

ผลของอัลลีโลพาทีในวัชพืชที่ปลูกร่วมกับมะเขือเทศต่อการเข้าทำลาย ของไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.)

Allelopathic Effect of Co-cultivation of Weeds and Tomato on Destruction of Root-knot Nematode (*Meloidogyne* spp.)

จำเนียร ชมภู^{1*}, อมรศรี ขุนอินทร์², อภิรัฐ บัณฑิต³ และ ทศพล พรพรหม¹
Jamnian Chompoo^{1*}, Amonsri Khun-in², Apirat Bundit³ and Tosapon Pornprom¹

¹ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sean, Kasetsart University,
Nakhon Pathom 73140, Thailand

²ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

²Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sean, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140, Thailand

³ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

³Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: E-mail: agrjnc@ku.ac.th

(Received: 10 January 2017; Accepted: 7 July 2017)

Abstract: Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are major plant-parasitic nematodes of crops. Weeds are one of the major crop pests and also have been reported to be hosts of root-knot nematodes. The aim of this study was to investigate effect of seven weed species grown with or without *Solanum lycopersicum* L. on root galling and survival of nematode in order to provide information and guideline of managing the weeds in field crops. The results showed that *Eclipta prostrata* L. and *Vernonia cinerea* (L.) Less. were the alternate hosts for root-knot nematodes. *Cyperus rotundus* L. was not responsive to root galling when grown without *S. lycopersicum*, however it increased nematodes population when grown together with *S. lycopersicum*. *Crotalaria juncea* L., *Euphorbia hirta* L. and *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton were not responsive to root galling, and they decreased nematodes population when grown without *S. lycopersicum*. These results suggested that incorporation or mulching of *C. juncea*, *E. hirta* and *R. cochinchinensis* should be practiced because their allelopathic effect can decrease nematode population. Nonetheless, further research is necessary to determine mode of infestation of *C. juncea*, *E. hirta* and *R. cochinchinensis* against nematodes and identify the allelochemical that negatively affects nematodes.

Keywords: Biological control, co-cultivation, root-knot nematode, weeds

บทคัดย่อ: ไล่เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) เป็นศัตรูพืชสาเหตุรากปมที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด โดยมีรายงานว่าวัชพืชซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญในการก่อกำเนิดปัจจัยที่ในการเจริญเติบโตกับพืชปลูก และเป็นพืชอาศัยของไล่เดือนฝอยรากปมได้อีกด้วย การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัชพืช จำนวน 7 ชนิด ที่ปลูกแบบเดี่ยวและปลูกร่วมกับมะเขือเทศต่อการเกิดรากปมและความมีชีวิตรอดของไล่เดือนฝอย สำหรับเป็นข้อมูลและแนวทางในการเลือกจัดการวัชพืชที่พบขึ้นในแปลงของพืชปลูก ผลการทดลองพบว่า กะเม็ง และผักละออง มีการเกิดรากปม จึงเป็นวัชพืชอาศัยที่ดีของไล่เดือนฝอย ส่วนเห็ดหูหนูเป็นวัชพืชที่ไม่มีการเกิดรากปม แต่เมื่อปลูกร่วมกับมะเขือเทศทำให้ไล่เดือนฝอยในดินสามารถขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนได้มากขึ้น สำหรับวัชพืชพวกปอเทือง น้ำนมราชสีห์ และหญ้าไชย่ง ไม่มีการเกิดรากปม และเมื่อปลูกแบบเดี่ยวทำให้จำนวนไล่เดือนฝอยในดินลดลง จากผลการทดลองเห็นได้ว่า ปอเทือง น้ำนมราชสีห์ และหญ้าไชย่ง ควรไถกลบหรือทำเป็นพืชคลุมดิน เนื่องจากอาจมีผลทางอัลลีโลพาตีทำให้ประชากรของไล่เดือนฝอยลดลง ดังนั้นกลไกในการต้านทานการเข้าทำลายของไล่เดือนฝอยและการจำแนกชนิดของสารอัลลีโลเคมีคอลที่มีผลต่อการเข้าทำลายของไล่เดือนฝอยของปอเทือง น้ำนมราชสีห์ และหญ้าไชย่ง ควรมีการศึกษาต่อไป

คำสำคัญ: การควบคุมโดยชีววิธี การปลูกร่วม ไล่เดือนฝอยรากปม วัชพืช

คำนำ

วัชพืชนับว่าเป็นศัตรูที่สำคัญอย่างหนึ่งของพืชปลูก โดยการก่อกำเนิดปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืชปลูก มีผลทำให้ผลผลิตของพืชปลูกลดลง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าวัชพืชบางชนิดสามารถเป็นพืชอาศัยที่เหมาะสมสำหรับไล่เดือนฝอยรากปม ซึ่งไล่เดือนฝอยรากปม (Root-knot nematodes: *Meloidogyne* spp.) เป็นที่ยอมรับว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตและทำให้ผลผลิตของพืชลดลง ทำให้ความเสียหายแก่พืชปลูกที่สำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะพืชผักและผลไม้บางชนิด เช่น มันฝรั่ง พริก และมะเขือเทศ (Williamson and Hussey, 1996) นอกจากนี้ยังพบปัญหาวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของไล่เดือนฝอยโดยเฉพาะในพื้นที่ค่อนข้างร้อนและเขตร้อนที่มีวัชพืชเติบโตตลอดทั้งปี จากการสำรวจแปลงปลูกฝรั่งของเกษตรกรในเขตนครปฐมและสมุทรสาคร พบวัชพืชหลายชนิดในแปลงที่จัดเป็นพืชอาศัยของไล่เดือนฝอยรากปม ได้แก่ กะเม็ง กระเพราผี ครอบจักรวาล โทงเทง น้ำนมราชสีห์ ผักบุ้ง ผักยาง ผักละออง ลิ้นงู และหญ้าตีนนก เป็นต้น วัชพืชเหล่านี้เป็นพืชอาศัยของไล่เดือนฝอยที่ควรกำจัดออกจากแปลง (จำเนียร และคณะ, 2559) โดยไล่เดือนฝอยรากปมสามารถระบาดทางน้ำได้ในกรณีที่ใช้น้ำจากแหล่งชลประทานเดียวกัน เช่น หากพื้นที่มีการระบายถ่ายเทน้ำลงสู่คลองชลประทาน ไล่เดือน

