



## เรื่อง

การควบคุมหนอนหน้าแมวป่าลุ่มน้ำมัน, *Darna furva* Wileman, โดยใช้แบคทีเรีย

*Bacillus thuringiensis* และไส้เดือนฝอย, *Steinernema carpocapsae*

Control of Oil Palm Slug Catterpilla, *Darna furva* Wileman by *Bacillus*

*thuringiensis* and *Steinernema carpocapsae*



T098786

โดย

นางสาวฐิติรัตน์ พจนพรพันธุ์

๑๓๖

๓๖๓๓

๑๕๔๕

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 98786

วัน,เดือน,ปี.....

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช  
ปริญญาตรี

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน, *Dana furva* Wileman โดยใช้แบคทีเรีย

*Bacillus thuringiensis* และไส้เดือนฝอย, *Steinernema carpocapsae*

Control of Oil Palm Slug Calterpilla, *Darna furva* Wileman by *Bacillus thuringiensis* and

*Steinernema carpocapsae*

โดย

นางสาวจิตติรัตน์ พจนพรพันธุ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย



(ดร.อำมร อินทร์สังข์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว



(รศ.ดร. วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 30 เดือน พค ..... พ.ศ. 46.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน *Darna furva* Wileman โดยใช้  
แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* และ ไล่เดือนฝอย  
*Steinernema carpocapsae*

โดย : นางสาวฐิติรัตน์ พจนพรพันธุ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... *Dr. Amr Inthrasang* ..... 30 พ.ย. 46  
(ดร. อัมร อินทร์สังข์)

หนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน Oil palm slug caterpillar, *Darna furva* Wileman เป็นหนอน  
ร่านที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งที่เป็นแมลงศัตรูของปาล์มน้ำมัน สามารถก่อความเสียหายกับสวนปาล์ม  
น้ำมันเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ จากการศึกษาทดลองนำเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (Bt.) ที่มี  
จำหน่าย 4 ชนิด ในการควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน โดยวิธีการ Leaf dipping method พบว่า  
เชื้อ Bt. ที่จำหน่ายทุกชนิดสามารถควบคุมหนอนหน้าแมวได้ดีมากแม้จะทดลองใช้ในอัตราความ  
เข้มข้นที่ต่ำ (0.25 เท่าของอัตราแนะนำ) ก็สามารถควบคุมหนอนหน้าแมวได้ 100% ภายใน 1  
สัปดาห์ จากการทดลองหาค่าความเข้มข้นที่สามารถคุมสัตว์ทดลองได้ 50% (Median Lethal  
Concentration,  $LC_{50}$ ) พบว่าแบคทีเรียที่ให้ค่า  $LC_{50}$  มากที่สุดที่เวลา 48 ชั่วโมงคือ แบคทีเรียจาก  
DOA (Department of Agriculture) ให้ผล 3.66 มิลลิลิตร/ลิตร รองลงมาคือ แบคทีเรีย Florbac FC,  
Bactospeine HP และ Dipel WP ให้ผล 3.01 มิลลิลิตร/ลิตร, 1.55 กรัม/ลิตร และ 1.52 กรัม/ลิตร ตาม  
ลำดับ และแบคทีเรียที่ให้ค่า  $LC_{50}$  มากที่สุดที่เวลา 72 ชั่วโมงคือ แบคทีเรียจาก DOA ให้ผล 2.40  
มิลลิลิตร/ลิตร รองลงมาคือ แบคทีเรีย Florbac FC, Dipel WP และ Bactospeine HP ให้ผล 2.27, 0.64  
มิลลิลิตรหรือกรัม/ลิตร ตามลำดับ และจากการทดลองนำไล่เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae*  
ในการควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน โดยวิธีการ Leaf dipping method พบว่าไล่เดือนฝอยที่  
ความเข้มข้น 1,000 - 5,000 ตัว สามารถควบคุมหนอนหน้าแมวได้ดีภายใน 1 สัปดาห์

## Abstract

Title : Control of Oil Palm Slug Caterpillar, *Darna furva* Wileman by  
*Bacillus thuringiensis* and *Steinernema carpocapsae*

By : Miss Thitirat Pojjanapornpun

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : ..... *Ammorn Insung* ..... *30 May 2003*  
( Dr. Ammorn Insung)

Oil palm slug caterpillar, *Darna furva* Wileman (Lepidoptera : Limacodidae) is an important insect pest of oil palm in Thailand. Efficacy tests of *Bacillus thuringiensis* (Bt.) as well as nematode, *Steinernema carpocapsae* in order to control *D. furva* were performed by leaf dipping method. It was found that Bts from four trade marks, Dipel WP, Florbac FC, Bactospeine HP and DOA (Department of Agriculture) were very effective to the Oil Palm slug caterpillar. Even at the concentration of 0.25 time of recommendation rate, all Bts could control 100% oil palm slug caterpillar within a week. The median lethal concentration ( $LC_{50}$ ) of those four Bts showed that at 48 hours, Bt from DOA showed the highest value of  $LC_{50}$  which was 3.66 ml/l, followed by Florbac FC, Bactospeine HP and Dipel WP which were 3.01, 1.55 and 1.52 ml or g/l, respectively. At 72 hours, Bt from DOA also showed the highest value of  $LC_{50}$ , which was 2.40 ml/l, followed by Florbac FC, Dipel WP and Bactospeine HP which were 2.27, 0.64 and 0.64 ml or g/l, respectively. For the efficacy of the nematode, it was also very effective to this insect pest. As the concentration of 1,000 – 5,000 nematode/ml, it caused 100% mortality of oil palm slug caterpillar within a week.

## คำนิยม

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. อัมร อินสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชที่ได้คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำการเบิกอุปกรณ์ ตลอดจนให้คำปรึกษาในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ สำหรับความห่วงใยและน้ำใจที่มีให้ ขอขอบคุณอุปสรรคต่าง ๆ ที่ทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ถึงสิ่งต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ เป็นอย่างสูงที่ให้ความอุปการะทั้งทางด้าน กำลังใจ ทุนทรัพย์ งานานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และหากปัญหาพิเศษฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดก็ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ฐิติรัตน์ พจนพรพันธุ์

พฤษภาคม 2546

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
คำนิยาม.....	iii
สารบัญ.....	iv
สารบัญตาราง.....	v
สารบัญตารางภาคผนวก.....	vi
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	1
การตรวจเอกสาร.....	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	17
ผลการทดลอง.....	18
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	29
สรุปผลการทดลอง.....	30
เอกสารอ้างอิง.....	31
ภาคผนวก.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. รายชื่อแมลงศัตรูพืชที่ใช้เชื้อ <i>Bacillus thuringiensis</i> ในการป้องกันกำจัด.....	6
2. อัตราการตายเฉลี่ยเมื่อใช้ Bt. ชนิดต่างๆที่อัตราความเข้มข้นที่แนะนำ.....	19
3. อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบคทีเรีย Dipel WP ลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ.....	19
4. อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบคทีเรีย Bactospeine HP ลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ.....	20
5. อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบคทีเรีย Florbac FC ลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ.....	20
6. อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบคทีเรีย DOA (Department of Agriculture) ลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ.....	21
7. การวิเคราะห์ระยะเวลาที่สามารถควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ได้ 50%(LC <sub>50</sub> ) ของแบคทีเรีย 4 ชนิด ที่เวลา 48 ชั่วโมง.....	21
8. การวิเคราะห์ระยะเวลาที่สามารถควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ได้ 50%(LC <sub>50</sub> ) ของแบคทีเรีย 4 ชนิด ที่เวลา 72 ชั่วโมง.....	22
9. การตายเฉลี่ยของหนอนหน้าแมววัย4 เมื่อทดสอบด้วยแบคทีเรีย Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ที่ 24 ชั่วโมง.....	24
10. การตายเฉลี่ยของหนอนหน้าแมววัย4 เมื่อทดสอบด้วยแบคทีเรีย Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ที่ 48 ชั่วโมง.....	25
11. การตายเฉลี่ยของหนอนหน้าแมววัย4 เมื่อทดสอบด้วยแบคทีเรีย Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ที่ 72 ชั่วโมง.....	26
12. อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย4 โดยทำการ direct spray method ใต้เดือนฝอยลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ.....	28

## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางที่ 1.....	34
2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Dipel WP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 24 ชั่วโมง.....	35
3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 2.....	35
4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Dipel WP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง.....	36
5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 4.....	36
6. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Dipel WP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 72 ชั่วโมง.....	37
7. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 6.....	37
8. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Bactospeine HP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 24 ชั่วโมง.....	38
9. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 8.....	38
10. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Bactospeine HP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง.....	39
11. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 10.....	39
12. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Bactospeine HP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 72 ชั่วโมง.....	40
13. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 12.....	40
14. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Florbac FC ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 24 ชั่วโมง.....	41
15. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 14.....	41
16. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Florbac FC ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง.....	42
17. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 16.....	42

## คำนำ

การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี มีผู้สนใจมากกว่า 100 ปี ในปัจจุบันมีไม่น้อยกว่า 60 ประเทศทั่วโลกที่นำเอาการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีมาใช้ แต่โดยทั่วไปการดำเนินงานด้านนี้จะใช้เวลานานกว่าวิธีการอื่นๆ เพราะศัตรูธรรมชาติต่างๆ ได้แก่แมลงเบียน แมลงห้ำ และเชื้อจุลินทรีย์ขนาดเล็กบางชนิดมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น คนส่วนมากจึงมองข้ามความสำคัญไป จนกระทั่งเมื่อประสบปัญหาในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยใช้สารเคมี เพราะสารเคมีไม่เพียงแต่ทำลายหรือกำจัดแมลงศัตรูพืชเท่านั้น ยังทำลายแมลงที่มีประโยชน์รวมถึงสิ่งที่จะช่วยผสมเกสรดอกไม้ สารฆ่าแมลงก่อให้เกิดปัญหาพิษตกค้างบนต้นพืชในดิน ในน้ำ ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เมื่อใช้ไปนานๆจะทำให้แมลงสร้างความต้านทานและใช้สารนั้น ไม่ได้ผล นอกจากนี้ยังเป็นอันตรายถึงชีวิตต่อคน และสัตว์เลี้ยง และทำให้ต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากสารฆ่าแมลงมีราคาแพง ดังนั้นการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธีจึงเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดได้ผลอย่างถาวรในระยะยาวปลอดภัยต่อคนที่ใช้ และต่อสภาพแวดล้อม

## วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 4 ชนิด คือ Dipel WP, Bactospeine HP, Florbac FC, DOA (Department of Agriculture) และไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* เพื่อใช้ในการกำจัดหนอนหน้าแมวปล้ำม่น้ำมัน

## การตรวจเอกสาร

แบคทีเรีย (Bacteria) หมายถึงจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็ก เซลล์เดี่ยว และมีผนังเซลล์แข็ง ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แกรมบวก (positive gram) และ แกรมลบ (negative gram) ถ้าเจริญเติบโตในสภาพที่ต้องการอากาศ เรียกว่า aerobic bacteria ในสภาพที่ไม่มีอากาศ เรียก anaerobic bacteria หรือพวกที่สามารถเจริญได้ทั้งในที่ที่มีอากาศและไม่มีอากาศ เรียก facultative anaerobic bacteria แบคทีเรียสามารถเพิ่มจำนวนได้ โดยแบ่งตัวตามขวาง

