

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ประโยชน์ของชีวภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์
- 2. โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ
กิจกรรม : การผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลง ไร และสัตว์ศัตรูพืช
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : อัตราไล่เดือนฝอยศัตรูแมลงสกุล *Steinernema* สายพันธุ์ต่างๆ ต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืช
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Concentration of Entomophagous Nematodes, *Steinernema* spp. to the Lepidopteran Pests
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวสุวิมล วงศ์พลัง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
ผู้ร่วมงาน : นางสาววิไลวรรณ เวชยันต์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
 นายอิศเรศ เทียนทัต สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
- 5. บทคัดย่อ**

การศึกษาอัตราไล่เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* และ *Steinernema minutum* ที่มีต่อหนอนกินรังผึ้ง วัย 5 หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย และ หนอนใยผัก วัย 3 ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏ และสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ระหว่างเดือน ตุลาคม 2559 – กันยายน 2561 เพื่อหาระดับความเป็นพิษ (LC₅₀) ของไล่เดือนฝอยศัตรูแมลง 5 สายพันธุ์ โดยวิธีหยดไล่เดือนฝอยลงบนอาหารเทียมและกระดาษกรอง ผลการทดลองพบว่า ไล่เดือนฝอย *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. glaseri*, *S. siamkayai* และ *S. minutum* มีค่า LC₅₀ ต่อหนอนกินรังผึ้ง เท่ากับ 2.25, 13.68,

6.48, 306.55 และ 16.90 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ ค่า LC_{50} ต่อหนอนกระทู้หอม เท่ากับ 3.99, 0.73, 30.32, 122.68 และ 77.652 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ ค่า LC_{50} ต่อหนอนกระทู้ฝัก เท่ากับ 3.70, 1.51, 17.03, 60.40 และ 113.60 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ ค่า LC_{50} ต่อหนอนสมอฝ้าย เท่ากับ 3.76, 3.21, 181.49, 146.92 และ 309.73 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ ค่า LC_{50} ต่อหนอนใยฝัก เท่ากับ 15.47, 1.33, 568.85, 134.30 และ 71.91 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ ค่า LC_{50} ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงที่มีค่าต่ำ แสดงให้เห็นถึงการมีความเป็นพิษสูงต่อหนอนผีเสื้อ และมีศักยภาพในการกำจัดหนอนผีเสื้อศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ได้ดี

Abstract

A study on the concentration of entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* and *Steinernema minutum* In fifth instar larval of greater wax moth, third instar larval of beet armyworm, common cutworm, cotton bollworm and diamondback moth. The experiment was carried out in laboratory at Biological Control Research Group, Entomology and Zoology Division. During October 2016 – September 2018. For investigate the toxicity level (LC_{50}) of five entomopathogenic nematodes. The result showed that the *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. glaseri*, *S. siamkayai* and *S. minutum* LC_{50} values of greater wax moth are 2.25, 13.68, 6.48, 306.55 and 16.90 IJs/larva respectively, LC_{50} values of beet armyworm are 3.99, 0.73, 30.32, 122.68 and 77.65 IJs/larva respectively, LC_{50} values of common cutworm are 3.70, 1.51, 17.03, 60.40 and 113.60 IJs/larva respectively, LC_{50} values of cotton bollworm are 3.76, 3.21, 181.49, 146.92 and 309.73 IJs/larva respectively and LC_{50} values of diamondback moth are 15.47, 1.33, 568.85, 134.30 and 71.91 IJs/larva respectively. The low LC_{50} values of entomopathogenic nematodes show the high toxicity level and high potential as a biological control agent for control the lepidopteran pests.

6. คำนำ

ความเป็นพิษของสารแต่ละชนิดมีระดับไม่เท่ากัน สารบางชนิดทำให้คนตายได้แม้จะได้รับสารเข้าไปในร่างกายเพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่บางชนิดต้องได้รับเป็นปริมาณมากๆ จึงจะมีโอกาสตาย ดังนั้นจึงมีการกำหนดค่าความเป็นพิษของสารแต่ละชนิดเพื่อใช้บอกระดับอันตรายของสารนั้นๆ ระดับความเป็นพิษของสารที่นิยมใช้กันมาก เช่น LD_{50} (Median Lethal Dose) LT_{50} (Median Lethal Time) ED_{50} (Median Effective Dose) KD_{50} (Median Knockdown Dose) และ LC_{50} (Median Lethal Concentration)