ฝอยส่วนหนึ่งจะพัดตัวอยู่กับวัชพืชในและริมคลองชลประทาน เมื่อพื้นที่ปลายน้ำดูดน้ำเข้าไปใช้ ไชและตัวไล่เดือนฝอยรากปมสามารถแพร่ระบาดได้ต่อเนื่อง (Treonis and Wall, 2005) ดังนั้นการหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อลดความรุนแรงของโรครากปมหรือลดปริมาณไล่เดือนฝอยสกุลดังกล่าวนี้จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่สำคัญ แต่เนื่องจากไล่เดือนฝอยรากปมมีพืชอาศัยได้มากมายหลายชนิด ลักษณะการเข้าทำลายอยู่ที่ส่วนของพืชใต้ดิน มีการเพิ่มจำนวนได้ครั้งละมาก ๆ และรวดเร็ว ทำให้การจัดการโรครากปมทำได้ยากกว่าการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ การใช้สารเคมีกำจัดไล่เดือนฝอยรากปมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สะดวก ใช้ง่าย และได้ผลรวดเร็ว แต่มักเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกร ผู้บริโภคผลผลิตจากพืชเหล่านั้น และเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม จึงจำเป็นต้องหาแนวทางการจัดการไล่เดือนฝอยรากปมที่ปลอดภัย และมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

การป้องกันกำจัดไล่เดือนฝอยโดยชีววิธี (biological control) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง โดยการนำศัตรูธรรมชาติมาใช้ควบคุมไล่เดือนฝอย วัชพืชเป็นพืชที่ขึ้นมาจากธรรมชาติในแปลงปลูกพืช ส่วนใหญ่มักสร้างความเสียหายต่อพืชปลูก เนื่องจากวัชพืชเป็นตัวย่างปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืชปลูก เกษตรกรต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาในการกำจัด ในทางกลับกัน

วัชพืชบางชนิดอาจมีคุณสมบัติทางอัลลีโลพาที (allelopathy) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในระบบนิเวศระหว่างพืชทุกชนิดรวมทั้งจุลินทรีย์ ที่ปลดปล่อยออกมาในสภาพแวดล้อมมีผลยับยั้ง และกระตุ้นการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (Rimando *et al.*, 2001) จากการศึกษาชนิดของวัชพืชในแปลงพบวัชพืชบางชนิดที่ไม่ตอบสนองต่อการเกิดรากปมหรือไม่พบการเกิดรากปม ได้แก่ ด้อยติ่ง ผักเบี้ยหิน ไม้กวาด หญ้านกสีชมพู หนวดปลาชุก และแห้วหมู (จำเนียรและคณะ, 2559) ซึ่ง Curtis (2008) รายงานว่า ลักษณะบางอย่างของพืชที่ไม่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย ได้แก่ พืชสามารถผลิตสารเคมีบางชนิดออกมาจากราก (root exudates) มีผลในการขับไล่ไม่ให้ไส้เดือนฝอยเข้าทำลายรากพืช ตัวอย่างเช่น สาร β -terthienyl ที่ปลดปล่อยจากรากของดาวเรือง สาร cyclic hydroxamic acid และ 6-methoxy-2-benzoxazolinone จากรากของข้าวโพด (Friebe *et al.*, 1997; Zasada *et al.*, 2005) หรือพืชบางชนิดสามารถพัฒนาตัวเองให้มีผิวราก (root surface) ที่แข็งแรงจนกระทั่งไส้เดือนฝอยไม่สามารถเข้าทำลายได้ และแบบ post-infectious resistance เกิดขึ้นเนื่องจากพืชสามารถสร้างสารอัลลีโลเคมีคอล (allelochemical) หรือการเกิดความไม่สมดุลในเรื่องธาตุอาหารในตัวพืช (nutritional imbalance) จนไส้เดือนฝอยไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัชพืชบางชนิดที่ปลูกร่วมกับมะเขือเทศต่อการเกิดรากปมและความมีชีวิตรอดของไส้เดือนฝอยในดิน โดยคาดว่าวัชพืชบางชนิดที่พบขึ้นทั่วไปในแปลงพืชปลูกจะสามารถปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมีคอลออกมาทางรากในการกำจัดหรือตัดวงจรชีวิตของไส้เดือนฝอย เพื่อเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยในแปลงพืชปลูกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอย *M. incognita* และตัวอย่างพืช

