

วัชพืชในแปลงฝรั่งบางชนิดที่เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) Weeds Found in Guava Orchards Acting As Hosts of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.)

จำเนียร ชมภู^{1*} อมรศรี ขุนอินทร์² และทศพล พรพรหม¹
Jamnian Chompoo^{1*}, Amonsri Khun-in² and Tosapon Pornprom¹

Abstract

Weeds are one of the major pests, competing for nutrients, space, light, with crops and are also hosts of insect pests and diseases while root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are a major plant-parasitic nematodes of field crops. From field surveys of 23 guava orchards in Nakhon Pathom and Samut Sakorn Provinces, all the fields surveyed were damaged by infestation of root-knot nematodes. This caused farmers to re-cultivate the plants. In case where the fields were severely damaged by the nematodes, re-cultivation in those fields was not possible. In this study, we identified the kind of weeds found infected by root-knot nematodes for information and guideline of managing the nematodes. The weeds found in guava fields comprised several different types. Fifteen broad-leaf weeds, two narrow-leaf weeds, and two sedges were identified. A study of weed responses to infection by the nematodes revealed that *Eclipta prostrata* L., *Hyptis suaveolens* (L.) Poit, *Abutilon hirtum* (Lam.) Sweet, *Physalis minima* L., *Euphorbia hirta* L., *Ipomoea aquatica* Forsk., *Euphorbia heterophylla* L., *Vernonia cinerea* (L.) Less., *Hedyotis corymbosa* (L.) Lam. and *Digitaria ciliaris* (Retz) Koel. were host plants of the nematodes. The results indicated that weed perform as hosts for root-knot nematodes should be removed to reduce the spread of nematodes in guava fields. However, further research is necessary to identify allelopathic chemicals released from poor or non-host weeds which affect the viability of the nematodes.

Keywords: Allelopathy, guava, *Meloidogyne* spp., root-knot nematode, weed hosts

¹ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sean, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakhon Pathom 73140 Thailand

²ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sean, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakhon Pathom 73140 Thailand

รับเรื่อง : สิงหาคม 2558

รับตีพิมพ์ : ตุลาคม 2558

*Corresponding author: agrjnc@ku.ac.th

บทคัดย่อ

วัชพืชเป็นศัตรูพืชที่สำคัญในการก่อกวนการเจริญเติบโตกับพืชปลูก และยังเป็นพืชอาศัยต่อศัตรูพืชอื่นๆ ที่ควรกำจัดออกจากแปลง ไล่เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) เป็นศัตรูพืชสาเหตุโรครากปมที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด จากการสำรวจแปลงฝรั่งของเกษตรกรจำนวน 23 แปลง ในเขตจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร พบว่าประสบปัญหาการแพร่ระบาดของไล่เดือนฝอยชนิดนี้ทำความเสียหายแก่ฝรั่งต้องรื้อแปลงทิ้ง หลายพื้นที่ไม่สามารถปลูกฝรั่งเดิมซ้ำในพื้นที่นั้นได้ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชนิดของวัชพืชตามปฏิริยาการตอบสนองการเกิดรากปม สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการเลือกกำจัดวัชพืชอาศัยสำหรับไล่เดือนฝอย พบว่า ชนิดของวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในแปลงฝรั่งมีหลายชนิดแตกต่างกันในแต่ละแปลง ซึ่งพบวัชพืชพวกใบกว้างจำนวน 15 ชนิด พวกใบแคบจำนวน 2 ชนิด และพวกกกจำนวน 2 ชนิด เมื่อศึกษาการตอบสนองของวัชพืชต่อการเกิดรากปม พบว่า วัชพืชพวกที่จัดเป็นพืชอาศัยของไล่เดือนฝอยรากปม ได้แก่ กะเม็ง กระเพราผี ครอบจักรวาล โทงเทง น้ำมันราชีห์ ผักบุ้ง ผักยาง ผักละอองลิ้น และหญ้านกตีนนก จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า วัชพืชเหล่านี้เป็นพืชอาศัยของไล่เดือนฝอยควรมีการกำจัด เพื่อลดการแพร่ระบาดของไล่เดือนฝอยในแปลงฝรั่ง อย่างไรก็ตามวัชพืชกลุ่มที่ไม่พบรากปมจะทำการศึกษาเกี่ยวกับสารอัลลีโลพาธีที่มีผลต่อการมีชีวิตรอดของไล่เดือนฝอยต่อไป

คำนำ

ฝรั่ง เป็นผลไม้ที่ค่อนข้างจะคุ้นเคยกับชีวิตประจำวันของคนไทยและเป็นผลไม้ที่มีขายตลอดทั้งปี มีรสชาติดี ราคาไม่แพง มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินซีและวิตามินเอ สามารถนำมาใช้รับประทานผลสด หรือนำมาแปรรูปเป็นน้ำฝรั่ง เยลลี่ ฝรั่ง แยมฝรั่ง เป็นต้น (Karuyanon, 2010) ฝรั่งจัดเป็นไม้ผลขนาดกลาง มีกิ่งเหนียว แผ่กิ่งก้านสาขาออกไปกว้าง สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ถ้าปลูกในดินร่วนซุย มีอินทรีย์วัตถุมาก และมีการระบายน้ำดี ก็ยิ่งจะได้ผลผลิตดี ฝรั่งมีความต้านทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี จึงนิยมปลูกกันอยู่ทั่วไป ปัจจุบันพื้นที่ปลูกฝรั่งมีการปลูกกันมาก ได้แก่ จังหวัดนครปฐม ราชบุรี และบริเวณเขตปริมณฑล และเริ่มขยายแหล่งปลูกไปภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Office of Agricultural Economics, 2011) เนื่องจากแปลงฝรั่งของเกษตรกรในพื้นที่เขตจังหวัดนครปฐมและราชบุรีประสบปัญหาการแพร่ระบาดของไล่เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. ซึ่งเข้าทำลายรากพืชอาศัยมากกว่า 2,000