ค่า LC₅₀ (Median Lethal Concentration) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารพิษต่อ น้ำหนักตัวที่สัตว์ทดลองได้รับเข้าไป แล้วทำให้สัตว์ทดลองตายเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนที่นำมา ทดลองทั้งหมด ภายในระยะเวลาที่กำหนด ใช้หน่วยเป็น ppm (part per million), มิลลิกรัม/ลิตร, มิลลิกรัม/กรัม (วสกร, ม.ป.ป.) สารกำจัดแมลงที่มีค่า LC₅₀ สูง จะแสดงให้เห็นว่าสารกำจัดแมลง นั้นๆ มีอันตรายต่อผู้ใช้น้อย เนื่องจากต้องได้รับในปริมาณมากจึงจะทำให้สัตว์ทดลองเสียชีวิตไป ครึ่งหนึ่ง ในขณะที่ค่าตัวเลขต่ำจะแสดงความเป็นพิษรุนแรงสูง คือได้รับเพียงเล็กน้อยก็ทำให้ สัตว์ทดลองเสียชีวิตไปครึ่งหนึ่ง แต่ค่า LC₅₀ ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงนั้น จะแตกต่างออกไป เนื่องจากไส้เดือนฝอยเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่อาจมีชีวิตอยู่ในลักษณะที่เป็น free-living หรือใน ลักษณะที่เข้าไปอยู่ในตัวแมลง และมีความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงเท่านั้น ไม่มีอันตรายต่อคนและสัตว์ ทุกชนิด ดังนั้น ค่า LC₅₀ ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง จึงแสดงให้เห็นว่าไส้เดือนฝอยที่มีค่า LC₅₀ ต่ำ เป็นไส้เดือนฝอยที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้สูง

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงที่มีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวาง และมีรายงานว่าสามารถใช้ ป้องกันกำจัดหนอนผีเสื้อศัตรูพืชได้ คือ ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Steinernematidae มีลักษณะพิเศษคือ ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับแบคทีเรีย *Xenorhabdus* sp. ซึ่งเป็น symbiotic bacteria แบคทีเรียนี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยทั้งในอาหารเทียม ในแมลงอาศัย และมีพิษ ทำให้แมลงตาย (Akhurst, 1980) ไส้เดือนฝอยตัวอ่อนวัย 3 ระยะเข้าทำลายแมลง (infective juvenile) จะเข้าทำลายแมลงทางช่องเปิดต่างๆ ได้แก่ ปาก (mouth) ทวาร (anus) และรูหายใจ (spiracle) จากนั้นจะไชเข้าสู่กระแสเลือดของแมลง และปล่อยแบคทีเรียออกมาแพร่กระจายอย่างรวดเร็วในระบบเลือด ทำให้เลือดเป็นพิษ (septicaemia) และแมลงตายภายใน 24-48 ชั่วโมงขึ้นไป (วัชรี, 2544) จากการทดสอบหาแมลงอาศัยในห้องปฏิบัติการของวัชรี (2544) พบว่า ไส้เดือนฝอย สามารถเข้าทำลายหนอนผีเสื้อศัตรูได้หลายชนิด เช่น หนอนกินใต้ผิวเปลือกถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วขาว หนอนกอ หนอนคืบกระหล่ำ หนอนเจาะยอด หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนกินรังผึ้ง เป็นต้น

หนอนกินรังผึ้ง (Greater Wax Moth, *Galleria mellonella* (Linnaeus)) เป็นศัตรูที่สำคัญของผึ้งโพรงมักพบในรังผึ้งที่อ่อนแอ มีประชากรผึ้งงานน้อย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนชนิดหนึ่ง ตัวหนอนจะไปซ่อนไขกักกินรวงผึ้งเป็นอาหาร เห็นเป็นเส้นใยปกคลุมอยู่ทั่วไป สร้างความเสียหายให้กับรวงผึ้ง

หนอนกระทู้หอม (Beet armyworm, *Spodoptera exigua* Hübner)) เป็นแมลงศัตรูที่มี พิษอาหารกว้าง เช่น ผักตระกูลกระหล่ำ หอม หน่อไม้ฝรั่ง ผือก พืชไร่ และไม้ดอกหลายชนิด ตัว หนอนจะมีแถบสีขาวพาดด้านข้างตามความยาวลำตัวด้านหลังและแถบจากส่วนนอกถึงปลายสุดลำตัว ตัว หนอนจะแทะกินผิวใบด้านล่างของผัก มักหลบซ่อนอยู่ตามใต้ใบ ไบยอด หรือซอกกาบใบ (จรรยา, ม.ป.ป.) ความเสียหายมักพบรุนแรงกับหนอนในระยะโตตั้งแต่วัย 3 ขึ้นไป

หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius)) เป็นแมลงศัตรูที่มีพืชอาหารกว้าง เช่น ผักตระกูลกะหล่ำ พืชตระกูลถั่ว พืชไร่ และไม้ดอกหลายชนิด ตัวหนอนจะมีจุดสีดำใหญ่ตรงปล้องที่ 3 เมื่อหนอนฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มและแทะกินเฉพาะผิวใบด้านล่างเหลือไว้แต่เส้นใบ เมื่อผิวใบแทะแล้วจะเห็นเป็นสีขาว ๆ เป็นสัญลักษณ์ของการเริ่มทำลายของหนอนกระทู้ผัก เมื่อหนอนโตขึ้นเป็นวัย 2-3 จะแยกกลุ่มออกไปกัดกินใบพืชทั่วทั้งแปลง (จริยา, ม.ป.ป.; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2060)