นำรากปมของมะเขือเทศ อายุ 45 วัน จากแปลงที่มีการระบาดของไส้เดือนฝอย มาล้างดินออกให้สะอาด ตัดรากให้มีขนาด 3-5 เซนติเมตร นำไปแช่ในสารละลาย sodium hypochlorite ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำปลอดเชื้อ 3 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที จากนั้นนำไปแช่ใน hydrogen peroxide ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที เพื่อกำจัดปรสิตของไข่ไส้เดือนฝอย หลังจากนั้นเทผ่านตะแกรงร่อนขนาด 500 mesh เปิดน้ำไหลเพื่อล้างเป็นเวลา 3 นาที ใช้เข็มเย็บแยกกลุ่มไข่จากรากภายใต้กล้อง stereo microscope นำกลุ่มไข่ที่ได้พักในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน สุ่มนับจำนวนไข่ไส้เดือนฝอยจากน้ำกลั่น 10 ไมโครลิตร เพื่อนำไปใส่ลงในกระถางประมาณ 300 ตัวต่อกระถาง

ทำการทดลองในเรือนทดลองแบบเปิด ล้อมรอบด้วยตาข่ายลวด อากาศถ่ายเทได้ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 6 ซ้ำ โดยนำเมล็ดของวัชพืชที่เก็บจากแปลงพืชปลูกทั่วไป บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ กะเม็ง (*Eclipta prostrata* L.) นานมราชสีห์ (*Euphorbia hirta* L.) ผักละออง (*Vernonia cinerea* (L.) Less.) หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (L.) Link.) หญ้าตีนกา (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) หญ้าไยยง (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) และแห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.) เปรียบเทียบกับปอเทือง

(*Crotalaria juncea* L.) ซึ่งเป็นพืชที่มีรายงานว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไส้เดือนฝอยรากปม (Mosjididis *et al.*, 2013) โดยแบ่งการปลูกวัชพืช ออกเป็น 2 แบบ คือ ปลูกวัชพืชเพียงอย่างเดียว จำนวน 2 ต้นต่อกระถาง และ ปลูกวัชพืชร่วมกับมะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum* L.) (จำนวน 1 ต่อ 1 ต้นต่อกระถาง) เนื่องจากมีรายงานว่ามะเขือเทศเป็นพืชอาศัยที่ดีของไส้เดือนฝอย (Noling, 1999) จึงเลือกใช้เป็นพืชอาศัยทดสอบปลูกร่วมกับวัชพืชในการทดลองนี้ ปลูกพืชลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว ที่บรรจุดินผสมผ่านการอบฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง สุ่มเก็บตัวอย่างดินหลังจากอบฆ่าเชื้อตรวจนับจำนวนไข่และตัวไส้เดือนฝอยที่ยังมีชีวิตอยู่ (พบว่ามีความเป็นศูนย์) ก่อนนำดินใส่ลงในกระถาง ปริมาณ 8 กิโลกรัม ดูแลและรดน้ำเพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์ เมื่อพืชอายุ 1 เดือน ใส่ตัวอย่างไส้เดือนฝอยรากปมลงในกระถางพืชแต่ละชนิด โดยใส่ที่บริเวณรากของต้นพืช ด้วย vinyl pipette โดยใช้ไม้แหลมเจาะดินให้เป็นรูรอบโคนต้นพืช 4 รู ลึกประมาณ 1.5 เซนติเมตร เมื่อใส่ไส้เดือนฝอยแล้วจึงกลบดินหลังจากนั้นรดให้น้ำ 4 วัน เก็บตัวอย่างพืชและดินหลังจากใส่ไส้เดือนฝอย 14, 21 และ 30 วัน เพื่อบันทึกข้อมูลการเกิดรากปมและจำนวนไส้เดือนฝอยในดิน

ตรวจนับจำนวนรากปม

ถอนรากของต้นพืชออกจากกระถาง ทำความสะอาดรากพืชด้วยน้ำไหลเพื่อขจัดดินออกจากรากพืช ประเมินระดับความรุนแรงของการเกิดรากปมด้วยการประเมินด้วยสายตา โดยแบ่งเป็นระดับการประเมิน 0-10 ตามวิธีของ Bridge and Page (1980) (ตารางที่ 1)

ตรวจนับไส้เดือนฝอยในดินตัวอย่าง

ร่อนดินด้วยวิธีของ Christie and Perry (1951) โดยชั่งตัวอย่างดิน 300 กรัม เติมน้ำให้ท่วม คนให้น้ำและเนื้อดินละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาร่อนดินผ่านตะแกรงร่อนขนาด 60, 100, 200 และ 325 mesh ตามลำดับ และนำน้ำใส่ที่ได้จากการผ่านตะแกรงมารองผ่านกรวยกรองแก้วอีกครั้ง พักไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างน้ำล้างดินมาตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรม R Version 3.0.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.01$) ด้วยวิธีของ Duncan's new multiple range test (DMRT)

Table 1. Rating chart to assess and rank each root system on a class of root-knot symptom

Root galling scale	Symptoms of infection
0	No galling
1	Few small knots that are difficult to find
2	Clearly visible small knots
3	Some large knots visible
4	Large knots predominant
5	50% of the roots infested with knotting on parts of the main roots
6	Visible knotting on the main roots
7	Majority of the main roots are knotted
8	All the main roots are knotted
9	Severe knotting on the main roots
10	All root severely knotted, plants usually dead

Source: Bridge and Page (1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การตอบสนองของพืชต่อการเกิดรากปม

