

เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสำหรับควบคุมแมลงศัตรูผัก Entomopathogenic Nematode Production Technology and Application for Vegetable Insect Pest Control

ศุภชาติ ธรรมนิติเวทย์^{1*}Subhajati Dharmanitivedya^{1*}

บทคัดย่อ

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทยสกุล *Steinernema* เป็นหนอนตัวกลมที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จัดอยู่ในวงศ์ Steinernematidae และมีแบคทีเรียสมชีพ *Xenorhabdus* อาศัยอยู่ในลำไส้ของตัวอ่อนก่อโรค ซึ่งดำรงชีพแบบอิสระในดินโดยมีพฤติกรรมขุดรู เคลื่อนที่ออกมา หรือทั้งขุดรูและเคลื่อนที่ออกมาแมลงอาศัย เมื่อพบแมลงอาศัยไส้เดือนฝอยจะกระโดดและเคลื่อนที่เข้าสู่ตัวแมลงผ่านทางช่องเปิดธรรมชาติ ได้แก่ ปาก ทวาร หรือรูหายใจ เข้าสู่ภายในโพรงลำตัวแมลงที่มีเลือดแมลงบรรจุอยู่ พร้อมกับขับถ่ายแบคทีเรียออกจากลำไส้สู่เลือดแมลงทางทวาร แบคทีเรียเพิ่มจำนวนและปลดปล่อยสารพิษทำให้แมลงตายภายใน 24-48 ชั่วโมง เนื่องจากภาวะโลหิตเป็นพิษ ด้วยศักยภาพดังกล่าวก่อปรกับคุณสมบัติกำจัดแมลงศัตรูเป้าหมายได้หลายชนิด อีกทั้งยังเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ง่ายในอาหารเทียม จึงนำมาใช้เป็นชีวภัณฑ์กำจัดแมลงศัตรูผัก การใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการผลิตผักปลอดสารพิษ ผักอนามัย และผักอินทรีย์ ดังนั้นการเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยแบบผลิตใช้เอง ซึ่งเกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรสามารถผลิตใช้เองได้ ทำได้ดีเมื่อมีการใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยอย่างแพร่หลาย จะเป็นการขยายเทคโนโลยีไปยังเกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักรายอื่น ทำให้การผลิตผักเกิดความยั่งยืนมากขึ้น

คำสำคัญ: *Steinernema*, ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอย, เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอย, แมลงศัตรูผัก, ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง

Abstract

The entomopathogenic nematodes (EPNs) of *Steinernema* Thai isolate are roundworms which invisible to naked eye. The genus *Steinernema* attributes belonging to family Steinernematidae and having mutualistic association with bacteria of the genus *Xenorhabdus*. Symbiont bacteria *Xenorhabdus* carried in anterior intestine of the infective juveniles (IJs) stage. This stage is a free-living in the soil. Steinernematids have behavioural biology including ambush, cruise, or intermediate foraging strategies of hosts. When EPNs encounter insect hosts, nematodes will jumping and enter through natural openings, such as the mouth, anus, and spiracles and penetrate into insect hemocoel. Inside the host

¹สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ต.วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130

Office of Agricultural Research and Development Region 2 Wanthong Sub-district, Wanthong District, Phitsanulok Province, 65130

*Corresponding author : sup_th@hotmail.com

hemocoel has hemolymph, IJs exposed to hemolymph together pumping bacteria down the intestine and out the anus. Bacteria multiply rapidly in hemolymph and produce toxins and kill insect hosts with 24-48 hours due to septicemia. The above potential mentioned said that with detrimental the target insect pest in wide ranges. Moreover, simply in *in vitro* nematode mass production, thus leads to biotic agents for vegetable insect pest control. The application of nematode biotic agents (NBAs) is guideline to pesticide residue free, hygienic, and organic vegetable crop production. So, *in vitro* nematode culture which farmer or farmer group can do it by themselves. Finally, when having use NBAs in widespread, that will be expand the technology to other farmers and farmer groups. This reason affects sustainable vegetable crop production to be more.

