ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

T098840

เรื่อง

ผลของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย (*Steinernema siamkayai*) ต่อแมลงห้ำชนิดแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia annulipes*(Lucas)) (Dermaptera:Carcinophoridae)

Effects of entomopathogenic nematode,*Steinernema siamkayai* on the predaceous earwig, *Euborellia annulipes*(Lucas) (Dermaptera:Carcinophoridae)

โดย

นายอนุรักษ์ ชนาเทพาพร

Mr. Anurak Chanatepaporn

วพ.
ว199 ผ
2549

สบหมู่.....
เลขทะเบียน.....98840
วัน.เดือน.ปี.....12 JUN 2009

.b.....11717308
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญาตรี

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ผลของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย (*Steinernema siamkayai*) ต่อ
แมลงห้ำชนิดแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia annulipes* (Lucas)) (Dermaptera:Carcinophoridae)

Effects of entomopathogenic nematode,*Steinernema siamkayai* on the predaceous earwig,
Euborellia annulipes(Lucas) (Dermaptera:Carcinophoridae)

โดย

นายอนุรักษ์ ชนาเทพาพร

Mr. Anurak Chanatepaporn

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รศ. ดร. รัตนา ปรมาคม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ชวาลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 2 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ผลของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย (*Steinernema siamkayai*) ต่อแมลงห้ำชนิดแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia annulipes*(Lucas)) (Dermaptera:Carcinophoridae)

โดย : นายอนุรักษ์ ชนาเทพาพร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....

(รศ. ดร. รัตนา ปรมาคม)

...../...../.....

จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia annulipes* (Lucas))ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยการแยกเลี้ยงแมลงหางหนีบ 1ตัวต่อกล่องไว้ในภาชนะขนาดเล็กพร้อมให้อาหารและน้ำ พบว่าภายใต้อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส แมลงหางหนีบใช้เวลาในการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงช่วงที่ตัวเต็มวัยที่เริ่มวางไข่อีกครั้ง เท่ากับ 59.7 วัน โดยใช้เวลาในแต่ละระยะตั้งแต่ไข่ตัวอ่อนทั้งหมด 4 ระยะจนถึงตัวเต็มวัยวางไข่ดังนี้ 5.8±0.91 6.6±0.51 6.5±1.08 14.9±1.10 11.9±1.52 และ 14±1.73 วัน และมีความยาวเฉลี่ย 0.07±0.01 0.39±0.02 0.55±0.07 0.74±0.05 1.07±0.10 และ 1.25±0.52 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนการศึกษาการดูแลกลุ่มไข่ของแม่แมลงหางหนีบเพศเมียนั้นเพื่อให้ทราบว่าพฤติกรรมการดูแลไข่ของแมลงหางหนีบมีผลต่อการฟักเป็นตัวอ่อนหรือไม่ ทำโดยการแยกกลุ่มไข่เป็น 3กลุ่มทดลองคือ มีแม่แมลงหางหนีบ ไม่มีแม่แมลงหางหนีบ และมีแม่แมลงหางหนีบแต่ไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่นั้นๆ พบว่าการดูแลไข่ของแม่แมลงหางหนีบมีผลต่อการฟักเป็นตัวอ่อนของไข่อย่างยิ่ง โดยในกลุ่มไข่ที่ปราศจากแม่แมลงหางหนีบและมีแมลงหางหนีบที่ไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่ที่แท้จริงนั้น ไข่ของแมลงหางหนีบไม่มีการฟักออกมาเป็นตัวอ่อนเลยแม้แต่ตัวเดียว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีแม่แมลงหางหนีบดูแลกลุ่มไข่ที่มีการฟักออกมาเป็นตัวอ่อนเฉลี่ย 50.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการศึกษาผลของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย (*Steinernema siamkayai*)ต่อแมลงหางหนีบสีดำ เพื่อให้รู้ว่าแมลงหางหนีบซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์จะได้รับผลกระทบจากไส้เดือนฝอยหรือไม่ เมื่อทำการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยการใช้ ไส้เดือนฝอยที่อัตรา 23ตัว/พื้นที่ 1.76ตารางเซนติเมตร ใส่ลงในแต่ละช่องของ multiwell plate พร้อมใส่แมลงหางหนีบลงไปในแต่ละ

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องและบันทึกผลการตายของแมลงหางหนีบที่เกิดจากไส้เดือนฝอยที่เวลา 24และ 48ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าแมลงหางหนีบในระยะตัวเต็มวัยมีการตายมากที่สุดคือ 20 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 48 ชั่วโมง รองลงมาคือตัวอ่อน วัย 4และ 3ซึ่งมีอัตราการตายเท่ากับ 15 และ 5เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการตายที่ 24 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือตายเท่ากับ 15 , 5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในตัวอ่อนวัย 1และ 2ไม่พบการตายที่เกิดจากไส้เดือนฝอยแต่อย่างใด ดังนั้นแมลงหางหนีบสีดำจึงไม่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Effects of entomopathogenic nematode, *Steinernema siamkayai* on the predaceous earwig, *Euborellia annulipes*(Lucas) (Dermaptera:Carcinophoridae)

By : Mr. Anurak Chanatepaporn

Degree : *Bachelor of Science in Agriculture*

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : .....Ratana Poramarcom.....

(Assoc. Prof. Dr. Ratana Poramarcom)

.....1/.....May/.....2007.....

The ringlegged earwig, *Euborellia annulipes* (Lucas) was reared individually under the laboratory temperature of 28-32 °C. It was found that the life cycle was completed in 59.7 days. The duration of eggs, nymphs (four stages) and adults was 5.8±0.91 , 6.6±0.51 , 6.5±1.08 , 14.9±1.10 , 11.9±1.52 and 14±1.73 days with the averaged length of 0.07±0.01, 0.39±0.02 , 0.55±0.07 , 0.74±0.05 , 1.07±0.10 and 1.25±0.52 cm respectively. Significance of maternal care on egg clutches was studied by holding each egg clutch in one of the three different ways, with a maternal female, without any female and with a non-maternal female. The results showed that maternal care has positive influence on egg hatch. Only the egg clutch with a maternal female hatched 50.52% whereas others did not hatch. Infection of the entomopathogenic nematode, *Steinernema siamkayai* in the ringlegged earwig which was a predacious species was tested in laboratory assays. An earwig was exposed to the infective juvenile stage of the nematode in filter paper arena with a dosage of 23 nematodes/1.7 sq.cm. of each well in a multiwell plate. Earwig mortality was recorded at 24 and 48 hrs. after the test. The results showed the highest adult mortality of 20% at 48 hrs. Mortality of 4th and 3rd stage nymphs was 15 and 5%, respectively. Mortality at 48 hrs. was significantly higher than that of 24 hrs. i.e. 15, 5 and 0%, respectively. However, 1st and 2nd stage nymphs were not infected. Therefore, the ringlegged earwigs were not severely infected by this species of entomopathogenic nematode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ รศ. ดร .รัตนา ปรมาคม ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จเรียบร้อยและสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร .นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด และเจ้าหน้าที่กลุ่มงานไส้เดือนฝอย กรมวิชาการเกษตร ที่อนุเคราะห์ให้ตัวอย่างไส้เดือนฝอยและกรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชที่ได้ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ และนางสาวกิ่ง แสงโสโค ที่ได้ให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณ บิดา มารดา และพี่ทุกคนของข้าพเจ้า ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านปัจจัย และกำลังใจที่มีให้เสมอมา ตลอดจนขอบคุณเพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

อนุรักษ์ ชนาเทพาพร

พฤษภาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....iii
คำนิยม.....iv
สารบัญ.....v
สารบัญตาราง.....vi
สารบัญภาพ.....vii
คำนำ.....1
วัตถุประสงค์.....5
อุปกรณ์และวิธีการ.....6
ผลการทดลอง.....13
วิจารณ์ผลการทดลอง.....17
สรุปผลการทดลอง.....20
เอกสารอ้างอิง.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. วงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ(*E. annulipes)*.....13
2. ผลของการดูแลไข่ของแม่แมลงหางหนีบต่อ.....14
การฟักเป็นตัวอ่อนของแมลงหางหนีบสีดำ (*E. annulipes)*
3. เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางหนีบสีดำ(*E. annulipes*).....15
ในวัยต่างๆ จากผลของไส้เดือนฝอยกำจัด
แมลงสายพันธุ์ไทย (*S. siamkayai*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1. กล่องเลี้ยงแมลงหางหนีบ.....6
2. ไส้เดือนฝอย (*Steinernema siamkayai*) 7
3. วิธีการเก็บหัวเชื้อไส้เดือนฝอยจากซากแมลงในกล่องปิด.....8
4. จานเลี้ยงเชื้อพลาสติกสำหรับใช้ในการนับจำนวนไส้เดือนฝอย.....9
5. ภาชนะทรงกลมขนาดเล็กที่ใช้ศึกษาวงจรชีวิตแมลงหางหนีบ.....10
6. ลักษณะของ multiwell plate.....12
7. ลักษณะของซากแมลงหางหนีบที่ตาย.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นต้นเหตุหลักของปัญหาสุขภาพทั้งผู้ใช้และผู้บริโภค เนื่องจากได้รับสารเคมีตกค้างอยู่ในผลผลิต ทุกวันนี้ประสิทธิภาพของสารเคมีนับวันจะยิ่งลดลง เนื่องจากแมลงศัตรูพืชสามารพัฒนาตนเองให้มีความต้านทานต่อสารเคมีได้มากขึ้นเรื่อยๆ อีกทั้งมีผลข้างเคียงซึ่งทำลายแมลงที่มีประโยชน์อื่นๆ อีกด้วย ปัจจุบันจึงมีการนำเอาสิ่งมีชีวิตมาควบคุมสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง ซึ่งก็คือการควบคุมโดยชีววิธี (biological control) ที่หมายถึงการใช้ศัตรูธรรมชาติได้แก่ ตัวห้ำ ตัวเบียน รวมทั้งเชื้อโรคและไส้เดือนฝอย เป็นตัวควบคุมศัตรูพืช