ชนิด (Agrios, 2005) ลักษณะการทำลายของไล่เดือนฝอยรากปม ประกอบด้วย อาการต้นเหลืองโทรม แคระแกรน ผลผลิตต่ำ และยืนต้นตาย ทำให้ต้องรื้อแปลงทิ้ง ปลูกใหม่ แต่แปลงปลูกฝรั่งจำนวนมากไม่สามารถปลูกซ้ำในพื้นที่เดิมได้ ทำให้เกษตรกรประสบความเดือดร้อน เป็นหนี้เป็นสิน และยากจนจากการศึกษาของ Sasna rukkit (2010) ได้รายงานว่า ประชากรไล่เดือนฝอยรากปมมีความสัมพันธ์กับระดับความโทรมของต้นฝรั่ง และระดับการเกิดปมของฝรั่ง อาการของฝรั่งที่ถูกไล่เดือนฝอยเข้าทำลายจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไล่เดือนฝอย ในดิน พันธุ์และอายุของฝรั่ง ดังนั้นเกษตรกรต้องทำการสำรวจและสังเกตอาการของต้นฝรั่งในแปลงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเฝ้าระวังไม่ให้ประชากรของไล่เดือนฝอยสูง จนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต สิ่งที่สำคัญที่สุดควรลดปริมาณไล่เดือนฝอยก่อนปลูก และควรป้องกันกำจัดตั้งแต่ปีแรกที่ทำการปลูก นอกจากนั้นการกำจัดวัชพืชยังช่วยลดการระบาดของประชากรไล่เดือนฝอยได้อีกด้วย

การศึกษาความสัมพันธ์ของไล่เดือนฝอยกับ

วัชพืชทำให้สามารถป้องกันการเกิดและแพร่กระจายของไส้เดือนฝอย และเป็นอีกวิธีการหนึ่งของทางเลือกที่ไม่ต้องใช้สารเคมีในการกำจัดไส้เดือนฝอย โดยทั่วไปตามแปลงปลูกพืชจะมีวัชพืชขึ้นปกคลุมอยู่ แตกต่างชนิดกันตามสภาพ แวดล้อมและชนิดของพืชปลูก การแก้ปัญหาการแพร่ระบาดของศัตรูพืชสามารถทำได้อีกทางเลือกหนึ่ง คือ การจัดการสภาพแวดล้อมให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและแพร่ระบาดของศัตรูพืช อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ประเทศไทย ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาวัชพืชบางชนิดที่มีผลต่อการอยู่รอดของไส้เดือนฝอยรากปม ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชนิดของวัชพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและแพร่ระบาดของไส้เดือนฝอย ซึ่งจะนำมาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัย (host) ของไส้เดือนฝอย หรือปล่อยวัชพืชที่เป็นปรปักษ์กับไส้เดือนฝอย ซึ่งมีคุณสมบัติในการขับไล่หรือสามารถปลดปล่อยสารอัลลีโลพาธีบางชนิด เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตหรือแพร่ระบาดของไส้เดือน

ฝอยได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ตรวจนับจำนวนรากปมในวัชพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างดินและวัชพืชในแปลงฝรั่งจำนวน 23 แปลง ในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม และสมุทรสาคร โดยขุดดินรอบๆ ใกล้กับลำต้นของวัชพืช ลึกจากผิวดินประมาณ 15 เซนติเมตร แล้วนำตัวอย่างดินและรากของวัชพืชใส่ลงในถุงพลาสติก เก็บตัวอย่างในถังน้ำแข็ง ก่อนนำมาแช่ไว้ในตู้เย็นเพื่อแยกชนิดของไส้เดือนฝอยที่พบในรากและดินตัวอย่าง และนับจำนวนรากปมที่บริเวณรากของวัชพืช

นำรากวัชพืชมาล้างน้ำให้สะอาดแล้วนับจำนวนรากปมของวัชพืช โดยประเมินปฏิกิริยาการตอบสนองการเกิดรากปม ด้วยการนับจำนวนปมและปริมาณถุงไข่ ตามมาตรฐานการวัดของ North Carolina Differential Host Test (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ระดับการประเมินปฏิกิริยาการตอบสนองการเกิดรากปม

ระดับการประเมิน	ลักษณะการแสดงออกของการเกิดโรค (symptom) และความสามารถในการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยในรากพืช
0	ไม่พบปมในระบบรากหรือไม่พบถุงไข่
1	มีปมที่ระบบราก 1-2 ปม หรือกลุ่มไข่ 1-2 กลุ่ม
2	มีปมที่ระบบราก 3-10 ปม หรือกลุ่มไข่ 3-10 กลุ่ม
3	มีปมที่ระบบราก 11-30 ปม หรือกลุ่มไข่ 11-30 กลุ่ม
4	มีปมที่ระบบราก 31-100 ปม หรือกลุ่มไข่ 31-100 กลุ่ม
5	มีปมที่ระบบรากมากกว่า 100 ปม หรือมีกลุ่มไข่เกิน 100 กลุ่ม หรือต้นแห้งตายก่อนถึงอายุ

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Hartman and Sasser (1985)

ย้อมสีรากวัชพืชด้วยวิธี Sodium-Hypochlorite-Acid-Fuchsin

ผลและวิจารณ์

ตัดรากของวัชพืชแต่ละชนิดเป็นท่อนๆ ประมาณ 1 – 2 เซนติเมตร แช่ใน 1-3% sodium hypochlorite นาน 4 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว เพื่อละลายเม็ดสีออกจากเซลล์พืช นำรากออกไปแช่ในน้ำประมาณ 15 – 30 นาที แล้วซับน้ำให้แห้ง นำไปแช่ในสารละลาย acid fuchsin in acetic acid (สารผสมน้ำ 30 มิลลิลิตร + stock solution ของสี 1 มิลลิลิตร) ที่กำลังเดือด เป็นเวลา 30 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปผ่านน้ำที่ไหลเพื่อล้างสีส่วนที่เกินออก นำรากไปแช่ใน glycerine (ทำให้เป็นกรดด้วย 5N HCl ประมาณ 2 – 3 หยด) ต้มให้เดือดอีกครั้ง ทิ้งให้เย็น นำตัวอย่างไปตรวจนับตัวอย่างอ่อนและตัวเต็มวัยของไส้เดือนฝอยในรากปมของวัชพืชแต่ละชนิด ภายใต้กล้อง stereoscopic microscope (Byrd *et al.*, 1983; Daykin and Hussey, 1985)