หนอนเจาะสมอฝ้าย (Cotton bollworm , American bollworm , Corn earworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner)) เริ่มเข้าระบาดทำความเสียหายให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกฝ้าย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 และพบระบาดติดต่อกันทุกปี ต่อมากลายเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชผักไม้ผล และพืชไร่หลายชนิด เช่น มะเขือเทศ ส้มเขียวหวาน ข้าวโพด ยาสูบ เป็นต้น

เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงที่มีต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืชชนิดต่างๆ จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นค่ามาตรฐานเพิ่มเติมในการกำหนดและตรวจสอบคุณภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงร่วมกับมาตรฐานเดิมที่มีอยู่ให้มีความน่าเชื่อถือต่อผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลง (Infective Juveniles; IJs) 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* และ *Steinernema minutum*
2. หนอนผีเสื้อศัตรูพืช 5 ชนิด ได้แก่ หนอนกินรังผึ้ง หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนใยผัก
3. อุปกรณ์เลี้ยงแมลง เช่น อาหารเทียม พืชตระกูลกะหล่ำ กล่องเลี้ยงแมลง กรงเลี้ยงแมลง ฟูกัน
4. อาหารเทียม และใบพืชค่น้ำสำหรับใช้ทดสอบ
5. Multiwell plate ขนาด 6 หลุม
6. กระดาษกรอง
7. micropipette
8. กล้องจุลทรรศน์

- วิธีการ

1. เลี้ยงขยายหนอนผีเสื้อศัตรูพืชในห้องปฏิบัติการ

เก็บรวบรวมหนอนผีเสื้อศัตรูพืชจากแหล่งปลูกพืชต่างๆ นำมาเลี้ยงขยายในห้องปฏิบัติการโดย หนอนกินรังผึ้ง หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก และหนอนเจาะสมอฝ้าย เลี้ยงด้วยอาหารเทียม

2. เลี้ยงขยายไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง 5 สายพันธุ์

เลี้ยงขยายไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงเลี้ยงด้วยแมลงอาศัย คือ หนอนกินรังผึ้ง

3. ศึกษาระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสกุล *Steinernema* ชนิดต่างๆ ต่อ หนอนผีเสื้อศัตรูพืช

3.1 เตรียมสารทดสอบไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. glaseri*, *S. siamkayai* และ *S. minutum* อัตราความเข้มข้นที่ทำให้หนอนตายในช่วง 10 – 90 เปอร์เซ็นต์ 5 ระดับ ดังนี้

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง	ความเข้มข้นของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง 5 ระดับ ที่ใช้ทดสอบกับหนอนผีเสื้อชนิดต่างๆ (Js/ตัว)				
	หนอนกินรังผึ้ง	หนอนกระทู้หอม	หนอนกระทู้ผัก	หนอนเจาะสมอฝ้าย	หนอนใยผัก
<i>S. carpocapsae</i>	1, 5, 10, 15, 20	1, 5, 10, 15, 20	1, 5, 10, 15, 20	1, 5, 10, 15, 20	1, 5, 10, 20, 30
<i>S. riobrave</i>	1, 10, 20, 30, 40	1, 5, 10, 15, 20	1, 5, 10, 15, 20	1, 5, 10, 15, 20	1, 2, 4, 6, 10
<i>S. glaseri</i>	1, 5, 10, 15, 20	1, 10, 20, 30, 40	1, 10, 20, 30, 40	1, 100, 200, 300, 400	1, 500, 750, 1000, 1500
<i>S. siamkayai</i>	50, 150, 300, 500, 800	50, 100, 200, 300, 400	5, 25, 50, 100, 150	1, 200, 400, 600, 800	1, 100, 500, 1000, 1500
<i>S. minutum</i>	1, 10, 20, 40, 60	10, 20, 60, 100, 200	50, 100, 150, 200, 300	100, 200, 400, 800, 1000	100, 200, 300, 400, 500

3.2 เตรียม multiwell plate ขนาด 6 หลุม ตัดกระดาษกรองรองกันหลุม และหยดน้ำกลั่น 100 ไมโครลิตรเพื่อให้ความชื้น

3.3 ตัดอาหารเทียมขนาด 1.5X1.5 เซนติเมตร สำหรับเป็นอาหารของหนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก และหนอนเจาะสมอฝ้าย และตัดใบคะน้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร สำหรับเป็นอาหารของหนอนใยผัก วางอาหารหนอนบนกระดาษกรอง

3.4 หยดสารทดสอบไส้เดือนฝอยตามอัตราที่กำหนด ปริมาตร 100 ไมโครลิตร/หลุมลงบนอาหารหนอน ปิดฝาทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อการปรับตัว