Keywords: *Steinernema*, Nematode biotic agents (NBAs), *in vitro* nematode culture technology, Vegetable insect pests, Entomopathogenic nematodes (EPNs)

บทนำ

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง (entomopathogenic nematodes, EPNs) สกุล *Steinernema*, *Heterorhabditis* (Shapiro-Ilan *et al.*, 2012) และ *Neosteinernema* (Nguyen and Smart, 1994) มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น เนื่องด้วยมีศักยภาพนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช (หนอนผีเสื้อ หนอนด้วง ตัวงมด้ง ตัวงมคอก ตัวงมทูลาบ หนอนด้วงแมลงงูหนอนหวง) ได้อย่างหลากหลาย รวมถึงควบคุมแมลงศัตรูเห็ดสาหร่าย (ปลวก แมลงสาบ) ได้เป็นอย่างดีอีกเช่นกัน (นุชนารถ, 2558) ซึ่งไส้เดือนฝอยชุมรอกเคลื่อนที่ออกมา หรือทั้งชุมรอกและเคลื่อนที่ออกมาแมลงอาศัย (insect host) ที่เหมาะสม (Banu *et al.*, 2017) แล้วกระโดดเข้าหาแมลง (Lewis and Clarke, 2012) และเคลื่อนที่เข้าสู่แมลงผ่านทางช่องเปิดธรรมชาติ ได้แก่ ปาก ทวาร หรือรูหายใจ (นุชนารถ, 2558) และขับถ่ายแบคทีเรียผสมชีพสกุล *Xenorhabdus* (Goodrich-Blair and Clarke, 2007) และ *Photorhabdus* (Ciche and Ensign, 2003) กับไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสกุล *Steinernema* และ *Heterorhabditis* ตามลำดับ ออกสู่เลือดแมลง จากนั้นแบคทีเรียเพิ่มจำนวนเซลล์โดยการแบ่งเซลล์และปลดปล่อยสารพิษ ส่งผลให้แมลงตาย (Lewis and Clarke, 2012) เนื่องจากภาวะโลหิตเป็นพิษ (นุชนารถ, 2558) ภายใน 24-48 ชั่วโมง (วัชร และ สุทธิชัย, 2537; Vashist *et al.*, 2013) ซึ่งลักษณะการตายของหนอนผีเสื้อที่โดนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงเข้าทำลายเป็นสีดำ ไม่เน่าและ (นุชนารถ, 2558) ดังนั้นการใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงจึงเป็นอีกทางเลือกที่ช่วยให้แมลงไม่ดื้อยา ปลอดภัยกับเกษตรกรผู้ใช้ เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม รวมทั้งไม่มีสารตกค้างในผลิตผลทางการเกษตรเช่นกัน ทำให้ผู้บริโภคมั่นใจและเชื่อได้ว่าผลิตผลทางการเกษตรนั้นปลอดภัยอย่างแน่นอน (วัชร และ สุทธิชัย, 2537)

กรมวิชาการเกษตรมีเทคโนโลยีการผลิตชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสกุล *Steinernema* สายพันธุ์ไทย ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตทำใช้เองได้ โดยไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทยที่ใช้ทำเป็นหัวเชื้อสำหรับผลิตเป็นเชื้อสด เพื่อนำไปฉีดพ่นในแปลงผักที่พบแมลงศัตรูผัก เช่น ตัวงมคอก (พบระบาดมากเป็นหลัก) และกลุ่มของหนอนผีเสื้อ รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้ฉีดพ่นได้ในแปลงผลิตพืชอื่นที่พบแมลงศัตรูพืชดังกล่าวที่ระบาดได้อีกด้วย เมื่อกล่าวถึงต้นทุนการผลิต พบว่า ราคาไม่สูงมากและใช้ได้ผลครอบคลุมในพื้นที่ 1 ไร่ ซึ่งการฉีดพ่นให้พิจารณาตามปริมาณศัตรูพืชที่มีการระบาด ทั้งนี้ยังต้องปรับสภาพแวดล้อมก่อนการฉีดพ่นให้เหมาะสมกับการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง เพื่อให้เกิด

ประสิทธิภาพสูงสุดอีกเช่นกัน (นุชนารถ, 2558) ซึ่งในบทความนี้ผู้นิพนธ์ขอกล่าวถึงเฉพาะไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสกุล *Steinernema* เท่านั้น เนื่องด้วยมีการเพาะเลี้ยงและใช้กันอย่างแพร่หลายมากกว่าสกุล *Heterorhabditis* ที่การใช้ค่อนข้างจำกัด (นุชนารถ และ สมคิด, 2545)

เทคโนโลยีการผลิตไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง

การเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย เป็นเทคโนโลยีการเพิ่มขยายไส้เดือนให้ได้ปริมาณมาก ๆ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย ดร.นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด ผู้เชี่ยวชาญด้านจุลชีววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ผลิตชุดผลิตไส้เดือนฝอยสำเร็จรูปพร้อมใช้ขึ้น ประกอบด้วยวัสดุ-อุปกรณ์ที่มีราคาถูก ใช้งานง่าย มีขั้นตอนการเตรียมไม่ยุ่งยาก และใช้พื้นที่ในการเพาะเลี้ยงเพียง 1-2 ตารางเมตรเท่านั้น สามารถผลิตไส้เดือนฝอยได้จำนวนมากเพียงพอต่อการใช้พ่นกำจัดแมลงครอบคลุมพื้นที่ปลูก 1 ไร่ต่อ 1 รอบการผลิต และผลิตขยายได้อย่างต่อเนื่อง เกษตรกรสามารถวางแผนการเพาะเลี้ยงให้มีปริมาณไส้เดือนฝอยเพียงพอต่อการนำไปใช้กำจัดแมลงศัตรูผัก (ได้แก่ หนอนโยผัก หนอนกระทุ้งหอม และด้วงหมัดผัก) แมลงศัตรูไม้ดอก (ได้แก่ ด้วงกุหลาบ) แมลงศัตรูมันสำปะหลัง (ได้แก่ หนอนแมลงนูนหลวง และปลวก) ได้ตลอดฤดูปลูก รวมถึงแมลงศัตรูเห็ดสถาน (ได้แก่ แมลงสาบ และ ปลวก) (นุชนารถ, 2558) อีกทั้งยังได้พัฒนาโรงผลิตขยายไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงสายพันธุ์ไทยระดับชุมชน ทำให้องค์กรสำหรับใช้กับกลุ่มเกษตรกรที่ทำการผลิตผักเพื่อลดการใช้สารเคมีหรือใช้สำหรับการผลิตผักอินทรีย์ โดยนำมาใช้ร่วมกับชุดผลิตไส้เดือนฝอยสำเร็จรูปพร้อมใช้ ซึ่งเป็นการขยายเทคโนโลยีสู่เกษตรกร ทำให้เทคโนโลยีการผลิตไส้เดือนฝอยใช้เองแพร่กระจายในกลุ่มเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น (นุชนารถ และคณะ, 2551)

ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง

การเพาะเลี้ยงเพื่อผลิตไส้เดือนฝอย เพื่อนำไปใช้พ่นกำจัดแมลงศัตรูพืช ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (นุชนารถ, 2558) ดังนี้

1. การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยง สูตรอาหารเทียมชนิดแข็งกึ่งเหลวประกอบด้วยสารอาหารสำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ โปรตีนจากไข่ไก่หรือไข่เป็ด และไขมันจากสัตว์ (น้ำมันหมู) โดยมีอัตราส่วนผสม ดังนี้
สูตรอาหาร ไข่ไก่หรือไข่เป็ด : น้ำมันหมู : น้ำสะอาด อัตราส่วน 4 : 2 : 4

เตรียมอาหารปริมาตร 650 มิลลิลิตร จากไข่ไก่หรือไข่เป็ด 260 มิลลิลิตร (ไข่เบอร์ 2 จำนวน 4 ฟอง) น้ำมันหมู 130 มิลลิลิตร และน้ำสะอาด 260 มิลลิลิตร โดยผสมตามอัตราส่วนดังกล่าวในภาชนะผสมอาหาร ปิดฝาให้สนิท และเขย่าให้ให้อาหารรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

2. การคลุกอาหารและบรรจุในภาชนะบรรจุก้อนอาหาร ตัดแผ่นฟองน้ำ 4 แผ่นเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 1x1 เซนติเมตร ได้ก้อนฟองน้ำน้ำหนัก 40 กรัม ใส่ในภาชนะ จากนั้นเทอาหารเพาะเลี้ยงจากข้อที่ 1. ลงบนก้อนฟองน้ำ ใช้มือบีบให้ก้อนฟองน้ำให้ดูดอาหารและคลุกเคล้าให้ก้อนฟองน้ำดูดซับอาหารให้ทั่วทุกก้อน จากนั้นแบ่งใส่ก้อนอาหารลงในภาชนะทรงกระบอกจำนวน 20 ใบ เฉลี่ยให้เท่าๆ กันทุกภาชนะ แล้วปิดฝาภาชนะ และเตรียมนำไปนึ่งฆ่าเชื้อตามข้อที่ 3.