ตรวจนับไส้เดือนฝอยในดินตัวอย่าง

ร่อนดินด้วยวิธีของ Christie and Perry (1951) โดยชั่งตัวอย่างดิน 300 กรัม เติมน้ำให้ท่วมคนให้น้ำและเนื้อดินละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาร่อนดินผ่านตะแกรกร่อนขนาด 60, 100, 200 และ 325 mesh ตามลำดับ และนำน้ำใสที่ได้จากการผ่านตะแกรงมากรองผ่านกรวยกรองแก้วอีกครั้ง พักไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างน้ำล้างดินมาตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope

การตรวจสอบสกุลของไส้เดือนฝอยโดยใช้เทคนิคการทำสไลด์แบบชั่วคราว หยด formalin 4% (mounting medium) ลงบนสไลด์ที่สะอาด ใช้ไม้ไผ่ (หลาวแหลม) ตักไส้เดือนฝอยวางลงไปในหยดของเหลว 5–10 ตัว วาง glass rod ปิดทับด้วย cover slip ส่องดูด้วยกล้อง stereoscopic microscope และ compound microscope

1. การสำรวจชนิดของวัชพืชในแปลงเกษตรกรรม

จากการสำรวจแปลงฝรั่งของเกษตรกรจำนวน 23 แปลง ในเขตพื้นที่ อำเภอสามพราณ และ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม และ อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าชนิดของวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในแปลงฝรั่งของเกษตรกรมีหลายชนิดแตกต่างกันในแต่ละแปลง สามารถจำแนกประเภทวัชพืช แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ วัชพืชพวกใบกว้าง ใบแคบ และพวกกก จากผลการสำรวจในครั้งนี้ พบว่า มีวัชพืชพวกใบกว้าง จำนวน 15 ชนิด ได้แก่ กะเม็ง (*Eclipta prostrata* L.) กระเพราผี (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit) ครอบจักรวาล (*Abutilon hirtum* (Lam.) Sweet) ต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa* L.) เทียนนา (*Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) Excell.) โทงเทง (*Physalis minima* L.) น้ำนมราชสีห์ (*Euphorbia hirta* L.) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk.) ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* L.) ผักเป็ดดำ (*Alternanthera sessilis* (L.) DC.) ผักยาง (*Euphorbia heterophylla* L.) ผักละออง (*Vernonia cinerea* (L.) Less.) ไม้กวาด (*Sida acuta* Burm. f.) ลิ้นจู้ (*Hedyotis corymbosa* (L.) Lam.) และ โสนขน (*Aeschynomene americana* L.) วัชพืชใบแคบ จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris* (Retz) Koel.) และ หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colana* (L.) Link.) ส่วนวัชพืชพวกกก จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หนวดปลาชุก (*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl.) และแห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.) (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าในแปลงฝรั่งของเกษตรกรมีวัชพืชขึ้นอยู่มากมายหลายชนิด ทั้งวัชพืชใบแคบ ใบกว้าง และกก ซึ่งส่วนใหญ่ในแต่ละแปลงฝรั่งจะพบชนิดของวัชพืชเหมือนกัน โดยทั่วไปกิจกรรมและวิธีปฏิบัติในการทำการเกษตร เช่น วิธีการปลูก การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช การคมนาคมที่สะดวกรวดเร็ว สามารถชักนำพืชจากแหล่งหนึ่งไปสู่อีกแหล่งหนึ่งในเวลา

อันสั้น มีผลทำให้ความหลากหลายของพืชนั้นอาจเปลี่ยนไป บางชนิดเป็นพืชต่างถิ่นที่ถูกนำเข้ามาแต่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ได้ดีจนกลายเป็นวัชพืชได้

วัชพืชเป็นพืชที่ขึ้นมาเองตามธรรมชาติในไร่ในสวน โดยที่เกษตรกรไม่ต้องการ ส่วนใหญ่จะไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ และมักสร้างความเสียหายให้พืชเศรษฐกิจ ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาในการกำจัด เนื่องจากวัชพืชเป็นตัวย่อยสลายที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืชปลูก เช่น น้ำ อาหาร แสงแดด และเป็นแหล่งอาศัยของโรคและแมลงศัตรูพืช ในทางกลับกันวัชพืชบางชนิดอาจมีคุณสมบัติทางอัลลีโลพาตี (allelopathy) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในระบบนิเวศระหว่างพืชทุกชนิดรวมทั้งจุลินทรีย์ ที่ปลดปล่อยออกมาในสภาพแวดล้อมมีผลที่มีทั้งยับยั้ง และการกระตุ้นการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (Rimodo, 2001) อัลลีโลพาตีสามารถนำมาใช้ในการจัดการศัตรูพืชได้ โดยการนำมาปลูกเป็นพืชหมุนเวียน พืชคลุมดิน วัสดุคลุมดิน หรือการสกัดสารจากพืช (Farooq *et al.*, 2011) จากการศึกษาผลกระทบจากสารอัลลีโลพาตีของวัชพืช *Satureja montana* ในการควบคุมแมลง whitefly ของ Sucer *et al.* (2015) พบว่าสารสกัดที่ความเข้มข้น 0.2% เป็นพิษทำให้ whitefly ตาย 68.33% หลังจากใช้สาร 96 ชั่วโมง ส่วน Shanab *et al.* (2010) รายงานว่า สารอัลลีโลพาตีจากวัชพืช water hyacinth สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Bacillus subtilis* และ *Streptococcus faecalis* รวมทั้งแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า ในแปลงฝรั่งที่สำรวจมีวัชพืชขึ้นแข่งขันมากมายหลายชนิด ซึ่งบางชนิดอาจเป็นที่อยู่อาศัยของไส้เดือนฝอย ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนต่อไป จะทำการจำแนกชนิดของวัชพืช โดยพิจารณาการตอบสนองต่อการเกิดรากปม เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดการวัชพืชในแปลงฝรั่ง

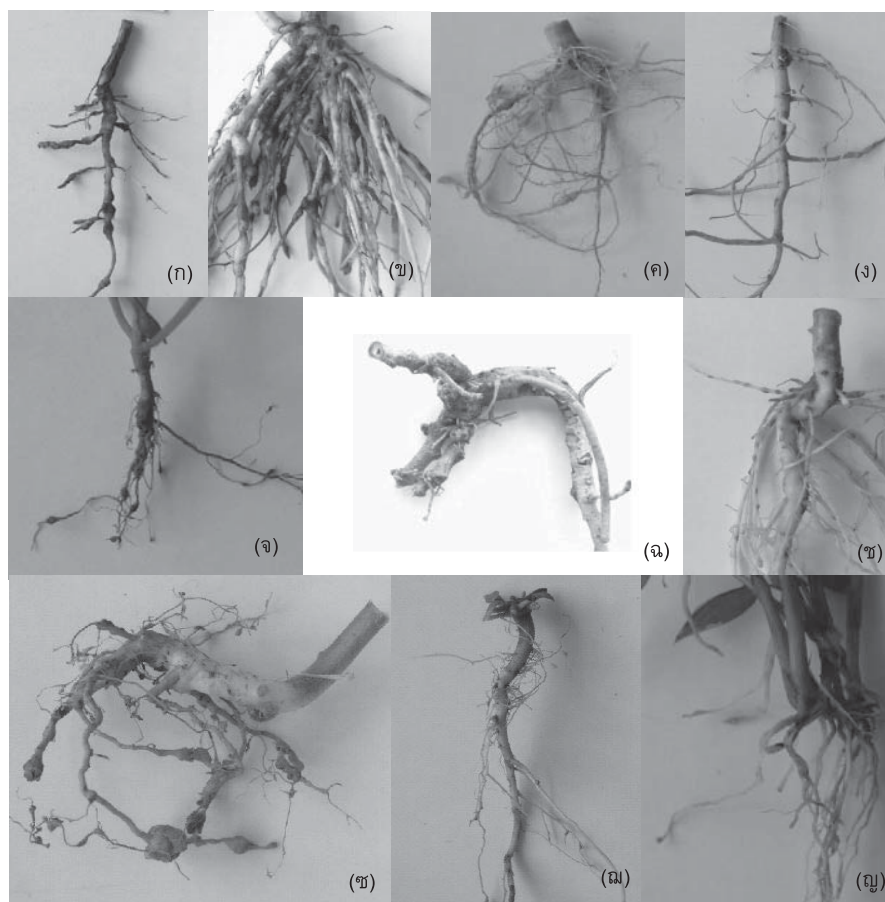
2. การจำแนกชนิดของวัชพืชตามปฏิกิริยาการตอบสนองการเกิดรากปม

จากการเก็บตัวอย่างวัชพืชทั้งหมด 19 ชนิดในแปลงฝรั่งของเกษตรกร พบว่ามีวัชพืช จำนวน 10 ชนิดที่แสดงอาการรากปมเกิดขึ้นในทุกแปลงฝรั่งที่สำรวจ (ภาพที่ 1) ประกอบด้วย วัชพืชใบกว้าง 9 ชนิด ได้แก่ กระเพราผี กะเม็ง ครอบจักรวาล โทงเทง น้ำนมราชสีห์ ผักบุ้ง ผักยาง ผักละออง และลิ้นงู นอกจากนี้ยังพบรากปมในวัชพืชตระกูลหญ้า 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าตีนนก ส่วนรากของวัชพืชพวกกกไม่มีการเกิดโรครากปมสาเหตุจากไส้เดือนฝอย การเกิดรากปมจะเริ่มจากตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยใช้ spear แทงปลายรากพืชบริเวณปลายรากอ่อน แล้วฝังตัวเข้าไปในรากพืชปลดปล่อยสารออกมากระตุ้นให้เนื้อเยื่อบริเวณที่เข้าทำลายแบ่งตัวมากกว่าปกติ ทำให้รากพองเป็นปมปม ในปมที่เกิดขึ้นจะมีเซลล์ขนาดใหญ่เกิดขึ้น นอกจากนี้ปมปมที่พบจะมีหลายขนาดแตกต่างกัน โดยที่ปมใหญ่จะมีไส้เดือนฝอยเพศเมียฝังตัวแล้ว วางไข่อยู่ รูปร่างของปมจะไม่สม่ำเสมออาจจะปะปนกันไประหว่างรูปทรงกลมของไส้เดือนฝอย (Rahman, 2003)

การจำแนกชนิดของวัชพืช ตามปฏิกิริยาการตอบสนองการเกิดรากปมในครั้งนี้สามารถแบ่งวัชพืชตามปฏิกิริยาการตอบสนองการเกิดรากปม โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานการประเมินของ Hartman and Sasser (1985) ดังนี้ คือ ระดับ 0 หรือพวกที่ไม่เกิดรากปม (innodule) ได้แก่ โสนชน ผักเป็ดดำ ต้อยติ่ง เทียนนา ผักเบี้ยหิน ไม่วาด หญ้านกสีชมพู หนวดปลาตุก และแห้วหมู ระดับ 1 หรือมีรากปม เท่ากับ 1-2 ปม ไม่พบวัชพืชกลุ่มนี้จากการสำรวจ ระดับ 2 หรือมีรากปม เท่ากับ 3-10 ปม ได้แก่ ครอบจักรวาล น้ำนมราชสีห์ และหญ้าตีนนก ระดับ 3 หรือมีรากปม เท่ากับ 11-30 ปม ได้แก่ กะเม็ง กระเพราผี ผักบุ้ง และลิ้นงู ระดับ 4 หรือมีรากปม เท่ากับ 31-100 ปม ไม่พบวัชพืชกลุ่มนี้จากการสำรวจ และ ระดับ 5 หรือมีรากปมมากกว่า 100 ปม ได้แก่ โทงเทง ผัก