3.5 เชี่ยหนอนแต่ละชนิดลงบนอาหาร หลุมละ 1 ตัว ทำการทดสอบอัตราความเข้มข้นละ 40 ตัว

3.6 ทดสอบระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยสกุล *Steinernema* ทุกชนิดกับหนอนกินรังผึ้งวัย 5 หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนใยผักวัย 3

บันทึกข้อมูลจำนวนการตายของหนอนในแต่ละกรรมวิธีที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมงหลังการทดลอง และนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์หนอนตายมาหาค่าความเข้มข้นของสารที่ทำให้หนอนตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC₅₀) ด้วยโปรแกรม Probit analysis

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : ตุลาคม 2559 – กันยายน 2561

สถานที่ : ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทาง

ชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* spp. ต่อหนอนกินรังผึ้ง

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* sp. 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. glaseri*, *S. siamkayai* และ *S. minutum* มีระดับความเป็นพิษต่อหนอนกินรังผึ้งแตกต่างกัน โดยไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* spp. มีค่า LC_{50} ต่อหนอนกินรังผึ้งระหว่าง 2.25 – 306.55 IJs/หนอน 1 ตัว ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* และ *S. glaseri* มีระดับความเป็นพิษต่อหนอนกินรังผึ้งสูงสุด ค่า LC_{50} ต่ำสุด 2.25 และ 6.48 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ รองลงมาคือ *S. riobrave*, *S. minutum* และ *S. siamkayai* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.68, 16.90 และ 306.55 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากผลการทดลอง ค่า LC_{50} ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae*, *S. glaseri*, *S. riobrave* และ *S. minutum* ต่อหนอนกินรังผึ้ง เท่ากับ 2.25, 6.48, 13.68, และ 16.90 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Noosidum (2011) ซึ่งรายงานค่า LC_{50} ของ *Steinernema* sp. ต่อหนอนกินรังผึ้ง เท่ากับ 6.95 IJs/หนอน 1 ตัว ในขณะที่ Converse and Miller (1999) พบว่า ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae*, *S. feltiae* และ *S. riobrave* เพียง 1.00 – 3.00 IJs/หนอน 1 ตัว ก็ทำให้หนอนกินรังผึ้งตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ และ Rao *et al.* (2015) พบว่า ไส้เดือนฝอย *Steinernema* sp. isolate CS₁ ในอินเดีย มีค่า LC_{50} เท่ากับ 17.73 IJs/หนอน 1 ตัว

ระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* spp. ต่อหนอนกระทู้หอม

ค่า LC_{50} ต่อหนอนกระทู้หอมอยู่ระหว่าง 0.73 – 122.68 IJs/หนอน 1 ตัว โดยไส้เดือนฝอย *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* มีระดับความเป็นพิษต่อหนอนกระทู้หอมสูงสุดที่ 0.73 และ 3.99 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ รองลงมาคือ *S. glaseri*, *S. minutum* และ *S. siamkayai* ค่า LC_{50} เท่ากับ 30.32, 77.65 และ 122.68 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* มีค่า LC_{50} ต่อหนอนกระทู้หอม เท่ากับ 3.99 IJs/หนอน 1 ตัว สอดคล้องกับ Kim *et al.* (2006) ซึ่งศึกษาการควบคุมหนอนกระทู้หอมด้วยไส้เดือน

ฝอย Steinernematid และ Heterorhabditis ในโรงเรือนทดลอง พบว่า ไข่เดือนฝอย *S. carpocapsae* GSN1 มีค่า LC_{50} ต่อนอนกระทู้ห่อมวัย 2-4 เท่ากับ 3.80-5.10 IJs/หอน 1 ตัว ส่วนไข่เดือนฝอย *Steinernema* sp. GSNU-10 และ *Steinernema* sp. GSNU-14 ค่า LC_{50} เท่ากับ 4.90-6.50 และ 4.40-6.30 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ

ระดับความเป็นพิษของไข่เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* spp. ต่อนอนกระทู้ฝัก