แมลงหางหนีบ (earwigs) เป็นแมลงที่อยู่ใน อันดับ Dermaptera เป็นแมลงขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บนพื้นดินที่มีแหล่งกำบังตัว เช่น เศษใบไม้ โดยทั่วไปในหลายสายพันธุ์จะไม่มีปีกซึ่งส่วนใหญ่จะกินเศษซากไม้เป็นอาหาร แต่สำหรับในบางสายพันธุ์จะเป็นผู้ล่าที่กินแมลงชนิดอื่นๆ เป็นอาหาร โดยสามารถสังเกตชนิดของแมลงหางหนีบได้ง่ายๆ จากลักษณะเด่นบริเวณปลายท้องที่จะมีอวัยวะคล้ายคีมสำหรับใช้ต่อสู้ป้องกันตัวและใช้ในการจับเหยื่อ (นุชรีย์,ทัศนีย์,2546) แมลงหางหนีบนับว่าเป็นตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชในกลุ่มศัตรูพืชผักเป็นอย่างมาก สำหรับเพลี้ยอ่อนหรือไข่แมลงจะจับกินโดยตรง และหากเป็นตัวหนอนแมลงหางหนีบจะใช้แพนหางที่มีลักษณะคล้ายคีมเข้าหนีบตัวเหยื่อก่อนที่จะกิน (วิวัฒน์,2536) จากพฤติกรรมการดำรงชีวิตที่ได้กล่าวมาแมลงหางหนีบจึงมีศักยภาพในการควบคุมแมลงที่อยู่ในที่ยากจะทำการป้องกันกำจัด เช่น หนอนกออ้อยที่จะอยู่บนต้นอ้อย ซึ่งแตกเป็นกอ และมีใบหนาแน่นปกคลุมเต็มพื้นที่ปลูก การฉีดพ่นสารเคมีทำได้ไม่ทั่วถึง และหากต้นอ้อยมีขนาดสูงใหญ่มาก เกษตรกรจะไม่สามารถเข้าไปฉีดพ่นสารเคมีได้เลย

แมลงหางหนีบสีดำ (ringlegged earwigs) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Euborellia annulipes* (Lucas) อยู่ในวงศ์ Carcinophoridae (John , 1999) มีการแพร่กระจายทั่วไปในแถบอเมริกาใต้และฮาวาย แมลงหางหนีบสีดำจะออกหากินเวลากลางคืน ซึ่งสามารถกินได้ทั้งพืชและสัตว์ โดยในบางพื้นที่ที่มีการปลูกสวนผักรวมทั้งในเรือนกระจก ปรากฏการรบกวนของแมลงหางหนีบสีดำในพืชผัก รวมทั้งมีรายงานความเสียหายที่เกิดกับราก หรือส่วนหัวใต้ดินของพืชหลายชนิด เช่น มันฝรั่ง มันเทศและส่วนฝักของถั่วลิสงอีกด้วย แต่ความเสียหายดังกล่าวเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยและไม่มีความสำคัญมากนัก แต่สำหรับบทบาทในการเป็นแมลงห้ำนั้น แมลงหางหนีบสีดำจัดว่ามีศักยภาพสูงในการควบคุมศัตรูพืชในกลุ่มหนอนกอ หนอนด้วงและเพลี้ยจักจั่น ได้เป็นอย่างดี สำหรับพฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์นั้นแมลงหางหนีบจะเริ่มจับคู่ผสมพันธุ์ หลังจากเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยได้ 1-2 วัน หลังจากจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว 10-15 วัน ตัวเมียจะแยกจากตัวผู้เพื่อไปสร้างช่องว่างเล็ก ๆ ในดินเพื่อใช้สำหรับวางไข่ โดยหลังจากวางไข่แล้วตัวเมียจะดูแลและป้องกันกลุ่มไข่จาก ไร เชื้อราและจากผู้บุกรุกทั้งหลายไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตอื่น หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมลงหางหนีบสีดำด้วยกันก็ตาม รวมทั้งทำความสะอาดและคอยย้ายที่กลุ่มไข่อีกด้วย ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกลุ่มไข่ โดยตัวเมียจะคอยดูแลกลุ่มไข่จนตัวอ่อนฟักและจะจากไปหลังตัวอ่อนฟักประมาณ 10 วัน ซึ่งภายหลังการวางไข่ของตัวเมียในแต่ละครั้งตัวเมียจะอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมไประยะหนึ่ง (Klostermeyer ,1942)

วงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำจะมีความสัมพันธ์กับสภาพอากาศเป็นอย่างยิ่ง Klostermeyer (1942) ได้ทำการศึกษาจำนวนรุ่นของแมลงหางหนีบชนิดนี้ในช่วงระยะเวลา 1 ปีภายใต้สภาวะห้องเรือนกระจกพบว่าแมลงหางหนีบสีดำจะมีจำนวนรุ่นใน 1 ปีได้ถึง 3 รุ่น ในช่วงฤดูใบไม้ผลิ ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว แต่จากการสังเกตจำนวนรุ่นใน 1 ปี ในสภาพแปลงกลับพบเพียง 2 รุ่นในช่วงฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วงเท่านั้น ส่วนในช่วงฤดูหนาวนั้นพบว่าตัวเต็มวัยจะมีพฤติกรรมหลบซ่อนลงในดินเพื่อรอคอยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ไข่ของแมลงหางหนีบสีดำมีรูปร่างกลม หรืออาจเป็นรูปไข่ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 มิลลิเมตร แรกเริ่มไข่จะมีสีขาวนวลและจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น เมื่อมีการพัฒนาของตัวอ่อนภายใน โดยทั่วไปตัวเมีย 1 ตัว จะวางไข่ได้ 1-7 ครั้ง จำนวนไข่ที่วางในแต่ละครั้งเฉลี่ยแล้วประมาณ 50 ฟอง การวางไข่ของตัวเมีย 1 ตัวรวมแล้วสามารถวางไข่ได้ถึง 100-200ฟอง ระยะไข่มีช่วงเวลา 6-17 วัน ระยะตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยเพียงแต่มีขนาดที่เล็กกว่า ส่วนของปีกยังไม่ปรากฏ ส่วนของหัวและท้องมีสีน้ำตาลออกดำ สำหรับส่วนอกจะมีสีอ่อนกว่าเล็กน้อย ทั่วไปจะเป็นสีออกเทา หรือน้ำตาลเหลือง ส่วนขาจะมีสีขาวและมีแถบสีดำเป็นวงพาดผ่านตรงช่วง femur แพนหางที่มีลักษณะคล้ายคีมยาวปานกลางและไม่โค้งมาก โดยทั่วไปแมลงหางหนีบสีดำจะมีตัวอ่อน 5 วัย แต่ในบางครั้งอาจพบวัย 6 ได้เช่นกัน ซึ่งในแต่ละวัยของแมลงหางหนีบสีดำค่อนข้างแยกแยะได้ยากว่าอยู่ในวัยใด สำหรับวิธีที่มีการใช้กันมากที่สุดคือการนับจำนวนปล้องของหนวด จำนวนปล้องของหนวดตั้งแต่วัย 1-6 เท่ากับ 8, 11, 13, 14 -15, 15 -16 และ14 -17 ตามลำดับ ความยาวตั้งแต่วัย 1-6 เท่ากับ 3.0-4.7, 3.9-6.9, 5.7-7.7, 6.7-10.8, 8.7-13.2 และ 9.8-12.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ Bharadwaj (1966) ได้รายงานข้อมูลด้านระยะเวลาการเจริญเติบโตในแต่ละวัยของแมลงหางหนีบสีดำ ภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 21 – 23 องศาเซลเซียส ดังนี้ วัย 1 เท่ากับ 11.8 วัน วัย 2 เท่ากับ10.6 วัน วัย 3 เท่ากับ 13.4 วัน วัย 4 เท่ากับ 16.3 วัน วัย 5 เท่ากับ 20.1 วันและวัย 6 เท่ากับ 27 วัน รวมเวลาทั้งหมดประมาณ 99 วัน ตัวเต็มวัยมีความยาว 12-16 มิลลิเมตร และมีสีน้ำตาลดำ ตัวเมียจะมีขนาดใหญ่และช่วงท้องบางกว่าตัวผู้ ข้อแตกต่างระหว่างตัวเต็มวัยและตัวอ่อนที่เห็นได้ชัดคือ ส่วนขาของตัวเต็มวัยจะมีสีที่ซีดขาวกว่าในตัวอ่อนและมีแถบสีดำพาดผ่านช่วงกลางของทั้ง femurและtibia ในขาทุก ๆ ข้าง สำหรับส่วนของแพนหางที่คล้ายคีมสามารถใช้ในการแยกแยะเพศได้ โดยในเพศผู้แพนหางจะโค้งกว่าและแพนหางข้างขวาจะยกขึ้นเกยกับข้างซ้ายเล็กน้อย ตัวเต็มวัยมีช่วงชีวิตที่ยาว ซึ่งสามารถมีชีวิตอยู่ได้มากกว่า 200 วัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อจำนวนประชากรของแมลงหางหนีบสีดำคือพฤติกรรมการกินกันเอง สำหรับในแมลงหางหนีบสีดำนั้นยังไม่มีการรายงานยืนยันแน่นอนถึงศัตรูธรรมชาติ ที่พบเจอส่วนใหญ่จะเป็นศัตรูธรรมชาติพวกแมลงหางหนีบสายพันธุ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกัน เช่น european earwig, *Forficula auricularia* Linneaus วงศ์ Forficulidae ยังมีแมลงวันตัวเบียน วงศ์ Tachinidae และเชื้อรา แต่สำหรับในแมลงหางหนีบสีดำนั้นปัจจัยที่มีความสำคัญในการอยู่รอดมากที่สุดคือ พฤติกรรมการกินกันเอง เช่น การกินไข่และตัวอ่อนของตัวเต็มวัยนั่นเอง (Klostermeyer ,1942)

ไส้เดือนฝอย (nematode) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่มีกระดูกสันหลัง แบ่งแยกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะของการดำรงชีวิต และการกินอาหารออกเป็น 4 กลุ่ม คือ ไส้เดือนฝอยที่พบในน้ำเค็ม ไส้เดือนฝอยหากินอิสระในดินและน้ำ ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช และ ไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูในคน และสัตว์ ซึ่งแบ่งแยกย่อยเป็นไส้เดือนฝอยที่มีความสัมพันธ์กับแมลง พบมากกว่า 40 วงศ์ เป็นพาราสิตภายในตัวแมลง (insect parasitic nematode) และมีไส้เดือนฝอยเพียง 2 วงศ์เท่านั้น ที่ทำให้เกิดโรคในแมลง (entomopathogenic nematode) คือ วงศ์ Steinernematidae และ Heterorhabditidae (นุชนารถ, 2544)

ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Steinernematidae เรียกชื่อสามัญว่า steinernematid ค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1923 โดย Steiner (Steiner ,1923) ในประเทศเยอรมัน ได้มีการศึกษาและพัฒนาไส้เดือนฝอยชนิดนี้เป็นเวลามากกว่า 80 ปีซึ่งพบว่าไส้เดือนฝอยมีแบคทีเรียแกรมลบในวงศ์ Enterobacterioceae สกุล *Xenorhabdus* sp. อยู่ร่วมกันในลักษณะพึ่งพาอาศัย (Poinar and Thomas,1966) โดยเซลล์ของแบคทีเรียเหล่านี้อาศัยอยู่บริเวณลำไส้ส่วนหน้าของไส้เดือนฝอย เป็นตัวพาแบคทีเรียเข้าสู่ตัวแมลง โดยผ่านทางช่องเปิดตามธรรมชาติของแมลง ได้แก่ ปาก ช่องขับถ่าย และรูหายใจทางผิวหนัง จากนั้นเข้าสู่ช่องว่างภายในตัวแมลงซึ่งมีน้ำเลือด ไส้เดือนฝอยจะปลดปล่อยแบคทีเรียสู่กระแสเลือดแมลงและร่วมกันสร้างสารพิษทำให้แมลงเกิดภาวะเลือดเป็นพิษ (septicemia) และตายอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่เกิน 48 ชม. ไส้เดือนฝอยจะเจริญเติบโตอยู่ภายในแมลงที่ตายแล้วประมาณ 2-3 ชั่วอายุ ขึ้นอยู่กับขนาดของแมลง เมื่อแมลงที่ตายเริ่มแห้งเป็นซาก ไส้เดือนฝอยตัวอ่อนระยะที่สาม (third-stage juvenile) จะสะสมอาหารสำรองและดูดกลืนเซลล์แบคทีเรียเก็บไว้ในลำไส้ส่วนหน้าและเคลื่อนตัวออกจากซากของแมลง เพื่อรอแมลงเหยื่อตัวใหม่ต่อไป (Poinar,1990)

นักวิจัยได้มีการศึกษาถึงการกระจายตัวของไส้เดือยฝอยที่มีคุณสมบัติในการกำจัดแมลง เพื่อค้นหาชนิด และ สายพันธุ์ใหม่ ๆ ในเขตต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งการสำรวจหาไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย ได้เริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2539 โดยกลุ่มงานไส้เดือนฝอย กรมวิชาการเกษตร ไส้เดือนฝอยที่แยกได้จากดินในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ได้มีการจำแนกเป็นไส้เดือนฝอยชนิดใหม่ซึ่งเป็นสายพันธุ์ไทย โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Steinernema* sp. Thai isolate (นุชนารถ ,2543)

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาชีววิทยาของไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย *Steinernema* sp. Thai isolate และความสามารถในการเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติในการควบคุมแมลง ในระดับห้องปฏิบัติการพบว่ามีวงจรชีวิต 4 วันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระดับของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนเป็นเพศผู้หรือเพศเมียและความสามารถในการเข้าทำลายแมลงทดสอบโดยพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วงระหว่าง 25 ถึง 35 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่ไส้เดือนฝอยเจริญเติบโตได้ดี มีอัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมียเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณรุ่นลูกได้สูงและไส้เดือยฝอยมีศักยภาพในการฆ่าแมลงตายได้เร็วที่สุด ไม่เกิน 12-18 ชั่วโมง ที่ช่วงอุณหภูมิดังกล่าว การทดสอบความรุนแรงในการทำให้เกิดโรคในหนอนกินรังผึ้ง พบว่าไส้เดือนฝอยอัตรา 10 ตัวต่อแมลง 1 ตัวสามารถทำให้หนอนกินรังผึ้งตาย 53 % ในเวลา 24 ชั่วโมง และจัดเป็นไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ทนร้อนที่มีศักยภาพในการฆ่าหนอนกินรังผึ้งตาย 100 % ในเวลา 22 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30และ35 องศาเซลเซียส และยังสามารถคงศักยภาพในการเข้าทำลายแมลงได้สูงที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส (นุชนารถ,2543)

มีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงขยายปริมาณไส้เดือนฝอยในอาหารเทียมได้สำเร็จตั้งแต่ปี ค.ศ.1931 โดย Glaser (Glaser ,1931) ได้เพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอย *S. glaseri* และ *S.carpocapsae* เป็นผลสำเร็จในอาหารวุ้นที่ประกอบด้วย ไตกระต่าย 1%และ วุ้น 1% เป็นอาหารที่ไม่มีเชื้ออื่นเจือปน ซึ่งในปัจจุบันนี้เทคนิคการเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยในอาหารเทียมนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือการเลี้ยงในอาหารเหลวและการเลี้ยงในอาหารชนิดแข็งกึ่งเหลว สำหรับการเลี้ยงในอาหารเหลวนั้นเป็นเทคนิคที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมการผลิต เพราะมีเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการหมักอยู่ในขบวนการผลิต ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายสูงเหมาะสมกับประเทศที่มีค่าแรงงานสูงและเจริญทางด้านเทคโนโลยี เช่น บริษัท Biosys ในสหรัฐอเมริกา ผลิตไส้เดือนฝอยในถังหมักขนาด 15,000-60,000 ลิตร ผลผลิตที่ได้ต่อครั้งสูงถึง 10,000 ล้านล้านตัว (Georgis, 1992) ส่วนการผลิตในอาหารชนิดแข็งกึ่งเหลว ใช้เทคโนโลยีต่ำกว่า มีขั้นตอนและวิธีการ ยุ่งยากน้อยกว่า วัสดุอุปกรณ์ราคาไม่สูงมาก งบลงทุนต่ำ ผลผลิตที่ได้คุ้มค่าเหมาะสมกับประเทศที่มีค่าแรงงานต่ำ แรกเริ่มการเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยมักทำในสภาพการเพาะเลี้ยงแบบ axenic culture ที่ไม่มีเซลล์ของแบคทีเรียร่วมด้วย ต่อมามีการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเป็นแบบ monoxenic culture ที่มี symbiotic bacteria ร่วมด้วย ซึ่งให้ผลผลิตไส้เดือนฝอยสูงกว่าแบบเดิม ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยยังสามารถนำไปเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ง่ายในอาหารเทียมราคาถูกหลายชนิด (นุชนารถ ,2544) โดยสูตรอาหารที่ให้ผลผลิตไส้เดือนฝอยได้สูงและมีราคาถูกมีการรายงานไว้ 3 สูตร คือ สูตรไตหมู สูตรนมถั่วเหลืองและสูตรอาหารสุนัขสำเร็จรูป โดยทั้ง 3 สูตรนี้มีต้นทุนการผลิตสำหรับอาหาร 1 ลิตร เท่ากับ 60 26 และ 21 บาท ให้ผลผลิตเฉลี่ย 636 488 และ 476 ล้านตัวตามลำดับ และ ยังมีการพัฒนาสูตรอาหารชนิดต่าง ๆหลากหลายชนิดเรื่อยมาอีกด้วยจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีงานวิจัยที่ได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงโดยวิธีง่ายๆ เช่น งานวิจัยทำการคิดค้นกระบวนการผลิตไส้เดือนฝอยที่ไม่ยุ่งยากและเกษตรกรสามารถทำได้เองโดยไม่ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาแพง โดยการนำเอาไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย ซึ่งมีคุณสมบัติทนร้อนมาเพาะเลี้ยงในอาหารชนิดแข็งกึ่งเหลวโดยไม่ต้องเลี้ยงร่วมกับแบคทีเรีย นุชนารถ (2546) นำมาเพาะเลี้ยงในภาชนะทนร้อนได้หลากหลายแบบไม่ว่าจะเป็นถุงพลาสติกทนร้อนที่ใส่ขดลวดขึ้นโครงแทนการใช้ขวดแก้วแบบต่าง ๆ และใช้ขี้เลื่อย เศษกากเส้นใยมะพร้าวแห้งที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือใช้ขุยมะพร้าวแห้งเป็นวัสดุคลุกอาหารแทนการใช้เศษฟองน้ำซึ่งไม่สามารถย่อยสลายได้ โดยนำเอาส่วนผสมของสูตรอาหารมาปั่นให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นจึงคลุกกับวัสดุคลุกอาหารที่เตรียมไว้ในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากนั้นจึงนำอาหารไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งที่เกษตรกรสามารถทำขึ้นได้เอง เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่ออาหารเย็นจึงใส่ไส้เดือนฝอยในอัตราที่เหมาะสมกับจำนวนอาหารบ่มเพาะและพักถุงเป็นเวลารวม 15 วันในอุณหภูมิห้องปกติไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส จากกระบวนการผลิตดังกล่าวจะได้ผลผลิตไส้เดือนฝอยในระยะที่ต้องการนำไปใช้ในการทำลายแมลง เฉลี่ยระหว่าง 10-15 ล้านตัวต่อถุง หรือ 300-500 ล้านตัวต่ออาหาร 1 ลิตร ต้นทุนอาหาร 40-60 บาทต่ออาหาร 1 ลิตร ผลผลิตที่ได้อาจแตกต่างกันไปตามแหล่งของโปรตีนที่ผสมกับวัสดุคลุกอาหาร

การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานเป็นการควบคุมศัตรูพืชที่ใช้มากกว่า 2 วิธีขึ้นไป ดังนั้นการเข้ากันได้ของการจัดการศัตรูพืชแบบต่างๆ จึงมีความสำคัญที่ต้องพิจารณาเช่นเดียวกัน ซึ่งหากว่าวิธีต่างกันนั้นส่งผลขัดแย้งต่อกันเองแล้วผลลัพธ์ของการจัดการศัตรูพืชอาจส่งผลในทางลบหรือไม่ส่งผลดีให้เห็นแต่อย่างใด ดังนั้นในบางโอกาสอาจมีการใช้ร่วมกันได้เพื่อเป้าหมายในการควบคุมแมลงศัตรูพืชคนละชนิด จึงต้องมีการพิจารณาถึงความปลอดภัยต่อกันโดยเฉพาะของแมลงห้ำและจุลินทรีย์ที่ใช้ในการกำจัดแมลง เป็นต้นว่าใช้แมลงหางหนีบสีดำร่วมกับไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย การพบกันของสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดนี้อาจส่งผลในด้านส่งเสริมการทำงานต่อกันหากเลือกใช้จังหวะเวลาที่ดีได้ หรือหากส่งผลขัดแย้งการทำงานต่อกันแล้วก็จะต้องทำการวิเคราะห์หาหนทางแก้ไขเช่นกัน

