

ผลของดาวเรือง ดาวกระจาย และสบู่ดำบางพันธุ์ต่อ

ไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*)

Effects of Some Varieties of Marigold, Cosmos, and Physic Nut to Root-knot Nematodes (*Meloidogyne incognita*)

บัญชา ชินศรี^{1*}

Buncha Chinnasri^{1*}

Abstract

The effects of some commercial varieties of African and French marigolds (*Tagetes erecta* and *T. patura* respectively) and cosmos (*Cosmos bipinnatus*) on root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*) were investigated. Out of the 18 marigold varieties tested, none was shown to be infected by the nematodes (nematode root gall indices were 0 as compared to 5 in the control). The solutions extracted from marigold roots at 10,000 to 100,000 ppm were effective to kill 100 percent of the second-stage juveniles (J2) of *M. incognita* *in vitro* in 48 hours. In a greenhouse study, however, the solutions at the previous concentrations showed efficacy in reducing nematode root-gall indices by the average of 24-50% as compared to the control (water) ($P < 0.05$). For cosmos plants, they were moderately susceptible to root-knot nematodes as root gall indices ranged from 2.3 to 2.8. In addition, cosmos root extracts were ineffective to increase the mortality of nematode J2 *in vitro*, as compared to the control (water). Water suspensions obtained from blending physic nut seeds (*Jatropha curcas*) with water at 100 grams of seeds per one liter of water increased the mortality of J2 and reduced the hatchability of *M. incognita* eggs by 70 and 68 percent in seven days ($P < 0.05$), respectively. In the greenhouse experiment, soil drenches of the water suspensions of physic nut seeds (200 grams of seeds/one liter of water) or soil amendments of physic nut's seed cake (50 or 100 grams/plant) lowered nematode gall indices by 56 percent, as compared to the control (water) ($P < 0.05$).

Keywords: cosmos, marigold, *Meloidogyne incognita*, physic nut, root-knot nematode

¹ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

รับเรื่อง : มิถุนายน 2555

*Corresponding author: agrbcc@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพดาวเรือง (American marigold: *Tagetes erecta*; French marigold: *T. patura*) และ ดาวกระจาย (cosmos: *Cosmos bipinnatus*) พันธุ์การค้าจำนวน 18 และ 6 พันธุ์ ตามลำดับ ในการควบคุมไส้เดือนฝอย รากปม (*Meloidogyne incognita*) พบว่า ดาวเรืองทุกพันธุ์ที่นำมาทดสอบไม่เป็นพืชอาศัย (non host) ของไส้เดือนฝอย รากปม (ดัชนีการเกิดปมเท่ากับ 0 เมื่อเปรียบเทียบกับ 5 ในพริกและมะเขือเทศ) น้ำคั้นจากรากดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10,000-100,000 ppm มีฤทธิ์ในการฆ่าตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ได้ภายใน 48 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม พบว่า การรดน้ำคั้นจากรากดาวเรืองลงในพริกมีผลทำให้ดัชนีการเกิดปมลดลง 24-50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการศึกษาดาวกระจายนั้น พบว่า ทุกพันธุ์ที่นำมาทดสอบมีความอ่อนแอในระดับปานกลางต่อ ไส้เดือนฝอยรากปม (ดัชนีการเกิดปมตั้งแต่ 2.3-2.8) นอกจากนี้ น้ำคั้นที่ได้จากรากของดาวกระจายทุกพันธุ์ ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าตัวอ่อนของไส้เดือนฝอยรากปมแต่อย่างใด การนำสารแขวนลอยที่ได้จากการนำเมล็ดสบู่ดำ (*Jatropha curcas*) มาบดและผสมน้ำที่ความเข้มข้น 100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีผลในการเพิ่มการตายของตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปมได้ 70 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการฟักไข่ลงได้ 68 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) ภายใน 7 วัน การรดสารแขวนลอยของเมล็ดสบู่ดำ (200 กรัม/ลิตร) หรือการคลุกดินด้วยกากเมล็ดสบู่ดำ (seed cake) (50 หรือ 100 กรัมต่อตัน) สามารถลดดัชนีการเกิดปมลงได้เฉลี่ย 56 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

คำนำ

ไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) เป็น ปัญหาสำคัญสำหรับการปลูกพืชของประเทศไทย หลาย ชนิด เช่น พริก มันฝรั่ง และฝรั่ง เป็นต้น ต้นพืชที่ถูก ไส้เดือนฝอยรากปมเข้าทำลายอย่างรุนแรงโดยเฉพาะใน สภาพที่เป็นต้นกล้าจะทำให้ต้นพืชตาย หรือในกรณีไส้ เดือนฝอยเข้าทำลายในระยะที่ต้นพืชเจริญเติบโตแล้ว จะ ส่งผลให้ผลผลิตของพืชที่ได้นั้นต่ำกว่าพืชปกติ (Montree, 1998)

การเลือกใช้วิธีการใดในการควบคุมไส้เดือนฝอย ขึ้นอยู่กับสถานะทางเศรษฐกิจของผู้ปลูกพืช และความ เหมาะสมของวิธีการที่เลือกมาใช้ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม การ ใช้วิธีการควบคุมโดยชีววิธี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำพืชที่ มีอยู่ในท้องถิ่นของเกษตรกรมาใช้ให้เกิดประโยชน์จัดเป็น วิธีการที่ประหยัด เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ และ ง่ายต่อการยอมรับของเกษตรกร (Coyne *et al.*, 2007)

ดาวเรืองจัดเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีรายงานการ นำมาควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) ตั้งแต่ในอดีต (Tyler, 1938; Steiner, 1941) สำหรับกลไก หลักในการควบคุมไส้เดือนฝอยของดาวเรืองคือ การสร้าง

สารประกอบที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยชื่อว่า α -terthienyl (Sease and Zechmeister, 1947) ในปี 1963 Horn and Lamberton ทดลองสกัดสารจากรากดาวเรือง พบว่าจากรากสดหนัก 907.18 กรัม ได้สาร α -terthienyl ที่บริสุทธิ์ หนัก 0.11 กรัม

ชนิดของดาวเรืองที่มีรายงานการควบคุมไส้เดือน ฝอยประกอบด้วย ดาวเรืองอัฟริกัน (African marigold: *T. erecta*) ดาวเรืองฝรั่งเศส (French marigold: *T. patura*) และ ดาวเรืองเม็กซิกัน (Mexican marigold: *T. minuta*) ในปี 1996 Hussaini *et al.* พบว่าในน้ำคั้นจากราก ดาวเรืองอัฟริกันที่อัตรา 2 กรัมต่อน้ำ 5 มิลลิลิตร ให้ผลดี ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมทั้ง 3 ชนิดคือ *M. arenaria* *M. incognita* และ *M. javanica* Toida *et al.* (1990) พบว่า การปลูกดาวเรืองอัฟริกันก่อนการปลูกถั่ว เชี่ยวพันธุ์ชยันนา 60 ทำให้ประชากรของไส้เดือนฝอย *M. javanica* ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ น้ำคั้นจากใบ และต้นของดาวเรืองอัฟริกันพันธุ์ Cracker Jack ที่อัตรา 5 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร มีผลต่อการตายไส้เดือนฝอย *Hoplolaimus seinhorsti*

ในดาวเรืองฝรั่งเศส (French marigold) Sompian (1979) พบว่า ดาวเรืองฝรั่งเศสมีปริมาณสาร α -terthienyl

สูงกว่าดาวเรืองอัฟริกัน Kingarn (1981a) พบว่า สายพันธุ์และอายุของดาวเรืองฝรั่งเศสมีผลต่อการสร้างสาร α -terthienyl ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพบว่า ดาวเรืองที่มีอายุมากขึ้นจะผลิตสาร α -terthienyl เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Kingarn (1981b) พบว่าการปลูกดาวเรืองฝรั่งเศสล้อมรอบมะเขือเทศพันธุ์ L22 สามารถลดประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชได้ Toida *et al.* (1990) พบว่า ไส้เดือนฝอยรากปมไม่สามารถชักนำให้เกิดอาการปมในดาวเรืองฝรั่งเศส (*T. patura*)

สบู่ดำ (physic nut: *Jatropha curcas*) เป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย ในต่างประเทศ พบการศึกษาผลของสารสกัดจากใบและเมล็ดของสบู่ดำต่อการตายของตัวอ่อนระยะที่สอง การฟักไข่ การเจริญเติบโต และการชักนำให้เกิดปมของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* spp. (Prasad *et al.*, 1995; Romabati and Dhanachand, 1999) ในปี 2007 Kalaaransan *et al.* พบว่า สบู่ดำ มีผลในการเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศ (cv. Marutham Co3) และลดการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) ได้ดีกว่าการใช้สะเดาและละหุ่ง นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัด (water soluble fraction) ที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำที่สกัดน้ำมันออกจนหมดแล้ว (deoiled cake) ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการฟักไข่และเพิ่มการตายของไส้เดือนฝอยรากปมได้ 44.07 และ 49.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในปี 2008 Singh and Berry พบว่า การคลุกดินเพื่อปลูก *Leucaena leucocephala* ด้วยกากสบู่ดำ (seed cake) ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินทั้งหมด มีผลในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้เท่ากับ 98.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสะเดาและพืชอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า สบู่ดำสามารถเพิ่มผลผลิตของ *L. leucocephala* ได้เช่นเดียวกัน

เนื่องจากในปัจจุบัน สารเคมี (nematicide) ที่ใช้เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชนั้นมีจำนวนจำกัด และในอนาคตอันใกล้แน่นอนอาจมีการยกเลิกสารเคมีที่ใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยในปัจจุบันได้เช่นกัน ดังนั้น การทดสอบศักยภาพของพืชบางชนิด เช่น ดาวเรืองหรือดาวกระจาย

พันธุ์การค้าที่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม หรือแม้การศึกษาถึงการนำพืชพลังงาน เช่น สบู่ดำ มาใช้เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ จึงเป็นเรื่องที่ควรมีการศึกษาวิจัย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ 1) ทดสอบผลของดาวเรืองและดาวกระจายสายพันธุ์การค้าบางพันธุ์ต่อการเป็นพืชอาศัยและการตายของไส้เดือนฝอย ตลอดจนการควบคุมโรครากปมในพริก และ 2) ศึกษาผลของสบู่ดำต่อการตายและการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย ตลอดจนการควบคุมโรครากปมในพริก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเพิ่มปริมาณและเตรียมไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) เพื่อใช้ในการทดลอง

ทำการจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยรากปมที่แยกได้จากรากพริกที่เก็บได้จาก อ. เชียงใน จ. อุบลราชธานี โดยใช้ลักษณะรอยย่นส่วนกัน (perineal pattern) ของไส้เดือนฝอยตัวเต็มวัยเพศเมีย หลังจากนั้นนำกลุ่มไข่ (egg mass) จำนวน 1 กลุ่มไข่ (single egg mass) ของไส้เดือนฝอยที่จำแนกชนิดได้เป็น *Meloidogyne incognita* มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในต้นมะเขือเทศ (cherry tomato, *Sida* variety: *Lycopersicon esculentum*) ที่ปลูกไว้ในเรือนทดลอง เป็นระยะเวลา 2 เดือน ทำการเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอยสำหรับใช้เป็น inoculum ให้เพิ่มขึ้น โดยการแยกกลุ่มไข่จากรากต้นมะเขือเทศดังกล่าวใส่ลงในมะเขือเทศต้นอื่น ๆ ที่ปลูกไว้ในเรือนทดลองต่อไป

สำหรับ การเตรียม inoculum ของไส้เดือนฝอยไปใช้เพื่อทดลองนั้น ปฏิบัติโดยการเขย่ารากมะเขือเทศในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) เข้มข้น 0.625 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีการของ Byrd *et al.*, 1972

2. ศึกษาการเป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) ในดาวเรืองและดาวกระจายพันธุ์การค้า

นำดินอบฆ่าเชื้อ (sterilized soil) บรรจุลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว หลังจากนั้น

ทำการหยอดเมล็ดดาวเรืองหรือดาวกระจายจำนวน 4-5 เมล็ดต่อกระถาง สำหรับพันธุ์ดาวเรืองที่นำมาทดสอบนั้นประกอบดาวเรืองอัฟริกัน (African marigold: *Tagetes erecta*) 13 สายพันธุ์ คือ 1) Antigua Gold 2) Babuda Deep Gold 3) Babuda Yellow 4) Bali Yellow 5) Big Boom Gold 6) Columbus Orange 7) Discovery Yellow 8) Ice Berg 9) Inca I Yellow 10) Inca II Mix 11) Lunar Gold 12) Rodeo Mix และ 13) Sovereign Gold ดาวเรืองฝรั่งเศส (French marigold: *T. patura*) 5 พันธุ์ คือ 1) Disco Golden Yellow 2) Golden Gate Yellow 3) Lucifer Harmony 4) Royal Gold และ 5) Summer Sun Mix ส่วนดาวกระจาย (cosmos: *Cosmos bipinnatus*) ประกอบด้วย 6 พันธุ์คือ 1) Colarette Psycho Mix 2) Honey Gold 3) Honey Orange 4) Sensation Mix 5) Sonata Carmine และ 6) Sonata Mix

เมื่อดาวเรืองหรือดาวกระจายงอกได้ประมาณ 7-10 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือกระถางละ 1 ต้น หลังจากนั้นเมื่อดาวเรืองหรือดาวกระจายมีอายุ 20 วัน ทำการใส่ไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมที่เตรียมไว้แล้วจำนวน 10,000 ฟองต่อต้น (ในปริมาณน้ำ 5 มิลลิลิตร) ลงที่บริเวณรากของพืช ทำการให้น้ำ และบำรุงรักษาตามปกติ ต้นกระถางพืชมีอายุครบ 50 วัน จึงทำการตรวจสอบการเกิดปมของรากดาวเรืองและดาวกระจาย โดยใช้ดัชนีการเกิดปมดังต่อไปนี้ คือ 0 = ไม่มีปม; 1 = มีปมเกิดขึ้นเล็กน้อย; 2 = เกิดปมน้อยกว่า 25%; 3 = เกิดปม 25-50%; 4 = เกิดปม 51-75%; และ 5 = เกิดปมมากกว่า 75% ของพื้นที่รากทั้งหมด (Hussey and Janssens, 2002) การทดลองในครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) มีจำนวนกรรมวิธีเท่ากับ 26 กรรมวิธี ซึ่งประกอบด้วยดาวเรือง 18 พันธุ์ ดาวกระจาย 6 พันธุ์ พริก (bird chilli: *Capsicum frutescens*) และ มะเขือเทศ (cherry tomato, Sida variety: *Lycopersicon esculentum*) อย่างละ 1 พันธุ์ (กรรมวิธีควบคุม) และจำนวนซ้ำเท่ากับ 5 ซ้ำ (กระถาง)

3. ศึกษาผลของน้ำคั้นจากรากของดาวเรือง หรือดาวกระจายต่อการตายของตัวอ่อน ระยะที่สองของ *M. incognita*

นำรากของดาวเรืองและดาวกระจายพันธุ์ที่พบว่ามีดัชนีการเกิดปมเท่ากับ 0 หรือในระดับต่ำ จากการทดลองข้อที่ 2 และมีอายุ 1 เดือน จำนวน 3 และ 2 พันธุ์ตามลำดับ มาทำการบดด้วยครกบดยาและผสมน้ำให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 2,000 20,000 100,000 และ 200,000 ppm หลังจากนั้น ทำการกรองด้วยผ้าขาวบางและนำสารแขวนลอยที่ได้ในปริมาณ 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานแก้ว (Syracuse) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ที่บรรจุน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 2 มิลลิลิตร และตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปมอายุไม่เกิน 1 สัปดาห์ จำนวนประมาณ 100 ตัว อยู่ก่อนแล้ว (ดังนั้นความเข้มข้นสุดท้ายของสารแขวนลอยในจานแก้วเท่ากับ 1,000 10,000 50,000 และ 100,000 ppm ตามลำดับ) หลังจากนั้นสังเกตและบันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยทุกวัน จนครบ 3 วัน ตามสูตรดังต่อไปนี้ คือ เปอร์เซ็นต์การตาย (%) = $\frac{\text{จำนวนตัวอ่อนที่ตาย} \times 100}{\text{จำนวนตัวอ่อนที่ตาย} + \text{จำนวนตัวอ่อนที่มีชีวิต}}$