### เชื้อแบคทีเรียกับแมลง

อัจฉรา (2535) ได้อธิบายไว้ว่า แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่พบอยู่ในธรรมชาติ ทุกสภาพแวดล้อมทั้งในดิน ในน้ำ และในอากาศ มีทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์ และชนิดที่ทำให้โทษ ที่ทำให้เกิดโทษ เช่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดการบูดเน่าของอาหาร ทำให้เกิดโรคกับมนุษย์และสัตว์ ส่วนที่เป็นประโยชน์ เช่น แบคทีเรียที่ใช้ในการกำจัดน้ำโสโครก ที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก หรือพวก lactobacillus ที่ใส่ลงในนม ทำให้นมเปรี้ยว ช่วยในการย่อยอาหาร และที่สำคัญที่จะกล่าวถึง คือ แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช

ในร่างกายของแมลงปกติโดยทั่วไป (healthy insects) จะมีแบคทีเรียอาศัยอยู่ แต่แมลงจะไม่แสดงอาการรบกวนที่ขี้แข็งแรง แมลงที่แสดงอาการเป็นโรค (sick insects) เกิดจากการที่แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในตัวแมลงเพิ่มจำนวนอย่างผิดปกติ ยิ่งถ้าเกิดในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย คือ มีอาหารอุดมสมบูรณ์ สภาพความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสม หรือเกิดในช่วงที่แมลงมีการลอกคราบ ซึ่งเป็นระยะที่แมลงอ่อนแอ แบคทีเรียจะแพร่กระจายอย่างรวดเร็วทำให้แมลงเป็นโรคและในที่สุดก็จะตาย

เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายของแมลงได้หลายทาง เช่น ทางบาดแผลผิวหนัง ทางลำไส้หรือโดยการกินเข้าไปพร้อมอาหาร ถ้าเชื้อโรคถูกเม็ดเลือดทำลาย แมลงก็จะมีชีวิตอยู่ต่อไป แต่ถ้าสามารถเข้าไปเจริญเติบโตอยู่ในลำไส้ และแพร่กระจายไปยังกระแสเลือด แมลงก็จะตายมีข้อยกเว้นสำหรับเชื้อโรคบางชนิดเช่น

- (1) *Streptococcus pluton* จะเจริญเติบโตอยู่ที่ gut lumen ทำให้เกิดโรค European foulbrood
- (2) *Francisella tularensis* บักเตรียชนิดนี้จะเจริญอยู่ที่ผิวของผนังลำไส้ของตัวหาหรือหมัด ซึ่งเป็นพาหะนำโรค tularemia

## แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง

อัจฉรา (2535) รายงานว่า แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงอยู่ในสกุล *Bacillus* ซึ่งเป็นพวกต้องการอากาศในการเจริญเติบโต มีเซลล์เดี่ยว มีการสร้างสปอร์เพื่ออยู่รอดในสิ่งแวดล้อม จะสร้างผลึกโปรตีนเป็นรูปไบปิรามิด (bipyramid) มีเอ็นโดทอกซิน (endotoxin) ซึ่งจะสลายในสภาพที่เป็นด่าง (pH 8-10) เอ็นโดทอกซินที่ถูกปล่อยออกมาจะทำให้แมลงเป็นอัมพาต หยุดการกินอาหาร ส้ารอกอาหาร อุจจาระไหล ตายภายหลัง 30 นาที - 1 วัน แมลงเกิดโลหิตเป็นพิษ (Septicaemia) เมื่อหนอนของแมลงกินเข้าไปจึงเกิดปฏิกิริยาภายหลัง จากการย่อยแบคทีเรียทำลายแมลง อาจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ

1. แบคทีเรีย *B. popillae* ซึ่งทำให้เกิด โรคมิลกี้ดีซีส (milky disease) กับพวกด้วงในวงศ์ สคาราบีอิดี (Scarabaeidae) เคยมีการใช้ในการควบคุมด้วงญี่ปุ่น (*Popilla japonica*) ที่เข้าไประบาด ในสหรัฐอเมริกา แบคทีเรียชนิดนี้ไม่ได้สร้างสารพิษ (toxin) แม้ว่าอาจมีบางสายพันธุ์สร้างคริสตัลไลน์ (crystalline) พาราสปอร์ลอบอดี แต่เชื่อกันว่าชนิดนี้คงทนในสภาพแวดล้อมและแพร่กระจายอย่างช้าๆ ให้ผลดีในการควบคุมในระยะยาวแต่มีข้อเสียคือมีความยุ่งยากในการผลิตเพราะไม่ค่อยเจริญ ในอาหารเลี้ยงเชื้อเนื่องจากผลิตสปอร์น้อยมากดังนั้นจึงต้องผลิตโดยใช้แมลงอาศัย (in vivo) โดยการเก็บแมลงที่ถูกทำลายจากธรรมชาติ การผลิตจะคุ้มค่าต่อการลงทุนในระยะยาวเท่านั้น อย่างไรก็ตามมีการผลิตแบคทีเรียชนิดนี้เป็นการค้ามีชื่อทางการค้าคือ Doom, Japidemio และ Milky spores

2. แบคทีเรีย *B. sphaericus* ซึ่งมีความสำคัญมากในการใช้ควบคุมยุง สามารถเลี้ยงแบบ invitro ได้ง่ายบางสายพันธุ์สร้าง proteinaceous toxin ในผนังของสปอร์ซึ่งจะเป็นพิษต่อยุงเมื่อลูกน้ำยุงกินเข้าไป

3. แบคทีเรีย *B. thuringiensis* (Bt.) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีสายพันธุ์เป็นจำนวนมากและเป็น ที่รู้จักกันดี แบคทีเรียชนิดนี้สามารถทำลายแมลงพวกหนอนผีเสื้อ ยุง และแมลงวันดำ (black flies) มีการทำสูตรสำเร็จเป็นรูปสปอร์และรูป protein crystal toxin (delta endotoxin) ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่สร้างสปอร์ แมลงตายเนื่องจากทางเดินอาหารเป็นพิษจาก crystal toxin ซึ่งเป็นพิษภายหลังจากที่สปอร์ละลาย หรือถูกย่อยในกระเพาะอาหารโดยน้ำย่อยซึ่งมีความเป็นด่าง ดังนั้นโดยทั่วไปแมลงพวกหนอนผีเสื้อซึ่งมีน้ำย่อยเป็นด่างจึงอ่อนแอต่อแบคทีเรียชนิดนี้ สารพิษจะทำให้กระเพาะของแมลงและปากของแมลงเป็นอัมพาต ทำให้แมลงหยุดการทำลายพืชเมื่อเกิดอาการ บางครั้งเกิดอาการเลือดแมลงเป็นพิษในระหว่างการสร้างสปอร์ของบีทีในหลายกรณี แมลงจะตายเพราะไม่สามารถกินอาหารได้จึงอดตาย โดยพบว่า Bt. มีการสร้างสปอร์ใหม่เพียงเล็กน้อยดังนั้นจึงไม่ค่อยมีการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียบีที ทำให้มีผลน้อยต่อการควบคุมแมลงในระยะยาว

Bt. บางสายพันธุ์สร้าง Beta endotoxin ซึ่งละลายในน้ำ ทนต่อความร้อน และมี adenine nucleotide ซึ่งเป็นสารฆ่าไส้เดือนฝอย สารฆ่าไรและเป็นสารฆ่าแมลงฤทธิ์กว้างแต่มันก็มีอันตรายต่อสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เมื่อได้รับในอัตราที่สูง ดังนั้นจึงได้มีการอนุญาตให้ผลิต Bt. ที่ผลิต endotoxin (สปอร์ของ Bt. และ crystal toxin ที่ปลอดภัยกว่า)

### การจำแนกเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (Bt.)

อัจฉรา (2535) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ดูจากคุณลักษณะและ โครงสร้างของเซลล์รวมทั้ง

1. การตอบสนองทางด้านชีวเคมี (Biochemical Response)
2. ลักษณะทาง Serology (Flagellar Antigens)
3. ลักษณะโครงสร้างของ โมเลกุล (Molecular Biology)

Bt. ถ้านำมาเลี้ยงบนจานเลี้ยงเชื้อจะมีโคโลนี (colony) สีขาวขุ่น ผิวไม่มัน โคโลนีค่อนข้างใหญ่ (5-10 มม.) ภายใต้อกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเซลล์มีรูปร่างแบบแท่ง (rod shape) Bt. สามารถสร้างสปอร์ ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม สปอร์สามารถมีชีวิตอยู่ได้ทนทานต่อความแห้งแล้ง เมื่อใดที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์ สปอร์จะงอกเจริญเติบโตแพร่พันธุ์ต่อไป ผนังเซลล์ของ Bt. จะเป็นแกรมบวก (positive gram) รอบๆเซลล์จะมีเส้นหรือ flagellar ซึ่งใช้ในการเคลื่อนไหวจำนวนเส้นมีมากกว่า 1 มีความยาวเป็น 2 ถึง 3 เท่าของขนาดของเซลล์ เส้นของแบคทีเรียประกอบด้วย โปรตีน เรียกว่า flagellin Bt. แต่ละสายพันธุ์จะมี flagellin แตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส Dr. de Barjac และ Dr. Bonnefoli ได้เสนอวิธีการจำแนกทาง Serology โดยอาศัยคุณลักษณะของ H-antigen (flagella) แบ่ง Bt. ออกเป็น subspecies หรือ varieties ในปัจจุบันเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* มีมากกว่า 30 subspecies

*Bacillus thuringiensis* (Bt.) มีรูปร่างลักษณะคล้ายกับ *Bacillus cereus* (Bc) มาก ต่างกันที่ Bt. สามารถสร้างพิษที่เรียกว่าเดลต้า-เอ็นโดท็อกซิน (delta-endotoxin) มีรูปร่างผลึกเป็นขนมเปียกปูน ขบวนการสร้างพิษชนิดนี้จะสร้างขึ้นในระหว่างที่เซลล์สร้างสปอร์ หลังจากทีสปอร์และผลึกสารพิษสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เซลล์จะแตกปล่อยสปอร์และผนังสารพิษออกมา

### แบคทีเรียทำให้แมลงตายได้อย่างไร

การพ่นเชื้อแบคทีเรียถูกตัวแมลงจะไม่ทำให้แมลงตาย หนอนหรือแมลงศัตรูพืชจะตายได้ ต้องกินเชื้อแบคทีเรียเข้าไปเท่านั้น หนอนเมื่อกินผลึกของคริสตัลเข้าไปจะไปอยู่ที่ลำไส้ น้ำย่อย (enzyme) ในลำไส้ของแมลงที่มี pH ที่เหมาะสมประมาณ 8.9 หรือมากกว่านั้น จะละลายคริสตัลซึ่งเป็น protoxin ให้เป็น true toxin คือ delta-endotoxin ออกมา สารพิษชนิดนี้จะไปทำลายระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารและอวัยวะของแมลง ทำให้ขากรรไกรแข็ง กินอาหารไม่ได้เคลื่อนไหวช้าลงจนกระทั่งหยุดเคลื่อนไหว ในที่สุดก็จะตาย

### การแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ในประเทศไทย

เชื้อแบคทีเรีย Bt. เริ่มนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2515 แต่เริ่มใช้กันอย่างจริงจังในปี 2521 จนกระทั่งในปัจจุบันเกษตรกรหันมาใช้กันมากขึ้น เนื่องจากสาเหตุที่ว่า แมลงศัตรูพืช เช่น หนอนใยผักหลังจากที่ใช้สารฆ่าแมลงชนิดเดียวอย่างต่อเนื่องภายใน 2-3 ปี หนอนใยผักสามารถสร้างความต้านทานได้ มีรายงานว่าหนอนใยผักสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงมากกว่า 46 ชนิด

### จากการทดลองพบว่า สามารถใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชบนพืชต่างๆหลายชนิดดังต่อไปนี้

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. และ หนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* (Hubner) จัดเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญยิ่งของพืชตระกูลกะหล่ำปลี พบระบาดในทุกแหล่งปลูกของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งปลูกผักในท้องที่ภาคกลางมีการปลูกผักตลอดปี เนื่องจากหนอนใยผักมีชีวิตรอดสั้น สามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็วมีความสามารถสูงในการสร้างความต้านทานต่อสารเคมี ดังนั้นเกษตรกรต้องพ่นสารกำจัดแมลงบ่อยครั้งจึงจะสามารถควบคุมความเสียหายได้

หนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* (Hubner) และ หนอนเปาะใบองุ่น *Archips* sp. พบระบาดทั่วไปในแหล่งปลูกองุ่น สามารถนำ Bt. ไปใช้ควบคุมอย่างได้ผล ซึ่งในองุ่นเป็นไม้ผลชนิดหนึ่งที่เกษตรกรสามารถกำหนดระยะเวลาที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตรงตามเทศกาลต่างๆ จึงเป็นเหตุให้เกิดการระบาดของแมลงศัตรูพืชตลอดทั้งปี เกษตรกรต้องพ่นสารเคมีกำจัดทั้งแมลงและโรคพืชในอัตราและจำนวนครั้งสูง ในแหล่งปลูกองุ่นภาคกลาง 4 จังหวัด ได้แก่ นครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร และ สมุทรสงคราม

สำหรับรายชื่อแมลงศัตรูพืชที่ใช้เชื้อ Bt. ในการป้องกันกำจัดและได้ผลดีได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อแมลงศัตรูพืชที่ใช้เชื้อ *Bacillus thuringiensis* ในการป้องกันกำจัด

ชื่อแมลง	พืชที่ถูกทำลาย
1. หนอนใยผัก (diamond-back moth) <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus)	ผักตระกูลกะหล่ำ (กะหล่ำปลี คื่นช่าย ผักกาดขาวปลี)
2. หนอนคืบกะหล่ำ (cabbage looper) <i>Trichoplusia ni</i> (Hubner)	ผักตระกูลกะหล่ำ มะนาว ฝ้าย ส้มโอ มะกรูด
3. หนอนผีเสื้อกินใบส้ม <i>Papilio demoleus malayanus</i>	ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะนาว มะกรูด
4. หนอนคืบละหุ่ง (Castor semi-looper) <i>Achaea janata</i> (Linnaeus)	ละหุ่ง พุทรา กุหลาบ ทับทิม
5. หนอนผีเสื้อน้ำเงิน (bean butterfly) <i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus)	ถั่วฝักยาว ถั่วเขียว
6. หนอนกินใบปาล์ม (slug caterpillar) <i>Darna furva</i> Wileman	ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว
7. หนอนร่านกินใบมะพร้าว (coconut slug caterpillar) <i>Parasa lepida</i>	มะพร้าว ไม้ผล
8. หนอนปลวก <i>Thyridopteryx</i> spp.	ไม้ผล ไม้ประดับทุกชนิด
9. หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (Asiatic corn borer) <i>Ostrinia furnacalis</i> (Guenee)	ข้าวโพด ทานตะวัน
10. หนอนเจาะสมอฝ้าย (cotton bollworm) <i>Heliothis armigera</i> (Hubner)	มะเขือเทศ ฝ้าย ถั่ว ข้าวโพด ยาสูบ
11. หนอนผีเสื้อกินใบพุทรา <i>Orgyia turbata</i>	เงาะ ชงโค ตะแบก ละหุ่ง พุทรา ถั่วลิสง
12. หนอนกินใบบัว <i>Nymphula crisonalis</i>	บัวต่าง ๆ
13. หนอนกินใบเฟือก <i>Manduca quinquemaculata</i>	เฟือก ยาสูบ บอน ถั่ว
14. หนอนกินใบจำปา <i>Papilio</i> sp.	จำปา จำปี
15. หนอนกินใบชมพู่ <i>Trabala vishnou</i>	ชมพู่ ชมพู่สาแหรก ลำพู

ที่มา : อัจฉรา, 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อจำกัดของการใช้เชื้อ Bt.

อัจฉรา (2534) ได้รายงานข้อจำกัดของเชื้อ Bt. ดังนี้

1. Bt. มีความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงเป้าหมายสูง จึงไม่สามารถใช้กับแมลงศัตรูพืชที่พบว่ามีการระบาดในแปลงหลายๆชนิด จำเป็นต้องศึกษาก่อนว่าบีทีสามารถใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชชนิดใดบ้างก่อนที่จะนำไปใช้
2. Bt. ออกฤทธิ์ช้า ใช้เวลา 1-2 วัน หนอนจึงตาย กลสิกรคุ้นเคยกับการใช้สารเคมีกำจัดแมลงซึ่งออกฤทธิ์เร็ว หนอนจะตายทันทีเมื่อพ่นสารเป็นเหตุให้กลสิกรไม่นิยมใช้เชื้อ Bt.
3. Bt. เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก มักถูกทำลายโดยรังสีอุลตราไวโอเล็ตจากแสงอาทิตย์ เมื่อพ่นไปบนพืช Bt. จึงอยู่บนต้นพืชได้ไม่นาน ดังนั้นจึงควรพ่น Bt. ในช่วงบ่าย 3 โมงไปแล้วเพื่อหลีกเลี่ยงแสงอุลตราไวโอเล็ต จะช่วยให้ Bt. คงอยู่บนใบพืชได้นานขึ้น
4. Bt. โดยทั่วไปราคาสูงกว่าสารเคมีกำจัดแมลง กลสิกรมักนิยมใช้สารเคมีที่มีราคาถูกมากกว่า โดยลืมนึกถึงข้อเปรียบเทียบความปลอดภัยต่อตัวกลสิกรเอง และผลกระทบต่อผู้บริโภคในเรื่องของพิษตกค้าง
5. Bt. สามารถนำไปใช้ร่วมกับสารฆ่าแมลงเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆที่ Bt. ควบคุมไม่ได้โดยการผสมและพ่นทันที ไม่ควรผสม Bt. กับสารเคมีกำจัด โรคพืชเนื่องจากสารเคมีกำจัดโรคพืชบางชนิดมีฤทธิ์ทำให้ Bt. เสื่อมคุณภาพ ถ้าจำเป็นต้องพ่นสารกำจัดโรคพืชควรแยกพ่นกับเชื้อ Bt.

### ไส้เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืช

วัชร (2533) รายงานว่า ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Steinernematidae และ Heterorhabditidae อันได้แก่ *Steinernema carpocapsae* (= *Neoaplectana carpocapsae*) และ *Heterorhabditis* sp. เป็นไส้เดือนฝอยศัตรูธรรมชาติของแมลง สามารถเข้าทำลายแมลง ทำให้แมลงหลายชนิดตายได้แต่กลับไม่มีอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และพืชทุกชนิดความสามารถในการเข้าทำลายแมลงทำให้แมลงตายได้ในเวลาอันรวดเร็ว (24-48 ชม.) และมีแมลงอาศัยกว้างนั้น เป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจให้นำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีและในปัจจุบันได้มีการผลิตขยายเป็นการค้าเพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชในหลายประเทศ สำหรับในประเทศไทยความรู้เกี่ยวกับการใช้ไส้เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืชนับว่ายังเป็นสิ่งใหม่

## การอยู่รวมกันกับแบคทีเรีย

วัชร (2533) รายงานว่า แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ร่วมกับไส้เดือนฝอยพวก Steinernematid และ Heterorhabditid เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในสกุล *Xenorhabdus* spp. และ *Photorhabdus* spp. ตามลำดับ ซึ่งแต่เดิมตั้งชื่อว่าอยู่ในสกุล *Achromobacter* (Poinar and Thomas, 1965) แบคทีเรียนี้มีรูปร่างเป็น rod shape เคลื่อนที่ได้โดยมีแส้รอบตัว (peritrichous flagellae) ติดสีแฉก (Gram negative) ไม่สร้างสปอร์ แบคทีเรียชนิดนี้ไม่มีระยะ resistant stage จึงไม่สามารถพบอยู่ในสภาพแวดล้อมในธรรมชาติทั่วไป ยกเว้นที่ ส่วนลำไส้ของไส้เดือนฝอยดังกล่าวนี้เท่านั้นและมี 2 ชนิด คือ *X. nematophilus* อยู่ร่วมกับไส้เดือนฝอยพวก Steinernematids และ *P. Luminescens* อยู่ร่วมกับไส้เดือนฝอยพวก *Heterorhabditids* แบคทีเรียพวกนี้มีอยู่ 2 ระยะ คือ ระยะแรกและระยะที่สอง (primary and secondary) ซึ่งจะเห็นความแตกต่างกันในลักษณะของโคโลนี (colony) ที่ขึ้น โดยที่ระยะแรกโคโลนีที่ขึ้นจะเล็กและนุ่มกว่าระยะที่ 2 แบคทีเรียระยะแรกนี้เป็นระยะที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยทั้งในอาหารเทียมและในแมลงอาศัย (host) แต่แบคทีเรียทั้ง 2 ระยะนี้ก็มีพิษทำให้แมลงตายได้เหมือนกัน (Akhurst, 1980)

