่ความเข้มข้น 5 % มีความเป็นพิษต่อพืช แต่การแช่รากพืชในเครื่องอุลตร้าโซนิค นาน 30 นาที เพื่อขับไล่ไส้เดือนฝอยออกจากรากพืชพบว่า สามารถขับไล่ไส้เดือนฝอยได้สูงที่สุด 61.25 ตัว/ต้น เปรียบเทียบกับไม่ผ่านเครื่อง Ultrasonic ขับไล่ได้เท่ากับ 0.75 ตัว/ต้น และเมื่อนำไปปลูกต่อเป็นเวลานาน 2 เดือน ยังคงตรวจพบไส้เดือนฝอยเพิ่มขึ้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 14.04 และ 98.92 % ในกรรมวิธีใช้คลื่นเสียงนาน 30 นาที และไม่ใช้คลื่นเสียง ตามลำดับ เมื่อนำสารกำจัดแมลงมาใช้ร่วมกับคลื่นเสียงพบว่า การแช่รากในคาร์โบซัลแฟนความเข้มข้น 1 % ร่วมกับการใช้คลื่นเสียงนาน 20 นาที สามารถขับไล่และกำจัดไส้เดือนฝอยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ไส้เดือนฝอยลดลงเท่ากับ 77.25 % เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการแช่น้ำกลั่นในเครื่องอุลตร้าโซนิค นาน 20 นาที ไส้เดือนฝอยเพิ่มขึ้นจาก 7.80 ตัว/ต้น เป็น 70.80 ตัว/ต้น

รหัสการทดลอง

คำนำ

ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (plant parasitic nematodes) จัดเป็นจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชที่สามารถทำให้เกิดความเสียหายต่อการปลูกพืชทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ พบแพร่ระบาดในหลายประเทศทั่วโลก และในปัจจุบันไส้เดือนฝอยศัตรูพืช มีบทบาทสำคัญต่อการกักกันพืชระหว่างประเทศเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการตรวจสอบเพื่อกักกันไส้เดือนฝอยศัตรูพืชชนิดที่มีความสำคัญ และยังไม่มีการแพร่กระจายเข้ามาสู่ประเทศนั้นๆ ในขณะเดียวกันการส่งออกพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชอื่นๆ ไปขายยังต่างประเทศ ต้องมีความมั่นใจว่าปลอดจากไส้เดือนฝอยต้องห้ามอย่างแท้จริง เพื่อลดอุปสรรคทางการค้าที่อาจเกิดขึ้นได้ตามมา

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ประกาศชนิดของไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืชกักกันของประเทศไทย จำนวน 21 สกุล 37 ชนิด คือ *Anguina agrostis, A. graminis, A. tritici, Aphelenchoides arachidis, A. besseyi, Belonolaimus longicaudatus, Bursaphelenchus xylophilus, Cactodera cacti, Ditylenchus destructor, D. dipsaci, Dolichodorus heterocephalus, Globodera pallida, G. rostochiensis, Heterodera avenae, H. glycines, H. graminis, H. oryzicola, H. punctata, H. sorghi, H. trifolii, Hirschmanniella miticausa, Hoplolaimus columbus, Longidorus sylphus, Meloidogyne brevicauda, M. camiellae, M. chitwoodi, M. coffeicola, M. graminis, Nacobbus aberrans, Paratrichodorus porosus, Pratylenchus goodeyi, P. loosi, Rhadinaphelenchus cocophilus, Rotylenchulus macrodoratus, Scutellonema bradys, Trichodorus viruliferus* และ *Xiphinema diversicaudatum* โดยไส้เดือนฝอยดังกล่าวยังไม่เคยมีรายงานว่าปรากฏในประเทศไทย หรือปรากฏแล้วแต่ยังไม่แพร่กระจายอย่างกว้างขวาง และอยู่ภายใต้การควบคุมอย่างเป็นทางการ ดังนั้น พืชจากต่างประเทศที่นำเข้ามาในประเทศไทย จะต้องมีการตรวจสอบไส้เดือนฝอยชนิดดังกล่าวก่อนได้รับอนุญาตให้นำเข้าต่อไป

ในการส่งออกพืชของประเทศไทยไปยังต่างประเทศยังคงประสบปัญหาเรื่อง การตรวจสอบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชกักกันของประเทศนั้นๆ เช่นกัน ตัวอย่างของปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งคือ การติดไปของไส้เดือนฝอย burrowing nematode (*Radopholus similis*) กับพืชส่งออกจากประเทศไทยไปยังต่างประเทศ โดยเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2549 ทางหน่วยงานกักกันพืชของสาธารณรัฐเกาหลี ได้มีหนังสือมายังกลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ร้องเรียนเรื่อง การติดไปของไส้เดือนฝอย *R. similis* กับไม้ประดับพวก philodendron ที่นำเข้าจากประเทศไทย โดยทางการของสาธารณรัฐเกาหลี ได้มีการทำลายพืชที่พบว่ามีไส้เดือนฝอยติดมาทั้งหมด และเรียกร้องให้ทางหน่วยงานกักกันพืชของประเทศไทย ตรวจสอบและดูแลควบคุมไส้เดือนฝอย *R. similis* ในพืชส่งออก มิฉะนั้นจะงดการนำเข้า philodendron จากประเทศไทย นอกจากนี้ทาง