ค่า LC_{50} ต่อนอนกระทู้ฝักอยู่ระหว่าง 1.51 – 133.60 IJs/หอน 1 ตัว โดยไข่เดือนฝอย *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* มีระดับความเป็นพิษต่อนอนกระทู้ห่อมสูงที่สุด 1.51 และ 3.70 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ รองลงมาคือ *S. glaseri*, *S. siamkayai* และ *S. minutum* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 17.03, 60.40 และ 113.60 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ไข่เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave*, *S. carpocapsae* และ *S. glaseri* มีค่า LC_{50} ต่อนอนกระทู้ฝัก เท่ากับ 1.51, 3.70 และ 17.03 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ สอดคล้องกับ Chongchitmate *et al.* (2005) ที่รายงานค่า LC_{50} ของ *S. carpocapsae* ต่อนอนกระทู้ฝัก เท่ากับ 0.20 IJs/หอน 1 ตัว และ *S. riobrave* เท่ากับ 1.80 IJs/หอน 1 ตัว Noosidum (2011) รายงานค่า LC_{50} ของไข่เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* sp. isolate K8 ต่อนอนกระทู้ฝัก เท่ากับ 23.15 IJs/หอน 1 ตัว และ Chitra *et al.* (2017) พบว่า ไข่เดือนฝอย *Steinernema* sp. 4 ชนิด ที่เก็บตัวอย่างจาก Palladam, Erode, Karur และ Madathukulam มีค่า LC_{50} ต่อนอนกระทู้ฝักวัย 4 เท่ากับ 7.46, 6.20, 5.56 และ 4.21 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ ค่า LC_{50} ของไข่เดือนฝอย *S. siamkayai* ต่อนอนกระทู้ฝัก เท่ากับ 60.40 IJs/หอน 1 ตัว สอดคล้องกับ วิไลวรรณ และ สาทิพย์ (2553); Adiroubane *et al.* (2010); Noosidum (2011) ซึ่งพบว่า ไข่เดือนฝอย *S. siamkayai* มีค่า LC_{50} ต่อนอนกระทู้ฝัก เท่ากับ 61.10, 49.76 และ 32.45 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ แต่ Chongchitmate *et al.* (2005) รายงานว่าค่า LC_{50} ของไข่เดือนฝอย *S. siamkayai* ต่อนอนกระทู้ฝัก เท่ากับ 18.00 IJs/หอน 1 ตัว

ระดับความเป็นพิษของไข่เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* spp. ต่อนอนเจาะสมอฝ้าย

ค่า LC_{50} ต่อนอนเจาะสมอฝ้ายอยู่ระหว่าง 3.21 – 309.73 IJs/หอน 1 ตัว โดยไข่เดือนฝอย *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* มีระดับความเป็นพิษต่อนอนเจาะสมอฝ้ายสูงที่สุด 3.21 และ 3.76 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ รองลงมาคือ *S. siamkayai*, *S. glaseri* และ *S. minutum* ค่า LC_{50} เท่ากับ 146.92, 181.49 และ 309.73 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ไข่เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* มี ค่า LC_{50} ต่อนอนเจาะสมอฝ้าย เท่ากับ 3.21 และ 3.76 IJs/หอน 1 ตัว ตามลำดับ สอดคล้องกับ Chongchitmate *et al.* (2005) ซึ่งรายงานค่า LC_{50} ของ *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* ต่อนอนเจาะสมอฝ้าย

เท่ากับ 1.20 และ 1.20 IJs/หนอน 1 ตัว ส่วนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* มีค่า LC₅₀ เท่ากับ 181.49 IJs/หนอน 1 ตัว แต่ไม่สอดคล้องกับ Banu *et al.* (2007) ที่รายงาน ค่า LC₅₀ ของ *S. glaseri* ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายวัย 3 เท่ากับ 2.43 IJs/หนอน 1 ตัว

ระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema spp.* ต่อหนอนใยผัก

ค่า LC₅₀ ต่อหนอนใยผักอยู่ระหว่าง 1.33 – 568.85 IJs/หนอน 1 ตัว โดยไส้เดือนฝอย *S. riobrave* มีระดับความเป็นพิษต่อหนอนใยผักสูงที่สุด 1.33 IJs/หนอน 1 ตัว รองลงมาคือ *S. carpocapsae*, *S. minutum*, *S. siamkayai* และ *S. glaseri* ค่า LC₅₀ เท่ากับ 15.47, 71.91, 134.30 และ 568.85 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* มีค่า LC₅₀ ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 15.47 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ สอดคล้องกับ Belair *et al.* (2003); Schroer *et al.* (2005) ซึ่งรายงานค่า LC₅₀ ของ *S. carpocapsae* ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 24.50 และ 13.00 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ แต่วิไลวรรณ และสาทิพย์ (2553) รายงานค่า LC₅₀ ของ *S. carpocapsae* ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 3.49 IJs/หนอน 1 ตัว ค่า LC₅₀ ของไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 1.33 IJs/หนอน 1 ตัว สอดคล้องกับวิไลวรรณ และสาทิพย์ (2553) ซึ่งรายงานค่า LC₅₀ ของ *S. riobrave* ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 1.73 IJs/หนอน 1 ตัว แต่ Belair *et al.* (2003) รายงานค่า LC₅₀ ของ *S. riobrave* 335 ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 15.50 IJs/หนอน 1 ตัว ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. siamkayai* มีค่า LC₅₀ ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 134.30 IJs/หนอน 1 ตัว สอดคล้องกับวิไลวรรณ และสาทิพย์ (2553); Adiroubane *et al.* (2010); Noosidum (2011); Tolera *et al.* (2016) ที่รายงานค่า LC₅₀ ของ *S. siamkayai* ต่อหนอนใยผัก วัย 3 เท่ากับ 75.19, 191.55, 33.54 และ 40.11 IJs/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ

การที่ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* แต่ละสายพันธุ์ มีระดับความเป็นพิษต่อหนอนฝื่อศัตรูพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัยที่ทำให้แมลงแต่ละชนิดต้านทานหรืออ่อนแอต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย เช่น แมลงมีการสร้างภูมิคุ้มกันตัวเอง ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิด และลักษณะสัณฐานทางสรีระของแมลงและไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง จากวิธีการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงระยะเข้าทำลาย (infective juvenile) จะนำแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้เข้าสู่ช่องว่างภายในลำตัวแมลง โดยผ่านทางช่องเปิดต่างๆ ได้แก่ ปาก (mouth) รูหายใจ (spiracle) และช่องทวาร (anus) โครงสร้างของช่องเปิดเหล่านี้มีผลต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยได้ โดยเฉพาะรูหายใจ ในแมลงบางชนิดมีแผ่นคล้ายตะแกรงบริเวณช่องเปิดรูหายใจเพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไป ไส้เดือนฝอยจึงไม่สามารถเข้าทำลายทางนี้ได้ เช่น ตัวอ่อนด้วง *Phyllophaga birticula* (Forschler

and Garner, 1991) หนอนแมลงวันบ้าน (Renn, 1988) และหนอนแมลงวัน leather jacket (Peter and Ehlers, 1994) ไล่เดือนฝอยที่เข้าทำลายทางปากมีโอกาสที่จะถูกบดเคี้ยวพร้อมอาหาร โดยกรรมของแมลง เช่น ตัวอ่อนต่อ larch sawfly การถ่ายมูลของแมลงก็เป็นอุปสรรคต่อการเข้าทำลายทางทวารได้ (Georgis and Hague, 1981) และความเป็นกรดต่างของของเหลวในลำไส้ของแมลง ยังสามารถฆ่าหรือลดประสิทธิภาพของไล่เดือนฝอยลง (Renn, 1988) แมลงบางชนิดยังสามารถผลิตสารพวก peptide ซึ่งมีฤทธิ์ต่อต้านแบคทีเรียได้อีกด้วย นอกจากนี้บางชนิดจะตอบสนองกับสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่กระแสเลือดทันทีโดยสร้างเซลล์ที่มีส่วนประกอบของเมลานินขึ้นมาห่อหุ้มตัวไล่เดือนฝอย ทำให้ไล่เดือนฝอยไม่สามารถปล่อย symbiotic bacteria ออกมา เรียกกระบวนการนี้ว่า encapsulation (Downs and Peter, 2002)

นอกจากนี้การที่ไล่เดือนฝอยสายพันธุ์เดียวกันมีค่า LC₅₀ ต่อหนอนผีเสื้อชนิดเดียวกันแตกต่างกัน อาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นด้วย เช่น สภาพอุณหภูมิขณะระหว่างการทดลอง อายุและความต้านทานของแมลงทดสอบ ความแข็งแรงของไล่เดือนฝอย เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาระดับความเป็นพิษของไล่เดือนฝอยศัตรูแมลงที่มีต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืชนั้น จึงควรมีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหนอนแต่ละชนิดรวมด้วยเพื่ออธิบายปัจจัยต่างๆ ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

Table 1 LC₅₀ of *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* and *Steinernema minutum* against *Galleria mellonella* in filter paper bioassays at 72 h after application.

Pests	N	LC ₅₀ (95% FL) [IJs/larva]	Slope ± SE
<i>S. carpocapsae</i>	240	2.25 (3.657 – 1.008)	2.166± 0.166
<i>S. riobrave</i>	240	13.68 (42.417 – 47.654-)	0.049± 0.004
<i>S. glaseri</i>	240	6.48 (0.602–11.535)	0.138± 0.010
<i>S. siamkayai</i>	240	306.55 (134.103-542.387)	0.004 ± 0.000
<i>S. minutum</i>	240	16.90 (1.686-35.713)	0.054 ± 0.004

Table 2 LC₅₀ of *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* and *Steinernema minutum* against *Spodoptera exigua* in filter paper bioassays at 72 h after application.

Pests	n	LC ₅₀ (95% FL)	Slope ± SE
-------	---	---------------------------	------------

		[IJs/larva]	
<i>S. carpocapsae</i>	240	3.99 (0.739 – 7.537)	0.248 ± 0.190
<i>S. riobrave</i>	240	0.73 (0.590 – 0.819)	3.745 ± 0.640
<i>S. glaseri</i>	240	30.32 (-26.291–81.022)	0.033 ± 0.002
<i>S. siamkayai</i>	240	122.68 (-15.635–227.540)	0.007 ± 0.001
<i>S. minutum</i>	240	77.65 (37.395-149.264)	0.014 ± 0.001

Table 3 LC₅₀ of *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* and *Steinernema minutum* against *Spodoptera litura* in filter paper bioassays at 72 h after application.