ยาง และผักละออง (ตารางที่ 2) ดังนั้นวัชพืชที่พบรากปมและกลุ่มไข่ (egg mass) ของไส้เดือนฝอย ได้แก่ กระเทียม กระเพราผี ครอบจักรวาล โทงเทง น้ำมันราชสีห์ ผักบุ้ง ผักยาง ผักละออง ลิ้นงู และหญ้านกตีนนก จึงจัดว่าเป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม ซึ่งพืชที่เป็นรากปมสาเหตุจากไส้เดือนฝอยอาจได้รับความเสียหายเพียงเล็กน้อยจนถึงเสียหายมากหรือตายได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณไส้เดือนฝอย หากไส้เดือนฝอยมีจำนวนเพียงเล็กน้อยถึงปานกลางอาจทำให้พืชได้รับความเสียหายน้อยหรือเกิดรากปมน้อย แต่ถ้าบริเวณนั้นมีไส้เดือนฝอยจำนวนมากพืชอาจเสียหายหรือเกิดรากปมมาก จากการศึกษาของ Neher *et al.* (2004) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงของประชากรไส้เดือนฝอยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เป็น

ปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน เนื้อดิน และอินทรีย์วัตถุ เป็นต้น ไส้เดือนฝอยศัตรูพืชสามารถแบ่งออกเป็นพวกที่อยู่ในรากพืช ไส้เดือนฝอยพวกนี้จะเป็นปรสิตที่อยู่ภายนอก โดยกินอาหารบนเซลล์หรือบริเวณใกล้ผิวรากซึ่งมีบางส่วนของไส้เดือนฝอยเท่านั้นที่แทงเข้าไปอยู่ในพืช ส่วนไส้เดือนฝอยพวกปรสิตภายในพืชจะเข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อพืชทั้งตัวหรือเกือบทั้งตัว และกินอาหารภายในรากพืชทำให้พืชเป็นรากปม เนื่องจากไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีหลายชนิดที่ก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงในประเทศไทย สำหรับปัญหาการรากปมในฝรั่งนั้น คือ *Meloidogyne* spp. ดังนั้นจึงมีการจำแนกชนิดของไส้เดือนฝอยในดินบริเวณรากของวัชพืชที่พบในแปลงฝรั่ง



ภาพที่ 1 วัชพืชที่เกิดรากปมชนิดในแปลงปลูกฝรั่งของเกษตรกรจำนวน 23 แปลง ในพื้นที่เขต จังหวัดนครปฐม และ จังหวัดสมุทรสาคร ได้แก่ (ก) กระเทียม (ข) กระเพราผี (ค) ครอบจักรวาล (ง) โทงเทง (จ) ลิ้นงู (ฉ) ผักบุ้ง (ช) ผักยาง (ฌ) ผักละออง (ฎ) ผักยาง (ณ) น้ำมันราชสีห์ และ (ญ) หญ้านกตีนนก

3. การจำแนกกลุ่มของไส้เดือนฝอยในดิน

เมื่อนำดินบริเวณรากวัชพืชนั้นไปตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอย โดยแบ่งออกเป็น ไส้เดือนฝอยที่หากินอิสระ (free living) ไส้เดือนฝอยตัวห้ำ (predator) และไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (plant parasite) พบว่ามีไส้เดือนฝอยศัตรูพืชอยู่ในดินบริเวณรากของวัชพืชบางชนิดที่ไม่แสดงอาการรากปม ได้แก่ ต้อยติ่ง เทียนนา ผักเบี้ยหิน ผักเป็ดดำ ไม้กวาด โสนขน และหญ้านกสีชมพู ในทำนองเดียวกันวัชพืชบางชนิดที่พบการเกิดรากปม เมื่อตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยในดินบริเวณรากกลับไม่พบว่ามีไส้เดือนฝอยศัตรูพืชพวก parasite ได้แก่ โทงเทง ผักยาง ลิ้นงู และหญ้านกสีชมพู ส่วนวัชพืชพวกกก ได้แก่ หนวดปลาดุก และแห้วหมู ที่พบในแปลงฝรั่งนั้น ไม่พบการเกิดรากปมและไม่พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในดิน (ตารางที่ 2) โดยธรรมชาติสภาพพื้นที่ปลูกฝรั่งทุกพื้นที่มักมีไส้เดือนฝอยรากปมอยู่ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของประชากรไส้เดือนฝอยในธรรมชาติขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณ และความต่อเนื่องของพืชอาศัย สำหรับการระบาดของโรครากปมเกิดขึ้นได้เมื่อมีการปลูกพืชที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลานานและเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ไส้เดือนฝอยมีอาหารอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้ในเจริญเติบโตและขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้ตลอดเวลา การระบาดหรือการเคลื่อนย้ายของไส้เดือนฝอยนั้นจะมีน้ำเป็นตัวการแพร่กระจาย (Treonis and Wall, 2005) ดังนั้นการที่วัชพืชเกิดรากปมแต่ไม่พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในดินบริเวณรากก็อาจเนื่องมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม หรือไส้เดือนฝอยอาจไหลไปกับน้ำ ส่วนการที่พบไส้เดือนฝอยบริเวณรากของวัชพืชที่ไม่เกิดรากปม อาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์และแพร่กระจายตัวของไส้เดือนฝอย แต่ในช่วงเวลานั้นไส้เดือนฝอยยังไม่ได้เข้าไปฝังตัวอยู่ในรากของวัชพืช หรืออีกสาเหตุหนึ่งอาจเป็นไปได้ว่าวัชพืชชนิดนั้นไม่เหมาะสมหรือสามารถหลั่งสารออสโมไลติกออกมายับยั้งการเข้าทำลายรากของ