หน่วยงานกักกันของสาธารณรัฐเกาหลี ยังส่งนักวิชาการและนักไส้เดือนฝอยมายังประเทศไทยเพื่อตรวจสอบวิธีการตรวจไส้เดือนฝอย *R. similis* ที่กลุ่มงานไส้เดือนฝอย กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชอีกด้วย นอกจากนั้น ยังมีกรณีของการส่งกล้วยไม้ไปยังประเทศ Burmuda โดยทางรัฐบาลของประเทศ Burmuda ได้กำหนดให้ประเทศไทยตรวจสอบและส่งรายชื่อของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่แยกได้จากตัวอย่างพืชที่จะนำเข้าจากประเทศไทยต่อหน่วยงานของ Burmuda โดยกำหนดว่าวิธีการตรวจสอบไส้เดือนฝอยจะต้องเป็นวิธีการมาตรฐานที่สากลยอมรับทั่วไป และส่งผลการตรวจไปยังหน่วยงานด้านไส้เดือนฝอยของประเทศ Burmuda เพื่อตรวจสอบก่อน จึงจะพิจารณาอนุญาตให้นำเข้าสินค้าเกษตรชนิดนั้นๆ เข้าประเทศ Burmuda ได้

ในเดือนมกราคม 2553 มีรายงานผลการตรวจรับรองจากห้องปฏิบัติการไส้เดือนฝอย กลุ่มวิจัยโรคพืช ได้ตรวจพบไส้เดือนฝอย *R. similis* ในรากของต้นหน้าวัวที่จะส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นเป็นจำนวน 21 ตัว/ราก 10 กรัม และยังพบไส้เดือนฝอยชนิดดังกล่าวในวัสดุปลูกของต้น philodendron มากถึง 93 ตัว/น้ำหนักของวัสดุปลูก 200 กรัม (นุชนารถ, 2553)

ไส้เดือนฝอย *R. similis* จึงเป็นไส้เดือนฝอยกักกันที่มีความสำคัญและพบในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนทั่วโลก (Fogain, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งที่มีการปลูกกล้วย ประเทศที่พบ ได้แก่ ทุกประเทศในทวีปอัฟริกา บางประเทศในทวีปเอเชีย อเมริกากลางและใต้ ประเทศคิวบา ออสเตรเลีย และในหลายประเทศในทวีปยุโรป ในสหรัฐอเมริกา *R. similis* มีการกระจายตัวในเขตภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศเปอร์โตริโก และในรัฐฮาวาย (Sipes and Delate, 1996) มีพืชอาศัยมากกว่า 600 ชนิด (Uchida *et al.,* 2003) แต่พืชอาศัยที่สำคัญได้แก่ กล้วย และส้ม ที่ปลูกในเขตร้อน กล้วยจัดเป็นพืชอาศัยที่สำคัญอันดับหนึ่งของไส้เดือนฝอยชนิดนี้ โดยพบว่ากล้วยเกือบทุกสายพันธุ์สามารถเป็นพืชอาศัยของ *R. similis* พืชชนิดอื่น ๆ ที่จัดเป็นพืชอาศัย ได้แก่ ขิง มะพร้าว ปาล์ม อะโวกาโด กาแฟ พริกไทย อ้อย ชา พืชผักและไม้ดอกไม้ประดับ หญ้า และวัชพืชหลายชนิด

ไส้เดือนฝอย *R. similis* สามารถครบวงจรชีวิตได้ภายในส่วนของ cortex พืช วงจรชีวิตของ *R. similis* ในพืชพวกส้ม พบว่า ตัวอ่อนฟักออกจากไข่ภายในระยะเวลา 3 ถึง 7 วัน และไส้เดือนฝอยครบวงจรชีวิตภายใน 18 ถึง 20 วัน ที่ 24 ถึง 26 องศาเซลเซียส (Evan *et al.,* 1993) วงจรชีวิตของ *R. similis* จะนานมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ตัวเมียของไส้เดือนฝอย *R. similis* จะวางไข่โดยเฉลี่ย 2 ฟองต่อวัน โดยทั่วไปแล้ว *R. similis* ต้องการตัวผู้เพื่อการผสมพันธุ์ แต่อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งพบว่าตัวเมียของไส้เดือนฝอยสามารถออกไข่ได้โดยไม่มีการผสมพันธุ์จากตัวผู้ (parthenogenesis) ตัวผู้ของไส้เดือนฝอยชนิดนี้ไม่มีการเข้าทำลายและดูดกินน้ำเลี้ยงจากรากพืช (Evan *et al.,* 1993)

ไส้เดือนฝอย *R. similis* จัดเป็นศัตรูพืชแบบ migratory endoparasite และทำให้เกิดโรค spreading decline ในพืชพวกส้ม (Duncan and Cohn, 1990) โดยอาการดังกล่าวมักเกิดขึ้นหลังจากไส้เดือนฝอยเข้าทำลายรากแล้วหนึ่งปี ส้มที่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลายจะมีจำนวนใบและการเจริญเติบโตลดลง สีของใบมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะซีดลง และเกิดอาการ dieback ของกิ่งส้ม