## วงจรชีวิต (life Cycle)

วัชร (2533) รายงานว่า ไส้เดือนฝอยพวก Steinernematid และ Heterorhabditid มีวงจรชีวิตเหมือนไส้เดือนฝอยอื่นๆทั่วไป คือ ประกอบด้วยระยะไข่และระยะตัวอ่อนซึ่งแบ่งเป็น 4 ระยะ โดยการลอกคราบ (molting) จนถึงตัวเต็มวัย (adult) มี 2 เพศแยก ตัวอ่อนระยะที่ 3 เป็นระยะที่สำคัญเข้าทำลายแมลง (infective stage) และเป็นระยะที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดีมีเชื้อแบคทีเรีย *Xenorhabdus* sp. หรือ *Dhotorhabdus* อยู่ที่ส่วนของลำไส้ซึ่งจะเป็นตัวพาหะนำเชื้อแบคทีเรียเข้าไปในแมลงอาศัย (host) ไส้เดือนฝอยระยะ 3 นี้ จะมีคุณสมบัติทางสรีระวิทยาโดยธรรมชาติที่พิเศษกว่าระยะอื่นๆที่จะทำให้มันสามารถทนอยู่ในสภาพแวดล้อมได้นานแม้จะไม่มีแมลงอาศัย ถ้าสภาพที่มีอากาศและความชื้นเหมาะสม จึงจัดได้ว่าเป็นระยะ free living ไส้เดือนฝอยระยะ 3 นี้ มีขนาดยาว 400-1,500  $\mu\text{m}$  ขึ้นอยู่กับชนิด (species) ของไส้เดือนฝอย และสำหรับเรื่องดังกล่าวต่อไปนี้เป็นวงจรชีวิตเฉพาะไส้เดือนฝอยที่มีชื่อว่า *Steinernema carpocapsae* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Steinernematidae เป็นไส้เดือนฝอยที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ดี วงจรชีวิตของไส้เดือนฝอยในวงศ์นี้เริ่มจากไส้เดือนฝอยวัย 3 ซึ่งอยู่ในลักษณะเป็น free living เมื่อพบแมลงอาศัยจะเข้าสู่ตัวแมลงโดยเข้าตามช่องเปิดต่างๆเช่น ปาก ทวาร รูหายใจ จากนั้นจะไชผ่านผนังลำไส้ (midgut) เข้าสู่กระแสเลือดของแมลง (hemocoel) แล้วจะปล่อยแบคทีเรียออกมาแพร่กระจายอย่างรวดเร็วในเลือดของแมลง ทำให้แมลงตายเพราะเลือดเป็นพิษ ภายในเวลา 24-48 ชม. ส่วนไส้เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝอยจะเจริญเติบโตอยู่ในตัวแมลง โดยได้รับอาหารจากแบคทีเรียและเซลล์เนื้อเยื่อของแมลงอาศัย นั้นจนเจริญเป็นตัวเต็มวัย ตัวเมียจะใหญ่กว่าตัวผู้เมื่อผสมกันแล้วจะออกลูกหลานหลายชั่ว รุ่นแรก มักจะใหญ่กว่ารุ่นหลังๆ ซึ่งเป็นเพราะความอุดมสมบูรณ์ของอาหารที่ได้รับจากแมลงอาศัยนั่นเอง เมื่ออาหารจากแมลงอาศัยหมดลงและสภาพแวดล้อมเหมาะสมไส้เดือนฝอยก็จะออกจากแมลงอาศัย ตัวเก่าเพื่อเข้าหาแมลงอาศัยตัวใหม่ต่อไป วงจรที่กล่าวนี้กินเวลาประมาณ 10-14 วัน

### สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับไส้เดือนฝอย

ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* มีจุดอ่อน คือ ไม่สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมในที่โล่ง แสงซึ่งมีการระเหยของน้ำไปอย่างรวดเร็วแต่ในสภาพธรรมชาติที่การระเหยของน้ำค่อยเป็นไปอย่างช้าๆเช่น ในดิน ซอกใบ หรือใต้เปลือกในที่หลบมุมต่างๆประสิทธิภาพการทำลายของไส้เดือนฝอยจะสูงมาก สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ไส้เดือนฝอยจะสามารถอยู่รอดได้อยู่ระหว่าง  $-10^{\circ}\text{C}$  ถึง  $35^{\circ}\text{C}$  (Schmiege, 1963) ช่วงอุณหภูมิในการเข้าทำลายแมลงอยู่ระหว่าง  $9^{\circ}\text{C}$  ถึง  $33^{\circ}\text{C}$  และช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์อยู่ระหว่าง  $25^{\circ}\text{C}$  ถึง  $28^{\circ}\text{C}$  (Kaya 1977, Molyneux 1985) วัชร และคณะ 2525) ไส้เดือนฝอยเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการออกซิเจนเพื่อหายใจและปริมาณความต้องการออกซิเจนในการหายใจขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิ (Lindgren *et al* 1986, Burman and Pye 1980) แสงอาทิตย์และแสงอุตราไวโอเล็ตเป็นอันตรายต่อไส้เดือนฝอย (Gaugler and Boush 1979) สำหรับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) จะดึงดูดหรือเข้าหาความเป็นด่างมากกว่าและจะหลีกเลี่ยงจากความเป็นกรดที่ pH 2.5 ลงไป (Pye and Burman 1981)

### แมลงอาศัยและความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต

จากการทดลองหาแมลงอาศัยในห้องปฏิบัติการ (วัชร และคณะ, 2524) พบว่า ไส้เดือนฝอยสามารถเข้าทำลายแมลงหลายชนิดให้ตายได้และพบว่ามันมีแมลงอาศัยกว้าง ได้แก่

<i>Spodoptera exigua</i> (Hübner)	หนอนกระทู้หอม
<i>Spodoptera litura</i> (Fabr.)	หนอนกระทู้ผัก
<i>Trichoplusia ni</i> (Hübner)	หนอนคืบกะหล่ำ
<i>Plutella xylostella</i> Linn	หนอนใยผัก
<i>Hellula undalis</i> Fabr.	หนอนเจาะขอดผัก
<i>Heliothis armigera</i> (Hübner)	หนอนเจาะสมอฝ้าย
<i>Heliothis virescens</i> (Fabr.)	Tobacco bud worm
<i>Oxyodes serobiculata</i> Fabr.	หนอนคืบลำไย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<i>Galleria mellonella</i> Linn	หนอนกินรังผึ้ง
<i>Cossus</i> sp.	หนอนกินไต้ผิวเปลือก
<i>Microchlora</i> sp.	หนอนกินไต้ผิวเปลือก
<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnayer)	หนอนกระทู้กัดต้น
<i>Sesamia inferens</i> (Walk.)	หนอนกอสีเขียว
<i>Cosmopolites sordidus</i> (Germ.)	หนอนกอกกล้วย
<i>Odoiporus longicollis</i> (Gliv.)	ด้วงเจาะลำต้นกล้วย
<i>Cylas formicarius</i> (Fabr.)	ด้วงงวงมันเทศ
<i>Cnaphalocrosis medinalis</i> (Guence)	หนอนห่อใบข้าว
<i>Meridachis</i> sp.	หนอนเจาะผลชมพู
<i>Microcerotermes crass</i>	ปลวก

จากที่กล่าวมานี้จะเห็นว่า ไล่เดือนฝอย *S. carpocapsae* สามารถเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด ทำให้หนอนตายได้อย่างรวดเร็ว (24-48 ชม.) ปลอดภัยต่อพืชและสัตว์อื่นๆ ไม่มีพิษตกค้างในสภาพแวดล้อมและยังสามารถใช้กับเครื่องพ่นยาทั้งแบบเครื่องยนต์แรงดันน้ำสูงได้ เพราะมีความทนทานต่อแรงดันสูงโดยไม่ลดประสิทธิภาพแต่ไล่เดือนฝอยนี้มีจุดอ่อน ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญคือความชื้นที่จะทำให้การควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ผลดีหรือไม่ ทั้งนี้เนื่องจากไล่เดือนฝอยเหล่านี้จะมีชีวิตและเคลื่อนไหวอยู่ได้ก็แต่ในที่ซึ่งมีความชื้นและการพ่นน้ำที่มีไล่เดือนฝอยเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชให้ได้ผลนั้น ไล่เดือนฝอยจะต้องเข้าไปในตัวแมลงก่อนที่มันจะแห้งไป เพื่อตัวไล่เดือนฝอยจะยังคงมีชีวิตและเมื่อแมลงกลืนกินเข้าไปจึงทำให้แมลงนั้นตายได้ ฉะนั้นในการนำไล่เดือนฝอยไปควบคุมแมลงศัตรูพืชให้ได้ผลนั้นควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น ช่วงเวลาที่พ่นไล่เดือนฝอยควรเป็นช่วงเวลาเย็นยิ่งในช่วงฤดูที่มีฝนตกพริ้วๆ ประสิทธิภาพการเข้าทำลายยิ่งสูงหรือแหล่งอาศัยของแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายพืชที่อยู่ในดิน ได้เปลือก ในโพรง โอกาสที่จะใช้ไล่เดือนฝอยควบคุมได้นั้นย่อมจะประสพผลดีกว่าพ่นไล่เดือนฝอยบนใบพืชในที่โล่งทั่วไป

สำหรับในประเทศไทย ได้มีการนำไล่เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ผลดีเป็นครั้งแรกในปี 2528-2529 คือ หนอนกินไต้ผิวเปลือกซึ่งเป็นศัตรูสำคัญของต้นลองกอง ลางสาด โดยหนอนจะกัดกินทำลายอยู่ไต้ผิวเปลือก ตามกิ่งและลำต้นทำให้ต้นเป็นปุ่มปม เมื่อหนอนระบาดมากๆ กิ่งจะแห้งและตายในที่สุดกระทบกระเทือนถึงผลผลิต

### กลไกการเข้าทำลายและฆ่าแมลงเหยื่อ

วัชร (2533) รายงานว่า ไข่เดือนฝอยเข้าทำลายแมลงได้ทั้งระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย โดยผ่านทางช่องเปิดธรรมชาติปากหรือรูทวารหนักและเคลื่อนเข้าไปยังช่องว่างภายในลำตัวแมลงซึ่งมีน้ำเลือด จากนั้นไข่เดือนฝอยปลดปล่อยแบคทีเรียและร่วมกันสร้างสารพิษ มีผลทำให้แมลงเหยื่อเกิดอาการเลือดเป็นพิษและตายอย่างรวดเร็ว จากนั้นไข่เดือนฝอยเจริญเติบโตและขยายพันธุ์อยู่ภายในตัวแมลง 2-3 ชั่วโมงจนเหลือแต่ซาก ไข่เดือนฝอยจึงเคลื่อนที่ออกภายนอกซากและรอแมลงเหยื่อใหม่ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หนอนหน้าแมว

ชื่ออื่น	หนอนคาน่า
ชื่อสามัญ	The Oil Palm Slug Caterpillar
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Darna furva</i> Wileman
ชื่อวงศ์	Limacodidae
ชื่ออันดับ	Lepidoptera