3. การนึ่งฆ่าเชื้อภาชนะบรรจุก้อนอาหาร เติมน้ำลงในหม้อปริมาตร 5 ลิตร แล้วนำวางตะแกรงรองใส่ลงไปในหม้อเพื่อถนอมภาชนะบรรจุอาหารแช่น้ำ จากนั้นนำถุงพลาสติกทึบร้อนขนาด 24x36 นิ้ว ที่ตัดปลายกันถุงทั้งสองด้านสวมลงในหม้อ และนำภาชนะบรรจุก้อนอาหารจากข้อ 2. ใส่ลงในถุงพลาสติก โดยวางสับหว่างกันในแต่ละแถว รวมทั้งหมด 20 ใบต่อการนึ่ง 1 ครั้ง รวบปากถุงพลาสติกหลวมๆ จากนั้นปิด

ผ่าหม้อ เสียบบลั๊กไฟ หมุนปุ่มปรับกำลังไฟที่ระดับ 5 และหมุนปุ่มตั้งเวลาอัตโนมัติที่ 60 นาที เมื่อครบเวลานิ่งให้พักภาชนะบรรจุก่อนอาหารไว้ในหม้อประมาณ 30 นาที แล้วจึงนำออกมา เช่าภาชนะบรรจุก่อนอาหารเบาๆ ให้ก่อนอาหารกระจายไม่ติดเป็นกลุ่ม นำไปตั้งวางให้เย็นก่อนใส่หัวเชื้อไส้เดือนฝอย

4. การใส่หัวเชื้อไส้เดือนฝอย นิดพ่นแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ลงบนผ้าสะอาด นำไปเช็ดฆ่าเชื้อบริเวณพื้นที่ใส่หัวเชื้อ มือผู้ปฏิบัติ และภาชนะบรรจุก่อนอาหารจากข้อ 3. จากนั้นใช้กระบอคนิดยาปริมาตร 20 มิลลิลิตร พร้อมเข็มเบอร์ 18 ที่ผ่านการล้างฆ่าเชื้อแล้ว แทงผ่านถุงบรรจุหัวเชื้อและดูดไส้เดือนฝอยจากถุงทั้งหมดในครั้งเดียว และนำไปฉีดผ่านรูที่ภาชนะบรรจุก่อนอาหารลงสู่ก่อนอาหาร โดยแบ่งใส่ประมาณ 1 มิลลิลิตรต่อภาชนะ (1 มิลลิลิตร มีหัวเชื้อ 50,000 ตัว) รวม 20 ภาชนะ จากนั้นเช่าภาชนะเบาๆ ให้หัวเชื้อกระจายทั่วก่อนอาหาร

5. การบ่มเพาะเลี้ยง นำภาชนะบรรจุก่อนอาหารจากข้อ 4. ไปวางในถุงมุ้งกันแมลง แล้วนำไปบ่มเพาะในห้องที่มีอากาศถ่ายเท อุณหภูมิขณะบ่มเพาะอยู่ระหว่าง 27-33 องศาเซลเซียส และไม่ควรมากเกิน 35 องศาเซลเซียส ไส้เดือนฝอยจะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ในภาชนะเพาะเลี้ยงจนอาหารหมด ใช้เวลาประมาณ 7 วัน อาจสังเกตเห็นไส้เดือนฝอยเคลื่อนที่เกาะอยู่รอบภาชนะเพาะเลี้ยงเป็นเส้นตาข่ายสีขาวหรือรวมกลุ่มกันเป็นกระจุก (เกิดการสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Sabino *et al.*, 2015; Stock, 2015) และแอมโมเนียที่กลุ่มไส้เดือนฝอยขับถ่ายออกมาในก่อนอาหาร ไส้เดือนฝอยจึงเคลื่อนที่หนีของเสียที่ขับถ่ายออกมาจากก่อนอาหารมายังผิวภาชนะเพาะเลี้ยง (Stock, 2015) ซึ่งความเข้มข้นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้สัมพันธ์กับปริมาณตัวอ่อนก่อโรคที่เกิดขึ้น (Sabino *et al.*, 2015)

การใส่หัวเชื้อไส้เดือนฝอยเริ่มต้น 50,000 ตัวต่อภาชนะเพาะเลี้ยง และตั้งวางบ่มเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน ไส้เดือนฝอยจะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ในอาหารเพาะเลี้ยง เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 300 เท่า หรือเฉลี่ย 15 ล้านตัวต่อภาชนะเพาะเลี้ยง โดยการเตรียมอาหารปริมาตร 650 มิลลิลิตร เพาะเลี้ยงได้ 20 ภาชนะ ใช้เวลาเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ เตรียมอาหาร และใส่หัวเชื้อ ไม่เกิน 30 นาที รวมถึงรอเวลาการนั่งฆ่าเชื้อและรอให้อาหารเย็นก่อนใส่หัวเชื้อประมาณ 2 ชั่วโมง เกษตรกรเพาะขยายได้ 250-350 ล้านตัวต่อ 1 รอบการผลิต และนำไปใช้พ่นกำจัดแมลงศัตรูพืชครอบคลุมพื้นที่ 1 ไร่ (ขึ้นกับชนิดและขนาดของแมลง) (นุชนารถ, 2558)

การแยกผลผลิตไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง

ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยที่บ่มเพาะเลี้ยงในภาชนะเป็นเวลา 7 วัน จะได้เป็นสารชีวภัณฑ์พร้อมใช้ทันที หรือเรียกว่า เชื้อสด เริ่มใช้ได้ตั้งแต่วันที่ 8-14 วันหลังบ่มเพาะ 7 วัน วิธีการแยกไส้เดือนฝอยออกจากก่อนอาหาร (นุชนารถ, 2558) ปฏิบัติได้ดังนี้

1. เทก่อนอาหารที่บ่มเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน ลงในภาชนะ (กะละมัง หรือถังพลาสติก) ใช้น้ำล้างไส้เดือนฝอยที่ติดอยู่รอบ ๆ ภาชนะเพาะเลี้ยงออกให้หมด

2. เติมน้ำให้ท่วมก่อนอาหารพร้อมหยดน้ำยาล้างจานลงไปเล็กน้อย เพื่อช่วยลดคราบไขมัน จากนั้นใช้มือกวาดและขยี้ก่อนอาหารให้ไส้เดือนฝอยหลุดออกมาอยู่ในน้ำ และบีบก้อนฟองน้ำแยกทิ้งไป

3. เทน้ำที่ได้จากข้อ 2. ผ่านตะแกรงหยาบหรือกระชอน เพื่อกรองแยกก้อนฟองน้ำที่เหลืออยู่ทิ้งไป ส่วนของน้ำที่ผ่านตะแกรงลงสู่ภาชนะรองรับ จะมีไส้เดือนฝอยจำนวนมาก จากนั้นนำไปใส่เครื่องปั่นสารเคมี (ดูรายละเอียดหัวข้อ เทคโนโลยีการพ่นไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง) เติมน้ำให้ครบ 20 ลิตร

เทคโนโลยีการพ่นไล่เดือนฝอยศัตรูแมลง

ไล่เดือนฝอยศัตรูแมลงสามารถใช้กับเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้กับพืชไร่หรือพืชสวน ประกอบด้วยเครื่องพ่นแบบแรงดัน (pressurized sprayers) เครื่องพ่นฝอยละออง (mist blowers) และ เครื่องพ่นแบบไฟฟ้า (electrostatic sprayers) หรือการพ่นบนพืช (aerial sprays) การใช้เครื่องพ่นขึ้นอยู่กับระบบการปลูกพืช (พืชไร่ พืชผัก ไม้ผล ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้าสนาม และไม้ประดับ) ซึ่งต้องพิจารณาถึงปริมาณการกวนสาร ประเภทหัวฉีด แรงดัน สภาพาสภาพแวดล้อมของระบบ และรูปแบบการแพร่กระจายของการพ่น (Shapiro-Ilan *et al.*, 2006)

การพ่นไล่เดือนฝอยควรพ่นในช่วงเย็น เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่เกิดจากแสงแดดซึ่งมีรังสีอัลตราไวโอเล็ต (รังสี UV) เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพของไล่เดือนฝอยลดลง (วัชร และ สุทธิชัย, 2537) ก่อนพ่นควรเปิดน้ำให้ชุ่มใบพืชและเป็นการช่วยลดอุณหภูมิบรรยากาศลง ทำให้เมื่อพ่นไล่เดือนฝอยแล้วไล่เดือนฝอยยังอาศัยความชื้นบนใบพืชช่วยให้มีชีวิตรอดและการเคลื่อนที่ (Griffin *et al.*, 2005) เวลาพ่นควรพ่นให้โดนตัวแมลงให้มากที่สุด ซึ่งช่วยให้ไล่เดือนฝอยเข้าสู่ตัวแมลงได้เร็วขึ้น ขณะพ่นควรกวนถังพ่นให้ไล่เดือนฝอยแขวนลอย 10 นาที เพื่อป้องกันไม่ให้ตกตะกอนลงสู่ก้นถัง จะได้ไม่สูญเสียปริมาณไล่เดือนฝอยโดยใช้เหตุ โดยผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วันควรนำไปใช้ให้หมดภายใน 5-7 วัน (นุชนารถ, 2558)