ใบของส้มอาจเหี่ยวในเวลากลางวันแต่จะกลับเป็นปกติเมื่อเวลาได้รับน้ำหรือเมื่อฝนตก ส้มให้ผลผลิตลดลงและผลที่ได้มีขนาดเล็กและมีลักษณะเหมือนขาดธาตุอาหาร ในรัฐฟลอริดาพบว่าไส้เดือนฝอย *R. similis* ทำให้ผลผลิตของส้มโอลดลง 50 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของส้มเขียวหวานพบว่าไส้เดือนฝอยมีส่วนทำให้ผลผลิตลดลง 40 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ในพืชพวกอาโวกาโดก็เช่นเดียวกันพบว่าผลผลิตลดลงเมื่อถูกไส้เดือนฝอยชนิดนี้เข้าทำลาย เมื่อทำการขุดรากที่ระดับความลึก 2.5 ฟุต จากระดับผิวดินพบว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของรากหาอาหาร (feeder roots) ได้ถูกทำลาย และเมื่อขุดลงไปลึกมากกว่านั้นพบว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของรากที่พบได้ถูกทำลายโดยไส้เดือนฝอย ในกล้วยพบว่าการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย *R. similis* ทำให้เกิดอาการโค่นล้มของต้นกล้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นที่กำลังให้ผลผลิต เนื่องจากระบบรากได้ถูกทำลาย ในส่วนของรากพบว่าเกิดอาการเน่า (lesion) สีน้ำตาลหรือสีดำที่บริเวณจุดที่ไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย เมื่อไส้เดือนฝอยเคลื่อนที่ผ่านชั้น cortex ของรากพืชทำให้เกิดโพรง และเปิดทางให้เชื้อโรคในดิน เช่น รา Fusarium oxysporum และ Rhizoctonia solani เข้าทำลายรากพืชซึ่งทำให้เกิดอาการรุนแรงมากยิ่งขึ้น (Sipes *et al.,* 2001)

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกสินค้าไม้ดอก-ไม้ประดับหลายชนิด ได้แก่ หน้าวัว กวักมรกต ต้นกล้วยไม้ และ Philodendron รวมถึงพรรณไม้น้ำไปยังประเทศต่างๆ ทั่วโลก ในลักษณะเป็นต้นพืชเพื่อนำไปปลูกต่อ (plant for planting) โดยเฉพาะพรรณไม้น้ำส่งออกไปจำหน่ายมากกว่า 74 ประเทศ มีผู้ผลิตและส่งออกประมาณ 80 บริษัท มีอัตราการขยายตัวระหว่างปี 2548-2549 เท่ากับร้อยละ 38.07 มูลค่าการส่งออกในปี 2550-2551 เท่ากับ 31 ล้านบาท และมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่ไทยส่งออกมากที่สุด รองลงมาได้แก่ สหรัฐอเมริกา จีน และเนเธอร์แลนด์ นิยมนำไปประดับตู้ปลา ส่งไปจำหน่ายหลายรูปแบบ ได้แก่ Mother pot, Pot, Loose, Terracotta-Tube และ Bundle

ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-สิงหาคม 2550 ผู้ประกอบการของไทยประสบปัญหาไส้เดือนฝอยศัตรูพืชติดไปกับไม้น้ำส่งออกไปประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป โดยตรวจพบไส้เดือนฝอย *R. similis* ติดไปกับรากไม้น้ำสกุล *Anubias* spp. ที่ส่งไปยังประเทศเนเธอร์แลนด์ และไส้เดือนฝอย *Hirschmanniella* sp. ติดไปกับไม้น้ำสกุล *Vallisneria* sp. ที่ส่งไปประเทศโปแลนด์ รวมการแจ้งเตือนตลอดปี 2550 จำนวน 5 ครั้ง และในปี 2551 สถานการณ์การส่งออกพรรณไม้น้ำไป EU ยังคงประสบปัญหาการปนเปื้อนไส้เดือนฝอย *R. similis* อย่างต่อเนื่อง มีการแจ้งเตือนและเผาทำลายพรรณไม้น้ำที่มีการปนเปื้อนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช ณ ประเทศปลายทาง จำนวน 11 ครั้ง เรื่องดังกล่าวจึงเป็นผลกระทบต่อการส่งออกไม้น้ำ รวมถึงไม้ประดับอื่นๆ ของไทยเป็นอย่างมาก

ในระหว่างวันที่ 9-18 กันยายน 2551 คณะผู้ประเมิน Food and Veterinary Office (FVO) สหภาพยุโรป ซึ่งเป็นคณะผู้ตรวจประเมินด้านระบบควบคุมรับรองสุขอนามัยพืชในสินค้าพืชส่งออกจากไทยไปสหภาพยุโรป ได้เดินทางมาตรวจสอบระบบการผลิตและการตรวจศัตรูพืชในพืชผักและไม้ดอก-ไม้ประดับที่ส่งออกไป EU รวมทั้งไม้น้ำ-ไม้ดอกไม้ประดับส่งออกแบบ plant for planting ซึ่ง

คณะผู้ประเมิน FVO ได้ให้ข้อเสนอแนะที่ประเทศไทยควรปฏิบัติก่อนส่งออกไป EU โดยให้กรมวิชาการเกษตร ตรวจสอบและรับรองปลอดไส้เดือนฝอยศัตรูพืชตั้งแต่กระบวนการผลิตพรรณไม้น้ำและไม้ดอก-ไม้ประดับตั้งแต่ระดับฟาร์มจนถึงส่งออกไปจำหน่ายของทุก 27 ประเทศในกลุ่ม EU