จากการประเมินการเกิดรากปมของพืชทดสอบด้วยสายตา ตามวิธีของ Bridge and Page (1980) พบว่า กะเม็ง และผักละออง มีการเกิดรากปมมากที่สุดในทุกระยะที่ทำการประเมิน รองลงมาคือ หนุ่ยนกสีชมพู นอกจากนี้ยังพบวัชพืชที่ไม่มีการเกิดรากปม ได้แก่ ปอเทือง น้านมราชสีห์ และหญ้าไย่ง (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปฏิกิริยาการตอบสนองการเกิดรากปมของวัชพืชในแปลงฝรั่ง พบว่า กะเม็ง และผักละออง จัดเป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม โดยที่พบรากปมเท่ากับ 31-100 ปมในระบบรากของกะเม็ง และมากกว่า 100 ปม ในระบบรากของผักละออง (จำเนียรและคณะ, 2559) นอกจากนี้ Niyaz and Hisamuddin (2009) พบว่ากะเม็งจัดเป็นพืชอาศัยที่ดีมากสำหรับไส้เดือนฝอยรากปม ทำให้การเจริญเติบโตส่วนรากของกะเม็งเปลี่ยนแปลงไปเกิดเป็นปมขนาดใหญ่ที่เนื้อเยื่อลำเลียง ส่วน Quénéhervé *et al.* (2011) พบว่าพืชปลูกอาศัยที่เหมาะสมสำหรับการเข้าฝังตัวของไส้เดือนฝอยในระบบรากของพืชตระกูล Solanaceae ได้แก่ มะเขือยาว พริกไทย มะเขือเทศ ยาสูบ พักทอง ส่วนวัชพืชอาศัยของไส้เดือนฝอย ได้แก่ ผักละออง สาบแร้งสาบกา ผักเสี้ยนผี จัตุรพระอินทร์ และผักกะสังข์ เป็นต้น สำหรับหนุ่ยนกสีชมพูนั้นเป็นวัชพืชหลักที่มีรายงานว่าพบในแปลงปลูกพืชหลายชนิด ตัวอย่างเช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย ถั่ว มันสำปะหลัง มีผลทำให้ผลผลิตของพืชปลูกลดลง และยังมีรายงานว่าวัชพืชชนิดนี้เป็นพืชอาศัยของศัตรูพืชพวกโรคพืช แมลง และไส้เดือนฝอย (Holm *et al.*, 1991) ในทางกลับกันผลการทดลองนี้พบว่า ปอเทือง น้านมราชสีห์ และหญ้าไย่ง ไม่มีการเกิดรากปม อาจเป็นไปได้ว่าวัชพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ ไม่เหมาะสมต่อการเข้าอยู่อาศัยของไส้เดือนฝอย

จากการศึกษาผลทางอัลลีโลพาตีและสารสกัดจากวัชพืชเหล่านี้ พบว่ามีผลกระทบในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น น้านมราชสีห์สามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และใช้กำจัดหนอน (Lanthers *et al.*, 1990) ส่วน Gayathri and Ramesh (2013) รายงานว่า สารสกัดด้วย ethyl acetate จากน้านมราชสีห์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยทำลาย cell membrane ทำให้เกิดการรั่วไหลของ cellular protein นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าน้านมราชสีห์สามารถใช้เป็นยาแก้พิษและบรรเทาความเจ็บปวดจากการถูกแมลงปองและงูกัด โดยการใช้ใ้ยางูเพื่อกำจัดหนามออกจากผิวหนัง (Rajeh *et al.*, 2010) โดยที่พบสารประกอบพวก tanins ที่มีคุณสมบัติเป็นสารที่ยับยั้งกิจกรรมของไวรัส (antiretroviral activity) (Gyuris *et al.*, 2009) และพวก flavonoids, polyphenols, triterpenes และ phytosterols ที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (Ragasa and Cornelio, 2013) ส่วนหญ้าไย่งซึ่งเป็นวัชพืชฤดูเดียวที่พบมากในแปลงปลูกข้าวโพด และอ้อย มีรายงานว่าการใช้หญ้าไย่งในการคลุมดินสามารถช่วยควบคุมการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช เช่น ก้นจ้าวขาว ไมยราบกระต่ายยอด สาบแร้งสาบกา และหญ้าข้าวนก (Meksawat and Pornprom, 2010) นอกจากนี้ อภิรัฐ และทศพล (2560) พบว่า การใช้หญ้าไย่งในลักษณะของการคลุมแปลงผัก ทำให้ความหนาแน่นของวัชพืชในแปลงผักลดลง และจากการศึกษาคูณลักษณะทางอัลลีโลพาตีของหญ้าไย่งในดินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชก้นจ้าวขาวดอกใหญ่และหญ้าข้าวนกได้ สำหรับปอเทืองเป็นพืชที่โตเร็วนิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเนื่องจากเป็นแหล่งไนโตรเจน และยังช่วยในการยับยั้งการแพร่ระบาดของไส้เดือนฝอย (Wang and McSorley, 2004)

Table 2. Effects of single culture of weed species in plot experiments on root galling (scale 0 to 10) at 14, 20 and 30 days after inoculation (DAI) of nematodes

Plant species	Root galling score		
	14 DAI	21 DAI	30 DAI
<i>Crotalaria juncea</i>	0.00 c ¹	0.00 b	0.00 b
<i>Eclipta prostrata</i>	3.17 a	4.17 a	4.83 a
<i>Vernonia cinerea</i>	2.67 a	4.00 a	4.50 a
<i>Euphorbia hirta</i>	0.00 c	0.00 b	0.00 b
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0.00 c	0.00 b	0.00 b
<i>Echinochloa colona</i>	1.83 b	0.83 b	0.50 b
<i>Eleusine indica</i>	0.00 c	0.17 b	0.00 b
<i>Cyperus rotundus</i>	0.00 c	0.33 b	0.00 b

¹ Different letters in the same column indicate the significant difference (DMRT) at $P \leq 0.01$