การทดลองในครั้งนี้ ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) มีจำนวนกรรมวิธีเท่ากับ 21 ได้แก่ พืช 5 ชนิด (ดาวเรือง 3 พันธุ์ และดาวกระจาย 2 พันธุ์) ที่ระดับความเข้มข้น 4 ความเข้มข้น และ 1 กรรมวิธีควบคุม (น้ำกลั่น) การทดลองมีจำนวนซ้ำเท่ากับ 5 ซ้ำ (จานทดสอบ)

4. ศึกษาผลของน้ำคั้นจากรากดาวเรืองในการลดการสร้างปมของไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

นำดินอบฆ่าเชื้อ (sterilized soil) บรรจุลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว หลังจากนั้น ทำการย้ายกล้ามะเขือเทศอายุ 1 เดือนลงปลูกในกระถาง (มะเขือเทศ 2 ต้นต่อกระถาง) เมื่อครบ 10 วัน หลังจากย้ายกล้าลงปลูกแล้ว ทำการใส่ไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมจำนวน 10,000 ฟองต่อต้น ดูแลรักษามะเขือเทศเป็นระยะเวลาประมาณ 45 วัน จึงทำการตัดโคนต้นมะเขือเทศ และปล่อยให้ส่วนรากของมะเขือเทศอยู่ภายในดินใน

กระถางต่อไปอีกเป็นระยะเวลา 5 วัน ทำการวัดปริมาณไส้เดือนฝอยเริ่มต้น (initial population) ในแต่ละกระถาง โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในกระถางจำนวน 5 จุด ๆ ละ 10 กรัม หลังจากนั้นทำการราดน้ำคั้นจากรากดาวเรืองอายุ 1 เดือนทั้ง 3 พันธุ์ ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 50,000 หรือ 100,000 ppm ในปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อกระถาง นำต้นกล้าพริกอายุ 1 เดือน จำนวน 1 ต้นย้ายลงในกระถาง หลังจากนั้นทำการดูแล ให้น้ำและปุ๋ย ตามวิธีการปฏิบัติกับการปลูกพริกทั่วไป

เมื่อครบกำหนด 45 วัน หลังจากย้ายกล้าพริกลงไปในกระถางแล้ว ทำการถอนต้นพริกและวัดดัชนีการเกิดปมที่รากพริก ตามวิธีการในข้อที่ 2

แผนการทดลองเป็นแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) มีจำนวนกรรมวิธีเท่ากับ 10 กรรมวิธี (3 พันธุ์ดาวเรือง X 3 ความเข้มข้น + น้ำกลั่น) และจำนวนซ้ำเท่ากับ 5 ซ้ำ (กระถาง)

5. ศึกษาผลของสปูดำต่อการตายของตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) และการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*)

การทดลองในครั้งนี้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองในข้อที่ 3 เพียงแต่ใช้เมล็ดสปูดำ (*physic nut: Jatropha curcas*) พันธุ์สุขสวรรค์และพันธุ์มูลนิธิชัยพัฒนามาปั่นด้วยเครื่องปั่น (blender) และผสมน้ำ ส่วนความเข้มข้นสุดท้ายของสารแขวนลอยเมล็ดสปูดำนั้นเท่ากับ 25 50 และ 100 กรัม/น้ำหนักเมล็ดสปูดำต่อน้ำ 1 ลิตร บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยตามวิธีในข้อ 3 ทุกวัน จนครบ 7 วัน

สำหรับการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยนั้น ปฏิบัติโดยการแช่กลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมจำนวน 1 กลุ่มไข่ลงไปในจานแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ที่บรรจุสารแขวนลอยเมล็ดสปูดำที่ความเข้มข้น 25 50 และ 100 กรัม/น้ำหนักเมล็ดสปูดำต่อน้ำ 1 ลิตร หลังจากนั้นทำการนับจำนวนตัวอ่อนของไส้เดือนฝอยรากปมที่ฟักออกมาในวันที่ 7 สำหรับการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไส้เดือนฝอย ปฏิบัติได้โดยใช้ปากคีบ คีบกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอย

รากปมออกจากจานแก้ว หลังจากนั้น นำกลุ่มไข่ดังกล่าวใส่ลงไปในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ความเข้มข้น 0.625 เปอร์เซ็นต์เพื่อละลายสารเมือก (gelatinous matrix) ที่ห่อหุ้มกลุ่มไข่ออกให้หมด ทำการนับจำนวนไข่ที่หลุดออกมา ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนไข่ที่ไม่ฟัก หลังจากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ ตามสูตรคือ เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ = จำนวนตัวอ่อนที่นับได้ในวันที่ 7 x 100/ จำนวนตัวอ่อนที่นับได้ในวันที่ 7 + จำนวนไข่ที่ไม่ฟัก

การทดลองเป็นแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) จำนวน 7 กรรมวิธี (สปูดำ 2 พันธุ์ ๆ ละ 3 ความเข้มข้น + กรรมวิธีควบคุมหรือน้ำกลั่น) 10 ซ้ำ