## ความสำคัญและลักษณะการทำลาย

ทวิศักดิ์ (2544) รายงานว่า หนอนหน้าแมวเป็นหนอนร่านชนิดหนึ่งที่เป็นศัตรูที่สำคัญของ ปาล์มน้ำมัน สร้างปัญหาหนักใจแก่เกษตรกรเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันอยู่ในขณะนี้ เดิมเข้าใจว่าเป็น ชนิดเดียวกันกับที่พบในมาเลเซียคือ *Darna trima* (Moore) อย่างไรก็ตามหนอนทั้ง 2 ชนิดนี้มี ลักษณะใกล้เคียงกันมากและเป็นศัตรูปาล์มน้ำมันเหมือนกันในปี 2524 พบหนอนหน้าแมวระบาด ครั้งแรกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ต่อมาในปี 2526-2529 มีการระบาดในหลายพื้นที่ของจังหวัดชุมพร จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดกระบี่ โดยมีพื้นที่การระบาดรวมกันมากกว่า 10,000 ไร่ ส่วนใหญ่ พบหนอนหน้าแมวระบาดทั้งในปาล์มน้ำมันต้นเล็กและต้นใหญ่อายุไม่เกิน 10 ปี พบครั้งล่าสุดช่วง ปลายปี 2541- ต้นปี 2542 มีการระบาดรุนแรงเป็นพื้นที่รวมกันมากกว่า 40,000 ไร่ทั้งในปาล์มน้ำมันต้นเล็กและต้นใหญ่อายุ 10-20 ปี ที่อำเภอคีรีรัฐนิคม อำเภอเคียนซา อำเภอพุนพิน กิ่งอำเภอวิภาวดี อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี และที่อำเภออ่าวลึก อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่

ลักษณะการทำลาย หนอนกัดทำลายใบปาล์มน้ำมัน ถ้ารุนแรงมากใบถูกกัดจนเหลือแต่ก้านใบ ทำให้ผลผลิตลดลง ต้นชะงักการเจริญเติบโต และกว่าต้นจะฟื้นคืนดังเดิมใช้เวลานานเป็นปี เมื่อเกิดมีการระบาดแต่ละครั้ง มักต้องใช้เวลาในการกำจัดนาน เป็นเพราะหนอนมีหลายระยะ ในเวลาเดียวกันเช่น มีทั้งหนอน มีทั้งดักแด้ เราจึงไม่สามารถกำจัดให้หมดได้ในคราวเดียวกัน ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ในการกำจัดและติดตามการระบาดที่ต่อเนื่อง

## รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

ทวิศักดิ์ (2544) รายงานรูปร่างและชีวประวัติดังนี้

ไข่ รูปไข่สี่เหลี่ยมแบนราบติดใบผิวเป็นมัน คล้ายหยดน้ำค้าง ถ้าส่องกับแสงแดดจะทำให้เห็นไข่ชัดเจนขึ้น ผีเสื้อจะวางไข่เป็นพองเดี่ยวๆกระจัดกระจายได้ไบบ่อยของทางใบปาล์มน้ำมัน มักจะพบไข่มากที่สุดบริเวณทางใบตอนล่างนับขึ้นมาจากจนถึงทางใบที่ 17 และพบบริเวณก่อนไปทางปลายใบเป็นส่วนใหญ่ ขนาดประมาณ 1.1x1.3 มม.

หนอน หนอนที่ฟักจากไข่ใหม่ๆ มีขนาดลำตัวประมาณ 0.2 x 0.8 มม. สีขาวใส มีสีน้ำตาลคาอยู่กลางลำตัว มีกลุ่มขน (Scoli) บนลำตัว 4 แถว แต่ยังไม่ชัดเจน ส่วนของหัวหลบซ่อนอยู่ใต้ลำตัว ในวัยแรกหนอนเคลื่อนไหวช้า หนอนมี 7 วัย หนอนในวัยที่ 1-3 มีลักษณะคล้ายกัน ต่างกันเฉพาะขนาดลำตัวเท่านั้น และอุปนิสัยในการกินแบบแทะผิวใบ หนอนในวัยที่ 4-7 เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในด้านสีสรรมากขึ้น หนอนที่เจริญเต็มที่ มีขนาดลำตัวกว้าง 5-6 มม. ยาว 15-17 มม. สีของลำตัวส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีกลุ่มขนข้างลำตัวข้างละ 11 กลุ่ม จุดที่สังเกตเห็นได้คือเห็นแต้มสีเป็นรอยเว้ารูปสามเหลี่ยมจากด้านข้างเข้าหาที่กลางลำตัว โดยมีปลายยอดสามเหลี่ยมห่างกันเล็กน้อย ขอบของสามเหลี่ยมเป็นสีเหลือง ภายในพื้นที่สามเหลี่ยมสีเขียวทองอ่อน ส่วนท้ายลำตัวยังมีสีเหลือง กลางหลังของลำตัวมีเส้นประสีเหลืองและจุดสีดำขนานไปกับกลุ่มขนสีดำอีก 2 แถว ก่อนเข้าดักแด้ไม่กินอาหารระยะนี้สังเกตเห็นได้จากใต้ท้องเดิมสีเขียวอ่อนเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง และสีของลำตัวเปลี่ยนเป็นสีม่วงเช่นกัน

ดักแด้ หนอนวัยสุดท้ายจะสร้างใยสีน้ำตาลอ่อนบางๆ ห่อหุ้มตัวเอง จนปกปิดตัวหนอนจนมิด เป็นรังดักแด้สีน้ำตาล (cocoon) รูปทรงกลม ขนาดกว้าง 5-6 มม. ยาว 7-8 มม. ส่วนใหญ่มักพบรังดักแด้อยู่ตามซอกของโคนทางใบติดกับลำต้น และอาจพบบ้างตามซอกมุมของใบย่อย หรือตามรอยพับของใบย่อย

ตัวเต็มวัย เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กสีน้ำตาลไหม้ปีกคู่หน้าสีน้ำตาลไหม้มีเส้นดำคาดขวางปีกอยู่ตอนปลายปีก 3 เส้น และลดกลายเป็นเส้นสีดำกลับไปมาบนพื้นปีกสีน้ำตาล ส่วนปีกคู่หลังเป็นสีน้ำตาลพื้น ไม่มีลวดลาย ผีเสื้อเพศผู้มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย เมื่อกางปีกเพศผู้มีขนาด 15-18 มม. เพศเมียมีขนาด 18-21 มม. ส่วนหนวดของผีเสื้อเพศผู้เป็นแบบพินทวี ของเพศเมียเป็นแบบเส้นด้าย ผีเสื้อมักเกาะนิ่งหุบปีกเอาหัวลง ไม่เคลื่อนไหวในเวลากลางวันมักเคลื่อนไหวบินในช่วงพลบค่ำ และก่อนสว่างของอีกวัน จากการศึกษาการใช้แสงไฟจากหลอด black light วางเหนืออ่างพลาสติกที่มีผงซักฟอกรองรับ ล่อตัวเต็มวัย การเปิดไฟในช่วง 18-19 น. เป็นช่วงเวลาที่ดักผีเสื้อได้มากที่สุด อัตราส่วนผีเสื้อที่ดักได้เพศผู้ : เพศเมีย เท่ากับ 3 : 1

### ชีวประวัติ

	เลี้ยงด้วยใบมะพร้าว	เลี้ยงด้วยใบปาล์มน้ำมัน
ระยะไข่	4-5 วันเฉลี่ย 4.50 วัน	4-5 วัน
ระยะหนอน	25-29 วันเฉลี่ย 27.55 วัน	30-40 วัน
ระยะดักแด้	12-14 วันเฉลี่ย 12.65 วัน	9-14 วัน
ระยะตัวเต็มวัย	2-10 วันเฉลี่ย 6.05 วัน	6-11 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมวงจรชีวิต                      47-55 วันเฉลี่ย 50.80 วัน                      50-60 วัน  
 หนองน้มีการลอกคราบ 6 ครั้ง

**การผสมพันธุ์** ผีเสื้อที่ออกจากดักแด้ผสมพันธุ์ทันที ส่วนมากผีเสื้อออกจากดักแด้ในเวลาพลบค่ำ หรือตอนกลางคืน ซึ่งเป็นช่วงที่ผีเสื้อเคลื่อนไหวพืด จับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ ในตอนพลบค่ำหรือตอนช่วงก่อนสว่างเสมอ

**ปริมาณไข่และเปอร์เซ็นต์ในการฟัก** ผีเสื้อเพศเมียที่ได้รับการผสมและไม่ได้รับการผสมก็สามารถวางไข่ได้ โดยเฉลี่ยผีเสื้อหนึ่งตัววางไข่ได้ประมาณ 170 ฟอง วางไข่ติดต่อกันได้ 3 วัน วันแรกวางไข่ได้มากที่สุด เปอร์เซนต์การฟักของไข่วันแรกที่วาง ประมาณ 95% ส่วนไข่ที่ไม่ได้รับการผสมจะไม่ฟัก

### พืชอาหาร

พืชสกุลปาล์มทุกชนิดเช่น มะพร้าว ปาล์มขวด หมาก กระจ่าง เป็นต้น พืชอื่นๆเช่น พุดซ้อน กระจ่าง กระจ่างณรงค์ และพบว่าผีเสื้อวางไข่บนวัชพืชอีก 9 ชนิดแต่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จนครบวงจรชีวิต ผีเสื้อจะวางไข่และหนองมีชีวิตอยู่ได้นานที่สุดเฉลี่ย 20.5 วัน ในวัชพืชชื่อ ทองแห่งชุมพรและรองลงมาคือ ทองแห่งชิกาลาก ผีเสื้อจะวางไข่และหนองดำรงชีวิตอยู่ได้น้อยที่สุดเฉลี่ย 6.5 วัน ในวัชพืชชื่อ พันงูเขียว วัชพืชที่ผีเสื้อวางไข่มากที่สุด คือผักแครด จำนวนเฉลี่ย 153.25 ฟอง รองลงมาคือพืชตระกูลถั่ว 148.5 ฟอง เมื่อเทียบกับใบปาล์มน้ำมันผีเสื้อวางไข่ได้เฉลี่ย 75.45 ฟอง วัชพืชที่ผีเสื้อวางไข่น้อยที่สุดคือผักกาดข้างเฉลี่ย 12.85 ฟอง

### การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด

ในประเทศไทยพบในแหล่งปลูกมะพร้าว ปาล์มน้ำมัน เคยระบาดทำความเสียหายแก่มะพร้าวในเขตอำเภอสวี จังหวัดชุมพร สำหรับปาล์มน้ำมันระบาดและอาจเรียกว่าเกิดเป็นประจำในเขตอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร อำเภอพนพิณ อำเภอเคียนซา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และนานๆครั้งที่อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ อาจกล่าวได้ว่าหนองน้มีการระบาดได้ทุกฤดูกาล ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน อายุต้นปาล์มน้ำมันที่มักพบระบาดเป็นส่วนใหญ่อยู่ในอายุระหว่าง 3-5 ปี

### ศัตรูธรรมชาติ

หนอนหน้าแมวมีศัตรูธรรมชาติทำลายหลายชนิดทั้งในระยะไข่ หนอนและดักแด้ เช่น แตนเบียนไข่ ชื่อ *Trichogramma* sp.(Hymenoptera: Trichogrammatidae)

แตนเบียนทำลายหนอน เช่น *Platyplectrus* sp.(Hymenoptera: Eulophidae), *Euplectromorpha* sp.(Hymenoptera: Eulophidae), *Euderastichus* sp.(Hymenoptera: Eulophidae), *Microgaster* sp.(Hymenoptera: Braconidae), *Apanteles* sp.(Hymenoptera: Braconidae) และ *Aroplectrus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