Pests	n	LC ₅₀ (95% FL)	Slope ± SE
		[IJs/larva]	
<i>S. carpocapsae</i>	240	3.70 (2.145 – 5.387)	2.248 ± 0.170
<i>S. riobrave</i>	240	1.51 (0.650 – 2.465)	2.024 ± 0.174
<i>S. glaseri</i>	240	17.03 (11.461–23.070)	0.093 ± 0.006
<i>S. siamkayai</i>	240	60.40 (29.969-100.704)	0.017 ± 0.001
<i>S. minutum</i>	240	113.60 (38.701-177.110)	0.010 ± 0.001

Table 4 LC₅₀ of *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* and *Steinernema minutum* against *Helicoverpa armigera* in filter paper bioassays at 72 h after application.

Pests	n	LC ₅₀ (95% FL)	Slope ± SE
		[IJs/larva]	
<i>S. carpocapsae</i>	240	3.76 (0.079 – 9.627)	1.659 ± 0.146
<i>S. riobrave</i>	240	3.21 (2.690 – 3.745)	2.354 ± 0.175
<i>S. glaseri</i>	240	181.49 (63.241-332.753)	0.008 ± 0.001
<i>S. siamkayai</i>	240	146.92 (78.652–219.909)	0.009 ± .0001
<i>S. minutum</i>	240	309.73 (183.916-451.547)	2.236 ± 0.175

Table 5 LC₅₀ of *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernema siamkayai* and *Steinernema minutum* against *Plutella xylostella* in filter paper bioassays at 72 h after application.

Pests	n	LC ₅₀ (95% FL)	Slope ± SE
		[IJs/larva]	
<i>S. carpocapsae</i>	240	15.47 (9.242 – 26.256)	0.073 ± 0.006
<i>S. riobrave</i>	240	1.33 (0.000 – 0.000)	0.697 ± 0.082
<i>S. glaseri</i>	240	568.85 (-145.112-1155.610)	0.002 ± 0.000
<i>S. siamkayai</i>	240	134.30 (21.184–336.175)	1.091 ± 0.100
<i>S. minutum</i>	240	71.91 (0.000-0.000)	1.298 ± 0.251

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. glaseri*, *S. siamkayai* และ *S. minutum* ที่มีต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืช 5 ชนิด คือ หนอนกินรังผึ้ง หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนใยผัก พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. glaseri*, และ *S. minutum* มีระดับความเป็นพิษสูงต่อหนอนกินรังผึ้งและสูงกว่า ไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* และ *S. riobrave* มีระดับความเป็นพิษสูงต่อหนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก และ หนอนเจาะสมอฝ้ายและสูงกว่าไส้เดือนฝอยสายพันธุ์อื่น และไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ยังมีระดับความเป็นพิษต่อหนอนใยผักสูงกว่าไส้เดือนฝอยสายพันธุ์อื่นด้วย

ระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* spp. นอกจากจะแสดงถึงศักยภาพในการกำจัดหนอนผีเสื้อศัตรูพืชได้ดีแล้ว ยังสามารถนำมาใช้เป็นค่ามาตรฐานเพิ่มเติมในการกำหนดและตรวจสอบคุณภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงร่วมกับมาตรฐานเดิมที่มีอยู่ให้มีความน่าเชื่อถือต่อผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การที่ไส้เดือนฝอยแต่ละชนิดมีระดับความเป็นพิษต่อหนอนผีเสื้อแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากแมลงมีการสร้างภูมิคุ้มกันตัวเอง ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิด และลักษณะสัณฐานทางสรีระของแมลงและไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง ดังนั้นการศึกษาระดับความเป็นพิษของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงที่มีต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืชนั้น จึงควรมีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหนอนแต่ละชนิดด้วยเพื่ออธิบายปัจจัยต่างๆ ได้อย่างชัดเจน และควรนำค่า LC₅₀ ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปทดสอบหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมกับหนอนผีเสื้อแต่ละชนิด เพื่อพัฒนาใช้ควบคุมหนอนผีเสื้อศัตรูพืชต่างๆ ในสภาพไร่ต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : 1. ได้ทราบค่า LC₅₀ ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง Steinernema สายพันธุ์ต่างๆ ต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืชที่สำคัญ
2. ได้ค่ามาตรฐานในการกำหนดคุณภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ต่างๆ

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) : ขอขอบคุณ คุณบุษกร เพียงพรหม คุณประยูร จันทน์นาม คุณนงลักษณ์ จันเชย คุณสมพิศ อุบัติ คุณวัชรา แจ่มจันทร์ คุณอำไพ หาญมนตรี คุณบำรุง อินทโชติ และทีมงานทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยปฏิบัติงานทดลองครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