6. ศึกษาประสิทธิภาพของสปูดำในการลดการเกิดปมของไส้เดือนฝอยรากปมในพริกในสภาพเรือนทดลอง

นำดินอบฆ่าเชื้อแล้วบรรจุลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว และย้ายกล้าพริกอายุ 20 วัน ลงปลูกในกระถาง หลังจากนั้นประมาณ 10 วัน ทำการราดสารแขวนลอยของเมล็ดสปูดำที่มีความเข้มข้น 100 หรือ 200 กรัม/น้ำหนักเมล็ดสปูดำต่อน้ำ 1 ลิตร ในปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อกระถาง หรือ ใส่กาก (seed cake) ที่ได้จากการเตรียมสารแขวนลอยดังกล่าวในอัตรา 50 หรือ 100 กรัมต่อต้นพริก 1 ต้น หลังจากนั้นใส่ไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมจำนวน 5,000 ฟองต่อต้น ทำการดูแล ให้น้ำ ปุ๋ย ตามปกติ และการราดสารแขวนลอยหรือใส่กากของเมล็ดสปูดำอีก 2 ครั้งคือที่ 1 และ 2 เดือนหลังการราดสารแขวนลอยหรือใส่กากสปูดำในครั้งแรก

การบันทึกข้อมูล วัดดัชนีการเกิดปม (root gall index) ที่ 75 วัน หลังจากใส่ไส้เดือนฝอย ตามวิธีการในข้อที่ 2

การทดลองเป็นแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) จำนวน 9 กรรมวิธี 10 ซ้ำ

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองข้อที่ 2 4 5 และ 6 ปฏิบัติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน หลังจากนั้นทำ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธีการ
Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลอง

1. ศึกษาการเป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) ในดาวเรืองและดาวกระจายพันธุ์การค้า

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 พบว่า ดาวเรือง ทั้ง 18 พันธุ์ที่นำมาทดสอบ ไม่เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) เนื่องจากดัชนีการเกิดปมที่ได้มีค่าเท่ากับ 0 ทุกรุ่นตาม ในดาวกระจาย ทั้ง 6 พันธุ์ที่นำมาทดสอบ พบว่า มีค่าดัชนีการเกิดปมตั้งแต่ 2.3-2.8 (เกิดปมไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ของระบบราก) ทั้งนี้ในพริก และมะเขือเทศ ซึ่งเป็นพืชที่อ่อนแอต่อไส้เดือนฝอยรากปม และนำมาเป็นกรรมวิธีควบคุม (control) พบว่า ดัชนีการเกิดปมมีค่าสูงสุดหรือเท่ากับ 5 (เกิดปมมากกว่า 75% ของพื้นที่รากทั้งหมด) (ตารางที่ 1)

2. ศึกษาผลของน้ำคั้นจากรากของดาวเรือง หรือดาวกระจายต่อการตายของตัวอ่อน ระยะสองของ *M. incognita*

จากการทดสอบ พบว่า น้ำคั้นจากรากดาวเรืองทั้ง 3 พันธุ์ที่นำมาทดสอบที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10,000-100,000 ppm มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนของไส้เดือนฝอยรากปมได้ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 1) โดยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยโดยเฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 92-100 เปอร์เซ็นต์ ทุกรุ่นตาม ในน้ำคั้นจากรากดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm นั้น พบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนระยะที่สองของไส้เดือนฝอยมีค่าใกล้เคียงกับในกรรมวิธีควบคุม (น้ำกลั่น)

ในน้ำคั้นจากรากดาวกระจาย พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นที่นำมาทดสอบตั้งแต่ 1,000-100,000 ppm ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนระยะที่สองของไส้เดือนฝอยรากปม (ตารางที่ 1) โดยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยนั้นมีค่าใกล้เคียงกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำกลั่น)

3. ศึกษาผลของน้ำคั้นจากรากดาวเรืองในการลดการสร้างปมของไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

จากการเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอยในดินโดยการปลูกมะเขือเทศเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า ปริมาณตัวอ่อนระยะที่สองของไส้เดือนฝอยในดินเริ่มต้น (initial population) ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11-22 ตัวต่อดิน 50 กรัม หลังจากนั้นทำการรดน้ำคั้นจากรากดาวเรืองพันธุ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งปลูกต้นพริกลงดิน ผลการทดลองพบว่า น้ำคั้นจากรากดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10,000-100,000 ppm สามารถลดการเกิดปมบนรากพริกได้ตั้งแต่ 24-50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับในกรรมวิธีควบคุม (control) (ตารางที่ 1)

4. ศึกษาผลของสปูดำต่อการตายของตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) และการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*)

เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปมในสารแขวนลอยซึ่งได้จากการบดเมล็ดสปูดำสองสายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 50 และ 100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์การตายในน้ำกลั่น (control) และที่ความเข้มข้น 25 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (ภาพที่ 1) ทั้งนี้ พบว่าในวันที่ 7 เปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยที่ความเข้มข้น 50 และ 100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เท่ากับ 51 และ 75 ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 25 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตรนั้น พบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยเท่ากับ 5 และมีค่าใกล้เคียงกับในน้ำกลั่น (control) (ภาพที่ 1)