เมื่อทดสอบปลูกวัชพืชร่วมกับมะเขือเทศ (ตารางที่ 3) พบว่า การปลูกปอเทือง น้ำนมราชสีห์ หญ้า ไชย่ง และแห้วหมูร่วมกับมะเขือเทศ ที่ 14, 21 และ 30 วัน หลังจากการใส่ได้เดือนฝอย ไม่มีการเกิดรากปมในรากของวัชพืชทั้ง 4 ชนิด โดยที่การปลูกน้ำนมราชสีห์ หญ้า ไชย่ง และแห้วหมูร่วมกับมะเขือเทศ พบว่าในช่วงเวลา 14 วันหลังการใส่ได้เดือนฝอย วัชพืชทั้ง 3 ชนิด และมะเขือเทศไม่มีการการเกิดรากปม แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปขึ้นที่ 21 และ 30 วันหลังจากการใส่ได้เดือนฝอยกลับพบว่า มะเขือเทศมีการเกิดรากปม ในขณะที่วัชพืชทั้ง 3 ชนิดไม่เกิดอาการรากปม โดยทั่วไปวงจรชีวิตของได้เดือนฝอยรากปมอาจจะสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส ได้เดือนฝอยมีวงจรชีวิต 17-25 วัน จากระยะไข่จนตัวเต็มวัย แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำประมาณ 15 องศาเซลเซียส อาจใช้เวลาถึง 57 วัน (หทัยชนก และภาสกร, 2555) ซึ่งตลอดเวลาที่ทำการทดลองนี้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 15.3-24.8 องศาเซลเซียส (ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน) สำหรับการปลูกปอเทืองร่วมกับมะเขือเทศ พบว่าปอเทืองไม่มีการเกิดรากปม ในขณะที่มะเขือเทศมีการเกิดรากปมไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกมะเขือเทศแบบเดี่ยว ทุกช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล จะเห็นได้ว่าปอเทืองไม่สามารถกำจัดได้เดือนฝอยรากปมได้ด้วยการปลูกร่วมกับ

พืชปลูก ซึ่ง Wang *et al.* (2002) รายงานว่า พืชพวกปอเทืองมีสารประกอบในกลุ่ม alkaloids ที่เป็นพิษต่อสัตว์ เช่น โรคตับแข็งในม้าและวัว รวมถึงมนุษย์ด้วย มีรายงานว่า การใช้ปอเทืองเป็นวัชชุดคลุมดินช่วยยับยั้งการแพร่กระจายของได้เดือนฝอย และเกิดรากปมน้อยมาก นอกจากนี้ยังรายงานว่าควรใช้วิธีการปลูกปอเทืองสลับกับพืชปลูกโดยการไถกลบในแปลง เนื่องจากการปลูกปอเทืองร่วมกับมะเขือเทศในการทดลอง ทำให้ได้เดือนฝอยไม่เข้าอาศัยรากของปอเทือง แต่กลับเข้าไปอาศัยในรากของมะเขือเทศ ปอเทืองเป็นพืชที่แนะนำให้ใช้ปลูกสลับกับพริก โดยใช้การไถกลบเมื่อต้นปอเทืองอายุ 50 วัน แล้วไถกลบก่อนปลูกพริก จะสามารถลดจำนวนได้เดือนฝอยในดินได้ 70 เปอร์เซ็นต์ (สรศักดิ์ และคณะ, 2552) นอกจากการไถกลบยังพบว่าการปลูกปอเทืองและตัดต้นคลุมดินมีประสิทธิภาพในการควบคุมได้เดือนฝอยได้ (Wang *et al.*, 2008) นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่าการปลูกกะเม็งและผักละอองร่วมกับมะเขือเทศ ทั้งวัชพืชและมะเขือเทศมีการตอบสนองต่อการเกิดรากปมอย่างเห็นได้ชัดเจนในทุกช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (ตารางที่ 3) โดยที่มีรายงานว่ากะเม็งเป็นวัชพืชใบกว้างที่มีกพบในแปลงข้าวและพืชปลูกอื่น ๆ และพบว่าจัดเป็นพืชอาศัย (alternate host) ที่เหมาะสมสำหรับได้เดือนฝอยรากปม (Kaur *et al.*, 2014) ส่วน Gapasin *et al.* (1993) รายงานว่าชนิดของวัชพืชที่มีศักยภาพในการเข้าอาศัยของ

ไส้เดือนฝอย ทำให้ไส้เดือนฝอยสามารถขยายพันธุ์เพิ่ม
จำนวนประชากรได้ดี เช่น สาบแร้งสาบกา พันธุ์เขียว เขมร
เล็ก ผักละออง หญ้าตีนกา และหญ้าตีนนก เป็นต้น

จำนวนไส้เดือนฝอยในดินบริเวณรากพืช

เมื่อนำดินบริเวณรากพืชในกระถางไปตรวจนับ
จำนวนไส้เดือนฝอย โดยเปรียบเทียบจำนวนไส้เดือนฝอย
ในดินที่มีการปลูกมะเขือเทศแบบเดี่ยว วัชพืชแบบเดี่ยว
กับการปลูกวัชพืชร่วมกับมะเขือเทศ (ตารางที่ 4) พบว่า
การปลูกวัชพืชทุกชนิดทั้งปลูกเดี่ยวและปลูกร่วมกับ
มะเขือเทศจะทำให้ไส้เดือนฝอยสามารถมีการ
แพร่กระจายอยู่ในดินได้ โดยที่การปลูกหัวหมูร่วมกับ
มะเขือเทศจะพบไส้เดือนฝอยในดินมากกว่าการปลูกหัว
หมูแบบเดี่ยว โดยที่มีจำนวนไส้เดือนฝอยในดินมากที่สุด
เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกพืชอื่นร่วมกับมะเขือเทศและ
การปลูกมะเขือเทศเพียงอย่างเดียว ส่วนการปลูกปอเทือง
น้ำมันราซสีห์ และหญ้าโขง ร่วมกับมะเขือเทศ พบว่ามี
จำนวนไส้เดือนฝอยในดินมากกว่าการปลูกวัชพืชทั้ง 3
ชนิดแบบเดี่ยว ในทางกลับกันการปลูกกะเม็งและผัก
ละอองร่วมกับมะเขือเทศจะพบว่ามีจำนวนของไส้เดือน
ฝอยในดินลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกกะเม็งและ