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

1. วงจรชีวิตและผลของการดูแลไข่ของแมลงหางหนีบสีดำ

2. ผลของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทยที่มีต่อแมลงหางหนีบสีดำทุกระยะการเจริญเติบโต ในสภาพห้องปฏิบัติการ (*in vitro*)

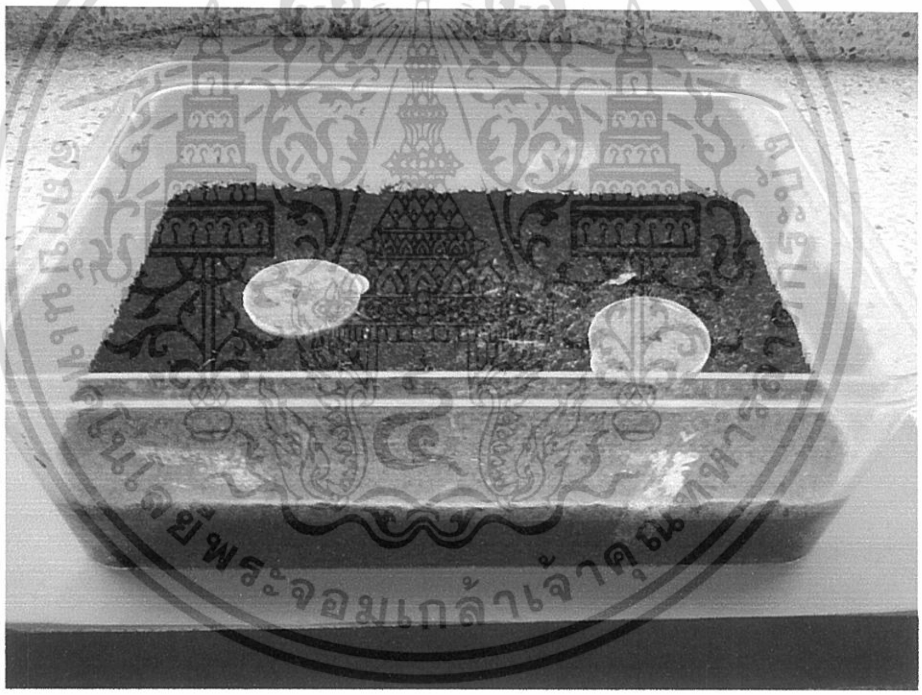
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

1. การเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำ *Euborellia annulipes* (Lucas)

นำเอาดินร่วนที่แยกเศษพืชออกไปแล้วมาอบด้วยความร้อนแห้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น ที่อุณหภูมิประมาณ 70 – 80 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะเป็นการฆ่าเชื้อโรค จากนั้นนำดินใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 17.5 × 25 × 9 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) โดยใส่ดินให้ได้ระดับประมาณ 1 ใน 3 ของความสูงกล่อง แต่ไม่ควรใส่ดินน้อยเกินไปเพราะจะทำให้ดินสูญเสียความชื้นได้ง่าย พ่นน้ำให้ดินมี



ภาพที่ 1. กล่องเลี้ยงแมลงหางหนีบ

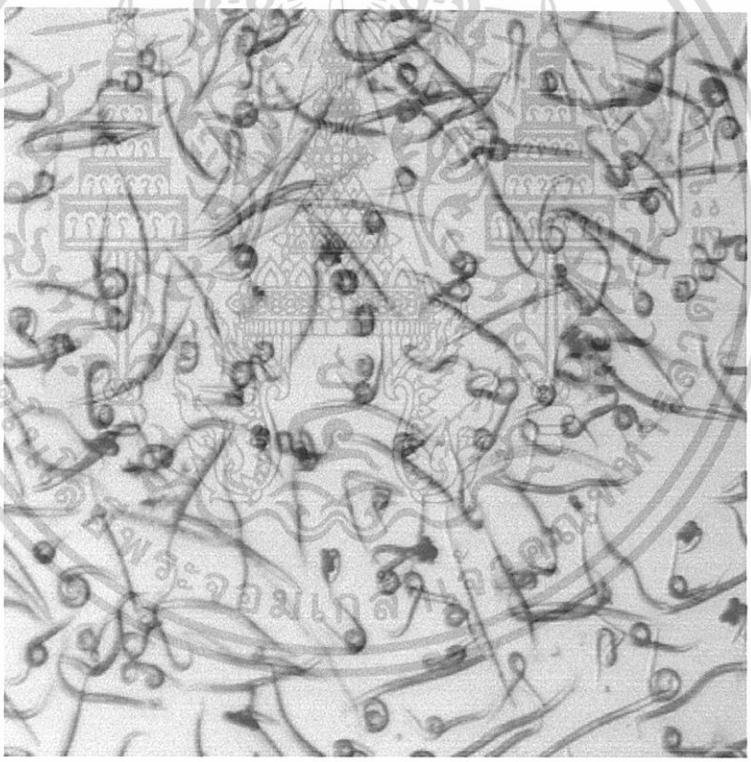
ความชุ่มชื้นประมาณ 30-40 % จากนั้นจึงนำแมลงหางหนีบ ทั้งเพศผู้และเพศเมียที่เตรียมไว้ ซึ่งได้รับจากกรมวิชาการเกษตรใส่ในกล่องจำนวน 50 คู่ และทำการให้อาหารโดยใช้อาหารแมวบดวางบนภาชนะขนาดเล็กที่มีการเจาะรูไว้ตรงกลางเพื่อให้แมลงหางหนีบสามารถขึ้นมากินได้ ซึ่งในระหว่างการเลี้ยงเพิ่มจำนวนต้องมีการพ่นน้ำให้ความชื้นเป็นระยะ และเปลี่ยนอาหารใหม่เมื่ออาหารเปลี่ยนสีหรือมีราขึ้น ทำการปิดฝากล่องด้วยฝาพลาสติกที่เจาะรูและปิดด้วยตาข่ายตาถี่ที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี การปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยฝาดังกล่าวเพื่อที่จะกันไม่ให้แมลงหางหนีบออกมานอกกล่องเลี้ยง และเป็นการป้องกันสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่จะเข้าไปทำลายแมลงหางหนีบอีกด้วย เมื่อแมลงหางหนีบจับคู่ผสมพันธุ์แล้วแมลงหางหนีบตัวเมียจะทำการเฝ้าไข่จนไข่ฝัก ซึ่งควรที่จะเปลี่ยนดินในกล่องเมื่อมีจำนวนแมลงหางหนีบมากเกินไปจนเกิดความแออัดในกล่องเลี้ยง หรือเมื่อพบเห็นไรตัวเบียนในกล่องเลี้ยง วิธีเลี้ยงนี้ดัดแปลงมาจาก ณัฐกฤต (2547) และทิวา (2546)

2. การผลิตหัวเชื้อไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย (*Steinernema siamkayai*)

นำเอาหนอนระยะสุดท้ายของด้วงหนอนนกมาใช้เป็นแมลงอาศัย (host) ของไส้เดือนฝอย (ภาพที่ 2) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก กลุ่มงานไส้เดือนฝอย กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2. ไส้เดือนฝอย (*Steinernema siamkayai*) (ที่มา : นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด)

โดยใช้ไส้เดือนฝอยที่อัตรา 1,000 ตัวในน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ปริมาณ 2 มิลลิลิตร มาหยดลงบนกระดาษที่ดูดซับน้ำได้ดี เช่น กระดาษฟาง หรือกระดาษทิชชู ที่ปูบนจานเลี้ยงเชื้อพลาสติก เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำเอาตัวหนอนประมาณ 20 ตัววางลงในจานเลี้ยงเชื้อ แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ไส้เดือนฝอยที่อยู่บนกระดาษซับน้ำจะเข้าสู่ตัวหนอนทางรูเปิดตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