ดังนั้น การแก้ปัญหาที่ตรงจุดคือการควบคุมไส้เดือนฝอยไม่ให้แพร่ระบาดในแหล่งผลิต และการกำจัดไส้เดือนฝอยไม่ให้ติดไปกับพืชนั้นๆ รวมทั้งการขึ้นทะเบียนและตรวจรับรองฟาร์มหรือแหล่งผลิตพืชอย่างเป็นระบบครบวงจร เป็นกระบวนการที่จะต้องดำเนินการโดยเฉพาะการวิจัยและพัฒนาให้ได้มาซึ่งเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* ในแหล่งผลิต ที่สามารถนำไปแนะนำให้กับเกษตรกรผู้ปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย R. similis ในพรรณไม้น้ำ กรมวิชาการเกษตรได้รับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุน สวก. เมื่อปลายปี 2552 ส่วนการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* ในไม้ดอก-ไม้ประดับอื่นๆ เพื่อการส่งออก ยังไม่มีการดำเนินงานวิจัยในพืชเหล่านี้ กรมวิชาการเกษตรจึงควรศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* ในไม้ดอก-ไม้ประดับควบคู่กับพรรณไม้น้ำ ซึ่งพืชทั้ง 2 กลุ่ม จัดเป็นงานวิจัยเร่งด่วน เนื่องจากคณะผู้ประเมิน FVO จะเดินทางมาประเมินในเรื่อง Plant health ของประเทศไทยในปี 2553 โดยมีประเด็นการแก้ปัญหาในเรื่องไส้เดือนฝอย *R. similis* ทั้งในเรื่องของการติดไปกับรากพืชและวิธีการตรวจสอบรับรองของกรมฯ โดยเฉพาะวิธีการในการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* ในพืช ซึ่งกรมฯ ควรมีคำตอบในเรื่องดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* ในไม้ดอก-ไม้ประดับ (หน้าวัว) ส่งออก อย่างน้อย 1 เทคโนโลยี

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* แยกได้จากรากพืช (หน้าวัว และพรรณไม้น้ำ)

2. สารฆ่าเชื้อและสารเคมีกำจัดแมลง ได้แก่ แอลกอฮอล์ คาร์โบซัลแฟน อิมิดาโคลพริด และฟิโปรนิล

3. ชิ้นส่วนพืช (แครอท) สำหรับเพาะขยายไส้เดือนฝอย *R. similis* และสารเคมีอื่นๆ

4. เครื่อง Ultrasonic cleaning กล้องจุลทรรศน์ และวัสดุ-อุปกรณ์สำหรับห้องปฏิบัติการไส้เดือนฝอย

5. ต้นหน้าวัวพร้อมวัสดุปลูก

วิธีการ

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสารชนิดต่างๆ ต่อการตายของไส้เดือนฝอย *R. similis* ในรากหน้าวัว

การแช่รากพืชทดสอบในสารชนิดต่างๆ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อกำจัดไส้เดือนฝอยในราก โดยมีขั้นตอนการเตรียมพืชทดสอบที่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย

- ขั้นตอนการเพาะขยายปริมาณไส้เดือนฝอย *R. similis* ในชิ้นแครอท ตามวิธีของนุชนารถ และ วราภรณ์ (2552) เพื่อใช้ในการทดลอง

- ขั้นตอนการปลูกพืชทดสอบ (หน้าวัว) ทำการปลูกเลี้ยงพืชทดสอบในกระถางพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ที่บรรจุวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ของพืชทดสอบ (อิฐแดง+เส้นใย-กาก มะพร้าว+ถ่าน) ดูแลพืชเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อให้รากเจริญเติบโตก่อนใส่ไส้เดือนฝอย

- ขั้นตอนการเตรียมพืชที่ถูกไส้เดือนฝอย *R. similis* เข้าทำลาย นำไส้เดือนฝอย *R. similis* ที่เพาะเลี้ยงได้จากชิ้นแครอทนำไปปลูกเชื้อลงบนต้นพืชทดสอบที่ปลูกกระถางจำนวน 200 ตัว/ต้น ปลูกและดูแลต่อเป็นเวลา 2 เดือน ก่อนใช้ในการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD 9 กรรมวิธี 4 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 แช่รากในแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.5 %
กรรมวิธีที่ 2 แช่รากในแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 1.0 %
กรรมวิธีที่ 3 แช่รากในสารฟิโปรนิล ความเข้มข้น 1.0 %
กรรมวิธีที่ 4 แช่รากในสารฟิโปรนิล ความเข้มข้น 5.0 %
กรรมวิธีที่ 5 แช่รากในสารอิมิดาโคลพริด ความเข้มข้น 1.0 %
กรรมวิธีที่ 6 แช่รากในสารอิมิดาโคลพริด ความเข้มข้น 5.0 %
กรรมวิธีที่ 7 แช่รากในสารคาร์โบซัลแฟน ความเข้มข้น 1.0 %
กรรมวิธีที่ 8 แช่รากในสารคาร์โบซัลแฟน ความเข้มข้น 5.0 %
กรรมวิธีที่ 9 แช่รากในน้ำกลั่น (control)

นำพืชทดสอบ (หน้าวัว) ที่ถูกไส้เดือนฝอย *R. similis* เข้าทำลายเป็นเวลา 2 เดือน แช่ในสารที่ความเข้มข้นต่างๆ ตามกรรมวิธีกำหนด เป็นเวลา 12 ชม. เปรียบเทียบกับแช่ในน้ำกลั่น (control) จากนั้นทำการตรวจรากพืชทดสอบทุกกรรมวิธีโดยวิธีปั่นรากและตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอย

บันทึกผล จำนวนไส้เดือนฝอยตัวเป็นและตัวตายในแต่ละชนิดของสารภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยตามสูตร

$$\% \text{ การตาย} = \frac{\text{จำนวนตัวตายของไส้เดือนฝอย}}{\text{ผลรวมของจำนวนไส้เดือนฝอยตัวเป็น+ตัวตาย}} \times 100$$

2. การทดสอบระยะเวลาต่าง ๆ ในการใช้คลื่นเสียง (Ultrasonic) ขับไล่และ/หรือกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* ออกจากรากพืช

วางแผนการทดลองแบบ CRD 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ (ต้น) กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 แช่รากในเครื่อง Ultrasonic นาน 5 นาที
กรรมวิธีที่ 2 แช่รากในเครื่อง Ultrasonic นาน 10 นาที
กรรมวิธีที่ 3 แช่รากในเครื่อง Ultrasonic นาน 15 นาที
กรรมวิธีที่ 4 แช่รากในเครื่อง Ultrasonic นาน 20 นาที

กรรมวิธีที่ 5 แช่รากในเครื่อง Ultrasonic นาน 25 นาที
กรรมวิธีที่ 6 แช่รากในเครื่อง Ultrasonic นาน 30 นาที
กรรมวิธีที่ 7 ไม่ผ่านเครื่อง Ultrasonic (control)

นำต้นพืชทดสอบ (หน้าวัว) ที่ถูกไส้เดือนฝอย *R. similis* เข้าทำลายเป็นเวลา 2 เดือน ไปใส่ในน้ำที่บรรจุในภาชนะแก้วใส จากนั้นตั้งวางในเครื่อง Ultrasonic ความถี่ 50 KHz. ทดสอบที่ระยะเวลาตั้งแต่ 5 10 15 20 25 และ 30 นาที และนำมาตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอย *R. similis* ที่เคลื่อนที่ออกมาจากรากแต่ละระยะเวลาที่ทำการทดสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากนั้นนำไปปลูกลงกระถางปลูกแยกแต่ละช่วงเวลา ดูแลรักษาตามปกติเป็นเวลา 2 เดือน นำขึ้นมาตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอย *R. similis* อีกครั้ง โดยนำรากที่เจริญเติบโตใหม่มาแยกโดยใช้วิธีปั่นราก

บันทึกผล บันทึกการตายของต้นพืชและนับจำนวนไส้เดือนฝอย *R. similis* ในรากพืชหลังจากปลูกเป็นเวลา 2 เดือน

3. การทดสอบใช้สารป้องกันกำจัดแมลงร่วมกับการใช้คลื่นเสียงเพื่อกำจัดไส้เดือนฝอยในรากพืช

วางแผนการทดลองแบบ CRD 8 กรรมวิธี 5 ซ้ำ (ต้น) กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 แช่รากในสารอิมิดาโคลพริดในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 5 นาที
กรรมวิธีที่ 2 แช่รากในสารอิมิดาโคลพริดในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 20 นาที
กรรมวิธีที่ 3 แช่รากในสารฟิโปรนิลในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 5 นาที
กรรมวิธีที่ 4 แช่รากในสารฟิโปรนิลในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 20 นาที
กรรมวิธีที่ 5 แช่รากในสารคาร์โบซัลแฟนในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 5 นาที
กรรมวิธีที่ 6 แช่รากในสารคาร์โบซัลแฟนในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 20 นาที
กรรมวิธีที่ 7 แช่รากในน้ำกลั่นในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 5 นาที (control)
กรรมวิธีที่ 8 แช่รากในน้ำกลั่นในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลา 20 นาที (control)

นำต้นพืชทดสอบ (หน้าวัว) ที่ถูกไส้เดือนฝอย *R. similis* เข้าทำลายเป็นเวลา 2 เดือน จำนวน 5 ต้น มาแช่ในสารที่ความเข้มข้น 1 % โดยแช่เฉพาะส่วนรากของพืชทดสอบในเครื่อง Ultrasonic ที่ระยะเวลา 5 และ 20 นาที จากนั้นนำต้นไปปลูกในกระถางปลูกเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ดูแลรักษาตามปกติเป็นเวลา 2 เดือน จึงนำขึ้นมาตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยอีกครั้งโดยนำรากที่เจริญเติบโตใหม่มาแยกโดยวิธีปั่นราก

บันทึกผล บันทึกการตายของต้นพืชและนับจำนวนไส้เดือนฝอย *R. similis* ในรากพืชหลังจากปลูกเป็นเวลา 1 เดือน

เวลาสถานที่

เริ่มต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2553 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานไส้เดือนฝอย กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสารชนิดต่างๆ ต่อการตายของไส้เดือนฝอย *R. similis* ในรากหน้าวัว