แตนเบียนทำลายดักแด้ เช่น *Paraphylax varius* Walker(Hymenoptera: Ichneumonidae) และ Unidentified วงศ์ Tachinidae และวงศ์ Ichneumonidae

ตัวห้ำทำลายหนอน เช่น มวนเพชรฆาต *Sycanus collaris* F.(Hemiptera: Reduviidae), มวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata*(Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae) และ ค้างค่อมเล็ก *Callimerus* sp.(Coleoptera: Cleridae)ทำลายไข่และหนอนวัยที่ 1-2

### การป้องกันกำจัด

ทวีศักดิ์ (2544) ได้แนะนำแนวทางการป้องกันกำจัดไว้ดังนี้

การป้องกัน ไม่ให้เกิดหนอนระบาดเป็นพื้นที่กว้าง

1. หมั่นสำรวจการระบาดของหนอนเป็นประจำ เมื่อพบกลุ่มหนอนให้ติดตามว่าหนอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพื่อตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลงกำจัดก่อนที่หนอนจะเพิ่มขยายจนเป็นวงกว้าง
2. ควรเลือกใช้สารฆ่าแมลงที่มีผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติน้อยที่สุด เพราะแมลงศัตรูธรรมชาติในสวนปาล์มน้ำมันเหล่านี้มีความสามารถในการควบคุมหนอนได้อย่างดี
3. ไม่ควรใช้สารกำจัดวัชพืชมากเกินไป และควรมีพืชคลุมดินหรือปล่อยให้มีวัชพืชต้นเล็กที่ออกดอกสม่ำเสมอขึ้นอยู่ในสวน เพื่อเป็นแหล่งอาหารของแมลงศัตรูธรรมชาติ

### การกำจัด

1. โดยวิธีจับแมลงโดยตรง เช่น ตัดใบย่อยที่มีหนอนทำลายหรือจับผีเสื้อซึ่งเกาะนิ่งในเวลากลางวันตามใต้ทางใบปาล์มน้ำมัน หรือเก็บดักแด้ตามชอกโคนทางใบรอบต้น

2. ใช้กับดักแสงไฟ โดยใช้แสงไฟ Black light หรือหลอดนีออนธรรมดา วางบนกะละมังพลาสติก ซึ่งบรรจุน้ำผสมผงซักฟอก ให้หลอดไฟอยู่เหนือน้ำประมาณ 5-10 ซม. วางล่อผีเสื้อช่วงเวลา 18.00-19.00 น. สามารถช่วยกำจัดการขยายพันธุ์ในรุ่นต่อไป

3. ใช้สารฆ่าแมลงพ่น ได้แก่ carbaryl (Sevin 85% WP) ในอัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร lambda cyhalothrin (Karate 2.5% EC) ในอัตรา 10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร trichlorfon (Dipterex 95% WP) ในอัตรา 15-20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร deltamethrin (Decis 3% EC) ในอัตรา 5 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร permethrin (Ambush 25% EC) ในอัตรา 5-10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร cyfluthrin (Baythroid 10% EC) ในอัตรา 5-10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร chlorpyrifos (Lorsban 40% EC) ในอัตรา 20-30 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร และ pirimiphos methyl (Actellic 50% EC) ในอัตรา 20 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร ควรเริ่มพ่นสารตั้งแต่หนอนยังเล็กอยู่ ถ้าเป็นไปได้ควรพ่นซ้ำที่เดิมอีก 1 ครั้ง โดยห่างจากครั้งแรกประมาณ 10 วัน

4. ใช้สารฆ่าแมลงประเภทพ่นฝุ่น เช่น carbaryl (Sevin 5% D) หรือ fenvalerate (Sumicidin 0.3% D) พ่นในช่วงที่มีน้ำค้างเกาะที่ใบ (มักเป็นเวลากลางคืน) ซึ่งต้องระมัดระวังในการปฏิบัติงาน และใช้ในกรณีจำเป็นจริงๆ

5. ใช้เชื้อ *Bacillus thuringiensis* (เชื้อ 16,000 i.u.) จำนวน 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สารฆ่าแมลงประเภทเชื้อแบคทีเรียที่เรียกล่าลายเฉพาะหนอนแมลงศัตรูปล้ำม้นน้ำมันเท่านั้น ไม่ทำอันตรายต่อแมลงที่มีประโยชน์

6. การเจาะลำต้นใส่สารฆ่าแมลงประเภทดูดซึม จำนวน 10-15 มล. ต่อต้น

7. ใช้สารสกัดสะเดา กลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้ทดลองโดยใช้สะเดา อัตราความเข้มข้น 5% สามารถกำจัดหนอนได้ผลดี

8. การใช้วิธีผสมผสาน เป็นการนำวิธีการกำจัดหลายๆวิธีมาใช้ร่วมกัน เช่น

8.1 การใช้กับดักแสงไฟล่อผีเสื้อในช่วงที่ดักได้กำลังออกเป็นผีเสื้อสลัดกับ

การใช้สารฆ่าแมลงหรือเชื้อแบคทีเรียในช่วงเป็นหนอนวัยที่ 2-3

8.2 การใช้เชื้อแบคทีเรียสลัดกับการใช้สารฆ่าแมลง

8.3 การใช้ตัวห้ำสลัดกับการใช้เชื้อแบคทีเรีย

8.4 การใช้ระดับเศรษฐกิจเป็นเครื่องกำหนดการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงหรือเชื้อแบคทีเรีย

9. ในกรณีที่มีการระบาดเป็นพื้นที่กว้างก็สามารถพ่นสารฆ่าแมลงทางเครื่องบินสามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้ทำการศึกษาดทดลองได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถประหยัดแรงงานได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การใช้เชื้อBt.

1. การทดลองประสิทธิภาพของเชื้อBt. โดยนำเชื้อBt. ที่มีจำหน่ายทั้ง 4 ชนิดคือ Dipel WP, Bactospeine HP, Florbac FC และ DOA (Department of Agriculture) นำมาทดสอบที่อัตราแนะนำ โดยวิธี leaf dipping method กับหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันวัย 4 บันทึกอัตรการตายของหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันที่ 24, 48, 72 และ 168 ชั่วโมง

2. การหาค่า Medium Lethal Concentration ( $LC_{50}$ ) นำแบคทีเรีย Dipel WP ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 0.75, 1.5, 2.25, 3 และ 4.5 g/l แบคทีเรีย Bactospeine HP ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 0.75, 1.5, 2.25, 3 และ 3.75 แบคทีเรีย Florbac FC ที่ความเข้มข้น 0, 0.75, 1.5, 2.25, 3, 4.5 และ 6 ml/l แบคทีเรีย DOA (Department of Agriculture) ที่ความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4, 5, และ 6 ml/l มาทดสอบ โดยวิธีการ leaf dipping method กับใบปาล์ม นำหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันวัย 4 มาปล่อยลงในกล่องจำนวน 20 ตัวต่อกล่อง การทดลองมี 4 ซ้ำ ทำการตรวจนับอัตรการตายของหนอนและบันทึกผลการทดลองที่ 24, 48, 72 และ 168 ชั่วโมง

### การใช้ไส้เดือนฝอย

นำไส้เดือนฝอยที่ความเข้มข้น 0, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, และ 5000 ตัว/ลิตร มาทดสอบโดยวิธี direct spray method โดยใช้หนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันวัย 4 จำนวน 20 ตัวต่อกล่อง การทดลองมี 4 ซ้ำ ทำการตรวจนับอัตรการตายของหนอนและบันทึกผลการทดลองที่ 24, 48, 72 และ 168 ชั่วโมง

## ผลการทดลอง

### การทดสอบเชื้อ Bt. ที่อัตราแนะนำ พบว่า

การตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง ที่อัตราความเข้มข้นแนะนำ พบว่า Bt. จาก DOA (Department of Agriculture) ให้ผลดีที่สุดคือ มีอัตราการตาย 22.5% รองลงมาคือ Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ให้อัตราการตาย 15, 7.5 และ 5% ตามลำดับ โดยที่ Bt. จาก DOA มีอัตราการตายแตกต่างทางสถิติจาก Bactospeine HP และ Florbac FC แต่ไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติกับ Dipel WP

ที่ 48 ชั่วโมง พบว่า Bt. จาก DOA (Department of Agriculture) ให้ผลดีที่สุดคือ มีอัตราการตาย 87.5% รองลงมาคือ Florbac FC, Dipel WP และ Bactospeine HP ให้อัตราการตาย 80, 75 และ 70% ตามลำดับ โดย Bt. ทั้ง 4 ชนิด มีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ที่ 72 ชั่วโมง พบว่า Bt. จาก DOA (Department of Agriculture) ให้ผลดีที่สุดคือ มีอัตราการตาย 100% รองลงมาคือ Florbac FC, Bactospeine HP และ Dipel WP ให้อัตราการตาย 97.5% เท่ากัน โดย Bt. ทั้ง 4 ชนิด มีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ และที่ 168 ชั่วโมง ตามอัตราแนะนำ พบว่า Bt. ทั้ง 4 ชนิด มีอัตราการตายสูงสุดเท่ากันคือ 100% (ตารางที่ 2)

### การหาค่า Median Lethal Concentration ( $LC_{50}$ )

ตารางที่ 3, 4, 5 และ 6 แสดงอัตราการตายของหนอนหน้าแมวปล้ำม้นวัย 4 ที่เกิดจากเชื้อ Bt. ทั้ง 4 ชนิด และโดยทั่วไปพบว่า ใน 24 ชั่วโมงแรกจะมีอัตราการตายของหนอนที่ต่ำ และจะมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นในวันต่อๆมา โดยความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะทำให้หนอนมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น และหนอนจะตายหมดทุกความเข้มข้น ภายใน 1 สัปดาห์

จากข้อมูลในตารางที่ 3, 4, 5 และ 6 ข้างต้น นำมาหาค่าความเข้มข้นที่สามารถควบคุมหนอนหน้าแมวปล้ำม้นวัย 4 ได้ 50% ( $LC_{50}$ ) ที่ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 7) พบว่า แบคทีเรีย DOA (Department of Agriculture) ให้ค่า  $LC_{50}$  สูงสุดคือ 3.66 (3.04-4.40) ml/l รองลงมาคือ Florbac FC, Dipel WP และ Bactospeine HP ให้ค่า  $LC_{50}$  คือ 3.01 (1.75-4.78) ml/l, 1.55 (0.59-2.50) g/l และ 1.52 (0.91-2.10) g/l ตามลำดับ

ที่ 72 ชั่วโมง (ตารางที่ 8) พบว่า Bt. จาก DOA (Department of Agriculture) ยังคงให้ค่า  $LC_{50}$  สูงสุดคือ 2.40(1.64-3.06) ml/l รองลงมาคือ Florbac FC, Bactospeine HP และ Dipel WP ให้ค่า  $LC_{50}$  คือ 2.27 (0.41-3.84) ml/l, 0.64(0.01-1.45) g/l และ 0.64(-) g/l