ผักละอองแบบเดี่ยว จากการศึกษาแนวโน้มของจำนวน
ไส้เดือนฝอยในดิน พบว่า การแพร่กระจายของไส้เดือน
ฝอยในดินที่มีการปลูกมะเขือเทศซึ่งเป็นพืชอาศัยที่
เหมาะสมสำหรับไส้เดือนฝอยจะมีจำนวนมากที่ 21 วัน
หลังจากใส่ไส้เดือนฝอย โดยที่ Hay and Stirling (2014)
รายงานว่าช่วงอายุของไส้เดือนฝอย 20-30 วัน (ระยะ
juvenile 2) จะมีศักยภาพในการเคลื่อนย้ายเข้าสู่รากพืช
ได้ดีที่สุด แต่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้เมื่อดินแห้ง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจำนวนไส้เดือนฝอยใน
ดินที่ทำการปลูกวัชพืชแบบเดี่ยวเปรียบเทียบกับ การปลูก
ร่วมกับมะเขือเทศ ที่ 14, 21 และ 30 วันหลังจากการใส่
ไส้เดือนฝอย พบว่า การปลูกวัชพืชร่วมกับมะเขือเทศมี
จำนวนไส้เดือนฝอยในดินมากกว่าการปลูกวัชพืชแบบ
เดี่ยว ยกเว้นการปลูกผักละออง พบว่าที่ 21 และ 30 วัน
หลังจากใส่ไส้เดือนฝอย การปลูกผักละอองร่วมกับมะเขือ
เทศทำให้จำนวนไส้เดือนฝอยในดินน้อยกว่าการปลูกผัก
ละอองแบบเดี่ยว นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ของ
จำนวนไส้เดือนฝอยในดินกับระยะเวลาในการใส่ไส้เดือน
ฝอยจะมีแนวโน้มลดลงในวัชพืชทดสอบเกือบทุกชนิด
ยกเว้นการน้ำมันราซสีห์ร่วมกับมะเขือเทศ และการปลูก
ผักละอองแบบเดี่ยว

Table 3. Effects of mixed culture of weed spices and *Solanum lycopersicum* (crop) in plot experiments
on root galling (scale 0 to 10) at 14, 20 and 30 days after inoculation (DAI) of nematodes

Plant species	Root galling score					
	14 DAI		21 DAI		30 DAI	
	Weed	Crop	Weed	Crop	Weed	Crop
<i>Solanum lycopersicum</i>		3.33 b		6.83 a		5.67 a
<i>Crotalaria juncea</i>	0.00 b	5.83 a	0.00 c	4.50 ab	0.00 b	4.83 a
<i>Eclipta prostrata</i>	1.00 a	2.83 b	1.83 a	3.50 b	2.00 a	4.17 ab
<i>Vernonia cinerea</i>	1.17 a	2.33 b	1.33 ab	3.83 b	2.17 a	2.17 bc
<i>Euphorbia hirta</i>	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.83 c	0.00 b	0.50 c
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.67 c	0.00 b	0.33 c
<i>Echinochloa colona</i>	0.17 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.33 c
<i>Eleusine indica</i>	0.00 b	0.00 c	0.67 bc	0.33 c	0.00 b	0.50 c
<i>Cyperus rotundus</i>	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.83 c	0.00 b	0.33 c

¹Different letters in the same column indicate the significant difference (DMRT) at $P \leq 0.01$

นอกจากนี้ระบบรากและการกระจายตัวของรากที่แตกต่างกันของวัชพืชทดสอบ อาจส่งผลกระทบต่อ การเข้าทำลายรากของวัชพืชทดสอบ จากการศึกษาของ Fogain and Gowen (2005) พบว่าระบบรากของพืช นับว่ามีบทบาทสำคัญสำหรับการเข้าทำลายของศัตรูพืชที่อยู่ในดิน ซึ่งระบบรากจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงกลไกความทนทานหรือต้านทานหรือการหลบหลีกจากศัตรูพืช โดยที่ Sheng *et al.* (2017) รายงานว่า ความแตกต่างของระบบรากพืชและบริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) จะมีผลต่อปริมาณสารอัลลิเลเคมีคอลที่พืชปลดปล่อยออกมา โดยพืชที่มีการพัฒนาส่วนรากได้ดีมีการแพร่กระจายไปทั่วพื้นที่จะสามารถปลดปล่อยสารออกมาได้ปริมาณมากกว่ารากที่ไม่มีการพัฒนาหรือมีบริเวณรอบรากพืชคงที่ นอกจากนี้ Fogain and Gowan (2005) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการพัฒนาของรากกับผลต่อประชากรไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ซึ่งเป็นไส้เดือนฝอยพวก parasitic-nematode พบว่าการแพร่กระจายของไส้เดือนฝอยจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยที่ จะพบไส้เดือนฝอยเป็นจำนวนมากในรากที่มีความลึก ประมาณ 20-40 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของเนื้อเยื่อที่มีช่องว่างของรูอากาศมาก จะพบประชากรของไส้เดือนฝอยเป็นจำนวนมาก