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสาร 4 ชนิด ได้แก่ แอลกอฮอล์ ฟิโปรนิล อิมิดาโคลพริด และคาร์โบซัลแฟน พบว่าสารทั้ง 4 ชนิด มีประสิทธิภาพในการขับไล่และฆ่าไส้เดือนฝอย *R. similis* ที่อาศัยอยู่ในรากของหน้าวัวได้แตกต่างกันตามความเข้มข้นของสาร ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือ ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยจากการตรวจนับจำนวนและคิดเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอย *R. similis* พบว่า การแช่รากในสารฟิโปรนิล ที่ความเข้มข้น 5.0 % อิมิดาโคพริด และคาร์โบซัลแฟน ที่ความเข้มข้น 1.0 และ 5.0 % สามารถฆ่าไส้เดือนฝอยตายเท่ากับ 80.89 79.48 81.83 81.64 และ 84.23 % ในเวลาการแช่ 12 ชั่วโมงเท่ากัน สำหรับแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 1 % เท่ากับ 48.37 % เปรียบเทียบกับรากหน้าวัวที่แช่ในน้ำกลั่น พบไส้เดือนฝอยตายเพียง 5.35 % ในเวลาการแช่เท่ากัน โดยสารในกลุ่มกำจัดแมลง ได้แก่ ฟิโปรนิล อิมิดาโคลพริด และคาร์โบซัลแฟน สามารถกำจัดไส้เดือนฝอยได้สูงกว่าแอลกอฮอล์และมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ผลจากการทดสอบสารกำจัดแมลง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพในการแทรกซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อของรากพืช ทำให้ไส้เดือนฝอยที่อาศัยอยู่ภายในรากถูกพิษจากสารและตายในที่สุด แต่อย่างไรก็ตามสารทั้ง 3 ชนิดที่ทำการทดสอบยังไม่สามารถกำจัดไส้เดือนฝอยที่อาศัยอยู่ในรากพืชได้โดยสมบูรณ์ (100 %) การพิจารณาเลือกสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมาใช้นั้น ยังต้องคำนึงถึงความเป็นพิษของสารและระยะเวลาในการแช่ที่จะไม่ทำความเสียหายให้กับระบบรากของหน้าวัวเมื่อนำไปปลูกต่อ

2. การทดสอบระยะเวลาต่างๆ ในการใช้คลื่นเสียง (Ultrasonic) ขับไล่และ/หรือกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* ออกจากรากพืช

การใช้คลื่นเสียงชนิด Ultrasonic ที่มีคลื่นความถี่ 50 KHz. มาใช้ในการขับไล่ไส้เดือนฝอยให้เคลื่อนที่ออกนอกรากหน้าวัว เพื่อลดการติดไปของไส้เดือนฝอยในต้นหน้าวัวส่งออกไปจำหน่ายกับประเทศคู่ค้าที่ต้องการพืชที่ปลอดจากไส้เดือนฝอย *R. similis* โดยทดสอบใช้ระยะเวลาการแช่ตั้งแต่ 5 10 15 20 25 และ 30 นาที โดยมีการแช่รากหน้าวัวในน้ำกลั่นนาน 30 นาที เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ผลการทดสอบพบว่า การแช่รากตั้งแต่ 20 25 และ 30 นาที สามารถขับไล่ไส้เดือนฝอยออกมาจากรากจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 58.00 57.50 และ 61.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การแช่รากนาน 5 10 และ 15 นาที มีจำนวนไส้เดือนฝอยเคลื่อนที่ออกมานอกรากเท่ากับ 40.25 50.50 และ 52.00 ตัว/ต้น โดยในกรรมวิธีแช่น้ำกลั่นและใช้คลื่นเสียงพบไส้เดือนฝอยหลุดออกมาเพียง 0.75 ตัว/ต้น และเมื่อนำต้นที่ผ่านเครื่อง Ultrasonic ไปปลูกต่อเป็นเวลา 2 เดือน และนำมารากมาตรวจ

โดยวิธีการปั่นรากเพื่อนับจำนวนไส้เดือนฝอย พบว่าไส้เดือนฝอยมีจำนวนเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธีที่ผ่านเครื่อง Ultrasonic โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของไส้เดือนฝอยในระบบราก เท่ากับ 55.77 31.29 32.90 16.99 14.18 และ 14.04 ตัว/ต้น ในขณะที่กรรมวิธีแช่รากในน้ำกลั่นไม่ผ่านเครื่อง Ultrasonic มีเปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวไส้เดือนฝอยในรากสูงถึง 98.92 % (ตารางที่ 2)

จากผลการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าระยะเวลามีผลในการขับไล่ไส้เดือนฝอยให้เคลื่อนที่ออกมานอกราก โดยเวลาการแช่รากนานตั้งแต่ 20 นาทีขึ้นไป มีผลทำให้ไส้เดือนฝอยเคลื่อนที่ออกมานอกรากมากที่สุด แต่ไม่สามารถกำจัดได้โดยสมบูรณ์ ยังคงพบไส้เดือนฝอยขยายพันธุ์และเพิ่มปริมาณได้ในระบบรากเมื่อมีการนำไปปลูกต่อ ดังนั้น หากนำคลื่นเสียงชนิด Ultrasonic มาใช้ร่วมกับสารกำจัดแมลง 3 ชนิด ที่ได้จากการทดลองข้อ 1 เพื่อขับไล่และ/หรือกำจัดไส้เดือนฝอยที่อาศัยอยู่ในรากพืชให้มากที่สุด จึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการกำจัดไส้เดือนฝอย โดยหลักการของคลื่นเสียงคือ การส่งคลื่นความถี่สูงลงไปในของเหลว ส่งผลให้โมเลกุลของของเหลวเกิดการบีบอัดและคลายตัวเป็นจังหวะ เป็นผลให้มีฟองอากาศเล็กๆ จำนวนมากที่มีพลังงานแฝงอยู่ หากเราเติมสารกำจัดแมลงที่มีพิษในการฆ่าไส้เดือนฝอยในของเหลว และคลื่นเสียงช่วยผลักให้สารพิษเข้าซอกซอนในรากพืช จะสามารถกำจัดไส้เดือนฝอยได้ดียิ่งขึ้น