- จรรยา จันทรไพแสง. ม.ป.ป. แมลงศัตรูผัก และวิธีการควบคุม. หน้า 1-17. ใน: โครงการอบรมวิชาการ: การผลิตผักปลอดภัยในระบบไฮโดรโปนิกส์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วสกร บัลลังก์โพธิ์. ม.ป.ป. พิษวิทยาเนเวศเบื้องต้น. เอกสารคำสอนวิชานิวศวิทยา. ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิไลวรรณ เวชยันต์ และสาทิพย์ มาลี. 2553. ศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ท้องถิ่น *Steinernama siamkayai* ในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชตระกูลกะหล่ำ. เอกสารวิชาการ รายงานผลงานวิจัยและพัฒนา ประจำปี กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 867-890.
- วัชรีย์ สมสุข. 2544. ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง. หน้า 209-244. ใน พิมลพร นันทะ ผู้รวบรวม. เอกสารวิชาการการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. คลินิกพืช. (ระบบออนไลน์).
<http://www.agriqua.doae.go.th/plantclinic/Clinic/plant/index.html>
(13 มีนาคม 2561)
- Adiroubane, D., R. Tamilselvi and V. Ramesh. 2010. Efficacy of *Steinernema siamkayai* against certain crop pests. *J. of Biopesticides*. 3(1): 180-185.
- Akhurst, R.J. 1980. Morphological and functional dimorphism in *Xenorhabdus* sp.

- Bacteria symbiotically associated with insect pathogenic nematode *Neoaplectana* and *Heterorhabditis*. *J.Gen. Microbiol.* 121: 303 – 309.
- Banu, J.G., B.D. Jothi and N-G, Narkhedkar. 2007. Susceptibility of different stages of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to entomopathogenic nematodes. *Int.J.of Nematology.* 17(1): 41-45.
- Belair, G., Y. Fournier and N. Dauphinais. 2003. Efficacy of Steinernematid nematodes against three insect pests of crucifers in Quebec. *J. of Nematology.* 35(3): 259-265.
- Chitra, P., M. Sindhu., K. Sujatha., P. Dhevagi., A. Jeyasankar and R. Tamilselvi. 2017. Pathogenicity and mortality bioassay of *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) infected with four *Steinernema* sp. isolated from different agro-ecosystem. *Int.J. of Zoology and Applied Biosciences.* 2(1): 14-20.
- Chongchitmate, P., V. Somsook., P Hormchan and N. Visarathanonth. 2005. Bionomics of entomopathogenic nematode *Steinernema siamkayai* Stock, Somsook and Reid (n. sp.) and its efficacy against *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 39: 431-439.
- Forschler, B.T. and W.A. Garner. 1991. Parasitism of phyllophaga *birticula*(Coleoptera: Scarabaeidae) by *Heterorhabditis helithidis* and *Steinernema carpocapsae*. *J. of Invertebrate pathology.* 58: 396-407.
- Georgis, R. and N.G.M. Hague. 1981. A neoaplectanid nematode in the larch sawfly *Cephalciariciphila* (Hymenoptera: Pamphiliidae). Pages 171-177. *In: Annals of Applied Biology* 99.
- Kim, H.H., S.R. Cho, D.W. Lee, S.M. Lee and H.Y. Choo. 2006. Biological control of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) with entomopathogenic nematode (Steinernematid and *Heterorhabditis*) in greenhouse. *The Korean Journal of pesticide science.* 10(4): 335-343.
- Noosidum, A. 2011. Characterization of new entomopathogenic nematodes from Thailand: foraging behaviors and their vilulence to selected agriculture pests. Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- Peter, A. and R-U. Ehlers. 1994. Susceptibility of leather jackets (*Tipula paludosa* and *Tipula oleracea*; Tipulidae; Nematocera) to the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* *J. of Invertebrate pathology.* 63: 163-171.

- Radhakrishnan, S and S. Shanmugan. 2017. Bioefficacy of entomopathogenic nematodes against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in Bhendi. *Int.J.Curr. Microbiol.App.Sci.* 6(7): 2314-2319.
- Rao, I., A. K. Chaubey., A Rana. A.H. Bhat. 2015. Virulence and recycling potential of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) from Saharanpur district, western Uttar Pradesh, India. *J.of Entomology and Zoology Studies.* 4(1): 27-32.
- Renn, N. 1988. Routes of penetration. of entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* attacking larval and adult house flies (*Musca domestica*). *J. of Invertebrate pathology.* 72: 281-287.
- Tolera, G., T. Hailu., M. Dawd., M. Negeri and T. Selvaraj. 2016. Evaluation of entomopathogenic nematode against diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on cabbage under laboratory and glasshouse conditons. *Int.J. of Agricultural Technology.* 12(5): 879-891.