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กะเม็ง ผักละออง หญ้านกสีชมพู และหญ้าตีนกา จัดเป็นวัชพืชอาศัยที่ดีของไส้เดือนฝอย ควรรีบกำจัดออกจากแปลงพืชปลูก เนื่องจากพบอาการการเกิดรากปมในรากของวัชพืชทั้งสองชนิดและมะเขือเทศเมื่อทำการปลูกร่วมกัน ส่วนเหี่ยวหมื่นเป็นวัชพืชที่ไม่มีการตอบสนองต่อการเกิดรากปม แต่เมื่อปลูกร่วมกับมะเขือเทศทำให้ไส้เดือนฝอยสามารถขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนได้มากขึ้น จึงเป็นวัชพืชที่ควรรีบกำจัดออกจากแปลงปลูกด้วยเช่นกัน สำหรับวัชพืชพวกปอเทือง น้ำมันราขสีห์ และหญ้าโขง พบว่าวัชพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ ไม่มีการตอบสนองต่อการเกิดรากปม เมื่อปลูกแบบเดี่ยวจะมีผลทำให้จำนวนไส้เดือนฝอยในดินลดลงมากหลังจาก 30 วันที่มีการใส่ไส้เดือนฝอย จึงแนะนำว่าวัชพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ควรกำจัดโดยการไถกลบหรือทำเป็นพืชคลุมดิน แล้วทิ้งแปลงไว้สักระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้เศษของวัชพืชได้มีการปลดปล่อยสารอัลลิเลเคมีคอลออกมา กำจัดไส้เดือนฝอยที่มีอยู่ในดิน หลังจากนั้นจึงทำการปลูกพืชในแปลง ซึ่งสารประกอบทางเคมีของวัชพืชที่มีผลทางอัลลิโลพาที่ต่อการมีชีวิตรอดของไส้เดือนฝอยในดิน จึงควรที่จะมีการศึกษาต่อไป

Table 4. Allelopathic effect from weed species on nematode population detected in 300 g soil sample in single (S) and mixed culture with *Solanum lycopersicum* (T) at 14, 20 and 30 days after inoculation (DAI) of nematodes

Plant species	Number of nematode population					
	14 DAI		21 DAI		30 DAI	
	S	T	S	T	S	T
<i>Solanum lycopersicum</i>		190 c ¹		473 b		290 c
<i>Crotalaria juncea</i>	177 c	540 c	82 bc	142 d	23 d	65 d
<i>Eclipta prostrata</i>	564 b	1,488 b	494 a	123 d	20 d	13 d
<i>Euphorbia hirta</i>	9 d	170 c	87 bc	257 cd	108 c	502 b
<i>Vernonia cinerea</i>	172 c	152 c	166 b	128 d	279 a	91 d
<i>Echinochloa colona</i>	73 d	299 c	26 c	169 d	15 d	90 d
<i>Eleusine indica</i>	63 d	205 c	135 b	145 d	44 d	485 b
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	52 d	526 c	29 c	377 bc	94 c	346 c
<i>Cyperus rotundus</i>	1,475 a	3,340 a	116 bc	3,170a	150 b	2,157 a

¹Different letters in the same column indicate the significant difference (DMRT) at $P \leq 0.01$

สรุป

วัชพืชที่ขึ้นร่วมกับพืชปลูกควรกำจัดออกจากแปลงที่มีการระบาดของไส้เดือนฝอย เนื่องจากอาจเป็นพืชอาศัยที่เหมาะสมต่อไส้เดือนฝอยและทำให้การแพร่ขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยในดินเพิ่มขึ้น ได้แก่ กะเม็ง ผักละออง หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนกา และแห้วหมู ส่วนวัชพืชที่ควรปล่อยให้ขึ้นในแปลงที่มีการระบาดของไส้เดือนฝอยก่อนปลูกพืช เนื่องจากมีผลทำให้จำนวนไส้เดือนฝอยในดินลดลงเมื่อปลูกแบบเดี่ยว ได้แก่ ปอเทือง น้านมราชสีห์ และหญ้าโขง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบคุณทุนอุดหนุนวิจัยพืชไร่นา ปี 2561 ซึ่งเป็นโครงการสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

จำเนียร ขมภู อมรศรี ขุนอินทร์ และ ทศพล พรพรม. 2559. วัชพืชในแปลงฝรั่งบางชนิดที่เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47(1): 81-92.

สรศักดิ์ มณีขาว นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด พเยาว์ พรหมพันธุ์ ใจ นวลจันทร์ ศรีสมบัติ วันเพ็ญ ศรีทองชัย นฤทัย วรสถิตย์ นาดยา จันทรส่อง บุญชู สายธนู ธวัชชัย นิมกักรัตน์ เสาวณี เขตสกุล และอุดม คำชา. 2552. การทดสอบระบบการปลูกพืชเพื่อแก้ปัญหาโรครากปมฟริกที่เกิดจากไส้เดือนฝอยในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก เชียงเหนือตอนล่าง. หน้า 220-233. ใน: รายงานการสัมมนาในระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ผลงานทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อ

มนุษยชาติ, 2-4 กรกฎาคม 2552, โรงแรมอูบลอินเตอร์เนชั่นแนล, อุบลราชธานี.