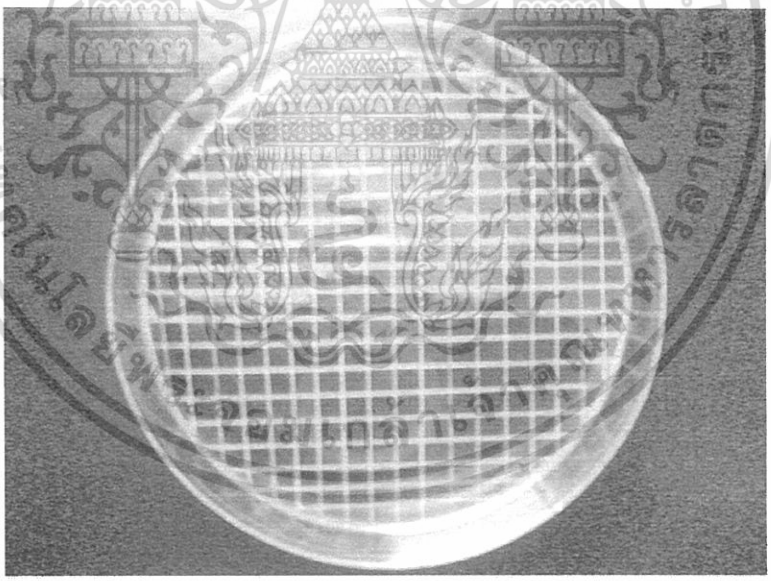
ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 1 วันเป็นต้นไปหนอนนกจะตาย ในขั้นตอนต่อมาจึงนำเอาซากหนอนที่ตายและเปลี่ยนเป็นสีดำ ออกมาจัดเรียงบนกระดาษฟางอีกชุดหนึ่งที่วางบนจานเลี้ยงเชื้อแก้ว โดยที่บนกระดาษฟางชุดนี้ต้องมีการฉีดน้ำให้เปียกชื้นทั่วแผ่น ต่อมาจึงทำการเรียงซากหนอนที่ได้มาจากขั้นตอนแรกลงบนกระดาษฟางให้เป็นระเบียบ (ภาพที่ 3) พร้อมทั้งนำดินร่วนน้ำหนักประมาณ 10 กรัมคลุมทับซากหนอนที่ตาย ต่อมาจึงเอามาหล่อบนน้ำในกล่องพลาสติกใสที่ปิดสนิท ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในช่วงเวลานี้ไส้เดือนฝอยมีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ภายในตัวหนอนประมาณ 2-3 ชั่วอายุขึ้นอยู่กับขนาดของหนอน ประมาณ 7-10วัน หลังจากที่มีการปล่อยไส้เดือนฝอยเข้าทำลายแล้ว ไส้เดือนฝอยระยะที่ 3 ซึ่งเป็นระยะเข้าทำลาย (infective juvenile) จะออกมาจากซากหนอนและจะเคลื่อนย้ายไปยังน้ำที่หล่อไว้รอบๆ จานเลี้ยงเชื้อ จะสังเกตเห็นน้ำเป็นสีขาวขุ่น ทำการรวบรวมเก็บน้ำที่หล่อเอาไว้ในกล่องปิดมาเทผสมกับสารละลายฆ่าเชื้อที่ผิว hyamine 0.1% โดยตั้งทิ้งไว้ 15 นาทีให้ไส้เดือนฝอยที่ยังมีชีวิตตกตะกอนลงสู่ก้นภาชนะ แล้วจึงทำการรินน้ำที่อยู่ด้านบนออกอย่างระวังไม่ให้ไส้เดือนฝอยที่ตกตะกอนอยู่ด้านล่างภาชนะไหลออกไป ทำด้วยวิธีการเดิมอีก 2 – 3 ครั้งด้วยน้ำกลั่น นับจำนวนและเก็บหัวเชื้อไส้เดือนฝอยที่ยังมีชีวิตผสมกับน้ำกลั่นในปริมาณ 2,000,000 ตัว/น้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และเก็บในภาชนะสะอาดที่มีพื้นที่กว้างเพื่อไม่ให้ไส้เดือนฝอยตกตะกอน และทับถมกันตาย เช่น ขวดชนิดแบนซึ่งตั้งวางในแนวนอนหรือดินวิทยาศาสตร์ (โพลิเมอร์ชนิดเกล็ด) ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอการนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 3. วิธีการเก็บหัวเชื้อไส้เดือนฝอยจากซากแมลงในกล่องปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ดินปกคลุมซากหนอนที่ตายนั้นเป็นเทคนิคเฉพาะของวิธีการผลิตหัวเชื้อไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย (นุชนารถ ,2547) ที่แตกต่างจากสายพันธุ์อื่นๆ ในการช่วยเพิ่มปริมาณของไส้เดือนฝอย เนื่องจากเมื่อไส้เดือนฝอยมีการเจริญเติบโตภายในซากหนอนประมาณ 5-7 วัน ผนังลำตัวของซากหนอนจะแตก ทำให้ตัวเต็มวัยของไส้เดือนฝอยโดยเฉพาะตัวเมียซึ่งอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมภายนอกจะตายถ้าหลุดออกมาจากซากหนอน ส่งผลให้การผสมพันธุ์ของไส้เดือนฝอยลดลง และเกิดการสูญเสียลูกหรือตัวอ่อนที่ต้องการมากกว่า 50 %

ในการเก็บหัวเชื้อไส้เดือนฝอยที่ยังมีชีวิตผสมน้ำกลั่น ต้องนำไส้เดือนฝอยที่ตกตะกอนใส่ในบีกเกอร์ และเติมน้ำกลั่นลงไปให้ครบ 500 มิลลิลิตร คนให้ไส้เดือนฝอยกระจายสม่ำเสมอ ต่อมาจึงทำการเจือจางปริมาณไส้เดือนฝอยในน้ำกลั่นโดยใช้ micropipette ดูดเอาไส้เดือนฝอยออกมาจากบีกเกอร์แรก 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ใบที่ 2 ใส่น้ำกลั่นลงไปให้ครบ 200 มิลลิลิตร แล้วคนให้กระจายจึงใช้ micropipette ดูดเอาน้ำกลั่นที่มีไส้เดือนฝอยออกมา 1 มิลลิลิตร มาหยดลงบนจานเลี้ยงเชื้อพลาสติกที่มีเส้นขีดเป็นตารางที่ก้นจาน (ภาพที่ 4) เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนไส้เดือนฝอยใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริ



ภาพที่ 4. จานเลี้ยงเชื้อพลาสติกสำหรับใช้ในการนับจำนวนไส้เดือนฝอย

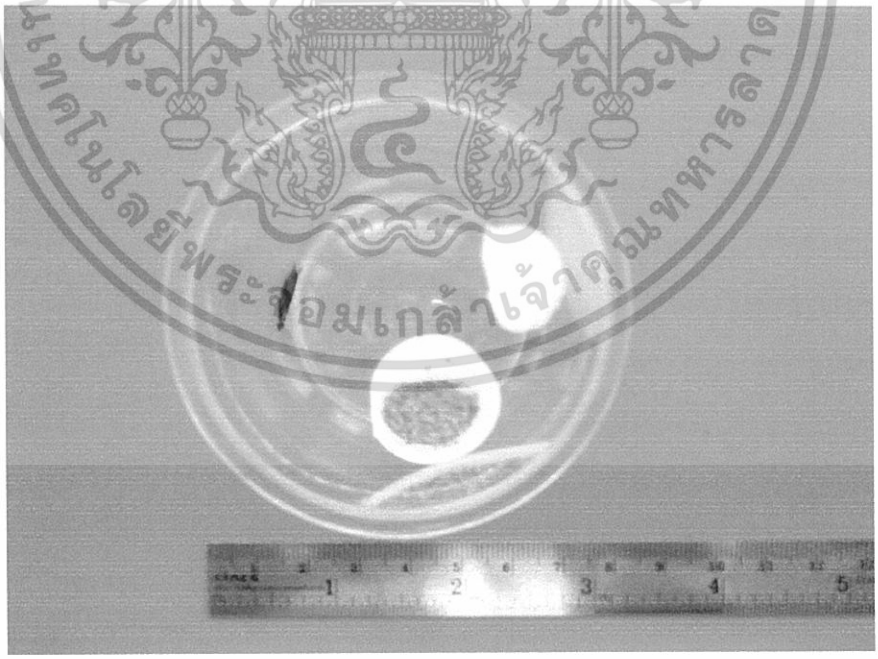
โอ ทำการนับ 2 ครั้ง ทำการคำนวณจำนวนไส้เดือนฝอยที่นับได้กลับไปเป็นจำนวนที่มีในบีกเกอร์ใบแรก เช่น หากนับค่าเฉลี่ยได้ 158 ตัว เมื่อทำการคูณด้วย 500 (ปริมาณน้ำกลั่นในบีกเกอร์ใบแรก) และ 200 (ปริมาณน้ำกลั่นในบีกเกอร์ใบที่ 2) จะได้เท่ากับ 15,800,000 หมายความว่าในน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรมีไส้เดือนฝอยอยู่ 15,800,000 ตัว ตั้งทิ้งไว้ให้ไส้เดือนฝอยในบีกเกอร์ใบแรกตกตะกอนจึงรินเอาน้ำด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านบนออกทิ้งทีละน้อย ปรับปริมาตรไส้เดือนฝอยให้ได้อัตราสุดท้ายที่ 2,000,000 ตัว/น้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นปริมาณเหมาะสมที่จะเก็บไว้ในดินวิทยาศาสตร์ปริมาณ 1 / 4 ช้อนชาเพราะปริมาณน้ำ 30 มิลลิลิตร จะทำให้ดินวิทยาศาสตร์ปริมาณนี้ดูดซับน้ำและพองตัวได้พอดีไม่แห้งหรือชื้นเกินไป ทำให้สามารถเก็บไส้เดือนฝอยให้มีชีวิตเพื่อรอการนำไปใช้ได้เป็นเวลานานกว่า 3 เดือน

การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ

เตรียมกล่องพลาสติกทรงกลมขนาดเล็กที่มีการเจาะรูระบายอากาศบนฝาแล้ว มาใช้ในการเลี้ยงแมลงหางหนีบซึ่งแยกเลี้ยง 1 ตัว ต่อ 1 กล่อง (ภาพที่ 5) โดยทำการเลี้ยง 10 ตัวเพื่อเก็บข้อมูลระยะเวลาที่แต่ละวัยเปลี่ยนเข้าสู่วัยใหม่และวัดความยาวตั้งแต่หัวจนถึงปลายแพนหางของแต่ละวัย โดยจะทำการวัดความยาวหลังจากที่แมลงหางหนีบมีการลอกคราบเข้าสู่วัยใหม่ทันที สำหรับในระยะไข่จะวัดความยาวเมื่อกลุ่มไข่ถูกวางแล้ว 5 วัน โดยข้อมูลระยะเวลาของตัวเต็มวัยจะบันทึกตั้งแต่เริ่มเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยจนถึงวางไข่ พร้อมทั้งบันทึกความยาวในเวลาเดียวกันนั้น ในระหว่างการเลี้ยงจะให้อาหารแมวบดในภาชนะขนาดเล็กและวางสำลีชุบน้ำลงในกล่องเลี้ยงด้วย โดยเลี้ยงในช่วงอุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส มีการให้น้ำและมีการเปลี่ยนอาหารอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงการเก็บข้อมูลวงจรชีวิต



ภาพที่ 5. ภาชนะทรงกลมขนาดเล็กที่ใช้ศึกษาวงจรชีวิตแมลงหางหนีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลของการดูแลไข่ของแม่แมลงหางหนีบสีดำ

ทำการทดลองโดยแยกกลุ่มไข่ของแมลงหางหนีบออกมาจากกล่องเลี้ยงมาใส่ในกล่องพลาสติกทรงกลมขนาดเล็กโดยแบ่งกลุ่มไข่ออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ได้แก่

1. ควบคุม (control) ทำการจับคู่กลุ่มไข่แต่ละกลุ่มกับแมลงหางหนีบที่เป็นแม่ของกลุ่มไข่นั้น ๆ

2. ไม่มีแม่แมลงหางหนีบ นำเอากลุ่มไข่มาใส่ในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ โดยปราศจากแมลงหางหนีบที่เป็นแม่ของกลุ่มไข่นั้น ๆ

3. ไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่ นำเอาไข่แมลงหางหนีบมาใส่ในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ร่วมกับแมลงหางหนีบเพศเมียที่ไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่นั้น ๆ

ทำการทดลอง 5 ซ้ำบันทึกจำนวนตัวอ่อนที่ฟักออกมาจากแต่ละกลุ่มไข่ ซึ่งก่อนทำการทดลองต้องทำการนับจำนวนไข่ในแต่ละกลุ่มไข่ เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบกับจำนวนตัวอ่อนที่ฟักออกมาในแต่ละกลุ่มการทดลองและทำการคำนวณค่า % ฟักของแต่ละกลุ่มไข่ เพื่อศึกษาว่าแม่แมลงหางหนีบจะมีผลต่อการฟักเป็นตัวอ่อนของไข่หรือไม่