อัตราการใช้ไล่เดือนฝอยศัตรูแมลง

1. การใช้กำจัดศัตรูพืชที่อยู่เหนือดิน (aboveground application) อัตราการใช้ 4 ภาชนะเพาะเลี้ยง (ไล่เดือนฝอย 60 ล้านตัว) เติมน้ำให้ครบ 20 ลิตร ใช้พ่นกำจัดแมลงครอบคลุมพื้นที่ 5 ร่องผัก ขนาดแปลงกว้าง 1.5 เมตร ยาว 20-25 เมตร พ่นกำจัดหนอนผีเสื้อ (ได้แก่ หนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม หนอนคืบ หนอนเจาะสมอฝ้าย) พ่นเมื่อพบตัวหนอน 1 ตัวต่อ 2 ต้น ให้ถูกตัวหนอนมากที่สุด และอัตราการใช้ 8 ภาชนะเพาะเลี้ยง (ไล่เดือนฝอย 120 ล้านตัว) เติมน้ำให้ครบ 20 ลิตร ใช้พ่นกำจัดแมลงครอบคลุมพื้นที่ 5 ร่องผัก ขนาดแปลงกว้าง 1.5 เมตร ยาว 20-25 เมตร พ่นกำจัดหนอนด้วงหมัดผัก และตัวเต็มวัย โดยเริ่มพ่นลงดินก่อนปลูกเพื่อทำลายตัวอ่อนในดิน และพ่นเมื่อพบตัวเต็มวัย 1 ตัวต่อ 2 ต้น ให้ถูกตัวแมลงมากที่สุด (นุชนารถ, 2558)

2. การใช้กำจัดศัตรูพืชที่อยู่ใต้ดิน (below-ground application) ใช้ไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ต่างประเทศ (*Steinernema carpocapsae*) อัตรา 50 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นหรือลาดลงดินในแปลงปลูกมันเทศ เมื่อมันเทศมีอายุ 60 วันหลังปลูก และใช้ติดต่อกันทุก 15-20 วัน รวม 3-4 ครั้ง ตามความจำเป็น หรือใช้กำจัดแมลงศัตรูหญ้าสนาม โดยใช้อัตรา 50 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นหรือปล่อยตามท่อน้ำเหวี่ยงในสนามหญ้า เมื่อเริ่มมีการระบาดของแมลงกัดกินรากหญ้า (วิไลวรรณ และ สุวิมล, 2560)

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ไล่เดือนฝอยศัตรูแมลง

1. ปัจจัยชีวณะ (biotic factors) การใช้ไล่เดือนฝอยให้ประสบผลสำเร็จ ขึ้นอยู่กับไล่เดือนฝอยต้องสามารถเข้าก่อโรคแมลงศัตรูเป้าหมายได้ ซึ่งไล่เดือนฝอยที่ดีต้องมีความสามารถก่อโรคอย่างรุนแรง (virulence) ค้นหาแมลงอาศัย และทนทานต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นอัตราการใช้ไล่เดือนฝอยศัตรูแมลง (ดูรายละเอียดหัวข้อ อัตราการใช้) ขึ้นอยู่ชนิด (นุชนารถ, 2558) กับปริมาณศัตรูพืชที่พบ (นุชนารถ, 2558; วิไลวรรณ และ สุวิมล, 2560; Shapiro-Ilan *et al.*, 2012)

สารชีวภัณฑ์ (biotic agents) มีทั้งผลดี ผลเสีย หรือเป็นกลางต่อการใช้งานไล่เดือนฝอย ดังนี้

- สารชีวภัณฑ์ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อไส้เดือนฝอย (antagonists) ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว ราศัตรูไส้เดือนฝอย ไรตัวห้ำ ไส้เดือนฝอยอื่น และราศัตรูแมลง (*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin และ *Isaria fumosorosea*) (Shapiro-Ilan *et al.*, 2012)

- สารชีวภัณฑ์ที่ใช้เสริมกับไส้เดือนฝอย (synergists) ได้แก่ แบคทีเรียศัตรูแมลง (*Paenibacillus popilliae* และ *Bacillus thuringiensis*) และราศัตรูแมลง (*Metarhizium anisopliae* Sorokin) (Shapiro-Ilan *et al.*, 2012)

ความสัมพันธ์ระหว่างไส้เดือนฝอยและสิ่งมีชีวิตศัตรูแมลงชนิดอื่น (entomopathogens) ที่มีทั้งการเป็นปฏิปักษ์ (antagonism) การบวกเพิ่ม (additivity) การเสริมฤทธิ์ (synergism) ผันแปรไปตามชนิดของไส้เดือนฝอยและช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ หรืออัตราการใช้ (Shapiro-Ilan *et al.*, 2012)

2. ปัจจัยชีวณะ (abiotic factors) การใช้ไส้เดือนฝอยให้ประสบความสำเร็จ ขึ้นอยู่กับปัจจัยวิกฤตหลายปัจจัย ซึ่งต้องป้องกันไส้เดือนฝอยจากรังสี UV ความชื้นในดิน/ความชื้นสัมพัทธ์ที่เพียงพอ และอุณหภูมิ ดังนั้นการใช้ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงศัตรูพืชที่อยู่ในดินต้องคำนึงข้อจำกัดของสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (เช่น รังสี UV หรือการขาดน้ำ) ซึ่งจะลดความอยู่รอดและประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยลง (Shapiro-Ilan *et al.*, 2012)