ไส้เดือนฝอย

การจำแนกชนิดของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชพวก plant parasite ที่พบในตัวอย่างดินบริเวณรากของวัชพืช (ตารางที่ 3) พบว่า การเกิดรากปมส่วนใหญ่มีขนาดปมรากไม่สม่ำเสมอ เมื่อตรวจภายในรากปมตัวเต็มวัยเพศเมียฝังตัวในรากพืชเป็นจำนวนมาก และเมื่อนำมาตรวจรอยย่นส่วนกันพบว่า เป็นไส้เดือนฝอยสกุล *Meloidogyne* spp. ซึ่งเป็นศัตรูพืชสำคัญที่ทำให้พืชเกิดรากปม โดยที่วัชพืชที่มีการเกิดรากปม ได้แก่ กระเพราผี กระเม็ง ครอบจักรวาล น้ำนมราชสีห์ ผักบุ้ง และผักละออง ยังคงพบว่ามีไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* spp. ในดินบริเวณรากด้วย ส่วนวัชพืชที่ไม่พบการเกิดรากปม ได้แก่ ต้อยติ่ง ผักเป็ดดำ โสนขน และหญ้านกสีชมพู ยังตรวจพบว่ามีไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* spp. ในดินบริเวณรากด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชอื่นๆ เช่น *Tylenchorhynchus* spp. ซึ่งเป็นไส้เดือนฝอยที่พบภายนอกบริเวณผิวของเนื้อเยื่อ ดูดกินอาหารที่ epidermal cell ของรากขนอ่อนและรากขนอ่อนไม่ถึง cortex จะทำให้รากกุด เพราะไม่มีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น ส่วน *Hoploaimus* spp. และ *Longidorus* spp. พบบริเวณใต้ผิวเนื้อเยื่อ ดูดกินอาหารถึงเซลล์ cortex โดยส่วนหลอดดูดอาหารหรือบางส่วนของหัวเข้าไปในรากขนอ่อนพืช ทำให้เซลล์ตายเป็นแผล และอาจจะเน่าเนื่องจากมีแบคทีเรียและเชื้อราเข้าซ้ำ โดยทั่วไปพฤติกรรมการกระจายตัวของไส้เดือนฝอยจะกระจายได้ตามแนวดิ่งและแนวนอน โดยที่ในแนวดิ่งไส้เดือนฝอยจะกระจายตามระดับความลึกของดิน ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ พืชอาศัยและสภาพแวดล้อม ตามทฤษฎีได้ประเมินว่าความหนาแน่นของราก ปริมาณออกซิเจน ความชื้น อุณหภูมิ และชนิดดิน เหล่านี้มีอิทธิพลอย่างมากต่อการอพยพของไส้เดือนฝอย ส่วนการกระจายในแนวราบหรือตามรัศมีของราก ขึ้นอยู่กับชนิดพืชอาศัย ชนิดราก และอายุของราก ตัวอย่างเช่น พืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีระบบรากเป็นระบบรากฝอยกระจายตัวออกโดยรอบและมี

รากเล็กๆ แตกออกมาตามความยาวของรากจึงสามารถตรวจพบไส้เดือนฝอยได้ทุกระยะรัศมีของราก บริเวณใกล้ปลายรากเป็นส่วนที่กำลังเจริญเติบโตและโครงสร้างของเซลล์รากไม่แข็งจึงสามารถพบไส้เดือนฝอยหนาแน่นกว่ารากแก่ (Juangbhanich, 2013)

จากการศึกษาชนิดของวัชพืชในแปลงฝรั่งที่เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปมสามารถจำแนกชนิดวัชพืชตามปฏิกิริยาการตอบสนองการเกิดรากปมได้เป็น 5 กลุ่มดังข้างต้น ในการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์นั้น เกษตรกรสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการเลือกกำจัดวัชพืชหรือปล่อยให้วัชพืชขึ้นในแปลงฝรั่ง โดยที่วัชพืชที่พบการเกิดรากปมหรือตอบสนองการเกิดรากปมระดับ 2 (ได้แก่ ครอบจักรวาล น้านมราชสีห์ และหญ้าตีนนก) และระดับ 3 (ได้แก่ กระเพราผี กะเม็ง ผักบุ้ง และลิ้นงู) เป็นวัชพืชที่เกษตรกรควรเลือกที่จะกำจัด เนื่องจากวัชพืชทั้งสองกลุ่มที่พบในแปลงฝรั่งของเกษตรกรที่ทำการสำรวจนั้น มีการปฏิกริยาในการตอบสนองต่อการเกิดรากปมปานกลาง นอกจากนี้พบว่าในดินบริเวณรากของวัชพืชกลุ่มนี้มีไส้เดือนฝอยสาเหตุของรากปมอาศัยอยู่ และมียังคงมีชีวิตหรือมีการเคลื่อนย้าย ส่วนวัชพืชกลุ่มที่ตอบสนองการเกิดรากปมในระดับ 5 นั้น ได้แก่ โทงเทง ผักยาง และผักละออง เกษตรกรควรกำจัดอย่างเร่งด่วน เนื่องจากอาจจะเป็นแหล่งอาหารที่เหมาะสมต่อการแพร่ขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอย การแพร่กระจายของไส้เดือนฝอยรากปมนี้สามารถไปได้โดยติดไปกับดินที่นำมาเพาะชำ หรือสามารถระบาดทางน้ำได้ ในกรณีที่ใช้น้ำจากแหล่งชลประทานเดียวกัน ไส้เดือนส่วนหนึ่งจะพกตัวอยู่กับวัชพืชในและริมคลองชลประทาน เมื่อสวนปลายน้ำดูดน้ำเข้าไปใช้ ไช้และตัวไส้เดือนฝอยรากปมก็สามารถแพร่ระบาดได้ต่อเนื่อง (Treonis and Wall, 2005)

ในทางกลับกันวัชพืชกลุ่มที่ตอบสนองการเกิดรากปมระดับ 0 หรือไม่พบการเกิดรากปม วัชพืชกลุ่มนี้อาจจะมีลักษณะบางอย่างที่ไม่เหมาะสมต่อการ