การศึกษาผลของไส้เดือนฝอยต่อแมลงหางหนีบสีดำ

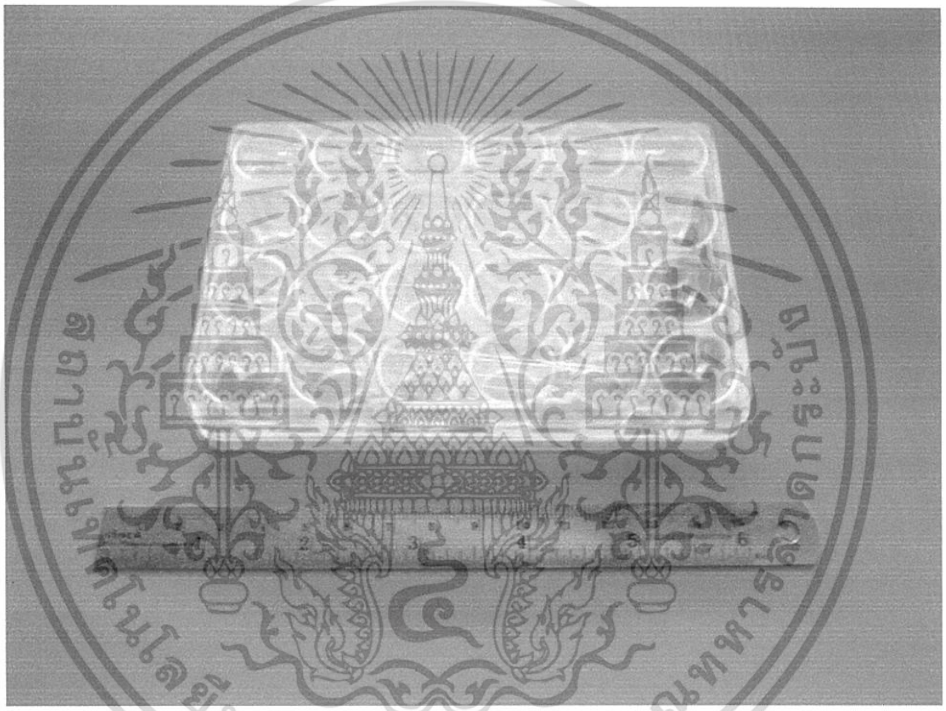
ทำการทดลองใน multiwell plate ซึ่งเป็นภาชนะพลาสติกใสขนาด 13×8.5×2.1 เซนติเมตร ที่มีช่องขนาดเล็กอยู่ 24 ช่อง (ภาพที่ 6) ในแต่ละช่องมีพื้นที่ 1.76 ตารางเซนติเมตร จะทำการใช้หัวเชื้อไส้เดือนฝอยที่ได้จากข้อ 1.2 ที่มีความเข้มข้น2,000,000 ตัว/น้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โดยจะทำการเจือจางลงด้วยการใช้ micropipette ดูดเอาน้ำกลั่นที่มีไส้เดือนฝอยออกมาแล้วหยดลงในน้ำกลั่นที่เตรียมไว้ซึ่งอยู่ในบีกเกอร์แก้วขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วจึงใช้ micropipette ดูดขึ้นมาทีละ 10 ไมโครลิตร หยดลงในแต่ละช่องของ multiwell plate ซึ่งการดูดขึ้นมาแต่ละทีนั้นอาจมากกว่าหรือน้อยกว่า 10 ไมโครลิตรก็ได้เพียงแต่ ปริมารถสุดท้ายของน้ำกลั่นที่จะอยู่ในแต่ละช่องของ multiwell plate จะต้องเท่ากับ 30 ไมโครลิตร จากนั้นจึงทำการนับไส้เดือนฝอยทีละตัวจนกว่าจะครบช่องละ 23 ตัวในน้ำ 30 ไมโครลิตร ซึ่งเป็นอัตราที่เทียบจากการใช้ไส้เดือนฝอยในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก ที่อัตรา 2,000,000 ตัว/5 ตารางเมตร ต่อมาจึงทำการหย่อนกระดาษฟางที่ตัดเป็นรูปวงกลมที่เท่ากับช่องของ multiwell plate ลงบนหยดน้ำ 30 ไมโครลิตรที่มีไส้เดือนฝอยซึ่งหยดลงในช่องอยู่ก่อนแล้ว รอจนหยดน้ำซึมเข้ากระดาษฟางจนหมด จึงทำการพลิกกระดาษฟางลงในช่องของ multiwell plate เพื่อไม่ให้ไส้เดือนฝอยที่อยู่บนกระดาษฟางถูกทับอยู่ที่ก้นของช่อง กดกระดาษลงให้แนบกับพื้นช่องให้เรียบร้อย จากนั้นจึงใส่แมลงหางหนีบลงไปในช่อง โดยใส่เพียง 1 ตัว ต่อ 1 ช่องเท่านั้น ปิดฝา multiwell plate และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการบันทึกผลที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ว่ามีแมลงหางหนีบตายหรือไม่เนื่องจากกลไกการ

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. ๒๕๓๗ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือกระทำการใดๆ ที่ละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้สร้างสรรค์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

93840

ทำงานของไส้เดือนฝอยจะเริ่มปรากฏตั้งแต่ 24 ชั่วโมงเป็นต้นไป ทำการทดลองวัยละ 20 ตัว ในทุก ๆ วัยของแมลงหางหนีบ ยกเว้นระยะไข่ โดยในทุกวัยของแมลงหางหนีบจะต้องมีกลุ่มควบคุมวัยละ 20 ตัวเปรียบเทียบอีกด้วย แล้วจึงคำนวณ % การตายในแต่ละวัย ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ทำการตรวจสอบซากของแมลงหางหนีบที่ตายว่าเป็นการตายเพราะไส้เดือนฝอยหรือไม่ โดยการนำซากมาบดด้วยแท่งแก้วบนจานเลี้ยงเชื้อแก้ว พร้อมทั้งมีการใส่น้ำเล็กน้อยเพื่อให้ไส้เดือนฝอยหลุดออกมาจากซาก จากนั้นจึงทำการตรวจหาไส้เดือนฝอยภายในซากด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ



ภาพที่ 6. ลักษณะของ multiwell plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ

จากการเก็บข้อมูลวงจรชีวิตและความยาวของแมลงหางหนีบในแต่ละวัย (ตารางที่ 1) พบว่า ไข่ ตัวอ่อนวัย 1 , 2 , 3 , 4 และ ตัวเต็มวัยเริ่มวางไข่ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 5.8±0.91 6.6±0.51 6.5±1.08 14.9±1.10 11.9±1.52 และ 14±1.73 วัน และมีความยาวเฉลี่ย 0.07±0.01 0.39±0.02 0.55±0.07 0.74±0.05 1.07±0.10 และ 1.25±0.52 เซนติเมตรตามลำดับ ระยะเวลาทั้งหมดที่แมลงหางหนีบมีการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยเฉลี่ยประมาณ 45.7 วันและจากไข่จนถึงตัวเต็มวัยที่เริ่มวางไข่รุ่นต่อไปโดยเฉลี่ยจากการทดลองนี้คือ 59.7 วัน แมลงหางหนีบมีการเปลี่ยนแปลงในด้านลักษณะของปล้องท้องรวมทั้งอวัยวะภายนอกอื่นๆ เช่น แพนหางที่มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากวัยก่อน อีกทั้งส่วนของแถบสีดำที่มีลักษณะเป็นวงที่อยู่บริเวณ femur ที่ปรากฏชัดขึ้นตามวัยของแมลงหางหนีบเช่นกัน โดยในส่วนของคราบที่แมลงหางหางหนีบลอกคราบออกมานั้นพบว่าในช่วงวัยที่ 1-3 นั้น หลังจากที่แมลงหางหนีบลอกคราบแล้วแมลงหางหนีบจะกินคราบจนหมดทุกส่วน แต่ในวัยที่ 4 นั้น แมลงหางหนีบจะไม่สามารถกินคราบที่เป็นส่วนของแพนหางได้จึงหลงเหลือส่วนของแพนหางไว้ในภาชนะเพาะเลี้ยง

ตารางที่ 1 วงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia annulipes*)

วัยของแมลงหางหนีบ	ค่าเฉลี่ยระยะเวลา (วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
ไข่	5.8	0.91	0.07	0.01
ตัวอ่อนวัย 1	6.6	0.51	0.39	0.02
ตัวอ่อนวัย 2	6.5	1.08	0.55	0.07
ตัวอ่อนวัย 3	14.9	1.10	0.74	0.05
ตัวอ่อนวัย 4	11.9	1.52	1.07	0.10
ตัวเต็มวัย	14	1.73	1.25	0.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลของการดูแลไข่ของแม่แมลงหางหนีบสีดำ

จากการนับจำนวนตัวอ่อนที่ฟักออกมาจากแต่ละกลุ่มไข่ พบว่าในการทดลองที่ไม่มีแม่แมลงหางหนีบและไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวอ่อนของแมลงหางหนีบไม่มีความแตกต่างกัน(ตารางที่2) คือไม่ฟักเลย แต่เปอร์เซ็นต์ฟักออกจากกลุ่มควบคุมเท่ากับ 50.52 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมากกว่าทั้ง 2 กลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กลุ่มไข่ที่มีแมลงหางหนีบที่ไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่นั้นถูกแมลงหางหนีบกินทำลายไข่หมด

ตารางที่ 2 ผลของการดูแลไข่ของแม่แมลงหางหนีบต่อการฟักเป็นตัวอ่อนของแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia annulipes*)

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ในแต่ละกลุ่มไข่(ฟอง)	ค่าเฉลี่ย % การฟัก
ควบคุม	50.0	50.52 A
ไม่มีแม่แมลงหางหนีบ	49.2	0 B
ไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่	48.4	0 B

*ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลของไส้เดือนฝอยต่อแมลงหางหนีบสีดำ