3. การทดสอบใช้สารป้องกันกำจัดแมลงร่วมกับการใช้คลื่นเสียงเพื่อกำจัดไส้เดือนฝอยในรากพืช

จากการนำรากหน้าวัวที่มีไส้เดือนฝอย *R. similis* เข้าทำลายมาแช่ในสารกำจัดแมลง 3 ชนิด ได้แก่ อิมิดาโคลพริด ฟิโปรนิล และคาร์โบซัลแฟน ความเข้มข้น 1 % ร่วมกับการใช้คลื่นเสียงชนิด Ultrasonic ใช้เวลาในการแช่ 5 และ 20 นาที เพื่อกำจัดและขับไล่ไส้เดือนฝอยให้เคลื่อนที่ออกมาจากราก ผลการทดลองพบว่า การแช่สารกำจัดแมลงทุกชนิดมีผลในการลดจำนวนไส้เดือนฝอยในรากหน้าวัวเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่น โดยพบว่าการแช่รากในคาร์โบซัลแฟน ความเข้มข้น 1% ร่วมกับการใช้ Ultrasonic เป็นเวลา 5 และ 20 นาที มีผลในการขับไล่และฆ่าไส้เดือนฝอยได้จำนวนสูงที่สุดเท่ากับ 33.60 และ 34.20 ตัว/ต้น เมื่อนำไปปลูกเป็นเวลา 1 เดือน พบไส้เดือนฝอยในระบบรากเฉลี่ย 1.80 และ 1.60 ตัว/ต้น ตามลำดับ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จำนวนไส้เดือนฝอยลดลงเท่ากับ 74.65 และ 77.25 % ตามลำดับ รองลงมาคืือสารอิมิดาโคลพริด และฟิโปรนิล เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่รากในน้ำกลั่นร่วมกับ Ultrasonic พบจำนวนไส้เดือนฝอยเพิ่มขึ้นจาก 6.40 และ 7.80 ตัว/ต้น หลังแช่ เป็น 70.20 และ 70.80 ตัว/ต้น หลังนำไปปลูกต่อ 2 เดือน (ตารางที่ 3)

ดังนั้น การใช้สารที่มีพิษในการฆ่าไส้เดือนฝอยร่วมกับการแช่ในเครื่อง Ultrasonic เป็นเวลานาน 20 นาที ไม่ทำให้พืชตายและมีประสิทธิภาพในการขับไล่/กำจัดไส้เดือนฝอยในรากหน้าวัวได้ดีกว่าการใช้สารหรือคลื่นเสียงเพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตาม ควรทำการทดสอบซ้ำและพิจารณาเลือกสารกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นๆ มาทดสอบ เพื่อได้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีฤทธิ์ในการฆ่าไส้เดือนฝอยที่อาศัยอยู่ในรากพืช (endoparasite) ได้โดยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* เมื่อแช่รากหน้าวัวในแอลกอฮอล์ ฟิโปรนิล อิมิดาโคลพริด และคาร์โบซัลแฟน ที่ความเข้มข้น 2 ระดับ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ชนิดสารและความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การตายของ *R. similis*[1/]
1. แช่แอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.5 %	35.81 b[2/]
2. แช่แอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 1.0 %	48.37 b
3. แช่สารฟิโปรนิล ความเข้มข้น 1.0 %	77.69 a
4. แช่สารฟิโปรนิล ความเข้มข้น 5.0 %	80.89 a
5. แช่สารอิมิดาโคลพริด ความเข้มข้น 1.0 %	79.48 a
6. แช่สารอิมิดาโคลพริด ความเข้มข้น 5.0 %	81.83 a
7. แช่สารคาร์โบซัลแฟน ความเข้มข้น 1.0 %	81.64 a
8. แช่สารคาร์โบซัลแฟน ความเข้มข้น 5.0 %	84.23 a
9. แช่น้ำกลั่น (control)	5.35 c
CV. (%)	17.19

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ที่เคลื่อนที่ออกมาจากรากเมื่อแช่ในเครื่อง Ultrasonic ที่ระยะเวลา 5 10 15 20 25 และ 30 นาที และจำนวนที่อยู่ในรากหลังปลูกต่อเป็นเวลา 2 เดือน

ระยะเวลาการแช่รากในเครื่อง Ultrasonic	จำนวนเฉลี่ยไส้เดือนฝอย (ตัว/ต้น)[1/]		
	หลังแช่	หลังปลูก 2 เดือน	% เพิ่มขึ้น[3/]
1. แช่รากนาน 5 นาที	40.25 ns[2/]	141.75 ns	55.77
2. แช่รากนาน 10 นาที	50.50	96.50	31.29
3. แช่รากนาน 15 นาที	52.00	103.00	32.90
4. แช่รากนาน 20 นาที	58.00	81.75	16.99
5. แช่รากนาน 25 นาที	57.50	76.50	14.18
6. แช่รากนาน 30 นาที	61.25	81.25	14.04
7. ไม่ผ่านเครื่อง Ultrasonic (control)	0.75	138.00	98.92
CV. (%)	95.27	91.32	

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ [2/] ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