สปูดำ มีผลในการลดการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมได้เช่นเดียวกัน โดยที่ความเข้มข้น 50 และ 100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีผลทำให้การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยลดลง 53 และ 68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับในน้ำกลั่น (control) ($P < 0.05$) (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ ยังพบว่า ประสิทธิภาพสปูดำทั้งสองสายพันธุ์ในการยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยนั้นไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ทุกรุ่นตาม ในการทดลองครั้งนี้พบว่า สาร

แขวนลอยสปูดำที่ความเข้มข้น 25 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ไม่มีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมแต่อย่างใด เมื่อเปรียบเทียบกับในน้ำกลั่น (control) (ภาพที่ 1) ($P > 0.05$)

5. ศึกษาประสิทธิภาพของสปูดำในการลดการเกิดปมของไส้เดือนฝอยรากปมในพริกในสภาพเรือนทดลอง

สารแขวนลอยเมล็ดสปูดำทั้งสองสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบมีศักยภาพในการลดการเกิดปมในพริกได้เท่าเทียมกัน ($P > 0.05$) (ตารางที่ 2) โดยที่ความเข้มข้น 100 และ 200 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีผลในการลดการสร้างปมของไส้เดือนฝอยบนรากพริกในปริมาณ 29 และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับในกรรมวิธีควบคุม(control) ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้กากสปูดำที่ความเข้มข้น 50 และ 100 กรัมต่อต้น ค่าดัชนีการเกิดปมเท่ากับ 1.75 และ 1.6 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกับการใช้สารแขวนลอยสปูดำที่ความเข้มข้น 200 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (ตารางที่ 2)

นอกจากนี้การทดลองพบว่า การนำสารแขวนลอยหรือกากสปูดำที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวมาใช้กับพริก 3 ครั้งในหนึ่งฤดูปลูก ไม่มีผลทางลบต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและรากของพริกแต่อย่างใด (ตารางที่ 2)

สรุป

ดาวเรืองทั้ง 18 พันธุ์ที่นำมาทดสอบไม่เป็นพืชอาศัย (non host) ของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) และพบว่าน้ำคั้นที่ได้จากรากของดาวเรืองสามารถฆ่าตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) ของไส้เดือนฝอยได้ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ Ploeg and Maris (1999) ที่พบว่าตัวอ่อนของ *Meloidogyne* spp. ไม่สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ภายในรากของ *T. erecta* นอกจากนี้ Siddiqui and Alam (1988) พบว่า สารออกฤทธิ์ α -terthienyl จากรากดาวเรืองนั้นสามารถยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามพบว่า น้ำคั้นจากรากดาวเรืองให้ผลในการควบคุมไส้เดือน

ฝอยรากปมในดินได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารออกฤทธิ์ α -terthienyl จากรากดาวเรืองนั้นมีศักยภาพที่ลดลงเมื่ออยู่ในสภาพน้ำคั้น จากการศึกษาของ Marles et al. (1992) และ Ploeg (2000) พบว่า สารออกฤทธิ์ α -terthienyl นั้นจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีเมื่อถูกปลดปล่อยออกมาจากรากดาวเรืองที่ยังมีชีวิตและอยู่ภายในดิน นอกจากนี้ยังพบว่าแสงขนาดความถี่ใกล้เคียงสียูวีนั้นสามารถทำลายคุณสมบัติของสาร α -terthienyl ได้ ดังนั้น การนำน้ำคั้นที่ได้จากการบดรากดาวเรืองมาใช้ในการราดดิน จึงให้ผลในการควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชได้ไม่ดีเท่าที่ควร

จากรายงานในอดีตพบว่า ดาวเรืองสามารถยับยั้งไส้เดือนฝอยศัตรูพืชได้จำนวน 14 สกุล (genera) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบว่า ดาวเรืองสามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (root-knot nematode: *Meloidogyne* spp.) และไส้เดือนฝอยรากแผล (lesion nematodes: *Pratylenchus* spp.) ได้เป็นอย่างดี (Suatmadji, 1969) นอกจากนี้ยังพบว่า ประสิทธิภาพของดาวเรืองในการควบคุมไส้เดือนฝอยนั้นมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ของดาวเรืองชนิดของไส้เดือนฝอย และอุณหภูมิดิน (Ploeg and Maris, 1999) จากการศึกษาของ Legman (1979) และ Rickard and DuPree, Jr. (1978) พบว่า ดาวเรืองอัฟริกัน สายพันธุ์ Diamond Jubilee และดาวเรืองฝรั่งเศส สายพันธุ์ Petite Harmony นั้นมีความอ่อนแอในระดับปานกลางถึงมากต่อไส้เดือนฝอยรากปมชนิด *M. arenaria* ในขณะที่มีความต้านทานต่อ *M. incognita* และ *M. javanica* นอกจากนี้ Rickard and DuPree, Jr. (1978) และ Ploeg (1999) ยังพบว่า ดาวเรืองซิกเน็ต (signate marigold: *T. signata pumila*) สายพันธุ์ Golden Gem และ Tangerine Gem นั้นมีความอ่อนแอต่อไส้เดือนฝอยรากปมทั้งสามชนิดคือ *M. incognita*, *M. javanica*, และ *M. arenaria*

ในดาวกระจายทั้ง 6 พันธุ์ที่นำมาทดสอบ พบว่าทุกพันธุ์มีความอ่อนแอในระดับปานกลาง (moderately susceptible) ต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับ Goff (1936) ที่พบว่า ไส้เดือนฝอยรากปมสามารถเข้าทำลาย