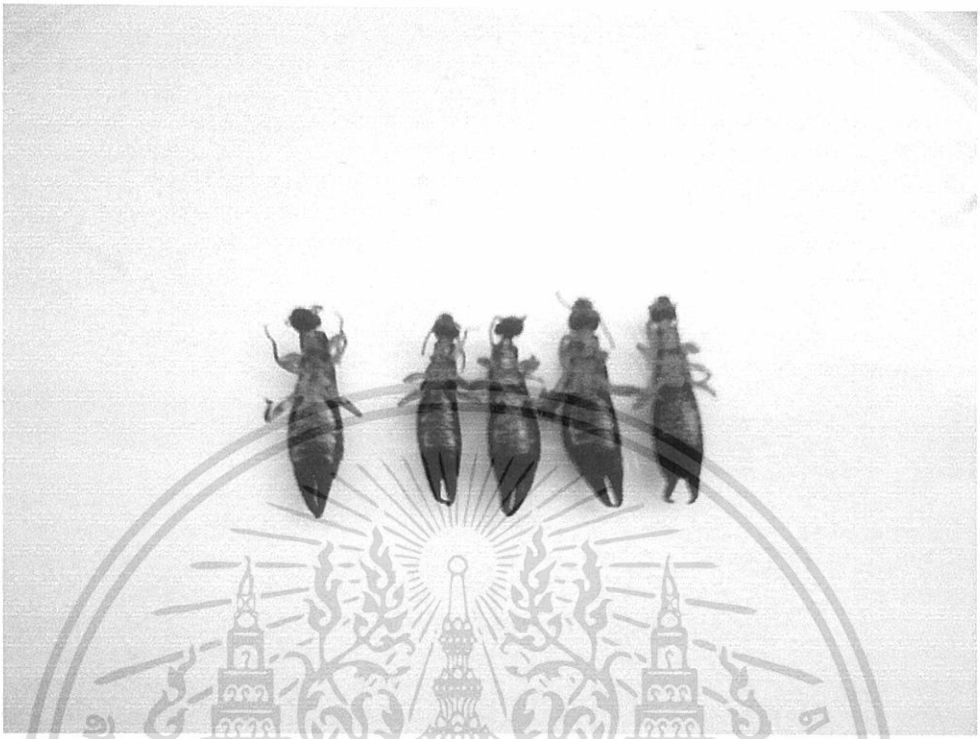
จากผลการทดลอง (ตารางที่ 3) พบว่าในตัวอ่อนวัย 1 และ 2 ของแมลงหางหนีบไม่มีการตายคือไม่ได้รับผลจากไส้เดือนฝอย ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนในวัยที่ 3 4 และ ตัวเต็มวัยพบการตายที่เกิดขึ้นจากไส้เดือนฝอย โดยซากแมลงหางหนีบที่ตายใหม่ๆ ที่ 48 ชั่วโมงมีสีดำคล้ำส่วนท้องมีลักษณะบวมใหญ่กว่าปกติ (ภาพที่ 7) โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางหนีบตัวอ่อนวัย 3 4 และ ตัวเต็มวัยที่ 48 ชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์การตายมากกว่าที่ 24 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ คือมีการตาย 5 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ที่ 48 ชั่วโมง และตาย 0 5 และ15 เปอร์เซ็นต์ที่ 24 ชั่วโมง ดังนั้นแมลงหางหนีบที่วัย 4 และตัวเต็มวัยเท่านั้นที่ตายตั้งแต่ 24 ชั่วโมงแรกส่วนในตัวอ่อนวัย 1 ถึงตัวอ่อนวัย 3 ไม่พบการตายใน 24 ชั่วโมงแต่อย่างใด และระยะตัวเต็มวัยจะพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายมากที่สุดคือ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อนำเอาซากแมลงหางหนีบที่ตายมาวางบนจานเลี้ยงเชื้อที่หล่อไว้บนน้ำเช่นเดียวกับขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อ พบว่าเมื่อทำการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอมีไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายอยู่ในน้ำดังกล่าว

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia annulipes*) ในวัยต่างๆ จากผลของไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงสายพันธุ์ไทย (*Steinernema siamkayai*)

วัยของแมลงหางหนีบ	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางหนีบ		
	มีไส้เดือนฝอย		ควบคุม
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	
ตัวอ่อนวัย 1	0 A	0 A	0 A
ตัวอ่อนวัย 2	0 A	0 A	0 A
ตัวอ่อนวัย 3	0 B	5 A	0 B
ตัวอ่อนวัย 4	5 B	15 A	0 C
ตัวเต็มวัย	15 B	20 A	0 C

*ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7. ลักษณะของซากแมลงหางหนีบที่ตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำพบปัญหาที่เกิดจากไรตัวเบียน โดยในระหว่างการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แมลงหางหนีบสีดำในกล่องเลี้ยงในบางช่วงเวลาที่มีการให้น้ำมากเกินไปจะพบไรตัวเบียนขนาดเล็กประมาณ 0.5 มิลลิเมตรอยู่ภายในกล่องซึ่งจะมากขึ้นตามระยะเวลา ถึงแม้ว่าดินที่ใช้ในการเลี้ยงจะผ่านการอบด้วยความร้อนแห้งมาแล้วก็ตามแต่พอผ่านไประยะเวลาหนึ่งไรชนิดดังกล่าวก็จะปรากฏขึ้นมาอีกภายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือนหลังจากที่มีการเปลี่ยนดิน ซึ่งในระยะแรกที่มีการเลี้ยงยังไม่พบว่าไรดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อแมลงหางหนีบแต่อย่างใด แต่พอถึงบางช่วงเวลากลับพบว่าไรดังกล่าวจะเข้าเบียนแมลงหางหนีบโดยการเกาะติดตามข้อปล้องของช่วงลำตัวและท้องแล้วอาศัยอวัยวะคล้ายเข็มเจาะแทงผ่านผนังลำตัวของแมลงหางหนีบส่งผลให้แมลงหางหนีบตายลงในที่สุด จากการสังเกตพบว่าแมลงหางหนีบที่ตายเพราะถูกไรดังกล่าวเบียนจะเป็นแมลงหางหนีบที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ คือจะอยู่ในช่วงวัยที่ 4 จนถึงตัวเต็มวัยเท่านั้น และแม้ว่าจะพบปัญหาดังกล่าวที่เกิดจากไรตัวเบียนก็ไม่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มจำนวนของแมลงหางหนีบในกล่องเลี้ยงมากเท่าใดนัก กล่าวคือจะพบเห็นบ้างเป็นบางครั้งเท่านั้น ถึงแม้ว่าจะพบไรอยู่ภายในกล่องเป็นจำนวนมากแต่ก็ไม่ค่อยพบภาวะการเข้าทำลายแมลงหางหนีบอย่างรุนแรงเท่าใดนัก ซึ่งยังไม่สามารถให้สาเหตุว่าไรชนิดนี้ปรากฏอยู่ภายในกล่องเลี้ยงได้อย่างไร

จำนวนวัยของตัวอ่อนแมลงหางหนีบสีดำ (ตารางที่ 1) พบว่ามีเพียง 4 วัยเท่านั้นหากไม่นับรวมกับระยะตัวเต็มวัยซึ่งผลที่ได้มีความแตกต่างกับงานวิจัยที่ Bharadwaj (1966) รายงานไว้ว่าแมลงหางหนีบสีดำมีตัวอ่อน 5 วัยและในบางโอกาสอาจพบวัยที่ 6 ได้อีกด้วย โดยข้อมูลนี้อยู่ภายใต้การศึกษาที่อุณหภูมิระหว่าง 21-23 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างกับการทดลองครั้งนี้ที่เก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการในช่วง 28-32 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าที่ Bharadwaj ทำการศึกษา ผลความแตกต่างของข้อมูลวัยของตัวอ่อนแมลงหางหนีบสีดำจึงอาจเกิดจากสาเหตุนี้ได้ ซึ่งผลดังกล่าวที่ระบุว่าในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำช่วงวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำจะยาวขึ้นดังที่ Bharadwaj (1966) กล่าวไว้ว่าระยะเวลาตั้งแต่วัย 1 จนถึงสิ้นสุดวัย 6 รวมใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 99 วัน เปรียบเทียบกับช่วงระยะเวลาของการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าแมลงหางหนีบสีดำเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 45.7 วัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ Klostermeyer (1942) รายงานไว้ว่าวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำจะมีความสัมพันธ์กับสภาพอากาศเป็นอย่างยิ่ง โดยในระหว่างการเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำเมื่ออุณหภูมิในห้องเลี้ยงต่ำกว่าอุณหภูมิห้องปกติกิจกรรมของแมลงหางหนีบสีดำจะน้อยลง เช่น การวางไข่และการกินอาหาร เป็นต้น จากการสังเกตในกล่องเลี้ยงพบว่าในแมลงหางหนีบทุกระยะในช่วงที่มีการลอกคราบเข้าสู่วัยใหม่นั้นหลังจากที่มีการลอกคราบแล้วแมลงหางหนีบจะมีสี

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวและค่อยๆ เปลี่ยนสีดล้ำขึ้นภายในเวลา 24 ชั่วโมง อีกทั้งความยาวของตัวแมลงหางหนีบหลังจากลอกคราบในช่วงเวลา 1-2 วันจะมีความยาวเท่ากับวัยก่อนหน้าที่จะลอกคราบ แต่ก็มีการเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะทางสัณฐาน เช่น ความยาวของแพนหางที่ยาวขึ้นและโค้งงอมากยิ่งขึ้น และลักษณะของแถบสีดำที่ปรากฏบริเวณ femur และ tibia ที่เห็นชัดขึ้นมากกว่าวัยก่อนหน้า

พฤติกรรมการดูแลไข่ของแม่แมลงหางหนีบ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการฟักเป็นตัวอ่อนของแมลงหางหนีบสีดำ (ตารางที่ 2) สังเกตได้ว่าในสภาพที่ไม่มีแม่แมลงหางหนีบ พบว่าไม่มีการฟักออกมาเป็นตัวอ่อนได้เลย กลุ่มไข่นั้นก็จะฝ่อไปในที่สุดซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่าแม่แมลงหางหนีบจะมีพฤติกรรมในการดูแลไข่ ได้แก่การทำความสะอาดกลุ่มไข่และคอยย้ายที่ รวมทั้งป้องกันอันตรายจากผู้บุกรุกทั้งหลาย (Klostermeyer ,1942) ส่วนการจงใจจับคู่ แมลงหางหนีบสีดำตัวอื่นที่ไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่นั้นลงไปพบว่านอกจากกลุ่มไข่จะไม่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนแล้วกลุ่มไข่ดังกล่าวยังถูกแมลงหางหนีบที่ใส่ลงไปกินทำลายจนหมดภายในระยะเวลาไม่เกิน 4 ชั่วโมง ซึ่งพฤติกรรมการกินกันเองนี้เหมือนกับที่ Klostermeyer (1942) กล่าวไว้ว่าแมลงหางหนีบสีดำมีพฤติกรรมการกินกันเอง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการเพิ่มจำนวนของแมลงหางหนีบสีดำ