[3/] % เพิ่มขึ้น = $\frac{\text{ผลรวมของจำนวนไส้เดือนฝอยหลังแช่+หลังปลูก 2 เดือน}}{\text{จำนวนไส้เดือนฝอยหลังปลูก 2 เดือน-หลังแช่}} \times 100$

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การลดลงของไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ที่ผ่านการแช่สารอิมิดาโคลพริด ฟิโปรนิล และคาร์โบซัลแฟน ร่วมกับการใช้ Ultrasonic ที่ระยะเวลาการแช่ 5 และ 20 นาที

ชนิดสารความเข้มข้น 1 % และเวลาการแช่ในเครื่อง Ultrasonic	จำนวนเฉลี่ยไส้เดือนฝอย (ตัว/ต้น)[1/]		
	หลังแช่	หลังปลูก 2 เดือน	% ลดลง[3/]
1. อิมิดาโคลพริด + Ultrasonic นาน 5 นาที	32.60 abc [2/]	6.00 b	42.49
2. อิมิดาโคลพริด +Ultrasonic นาน 20 นาที	41.20 a	4.40 b	58.23
3. ฟิโปรนิล + Ultrasonic นาน 5 นาที	17.00 cd	8.60 b	14.00
4. ฟิโปรนิล + Ultrasonic นาน 20 นาที	21.20 bcd	5.20 b	33.90
5. คาร์โบซัลแฟน + Ultrasonic นาน 5 นาที	33.60 ab	1.80 b	74.65
6. คาร์โบซัลแฟน + Ultrasonic นาน 20 นาที	34.20 ab	1.60 b	77.25
7. น้ำกลั่น + Ultrasonic นาน 5 นาที (control)	6.40 d	70.20 a	-17.85
8. น้ำกลั่น + Ultrasonic นาน 20 นาที(control)	7.80 d	70.80 a	-17.41
CV. (%)	47.81	78.21	

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

[3/] $\% \text{ ลดลง} = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนไส้เดือนฝอยหลังแช่+หลังปลูก 2 เดือน}}{\text{จำนวนไส้เดือนฝอยหลังปลูก 2 เดือน-หลังแช่}} \times 100$

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การกำจัดไส้เดือนฝอย *R. similis* เพื่อลดการปนเปื้อนในระบบรากของต้นหน้าวัวสำหรับการส่งออกไปยังประเทศคู่ค้าที่ต้องการพืชปลอดจากไส้เดือนฝอยชนิดดังกล่าว การกำจัดโดยใช้วิธีแช่รากของพืชในสารกำจัดแมลงคาร์โบซัลแฟน ความเข้มข้น 1 % ร่วมกับการใช้คลื่นเสียงชนิด Ultrasonic นาน 20 นาที สามารถขับไล่และ/หรือกำจัดได้สูงที่สุดเท่ากับ 77.25 % ซึ่งอัตราการใช้และระยะเวลาของคลื่นเสียงไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชเมื่อนำไปปลูกต่อ อย่างไรก็ตามการกำจัดไส้เดือนฝอยสกุลดังกล่าวซึ่งเป็นกลุ่มที่อาศัยอยู่ในท่อน้ำท่ออาหารของพืช ทำให้มีความยากในการกำจัดได้โดยสมบูรณ์ (100 %) ดังนั้น จึงควรศึกษาและทดสอบสารชนิดอื่นๆ ร่วมกับวิธีอื่นๆ เช่น การปรับอุณหภูมิของสารให้สูงขึ้น อุณหภูมิของสารละลายจะช่วยทำให้รากพืชอ่อนตัวและดูดสารเข้าสู่รากได้รวดเร็วและมีฤทธิ์ในการฆ่าไส้เดือนฝอยที่อยู่ในรากมากขึ้น โดยคำนึงถึงความเป็นพิษต่อพืชเป็นสำคัญเมื่อมีการนำพืชนั้นๆ ไปปลูกต่อ

เอกสารอ้างอิง

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด และ วราภรณ์ ประกอบ. 2552. การใช้คลื่นเสียงตรวจแยกไส้เดือนฝอยศัตรูพืชจากรากพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออก. ในการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9 จ. อุบลราชธานี.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2553. รายงานผลการตรวจรับรองไส้เดือนฝอยศัตรูพืชกักกันในพืชส่งออก. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 1 หน้า.

Duncan, L. W., and E. Cohn. 1990. Nematode parasites of citrus. Pp. 321-346 in M. Luc, R.A. Sikora, and J. Bridge, eds. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International, Wallingford, U.K.

Evans, K., D.L. Trudgill, and J.M. Webster. 1993. Chapter 1. Extraction, Identification and Control of Plant Parasitic Nematodes. in Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. CAB International, UK. 648 pages.

Fogain, R. 2000. Effect of *Radopholus similis* on plant growth and yield of plantains (*Musa*, AAB). Nematology 32: 129-133.

Sipes, B.S., D.P. Schmitt, and S.C. Nelson. 2001. Burrowing nematode, a major pest in the tropics. University of Hawaii, CTAHR Plant Disease Publication PD-21.

Sipes, B.S., and K. M. Delate. 1996. Potential of biologically-derived nematicides for control of anthurium decline. Nematropica 26 : 171-175.

Uchida, J.Y., B.S. Sipes, and C.Y. Kadooka. 2003. Burrowing nematode on anthurium: Recognizing symptoms, understanding the pathogen, and preventing disease. University of Hawaii, CTAHR Plant Disease Publication PD-24.