ดาวกระจายได้ แต่อยู่ในระดับเล็กน้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เมื่อนำน้ำคั้นจากรากดาวกระจายมาทดสอบความเป็นพิษต่อตัวอ่อนไส้เดือนฝอยพบว่า น้ำคั้นดังกล่าวไม่มีผลการฆ่าไส้เดือนฝอยได้แต่อย่างใด ซึ่งเหตุผลอาจจะเป็นเช่นเดียวกับในดาวเรือง คือ ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากรากดาวกระจายนั้นลดลงเมื่ออยู่ในสภาพน้ำคั้น ประกอบกับโดยธรรมชาติแล้วสารออกฤทธิ์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพไม่สูงมากนัก ดังนั้นเมื่ออยู่ในสภาพน้ำคั้นจึงไม่มีผลต่อไส้เดือนฝอยแต่อย่างใด

จากผลการทดลองทั้งหมดของดาวเรือง และดาวกระจายที่ผ่านมา จึงสรุปได้ว่า ดาวเรืองทุกสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบสามารถนำมาใช้เพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำดาวเรืองมาปลูกเป็นพืชชั้นสลับฤดู (sequential crop) เพื่อลดประชากรของไส้เดือนฝอยในดิน ก่อนการปลูกเศรษฐกิจหรือพืชหลักที่ต้องการ ส่วนน้ำคั้นจากรากดาวเรืองนั้นยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอและกระบวนการปฏิบัติที่ยุ่งยากทำให้ไม่เหมาะสมในการเตรียม ส่วนดาวกระจายนั้นจัดเป็นพืชอาศัย (host) ของไส้เดือนฝอย ถึงแม้ว่าจะถูกทำลายในระดับปานกลางก็ตาม แต่ก็ไม่นำมาใช้ในระบบการปลูกพืชเพื่อลดปัญหาการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปม

สารแขวนลอยที่ได้จากการบดเมล็ดสับดูดาสายพันธุ์สุขสรรค์และสายพันธุ์มูลนิธิชัยพัฒนาและผสมน้ำที่อัตรา 50 และ 100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีผลทำให้ตัวอ่อน (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) ตายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 7 วัน นอกจากนี้ที่ความเข้มข้นดังกล่าวมีผลในการลดการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกัน การทดลองนี้มีความสอดคล้องกับ Romabati and Dhanachand (1999) ซึ่งการศึกษาความเป็นพิษของเมล็ดสับดูดาต่อตัวอ่อนของไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยพบว่า อัตราการตายของไส้เดือนฝอยรากปมเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 500 ppm ที่เวลา 72 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ระดับความเข้มข้นของสับดูดาที่มีผลต่อการฆ่าไส้เดือนฝอยที่แตกต่างกันในทั้ง

สองการทดลองนี้ อาจเนื่องมาจากสายพันธุ์ของสับดูดาที่นำมาใช้และชนิดที่ของไส้เดือนฝอยรากปมที่นำมาทดลองที่แตกต่างกัน

การทดสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า สารแขวนลอยที่ได้ จากการบดเมล็ดสับดูดาทั้งสองสายพันธุ์สามารถลดการสร้างปมของไส้เดือนฝอยบนรากพริก โดยที่ความเข้มข้น 100 และ 200 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (ราดดินจำนวน 3 ครั้งคือ เมื่อเริ่มการทดลอง ตลอดจน 1 และ 2 เดือนหลังจากนั้น) มีผลในการลดการสร้างปมของไส้เดือนฝอยบนรากพริกในปริมาณ 29 และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้สับดูดา อย่างไรก็ตาม การใช้สับดูดา ในอัตรา 50 หรือ 100 กรัมต่อต้นจำนวน 3 ครั้งในหนึ่งฤดูกาล มีผลในการลดการเกิดปมของไส้เดือนฝอยได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 56 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพเท่าเทียมและดีกว่าการใช้สารแขวนลอยที่ได้จากการบดเมล็ดสับดูดาที่ความเข้มข้น 200 และ 100 กรัม/ลิตร ตามลำดับ

ประสิทธิภาพของสับดูดาที่มีมากกว่า สารแขวนลอยที่ได้จากการบดเมล็ดสับดูดานั้น อาจเนื่องมาจากความคงตัวของสารออกฤทธิ์ในสับดูดาที่มีมากกว่า ทั้งนี้สารแขวนลอยที่ได้จากการบดเมล็ดอาจมีสารออกฤทธิ์ที่มากกว่าในตอนเริ่มต้น แต่อาจสูญหายหรือถูกชะล้างออกไปจากรากหรือในดินได้ง่ายในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นโอกาสของสารออกฤทธิ์จะสัมผัสตัวไส้เดือนฝอย หรือดูดซึมเข้าไปในรากเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยจึงมีน้อยลง

การนำสับดูดาไปใช้เพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมนั้น ควรปฏิบัติในลักษณะผสมผสานกับวิธีการอื่นๆ เนื่องจาก ถึงแม้ว่าการใช้สารแขวนลอยที่อัตรา 200 กรัมต่อลิตร หรือการคลุกดินด้วยกากเมล็ดสับดูดาที่อัตรา 50 หรือ 100 กรัมต่อต้นจะสามารถลดการสร้างปมของไส้เดือนฝอยได้ดังการทดลองที่ผ่านมา แต่ดัชนีการเกิดปมอันเนื่องมาจากไส้เดือนฝอยก็ยังถือว่าสูง ดังนั้น การใช้สับดูดา ร่วมกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย ในลักษณะที่ใช้สารเคมีในอัตราที่ต่ำหรือที่ความถี่น้อยกว่าที่แนะนำตามปกติ แต่เพิ่มการใช้สับดูดาราดินหรือคลุกดินทดแทนก็จะเป็นแนวทางที่จะสามารถลดการใช้สารเคมี