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทยมีผลต่อแมลงหางหนีบสีดำ (ตารางที่ 3) พบว่าในตัวเต็มวัยนั้นมีการตายมากที่สุด เมื่อเทียบกับวัยอื่นๆ แม้อัตราการตายจะค่อนข้างต่ำคือ 20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่ก็มีผลเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใส่ไส้เดือนฝอยลงไป ดังนั้นไส้เดือนฝอยและแมลงหางหนีบอาจไม่ได้ส่งผลขัดแย้งต่อกันมากเท่าใดนักหากต้องการที่จะนำไปใช้ร่วมกันในสภาพแปลงที่หวังผลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นหลัก อีกทั้งระยะที่แมลงหางหนีบจะทำหน้าที่ในการเป็นตัวห้ำก็ไม่จำเป็นต้องอยู่ในระยะตัวเต็มวัยเท่านั้น ด้วยพื้นฐานของแมลงที่เป็นตัวห้ำนั้นสามารถเข้าทำลายแมลงอื่นที่มีขนาดเล็กกว่าได้โดยทันทีแม้ว่าจะอยู่ในระยะใดก็ตาม จากผลการทดลองนั้นสังเกตเห็นว่าอัตราการตายของแมลงหางหนีบมีแนวโน้มมากขึ้นตามวัยของแมลงหางหนีบ กล่าวคือยิ่งแมลงหางหนีบมีความยาวของลำตัวมากขึ้นเท่าใดโอกาสที่ไส้เดือนฝอยจะมีแนวโน้มเข้าทำลายแมลงหางหนีบก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น โดยที่การทดลองไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงนี้กับแมลงหางหนีบชนิดอื่นไม่มีรายงานอื่นสนับสนุน ซึ่งเมื่อทำการพิจารณาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแมลงหางหนีบแล้วแม้ว่าแมลงหางหนีบจะมีความยาวของลำตัวที่ค่อนข้างมากคือในตัวเต็มวัยประมาณ 1.2 เซนติเมตรกลับมีการตายเพราะไส้เดือนฝอยเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นซึ่งนับว่าน้อยมากถ้าเปรียบเทียบกับแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น เช่น ในด้วงหมัดผักที่มีขนาดเล็กกว่ามากโดยใช้ไส้เดือนฝอยอัตรา 23 ตัว/พื้นที่ 1.76 ตารางเซนติเมตรในสภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งอัตรานี้สูงที่สุดสำหรับการนำไปใช้ในการกำจัดด้วงหมัดผัก ด้วยเหตุผลที่ว่าด้วงหมัดผักนั้นมีขนาดที่ค่อนข้างเล็กมาก ดังนั้นโอกาสที่ไส้เดือนฝอยจะพบกับด้วงหมัดผักจึงน้อย จึงต้องเพิ่มอัตราการใช้ให้อยู่ในระดับดังกล่าวนี้เพื่อทำให้ด้วงหมัดผักตายได้กว่า 33 เปอร์เซ็นต์ในสภาพ

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลง แต่สำหรับในสภาพห้องปฏิบัติการเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงหมัดผักอยู่ในระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ (นุชนารถ ,2543) ดังนั้นแม้ว่าผลของไส้เดือนฝอยต่อแมลงหางหนีบในระยะตัวเต็มวัย จะทำให้แมลงหางหนีบตาย 20 เปอร์เซ็นต์ในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่สำหรับผลในสภาพแปลงที่มีปัจจัยหลายอย่างที่ลดประสิทธิภาพการทำงานของไส้เดือนฝอยลงจึงอาจกล่าวได้ว่าไส้เดือนฝอยจะมีผลกระทบต่อแมลงหางหนีบสีดำน้อยมาก แมลงหางหนีบสีดำจึงอาจมีคุณสมบัติบางประการที่ทำให้ไม่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากไส้เดือนฝอยเช่นเดียวกัน

จากผลการศึกษานี้จึงเป็นการแสดงถึงความปลอดภัยของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงต่อแมลงหางหนีบสีดำได้เป็นอย่างดีแต่ก็ควรมีการศึกษาต่อไปในอนาคต รวมทั้งต้องมีการศึกษาถึงผลของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทยที่มีต่อแมลงที่มีประโยชน์ชนิดอื่นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำโดยการแยกเลี้ยงเดี่ยวๆ ในภาชนะที่กำหนดพบว่าที่สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 28-32 องศาเซลเซียส พบว่าแมลงหางหนีบใช้เวลาในการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงช่วงที่ตัวเต็มวัยที่เริ่มวางไข่อีกครั้ง เท่ากับ 59.7 วัน โดยใช้เวลาในแต่ละระยะตั้งแต่ไข่ ตัวอ่อนทั้งหมด 4 ระยะจนถึงตัวเต็มวัยวางไข่ดังนี้ 5.8±0.91 6.6±0.51 6.5±1.08 14.9±1.10 11.9±1.52 และ 14±1.73 วัน และมีความยาวเฉลี่ย 0.07±0.01 0.39±0.02 0.55±0.07 0.74±0.05 1.07±0.10 และ 1.25±0.52 เซนติเมตรตามลำดับ สำหรับการศึกษาผลของการดูแลไข่ของแม่แมลงหางหนีบสีดำพบว่าแม่แมลงหางหนีบที่แท้จริงของกลุ่มไข่มีความจำเป็นต่อการฟักเป็นตัวอ่อนของแมลงหางหนีบ โดยในกลุ่มที่ไม่มีแม่แมลงหางหนีบและไม่ใช่แม่ของกลุ่มไข่นั้นไม่เกิดการฟักเป็นตัวอ่อนของแมลงหางหนีบเลย ซึ่งในกลุ่มควบคุมที่มีแม่แมลงหางหนีบดูแลไข่นั้นมีเปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวอ่อนเท่ากับ 50.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการศึกษาผลของไส้เดือนฝอยต่อแมลงหางหนีบสีดำนั้นพบว่าแมลงหางหนีบมีการตายเพราะไส้เดือนฝอยจริงแต่มีการตายเฉพาะแมลงหางหนีบในวัยที่ 3 4 และตัวเต็มวัย เท่ากับ 5 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับที่ 48 ชั่วโมง ดังนั้นผลกระทบของไส้เดือนฝอยต่อแมลงหางหนีบนั้นค่อนข้างต่ำ จากผลการศึกษานี้จึงเป็นการแสดงถึงความปลอดภัยของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงต่อแมลงหางหนีบสีดำได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐกฤติ พิทักษ์. 2547. "เทคนิคการเลี้ยงขยายพันธุ์แมลงหางหนีบ". กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิชาการ สถาบันพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร . กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แผ่นพับ.

ทิวา แซมเพชร. 2003. การผลิตขยาย. [Online]. Available : http://www.geocities.com/psplant/deuse02.htm.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2547 . ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยทางเลือกหนึ่งในการกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. เมืองไม้ผล 39(4) :49-54.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2546 . การเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงอย่างง่าย. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเกษตรกร. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ 20 หน้า.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2544 . ชีววิทยาของไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง *Heterorhabditis* sp. Thai isolate และการเพาะเลี้ยงในอาหารเทียม. วารสารโรคพืชและจุลชีววิยา 11(3): 14-26

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด, พรพิมล อธิปัญญาคม และ สาโรจน์ ประชาศรัยสรเดช. 2543. งานวิจัยและพัฒนาไส้เดือนฝอย *Steinernema* spp. Thai isolate เพื่อควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี. หน้า 31-32, ใน : ประชุมวิชาการกองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 8-10 มีนาคม 2543 . โรงแรมลองบีช, เพชรบุรี.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2543 . การตรวจวิเคราะห์โดยชีววิธีเพื่อการคัดเลือกไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย *Steinernema thailandensis* n. sp. ข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา10(3): 2-12.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2541. ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย *Steinernema thailandensis* n. sp. (Rhabditida : Steinernematidae). วารสารวิชาการเกษตร 16 (3) : 185-193.

นุชรีย์ ศิริ,ทัศนีย์ แจ่มจรรยา.2546.เทคนิคการเพาะเลี้ยงศัตรูธรรมชาติและการควบคุมหนอนกออ้อยโดยชีววิธี. เอกสารประกอบการฝึกอบรม ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 61 หน้า.

วิวัฒน์ เสือสะอาด, โกศล เจริญสม และบรรพต ณ ป้อมเพชร. 2536. ศัตรูธรรมชาติของหนอนเจาะลำต้นอ้อยในประเทศไทย. หน้า 135-145, ใน : รายงานการประชุมอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติครั้งที่ 1. 14-16 กันยายน 2536. โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพฯ.

Bharadwaj, R.K. 1966. Observation on the bionomics of *Euboriellia annulipes* (Dermaptera: Labiduridae). Annals of the Entomological Society of America 59:441-450.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Georgis, R. 1992. The role of biotechnology companies in commercialization of entomopathogenic nematodes. pp. 294-306. *In* : F.J. Gommers and P.W. Th. Mass (eds.). Nematology from Molecule to Ecosystem. European Society of Nematologists, Inc. Inwergrowie, Dundee, Scotland.

Glaser, R.W. 1931. The caltivation of a nematode parasite of an insect. Science 614.

John, L.C. 1999. FeaturedCreatures. [Online.] Available : http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/ringlegged_egg.htm.

Klostermeyer, E.C. 1942. The life history and habits of the ring-legged earwig, *Euboriella annulipes* (Lucus) (Order Dermaptera). Journal of the Kansas Entomological Society 15:13-18.

Poinar, G.O. , Jr and G.M. Thomas. 1966. Significance of *Achromobactor nematophilus* Poinar and Thomas (Achromobacteriacae : Eubacteriales) in the development of the nematode, DD-136 (*Neoaplectana* sp.Steinernematidae). Parasitol. 56 : 385-390

Poinar, G.O., Jr. 1990. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae, pp. 23-61. *In* R. Gaugler and H.K.Kaya (eds.). Entomopathogenic Nematodes in BiologicControl. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Steiner, G 1923 Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้