เข้าทำลายของไส้เดือนฝอย เช่น พืชสามารถผลิตสารเคมีบางชนิดออกมาจากราก (root exudates) มีผลในการขับไล่ไม่ให้ไส้เดือนฝอยเข้าทำลายรากพืช หรือพืชบางชนิดสามารถพัฒนาตัวเองให้มีผิวราก (root surface) ที่แข็งแรงจนกระทั่งไส้เดือนฝอยไม่สามารถเข้าทำลายได้ และแบบ post-infectious resistance เกิดขึ้นเนื่องจากพืชสามารถสร้างสารอัลลีโลพาธิคหรือการเกิดความไม่สมดุลในเรื่องธาตุอาหารในตัวของพืช (nutritional imbalance) จนไส้เดือนฝอยไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ จากรายงานของ Sontirat *et al.* (1992) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยน้ำของพืช ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม พบว่า root exudate ของดาวเรืองและสาบเสือมีพิษค่อนข้างสูงต่อไส้เดือนฝอย มีระดับการเกิดรากปมเพียง 0.2 – 0.4 (1 – 5 ปม) สอดคล้องกับรายงานของ Naratajan *et al.* (2006) พบว่า สาร α -terthienyl ส่วนใหญ่สะสมที่รากของดาวเรืองไม่มีผลในการฆ่าไส้เดือนฝอยโดยตรง แต่มีผลในการขัดขวางการพัฒนางจรชีวิตของไส้เดือนฝอย ภายในรากพืช ซึ่งมีผลทำให้ไส้เดือนฝอยตายในที่สุด อย่างไรก็ตาม หากเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดจำนวนปม นอกจากนี้ Kaplan *et al.* (1979) พบว่าถ้าเหืองสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปมมีปริมาณสาร glycerin มากเมื่อเปรียบเทียบกับเหืองพันธุ์อ่อนแอ นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของสารนี้ จะมีปริมาณสูงขึ้นในบริเวณท่อน้ำท่ออาหาร (vascular tissue) ของพืช ซึ่งเป็นบริเวณที่อาศัยของไส้เดือนฝอย ส่วน Yussef *et al.* (2004) ได้ศึกษาการปลูกงาแซมกับผักทอง พบว่า งามีการปลดปล่อยสารอัลลีโลพาธิค ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและการวางไข่ของไส้เดือนฝอย ทำให้ผักทองมีการเกิดรากปมลดลง โดยที่สารนั้นเป็นสารประกอบพวก ammonia, phenols และ aldehyde ดังนั้นสาเหตุของการไม่เกิดรากปมในวัชพืช และ/หรือลักษณะบางอย่างของวัชพืชที่ไม่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยในการวิจัยนี้จึงควรที่จะมีการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 2 จำนวนพบบนรากและจำนวนไล่เดือนฝอยชนิดอื่นๆ ที่พบในดินรอบๆ รากวัชพืชที่พบในแปลงปลูกฝรั่งของเกษตรกร จำนวน 23 แปลง ในพื้นที่เขตจังหวัดนครปฐม และ จังหวัดสมุทรสาคร

ชนิดวัชพืช	จำนวนแปลงที่พบ	จำนวนพบต่อต้าน	จำนวนไล่เดือนฝอย (ตัว)		
			Free living	Predator	Parasite
วัชพืชใบกว้าง:					
กะเม็ง (<i>Eclipta prostrata</i> L.)	14	26 c ^{1/}	14	8	88 b
กระเพราผี (<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit)	6	21 e	40	12	42 e
ครอบจักรวาล (<i>Abutilon hirtum</i> (Lam.) Sweet)	3	8 c	80	17	107 a
ด้อยติ่ง (<i>Ruellia tuberosa</i> L.)	3	0 j	21	16	22 g
เทียนนา (<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Excell.)	2	0 j	42	17	19 h
โทองเทง (<i>Physalis minima</i> L.)	3	156 a	9	18	0 s
น้ำนมราชสีห์ (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	9	7 h	24	38	11 k
ผักบุ้ง (<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.)	5	22 d	20	3	9 l
ผักเบี้ยหิน (<i>Trianthema portulacastrum</i> L.)	2	0 j	12	9	18 i
ผักเป็ดดำ (<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC.)	2	0 j	88	17	39 f
ผัก殃 (<i>Euphorbia heterophylla</i> L.)	3	169 a	2	0	0 s
ผักละออง (<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.)	10	133 b	34	9	86 c
ไม้กวาด (<i>Sida acuta</i> Burm. f.)	4	0 j	11	2	2 q
ลิ้นงู (<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam.)	3	13 f	2	2	0 s
โสนขน (<i>Aeschynomene americana</i> L.)	4	0 j	34	3	58 d
วัชพืชใบแคบ:					
หญ้าตีนนก (<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz) Koel.)	4	6 i	2	0	0 s
หญ้านกสีชมพู (<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.)	9	0 j	47	7	22 g
วัชพืชพวงกก:					
หนวดปลาชุก (<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.)	3	0 j	9	4	0 s
แห้วหมู (<i>Cyperus rotundus</i> L.)	8	0 j	1	1	0 s

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย Duncan's new multiple rang test

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่พบในตัวอย่างดินบริเวณรากของวัชพืช ในแปลงฝรั่งของเกษตรกรจำนวน 23 แปลง ในพื้นที่เขตจังหวัดนครปฐม และ จังหวัดสมุทรสาคร