และสามารถนำสบู่น้ำเข้ามามีในระบบการปลูกพืชเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- Byrd, D. W. Jr., H. Ferris, and C. J. Nusbaum. 1972. A method for estimating numbers of eggs of *Meloidogyne* spp. in soil. *Journal of Nematology* 4: 266-269.
- Coyne, D. L., J. M. Nicol, and B. Claudius-Cole. 2007. Practical plant Nematology: A field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Cotonou, Benin. 82p.
- Goff, C. C. 1936. Relative susceptibility of some annual ornamentals to root knot. University of Florida Agricultural Experiment Station Bulletin No. 291. 15 p.
- Horn, D. H. S., and J. A. Lambert. 1963. The nematicidal principles of *Tagetes* roots. *Australian Journal of Chemistry* 16: 475-479.
- Hussaini, S. S., R. V. V. P. Rao, and H. K. Pandu. 1996. Toxicity of water soluble leaf extract against larvae, egg masses of three *Meloidogyne* species. *Indian Journal of Nematology* 26: 23-31.
- Hussey, R. S., and G. J. W. Janssen. 2002. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species pp. 43-70. In J. L. Starr, R. Cook, and J. Bridge (eds). *Plant Resistance to Parasitic Nematodes*. CAB International, United Kingdom.
- Kalaaransan, P., M. Senthamarai, D. Ramesh, and M. J. Sudheer. 2007. *Jatropha*: An efficient organic amendment for the management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in tomato. *Indian Journal of Nematology* 37: 115-118.
- Kingkarn, P. 1981a . Comparative studies of alpha-terthienyl from root of various varieties of *Tagetes patula*. M.S. Special problem. Graduate School, Kasetsart University, Bangkok. 12 p. (in Thai).
- Kingkarn, P. 1981b . Effects of marigold (*Tagetes patula*) on plant parasitic nematodes of tomato. M.S. Thesis. Graduate School, Kasetsart University, Bangkok. 48 p. (in Thai).
- Lehman, P. S. 1979. Factors influencing nematode control with marigolds. *Nematology Circular* No. 50. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, FL. 2 p.
- Marles, R. J., J. B. Hudson, E. A. Graham, C. S. Breau, P. Morand, R. L. Compadre, C. M. Compadre, G. H. N. Towers, and J. T. Arnason. 1992. Structure-activity studies of phytoactivated antiviral and cytotoxic thiophenes. *Phytochemistry and Phytobiology* 56: 479-487.
- Montree, I. 1998. A potato disease caused by nematodes pp. 71-78. In P. Anuparn (ed.). *Potato and Its Enemy*. Horticultural Institute Academic Bulletin No. 22. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Co-operatives, Bangkok, Thailand. (in Thai).
- Ploeg, A. T. 2000. Effects of amending soil with *Tagetes patula* cv. Single Gold on *Meloidogyne incognita* infestation on tomato. *Nematology* 2: 489-493.
- Ploeg, A. T., and P. C. Maris. 1999. Effect of temperature on suppression of *Meloidogyne incognita* by *Tagetes* cultivars. *Journal of Nematology* 31 (4S): 709-714.

- Prasad, S., B. P. Singh, and N. Singh. 1995. Effect of weed plant extracts on larval mortality, hatching and penetration of root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*. *Weed News* 2(1/2):24-27.
- Rickard, D. A., and A. W. DuPree, Jr. 1978. The effectiveness of ten kinds of marigolds and five other treatments for control of four *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 4: 296-297.
- Romabati, N., and C. Dhanachand. 1999. Toxicity of soil of *Jatropha* sp. against 2nd stage larvae of *Meloidogyne incognita*. *Journal of Applied Zoological Researches* 10: 140-141.
- Sease, J. W., and L. Zechmeister. 1947. Chromatographic and spectral characteristics of some polythienyls. *Journal of American Chemistry Society* 69: 270-273.
- Siddiqui, M. A., and M. M. Alam. 1988. Toxicity of different plant parts of *Tagetes lucida* to plant parasitic nematodes. *Indian Journal of Nematology* 18: 181-185.
- Singh, N., and N. Berry. 2008. Evaluation of bio-chemicals of neoil seeds in organic farming. *Green Farming* 2: 39-42.
- Sompian, K. 1979. Production of flowering pot plants. Funny Publishing. Bangkok. 444 p.(in Thai).
- Steiner, G. 1941. Nematodes parasitic on and associated with roots of marigolds (*Tagetes* hybrids). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 54: 31-34.
- Suatmadji, R. W. 1969. Studies on the effect of *Tagetes* species on plant parasitic nematodes. Stichting Frond Landbouw Export Bureau Publicatie 47. H. Veenman Und Zonen N. V., Wageningen, Netherlands. 132 p.
- Toida, Y. S., S. Keereewan, Z. Sano, T. Mizukuba, M. Iemwimangsa, and C. Chunram. 1990. Studies on prevention of crop damage caused by nematodes in Thailand. Tropical Agriculture Research Center, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan, and Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand. 107 p.
- Tyler, J. 1938. Proceedings of the root-knot conferences held at Atlanta, Georgia. *Plant Disease Reporter Supplement* 109: 133-151.