หทัยชนก นันทพานิช และ ภาสกร นันทพานิช. 2555. การศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านในการกำจัดไส้เดือนฝอยสาเหตุของโรครากปมในฟริก. รายงานฉบับสมบูรณ์ประจำปีงบประมาณ 2555. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อภิรัฐ บัณฑิต และ ทศพล พรพรม. 2560. การประเมินคุณลักษณะทางอัลลีโลพาตีจากหญ้าโขงต่อการยับยั้งการเติบโตของวัชพืชในสภาพแปลง. วารสารเกษตร 33(2): 193-202.

Bridge, J. and S.L.J. Page. 1980. Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. Tropical Pest Management 26: 296-298.

Christie, J.R. and V.G. Perry. 1951. Removing nematodes from soil. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 18: 106-108.

Curtis, R.H.C. 2008. Plant-nematode interactions: environmental signals detected by the nematode's chemosensory organs control changes in the surface cuticle and behavior. Parasite 15: 310-316.

Fogain, R. and R.S. Gowen. 2005. Root morphology and development of banana and plantain root systems in relation to nematode population. Fruits 60(5): 297-302.

Friebe, A., W. Lever, R. Sikora and H. Schnabl. 1997. Allelochemical in root exudates of maize: effects on root lesion nematode *Pratylenchus zea*. Recent Advances in Phytochemistry 32: 71-93.

Gapasin, R.M., E.B. Barsalote and M.S. Lumbre. 1993. Weeds as host for nematodes. Visayas State College of Agriculture, Baybay, Leyte. 10 p.

- Gayathri, A. and K.V. Ramesh. 2013. Antifungal activity of *Euphorbia hirta* L. inflorescence extract against *Aspergillus flavus* - a mode of action study. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 2(4): 31-37.
- Gyuris, A., L. Szilávik, J. Minárovits, A. Vasas, J. Molnár and J. Hohmann. 2009. Antiviral activities of extracts of *Euphorbia hirta* L. against HIV-1, HIV-2 and SIV_{mac251}. In Vivo 23: 429-432.
- Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho and J.P. Herberger. 1991. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. The University Press of Hawaii, Honolulu. 609 p.
- Hay, F. and G. Stirling. 2014. Management of root-knot nematode in vegetable crops. Booklet of Horticulture Australia Limited Project MT09067, Sydney. 43 p.
- Kaur, B., S. Bhatia and K.K. Sharma. 2014. Diversity and impact of invasive alien plant species of family Asteraceae in Jammu district (Jammu and Kashmir, India). International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies 1(8): 51-62.
- Lanhers, M.C., J. Fleurentin, P. Caballion, A. Rolland, P. Dorfman, R. Misslin and J.M. Pelt. 1990. Behavioral effects of *Euphorbia hirta* L.: sedative and anxiolytic properties. Journal of Ethnopharmacology 29(2): 189-198.
- Meksawat, S. and T. Pornprom. 2010. Allelopathic effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) on seed germination and plant growth. Weed Biology and Management 10: 16-24.
- Niyaz, T. and Hisamuddin. 2009. Histology of the interactions of *Paecilomyces lilacinus* with *Meloidogyne incognita* on *Eclipta alba* (L.). Archives of Phytopathology and Plant Protection 42(9): 829-834.
- Quénéhervé, P., M. Godefroid, P. Mège and S. Marie-Luce. 2011. Diversity of *Meloidogyne* spp. parasitizing plants in Martinique Island, French West Indies. Nematopica 41: 191-199.
- Ragasa, C.Y. and K.B. Cornelio. 2013. Triterpenes from *Euphorbia hirta* and their cytotoxicity. Chinese Journal of Natural Medicines 11(5): 528-533.
- Rajeh, M.A.B., Z. Zuraini, S. Sasidharan, L.Y. Latha and S. Amutha. 2010. Assessment of *Euphorbia hirta* L. leaf, flower, stem and root extracts for their antibacterial and antifungal activity and brine shrimp lethality. Molecules 15: 6008-6018.
- Rimando, A.M., M. Olofsdotter, F.E. Dayan and S.O. Duke. 2001. Searching for rice allelochemicals: an example of bioassay-guided isolation. Agronomy Journal 93: 16-20.
- Sheng, C., R. Bol, D. Vetterlein, J. Vanderborght and A. Schnepf. 2017. The development of the rhizosphere: simulation of root exudation for two contrasting exudates: citrate and mucilage. Geophysical Research Abstracts 19: EGU2017-7606.
- Treonis, A.M. and D.H. Wall. 2005. Soil nematodes and desiccation survival in the extreme arid environment of the Antarctic dry valleys. Integrative and Comparative Biology 45(5): 741-750.
- Wang, K.H., B.S. Sipes and D.P. Schmitt. 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. Nematopica 32(1): 35-57.

- Wang, K.H. and R. McSorley. 2004. Management of nematodes and soil fertility with sunn hemp cover crop. Department of Entomology and Nematology, UF/IFAS Extension, Gainesville, Florida.
- Wang, K.H., R. Mcsorley, R. Gallaher and N.K. Burelle. 2008. Cover crops and organic mulches for nematode, weed, and plant health management. *Journal of Nematology* 10: 231-242.
- Williamson, V.M. and R.S. Hussey. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plants. *The Plant Cell* 8: 1735-1745.
- Zasada, I.A., S.L.F. Meyer, J.M. Halbrecht and C. Rice. 2005. Activity of hydroxamic acids from *Secale cereale* against the plant parasitic nematodes *Meloidogyne incognita* and *Xiphinema americanum*. *Phytopathology* 95: 1116-1121.
-