ชนิดของวัชพืช	ชนิดของไส้เดือนฝอย									
	<i>Cricnemoides</i> spp.	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Hoploaimus</i> spp.	<i>Longidorus</i> spp.	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Pratylenchus</i> spp.	<i>Rotylenchus</i> spp.	<i>Scutellonema</i> spp.	spp.	<i>Tylenchus</i> spp.
วัชพืชใบกว้าง:										
กะเม็ง (<i>Eclipta prostrata</i> L.)	0 ^{1/}	+	0	0	++	+	++	+	+	+
กระเพราผี (<i>Hyptis suaveolans</i> (L.) Poit)	0	+	+	0	++	+	+	0	0	+
ครอบจักรวาล (<i>Abutilon hirtum</i> (Lam.) Sweet)	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
ต้อยติ่ง (<i>Ruellia tuberosa</i> L.)	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0
เทียนนา (<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don) Excell.)	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
โทองเทง (<i>Physalis minima</i> L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำนมราชสีห์ (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	0	0	0	0	+	+	0	0	+	0
ผักบุ้ง (<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.)	+	0	0	0	+	+	0	0	0	0
ผักเบี้ยหิน (<i>Trianthema portulacastrum</i> L.)	0	0	+	0	0	0	+	0	0	+
ผักเบ็ดดำ (<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC.)	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0
ผัก殃 (<i>Euphorbia heterophylla</i> L.)	0	+	0	0	0	++	++	0	0	0
ผักละออง (<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.)	0	0	+	+	++	0	0	0	++	0
ไม้กวาด (<i>Sida acuta</i> Burm.f.)	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0
ลิ้นงู (<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โสนขน (<i>Aeschynomene americana</i> L.)	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
วัชพืชใบแคบ:										
หญ้าตีนนก (<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz) Koel.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หญ้านกสีชมพู (<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.)	0	+	+	+	+	0	0	0	0	+
วัชพืชพวงกก:										
หนวดปลาดุก (<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
แห้วหมู (<i>Cyperus rotundus</i> L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^{1/} ปริมาณของไส้เดือนฝอยในดิน 300 กรัม เมื่อ ++ หมายถึง < 100 ตัว, + หมายถึง ≥ 100 ตัว และ 0 หมายถึง ไม่พบ การตรวจพบไส้เดือนฝอยสกุล *Meloidogyne* spp. ในดินบริเวณรากของวัชพืชที่ไม่แสดงอาการการเกิดรากปม ได้แก่ ต้อยติ่ง โสนขน และหญ้านกสีชมพู ทั้งนี้เนื่องจากไส้เดือนฝอยเริ่มมีการขยายพันธุ์และกำลังจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่รากพืชทำให้พบไส้เดือนฝอยบริเวณรากนั้น หรืออาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งได้ว่า วัชพืชชนิดนั้นอาจมีการหลั่งสารพิษ (allelopathy) ออกมาบริเวณรากทำให้ไส้เดือนฝอยไม่สามารถเข้าไปภายในรากของวัชพืชนั้นได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และทุนอุดหนุนงานวิจัยพืชไร่นา 2559 ซึ่งเป็นโครงการสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Academic Press, New York.
- Byrd, D. W., Jr., T. Kirkpatrick and K. R. Barker. 1983. An improved technique for clearing and staining plant tissue for detection of nematodes. J. Nematol. 15: 142-143.
- Christie, J. R. and V. G. Perry. 1951. Removing nematodes from soil. Proc Helminth Soc Wash 18: 106-108.
- Daykin, M. E. and R. S. Hussey. 1985. Staining and histopathological techniques in nematology. p 39-48. in K. R. Barker, C. C. Carter and J. N. Sasser (eds). An Advanced Treatise on Meloidogyne. Vol. 2. Methodology. North Carolina State University. Graphs. Raleigh, North Carolina.
- Farooq, M., K. Jabran, Z. A. Cheema, A. Wahid, and KHM. Siddique. 2011. The role of allelopathy in agricultural pest management. Pest Manage. Sci. 67: 493-506.
- Hartman, K. M. and J. N. Sasser. 1985. Identification of Meloidogyne species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. p 69-77. In J. N. Sasser and C. C. Carter (eds). An Advanced Treatise on Meloidogyne. Vol. 2. Methodology. North Carolina State University. Graphs. Raleigh, North Carolina.
- Juangbhanich, P. 2013. Nematode disease. Available source: [http:// www.thaikaset.com](http://www.thaikaset.com), January 2015. (in Thai).
- Kaplan, D. T., I. J. Thomason and S. D. Van Gundy. 1979. Histological study of compatible and incompatible interaction of soybeans and Meloidogyne incognita. J. Nematol. 11: 338-343.
- Karuyanon, P. 2010. Thai's fruits and benefits to health. Available source: <http://irrigation.rid.go.th/rid15/ppn/General/Pakinaka/04.htm>. October, 2015. (in Thai).
- Natarajan, N., A. Cork, N. Boomathi, R. Pandi, S. Velavan and G. Dhakshnamoorthy. 2006. Cold aqueous extracts of African marigold, Tagetes erecta for control to mato root knot nematode, Meloidogyne incognita. Crop Protection 25: 1210-1213.
- Neher, D., T. Bongers and H. Ferris. 2004. Computation of nematode community indices. Society of Nematologists Workshop, Colorado, USA.
- Office of Agricultural Economics. 2011. Agricultural statistics of Thailand 2010. Available source: [http:// www.oae.go.th](http://www.oae.go.th). October, 2014. (in Thai).
- Rahman, L. 2003. Root knot disease and its control. The State of New South Wales, New South Wales, Australia. 10 p.
- Rimando, M. A. 2001. Searching for rice allelochemical: an example of bioassay-guided isolation. Agron. J. 93: 16-20.

- Sasnarukkit, A., S. Sukhakul, U. Boonprakob, K. Thaipong, K. Sakoolrat, A. Khun-in, D. Unsiri and N. Janthang. 2010. Nematodes population density and root-knot disease rating in guava fields, Samutsakorn Province. In the 48th Kasetsart University Annual Conference. Bangkok, Thailand. 633 p. (in Thai)
- Shanab, S. M. M., E. A. Shalaby, D. A. Lightfoot and H. A. El-Shemy. 2010. Allelopathic effects of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). PLOS ONE 5(10): 1-8.
- Sontirat, S., A. Teravutithorn and V. Santisopasee. 1992. Effects of some plant extracts and root exudates on root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*. In the 30th Kasetsart University Annual Conference. Bangkok, Thailand. p. 79-87 (in Thai).
- Šucur, J., A. Popovic, M. Petrovic, G. Anackov, V. Bursic, B. Kiproviski and D. Prvulovic. 2015. Allelopathic effects and insecticidal activity of aqueous extracts of *Satureja montana* L. J. Serb. Chem. Soc. 80(4): 475-484.
- Treonis, A. M. and D. H. Wall. 2005. Soil nematodes and desiccation survival in the extreme arid environment of the Antarctic dry valleys. Integr. Comp. Biol. 45: 741-750.
- Youssef, M. M. A. and W. A. A. El-Nagdi. 2004. Cellular alteration of root-knot nematode *Meloidogyne incognita*-infected squash plant and intercropping sesame plant or sesame oil seed cake as control measure. Egypt. J. Phytopathol. 32: 77-85.