ข้อควรปฏิบัติอื่น

ควรกำจัดวัชพืชที่เป็นแหล่งหลบซ่อนของแมลงในแปลงผลิตผักออกให้หมด ซึ่งจะช่วยลดการแพร่ระบาดของแมลง เก็บผลผลิตที่ตกค้างในแปลงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตออกให้หมด สุ่มตรวจใต้ใบผัก หากพบไข่หรือหนอนควรรีบกำจัด ปลุกพืชสลับหมุนเวียนในแปลง รวมถึงปลุกพืชหลากหลายชนิดในแปลงปลูก (นุชนารถ, 2558) นอกจากนี้การไถพรวน พลิกดินด้านล่างขึ้นด้านบน และตากดิน เป็นการช่วยให้แสงแดดส่องผ่านดิน เพื่อทำลายไข่หนอน ตัวหนอน หรือแมลงศัตรูพืช อีกทั้งยังช่วยเพิ่มช่องว่างในดิน เกิดการถ่ายเทอากาศได้ดีอีกด้วย (สมภพ, 2537)

การเตรียมดินที่ดีส่งผลให้ไส้เดือนฝอยสามารถอยู่รอดและค้นหาแมลงได้ ความชื้นทำให้ไส้เดือนฝอยมีชีวิตอยู่รอดและเคลื่อนที่ได้ แต่ถ้าดินมีความชื้นสูงมากเกินไปเป็นเหตุให้ปริมาณออกซิเจนต่ำลงและการเคลื่อนที่ของไส้เดือนฝอยลดลง ดังนั้นการให้น้ำจึงควรรักษาระดับความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่เพียงพอ (การปรับปรุงบำรุงดินด้วยการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ช่วยให้ดินทรายอุ้มน้ำดีขึ้น ดินเหนียวระบายน้ำดีขึ้น) เนื้อดินมีผลต่อการเคลื่อนที่และการมีชีวิตอยู่รอดของไส้เดือนฝอย ความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH) มีผลต่อการแพร่กระจายของไส้เดือนฝอยในธรรมชาติ ความเป็นกรด-ด่างมีค่า 10 หรือสูงกว่า ไส้เดือนฝอยมีชีวิตอยู่รอดลดลง ในขณะที่ไส้เดือนฝอยมีอยู่รอดได้ที่ความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4-8 ถึงอย่างไรก็ตาม การใช้มูลสัตว์ใหม่หรือปุ๋ยเคมีอัตราสูง (เช่น การใช้ยูเรียที่อัตรา 89.6 กิโลกรัม N ต่อไร่) ลดความสามารถในการอยู่รอดและประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยลง กอปรกับสารเคมีฆ่าศัตรูพืช (chemical pesticides) บางชนิด (ได้แก่ อะบาเม็กติน อะซีเฟต ออลติคาร์บ ไดดิน ฟินาไมฟอส เมโทมิล พาราไทออน เทฟลูปีรูรอน) เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอย ในขณะที่สารบางชนิดเข้ากันได้หรือเสริมฤทธิ์เมื่อใช้ร่วมกับไส้เดือนฝอย (ได้แก่ คาร์บาริล คลอร์ไพริฟอส ไดเมโทเอต เอ็นโดซัลแฟน โฟโนฟอส เทฟลูทริน อิมิดาคลอพริด) คล้ายกันกับปฏิสัมพันธ์กับจุลินทรีย์อื่น ความสัมพันธ์ระหว่างสารเคมีฆ่าศัตรูพืชและไส้เดือนฝอยผันแปรตามสารเคมีจำเพาะและชนิดหรือสายพันธุ์ไส้เดือนฝอย ปริมาณสาร และช่วงเวลาในการใช้ไส้เดือนฝอย ดังนั้นจึงควรทดสอบในแต่ละกรณีไป (Shapiro-Ilan *et al.*, 2012)

สรุป

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทยเป็นชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูผัก (หนอนผีเสื้อ ตัวห้ำหืดผัก) แมลงศัตรูไม้ดอก (ด้วงกุหลาบ) แมลงศัตรูมันสำปะหลัง (หนอนด้วงแมลงนูน) แมลงศัตรูเห็ดหลิน (ปลวก แมลงสาบ) ทนทานต่อสภาพแวดล้อม สามารถเพาะเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นสารชีวภัณฑ์สำหรับควบคุมแมลงศัตรูดังกล่าว ในราคาที่ถูกลง และวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงนำมาล้างทำความสะอาดและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นการลดต้นทุนในการหาซื้อชีวภัณฑ์และการค้าซึ่งมีราคาสูงมาก

ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยเป็นอีกชีวภัณฑ์หนึ่งที่กำลังผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรสามารถนำมาใช้พ่นในแปลงผลิตผักตามคำแนะนำสำหรับการผลิตผักอินทรีย์ ผักอนามัย ผักปลอดสารพิษ เพื่อช่วยแก้ปัญหาแมลงศัตรูเนื่องจากการใช้สารเคมีที่เกินความจำเป็น อีกทั้งยังส่งผลดีต่อเกษตรกรผู้ผลิต ผู้บริโภค ตลอดจนสภาพแวดล้อม เพราะการใช้ชีวภัณฑ์จะไม่พบสารเคมีตกค้างในผลิตผลสดอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. (2558). การผลิตชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบทำใช้เอง. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ, กรมวิชาการเกษตร.
- นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด, และ สมคิด ตีสถาวร. (2545). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาไส้เดือนฝอย *Heterorhabditis* sp. สายพันธุ์ไทยเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด, อัจฉรา ตันติโชค, ดำรง เวชกิจ, และ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. (2551). การพัฒนาโรงงานต้นแบบและเทคโนโลยีการผลิตชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงในเชิงพาณิชย์. *วารสารวิชาการเกษตร*, 26(1), 22-35.
- วัชรีย์ สมสุข, และ สุทธิชัย สมสุข. (2537). ไส้เดือนฝอยที่มีประโยชน์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 2(2), 11-15.
- วิไลวรรณ เวชยันต์, และ สุวิมล วงศ์พลัง. (2560). การใช้ไส้เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืช. ใน *เอกสารประกอบการอบรม การใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชเพื่อการผลิตพืชปลอดภัยและพืชอินทรีย์* (น. 4-8). กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร.
- สมภาพ ฐิตะวสันต์. (2537). *หลักการผลิตผัก* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซต.
- Banu, J.G., I. Cannayane, and K. S. Meena. (2017). Entomopathogenic nematodes: General biology and behaviour. In M.M.M. Abd-Elgawad, T.H. Askary, and J. Coupland (Eds.), *Biocontrol Agents: Entomopathogenic and Slug Parasitic Nematodes* (pp. 63-87). Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing.
- Ciche, T.A., and J. C. Ensign. (2003). For the insect pathogen *Photobhabdus luminescens*, which end of a nematode is out? *Applied and Environmental Microbiology*, 69(4), 1890-1897.
- Goodrich-Blair, H., and D. J. Clarke. (2007). Mutualism and pathogenesis in *Xenorhabdus* and *Photobhabdus*: Two roads to the same destination. *Molecular Biology*, 64(2), 260-268.

- Griffin, C. T., N. E. Boemare, and E. E. Lewis. (2005). Biology and behavior. In P.S. Grewal, R.-U. Ehlers, and D. I. Shapiro-Ilan (Eds.), *Nematodes as Biological Agents* (pp. 47-64). Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing.
- Lewis, E. E., and D. J. Clarke. (2012). Nematode parasites and entomopathogens. In F.E. Vega & H.K. Kaya (Eds.), *Insect Pathology* (Second Edition) (pp. 395-424). San Diego, CA: Academic Press.
- Nguyen, K.B., and G. C. Smart. (1994). *Neosteinerinema longicurvicauda* n. gen., n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a parasite of the termite *Reticulitermes flavipes* (Koller). *Journal of Nematology*, 26(2), 162-174.
- Sabino, P.H.D.S., A. Jr. Moino, V. Andaló, L. M. Z. Lima, and F. S. Sales. (2015). A method for measuring the concentration of CO₂ released by entomopathogenic nematodes. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(2), 280-282.
- Shapiro-Ilan, D. I., D. H. Gouge, S. J. Piggott, and J. P. Fife. (2006). Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. *Biological Control*, 38(1), 124-133.
- Shapiro-Ilan, D. I., R. Han, and C. Dolinski. (2012). Entomopathogenic nematode production and application technology. *Journal of Nematology*, 44(2), 206-217.
- Stock, S.P. (2015). Diversity, biology and evolutionary relationships. In R. Campos-Herrera (Ed.), *Nematode pathogenesis of insects and other pests: Ecology and applied technologies for sustainable plant and crop protection* (pp. 3-27). Cham, Switzerland: Springer.
- Vashisth, S., Y.S. Chandel, and P. K. Sharma. (2013). Entomopathogenic nematodes - A review. *Agricultural Reviews*, 34(3), 163-175.