ตารางที่ 2 อัตราการตายเฉลี่ยเมื่อใช้ Bt. ชนิดต่างๆที่อัตราความเข้มข้นที่แนะนำ

สาร	อัตราแนะนำ	% การตายเฉลี่ย (ชั่วโมง) <sup>1/</sup>			
		24	48	72	168
Dipel WP	3 g/l	15ab	75a	97.5a	100a
Bactospeine HP	3 g/l	7.5bc	70a	97.5a	100a
Florbact FC	3 ml/l	5bc	80a	97.5a	100a
DOA*	4 ml/l	22.5a	87.5a	100a	100a
Control	-	2.5c	5b	12.5b	100

\* Department of Agriculture

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 3 อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบบที่เรีย Dipel WP ลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ

ความเข้มข้น (g/l)	%การตายเฉลี่ย (ชั่วโมง) <sup>1/</sup>			
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	168 ชม.
Control	0a	5c	5e	5b
0.5	0a	8.75c	36.25d	100a
0.75	0a	52.5b	85bc	100a
1.5	2.5a	51.25b	83.75c	100a
2.25	13.75a	71.25ab	95ab	100a
3	15a	65ab	97.5a	100a
4.5	16.25a	90a	96.25a	100a

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบบคทีเรีย Bactospeine HP ลงบนใบปลั้มในระยะเวลาต่างๆ

ความเข้มข้น (g/l)	%การตายเฉลี่ย (ชั่วโมง) <sup>1/</sup>			
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	168 ชม.
Control	0b	5e	5e	2b
0.5	2.5b	36.25d	42.5d	100a
0.75	5b	38.75d	81.25c	100a
1.5	6.25b	56.25c	87.5bc	100a
2.25	13.75b	71.25b	91.25ab	100a
3	13.75b	72.5b	98.75a	100a
3.75	43.75a	87.5a	98.75a	100a

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 5 อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบบคทีเรีย Florbac FC ลงบนใบปลั้มในระยะเวลาต่างๆ

ความเข้มข้น (ml/l)	%การตายเฉลี่ย (ชั่วโมง) <sup>1/</sup>			
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	168 ชม.
Control	0a	5c	5c	2b
0.75	1.25a	8.75c	21.25c	100a
1.5	6.25a	40b	58.75b	100a
2.25	8.75a	57.5b	66.25b	100a
3	10a	58.75b	65b	100a
4.5	10a	56.25b	66.25b	100a
6	8.75a	85a	90a	100a

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 6 อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 เมื่อทำการ leaf dipping method แบบที่เรีย DOA (Department of Agriculture) ลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ

ความเข้มข้น (ml/l)	%การตายเฉลี่ย (ชั่วโมง) <sup>1/</sup>			
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	168 ชม.
Control	0b	5d	5d	2b
1	1.25b	26.25c	33.75c	100a
2	0b	25c	51.25b	100a
3	2.5b	46.25b	51.25b	100a
4	1.25b	46.25b	83.75a	100a
5	16.25a	71.25a	88.75a	100a
6	5b	78.75a	91.25a	100a

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ระยะเวลาที่สามารถควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ได้ 50 % (LC<sub>50</sub>) ของแบบที่เรีย 4 ชนิด ที่เวลา 48 ชั่วโมง

แบบที่เรีย (ชื่อการค้า)	%สารออกฤทธิ์	อัตราแนะนำ	Intercept	Standart Error (S.E)	LC <sub>50</sub> (ช่วง)
Dipel WP	17600 IU/mg	3 g/l	-1.06101	0.10270	1.55(0.59-2.50)
Bactospeine HP	32000 IU/mg	3 g/l	-0.84837	0.09718	1.52(0.91-2.10)
Florbac FC	8500 IU/mg	3 ml/l	-1.10317	0.10352	3.01(1.75-4.78)
DOA*	2 x 10 <sup>9</sup> ฝัก/ml	4 ml/l	-1.27461	0.11639	3.66(3.04-4.40)

\* Department of Agriculture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ระยะเวลาที่สามารถควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ได้ 50 % ( $LC_{50}$ ) ของแบคทีเรีย 4 ชนิด ที่เวลา 72 ชั่วโมง

แบคทีเรีย (ชื่อการค้า)	%สารออกฤทธิ์	อัตราแนะนำ	Intercept	Standart Error (S.E)	$LC_{50}$ (ช่วง)
Dipel WP	17600 IU/mg	3 g/l	-0.63069	0.10378	0.64 ( - )
Bactospeine HP	32000 IU/mg	3 g/l	-0.68839	0.10870	0.64(0.01-1.45)
Florbac FC	8500 IU/mg	3 ml/l	-0.82690	0.09860	2.27(0.41-3.84)
DOA*	$2 \times 10^9$ ผลึก/ml	4 ml/l	-1.09220	0.11362	2.40(1.64-3.06)

\* Department of Agriculture

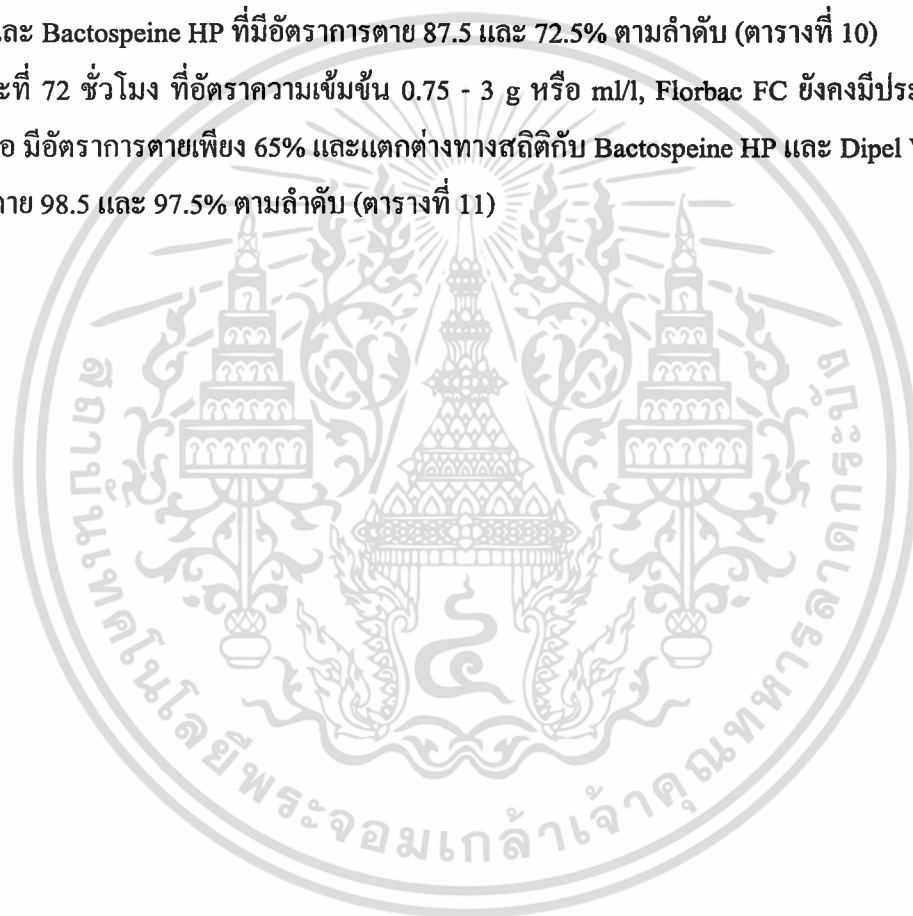


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบอัตราการตายที่เกิดจาก Bt. 3 ชนิดคือ Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ที่อัตราความเข้มข้นเดียวกัน พบว่า อัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.75 g หรือ ml/l Dipel WP ออกฤทธิ์ช้าที่สุด เนื่องจากไม่มีอัตราการตายเลยและมีค่าแตกต่างทางสถิติกว่า Bt. ชนิดอื่นๆ ในขณะที่เมื่อความเข้มข้น 3 g/l กลับมีอัตราการตายสูงสุดคือ 15% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ Bt. อื่นๆ (ตารางที่ 9)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายที่ 48 ชั่วโมง Florbac FC ทุกความเข้มข้นให้อัตราการตายต่ำกว่า Bt. ชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะความเข้มข้น 3 ml/l มีอัตราการตายเพียง 58.75% แตกต่างทางสถิติกับ Dipel WP และ Bactospeine HP ที่มีอัตราการตาย 87.5 และ 72.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

และที่ 72 ชั่วโมง ที่อัตราความเข้มข้น 0.75 - 3 g หรือ ml/l, Florbac FC ยังคงมีประสิทธิภาพต่ำสุดคือ มีอัตราการตายเพียง 65% และแตกต่างทางสถิติกับ Bactospeine HP และ Dipel WP ที่มีอัตราการตาย 98.5 และ 97.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 11)



ตารางที่ 9 การตายเฉลี่ยของหนอนหน้าแมววัย 4 เมื่อทดสอบด้วยแบคทีเรีย Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ที่ 24 ชั่วโมง

แบคทีเรีย (ชื่อการค้า)	% การตายเฉลี่ย				
	ความเข้มข้น (g หรือ ml/l)				
	Control	0.75	1.5	2.25	3
Dipel WP	0Ab	0Bb	2.5Aab	13.75Aab	15Aa
Bactospeine HP	0Ab	5Aab	6.25Aab	13.75Aa	13.75Aa
Florbac FC	0Aa	1.25ABa	6.25Aa	8.75Aa	10Aa

ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรตัวเล็กในแนวนอน และ ตัวใหญ่ในแนวตั้งเดียวกันที่เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $P = 0.05$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การตายเฉลี่ยของหนอนหน้าแมววัย 4 เมื่อทดสอบด้วยแบคทีเรีย Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ที่ 48 ชั่วโมง

แบคทีเรีย (ชื่อการค้า)	% การตายเฉลี่ย				
	ความเข้มข้น (g หรือ ml/l)				
	Control	0.75	1.5	2.25	3
Dipel WP	5Ac	52.5Ab	51.25Ab	71.25Aa	87.5Aa
Bactospeine HP	5Ad	38.75Ac	56.25Ab	71.25Aa	72.5ABa
Florbac FC	5Ab	8.75Bb	40Aa	57.5Aa	58.75Ba

ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรตัวเล็กในแนวนอน และ ตัวใหญ่ในแนวตั้งเดียวกันที่เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $P = 0.05$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 การตายเฉลี่ยของหนอนหน้าแมววัย 4 เมื่อทดสอบด้วยแบคทีเรีย Dipel WP, Bactospeine HP และ Florbac FC ที่ 72 ชั่วโมง

แบคทีเรีย (ชื่อการค้า)	% การตายเฉลี่ย				
	ความเข้มข้น (g หรือ ml/l)				
	Control	0.75	1.5	2.25	3
Dipel WP	5Ac	85Ab	83.75Ab	95Aa	97.5Aa
Bactospeine HP	5Ad	81.25Ac	87.5Abc	91.25Aa	98.5Aa
Florbac FC	5Ab	21.25Bb	58.75Ba	66.25Ba	65Ba

ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรตัวเล็กในแนวนอน และ ตัวใหญ่ในแนวตั้งเดียวกันที่เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $P = 0.05$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้ไส้เดือนฝอย

จากการทดสอบการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocepsae* ในการควบคุมหนอนหน้าแมว โดยวิธี leaf dipping method พบว่า อัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง โดยทั่วไปหนอนหน้าแมวมีอัตราการตายน้อยมาก โดยที่ไส้เดือนฝอยที่ความเข้มข้น 5,000 ตัว/ลิตร มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ มีอัตราการตาย 11.25%

ที่ 48 ชั่วโมง โดยทั่วไปไส้เดือนฝอยที่ความเข้มข้น 1,000 - 5,000 ตัว/ลิตร มีอัตราการตายของหนอนหน้าแมวก่อนข้างสูงคือ 57.5 – 81.25%

ที่ 72 ชั่วโมง ไส้เดือนฝอยที่อัตราความเข้มข้น 1,000 – 5,000 ตัว/ลิตร มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหนอนหน้าแมวคือ มีอัตราการตายระหว่าง 68.75 – 85% และไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติระหว่างกัน

ที่ 168 ชั่วโมงหรือ 1 สัปดาห์ ไส้เดือนฝอยทุกอัตราความเข้มข้น มีอัตราการตายของหนอนหน้าแมวสูงสุดคือ 100% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้จะใช้ไส้เดือนฝอยในอัตราความเข้มข้นที่ต่ำแต่ในระยะยาวก็สามารถควบคุมหนอนหน้าแมวได้ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 อัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 โดยทำการ direct spray methode ไล่เดือน  
ปล่อยลงบนใบปาล์มในระยะเวลาต่างๆ

ความเข้มข้น (จำนวนตัว/ลิตร)	% อัตราการตาย			
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	168 ชม.
Control	1.25b	6.25d	7.5d	8b
500	2.5b	28.75c	38.75b	100a
1000	1.25b	61.25ab	72.5a	100a
2000	5ab	57.5b	68.75a	100a
3000	2.5b	77.5ab	85a	100a
4000	7.5ab	68.75ab	82.5a	100a
5000	11.25a	81.25a	85a	100a

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของหนอนหน้าแมววัย 4 ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มี  
ความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองประสิทธิภาพการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ของแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด พบว่าแบคทีเรียทุกชนิดสามารถเริ่มควบคุมหนอนได้ที่ระยะเวลา 48 ชม. และสามารถที่จะควบคุมหนอนหน้าแมวได้หมดภายใน 1 สัปดาห์ โดยที่ที่ความเข้มข้นสูงจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนได้ดีที่สุด

จากการทดลองประสิทธิภาพความเข้มข้นของจำนวนไส้เดือนฝอยต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 พบว่าที่ความเข้มข้นระหว่าง 1,000 – 5,000 ตัว/ลิตร จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนหน้าแมวได้ดี อย่างไรก็ตามหากนำไปใช้ในสภาพสวนหรือไร่ อาจจะทำให้ยากขึ้น เพราะ ไส้เดือนฝอยต้องการความชื้นสูงและไม่ต้องการแสงแดดและอุณหภูมิที่สูง การนำไส้เดือนฝอยไปใช้ในสวนป่าล้มอาจจะทำได้ในป่าล้มขนาดเล็ก ผิดพันในเวลาเย็น ในอัตราความเข้มข้น 3,000 – 5,000 ตัว/ลิตร ก็น่าจะได้ผลดี



## สรุป

หนอนหน้าแมวเป็นแมลงศัตรูของปาล์มน้ำมันที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่ง ซึ่งมักก่อให้เกิดความเสียหายกับสวนปาล์มน้ำมันเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งการป้องกันกำจัดหนอนหน้าแมววิธีที่เหมาะสมที่สุดในสภาพสวน คือการควบคุมโดยชีววิธี

จากการศึกษาทดลองนำเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis*(Bt.) ที่มีจำหน่าย 4 ชนิด ในการควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน โดยวิธีการ Leaf dipping method พบว่าเชื้อ Bt. ที่จำหน่ายทุกชนิดสามารถควบคุมหนอนหน้าแมวได้ดีมากแม้จะทดลองใช้ในอัตราความเข้มข้นที่ต่ำ(0.25 เท่าของอัตราแนะนำ) ก็สามารถควบคุมหนอนหน้าแมวได้ 100% ภายใน 1 สัปดาห์ จากการทดลองหาค่าความเข้มข้นที่สามารถคุมสัตว์ทดลองได้ 50% (Medium Lethal Concentration , LC<sub>50</sub>) พบว่าแบคทีเรียที่ให้ค่า LC<sub>50</sub> มากที่สุดที่เวลา 48 ชั่วโมงคือ แบคทีเรียจาก DOA(Department of Agriculture) ให้ผล 3.66 มิลลิลิตร/ลิตร รองลงมาคือ แบคทีเรีย Florbac FC, Bactospeine HP และ Dipel WP ให้ผล 3.01 มิลลิลิตร/ลิตร, 1.55 กรัม/ลิตร และ 1.52 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และแบคทีเรียที่ให้ค่า LC<sub>50</sub> มากที่สุดที่เวลา 72 ชั่วโมงคือ แบคทีเรียจาก DOA(Department of Agriculture) ให้ผล 2.40 มิลลิลิตร/ลิตร รองลงมาคือ แบคทีเรีย Florbac FC, Dipel WP และ Bactospeine HP ให้ผล 2.27, 0.64 มิลลิลิตรหรือกรัม/ลิตร ตามลำดับ และจากการทดลองนำไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* ในการควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน โดยวิธีการ Leaf dipping method พบว่าไส้เดือนฝอยที่ความเข้มข้น 1,000 - 5,000 ตัว สามารถควบคุมหนอนหน้าแมวได้ดีภายใน 1 สัปดาห์

จากผลการศึกษาดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่าเชื้อ Bt. มีความเหมาะสมมากที่จะนำไปใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน ในขณะที่การใช้ไส้เดือนฝอย อาจจะใช้ไส้เดือนฝอยป้องกันกำจัดหนอนหน้าแมวได้ในกล้าปาล์มขนาดเล็ก ที่ที่มีความชื้นสูง ฉีดพ่นในเวลาเย็น ซึ่งการใช้เชื้อ Bt. และ ไส้เดือนฝอย เป็นวิธีการป้องกันกำจัดหนอนหน้าแมวที่ปลอดภัยจากศัตรูธรรมชาติ และส่งเสริมแนวทางการป้องกันกำจัดอย่างยั่งยืน

## เอกสารอ้างอิง

- ทวีศักดิ์ ชโยภาส. 2544. แมลงศัตรูปล้ำม้ำมันในประเทศไทย. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 126 หน้า.
- วัชรีย์ สมสุข. 2533, ผลของสารกำจัดศัตรูพืชต่อไส้เดือนฝอย *Neoaplectana carpocapsae* วารสาร กัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 12 : 237 – 241.
- วัชรีย์ สมสุข และสุทธิชัย สมสุข. 2541 เปรียบเทียบการเจริญเติบโต สืบพันธุ์ และประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* (Weiser) ที่เลี้ยงในอาหารเหลวและแมลงอาศัย. วารสารกัญและสัตววิทยา ปีที่ 20 (2) : 75 – 88
- อัจฉรา ตันติโชคก. 2534. แบคทีเรียควบคุมแมลงศัตรูพืช. เอกสารวิชาการควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยชีวีวิธี. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 148-166 หน้า.
- อัจฉรา ตันติโชคก. 2535. แบคทีเรียควบคุมแมลงศัตรูพืช. เล่มการเกษตร 16 : 90-94.
- Akhurst, R.J. 1980. Morphological and functional dimorphism in *Xenorhabdus* sp. Bacteria symbiotically associated with insect pathogenic nematodes *Neoaplectana* and *Heterorhabditis*. *J. Gen. Microbiol.* 121 : 303 – 309.
- Burman, M. and A.E. Pye. 1980. *Neoaplectana carpocapsae* respiration of infective juveniles. *Nematologica.* 26 : 214 – 219.
- Gaugler, R. and G.M. Boush. 1979. Rat nonsusceptibility to *N. carpocapsae* Entomological Society of America. *Environ. Entomol.* 8 ; 658 – 660.
- Kaya, H.K. 1977. Development of the DD-136 strain of *Neoaplectana carpocapsae* at constant temperatures. *J. Nematol.* 9 : 346 – 349.
- Lindgren, J.E., R.E. Rij, S.R. Ross and D.C. Fouse. 1986. Respiration rate of *Steinernema feltiae* infective juveniles at several constant temperature. *J. Nematol.* 18 : 221 – 224.
- Molyneux, A.S. 1985. Survival of infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. And *Steinernema* spp. At various temperature and their subsequent infectivity for insect. *Rev. Nematol.* 8 : 165 – 170.
- Poinar, G.O. Jr. and G.M. Thomas. 1965. A new Bacterium *Achromobacter nematophilus* sp. Nov. (Achromobacteriaceae-Eubacteriales) associated with a nematode. *Int. Bull. Bacteriol of Nomen Tax on.* 15 : 249 – 252.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pye, A.E. and M. Burman. 1981. *Neoplectana carpocapsae* nematode accumulations on chemical and bacterial gradients. *Exp. Parasitol.* 51 : 13 – 20.

Schmiege, D.C. 1963. The feasibility of using a *Neoplectanid* nematode for control of some forest insect pest. *J. Econ. Entomol.* 56 : 427 – 431.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางที่ 1 (24, 48, 72 ชั่วโมง)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	335.714	55.952	2.725 *	2.57	3.81
Error	21	431.250	20.536			
Total	27	766.964	28.406			

CV % 101.51 %

LSD.05 6.665047

LSD.01 9.071514

\* significant at 5 %

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	17973.214	2995.536	17.264 **	2.57	3.81
Error	21	3643.750	173.512			
Total	27	21616.964	800.628			

CV % 24.19 %

LSD.05 19.37372

LSD.01 26.36875

\*\* highly significant at 1 %

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	20558.929	3426.488	21.086 **	2.57	3.81
Error	21	3412.500	162.500			
Total	27	23971.429	887.831			

CV % 20.28 %

LSD.05 18.74887

LSD.01 25.51829

\*\* highly significant at 1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Dipel WP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20)				รวม	เฉลี่ย
	ซ้ำ					
	1	2	3	4		
0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0
1.5	0	1	1	0	2	0.50
2.25	0	3	0	8	11	2.75
3	3	2	3	4	12	3
4.5	1	1	9	2	13	3.25

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 2

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	9.857	3.286	0.733 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	57.929	9.655	2.155 <sup>NS</sup>	2.66	4.01
Error	18	80.643	4.480			
Total	27	148.429	5.497			

CV % 155.96 %

LSD.05 3.144545

LSD.01 4.307472

NS non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Dipel WP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20)				รวม	เฉลี่ย
	ซ้ำ					
	1	2	3	4		
0	0	0	2	2	4	1
0.5	2	1	2	2	7	1.75
0.75	8	14	12	8	42	10.50
1.5	12	9	13	7	41	10.25
2.25	15	13	12	17	57	14.25
3	2	15	19	16	52	13
4.5	16	19	19	18	72	18

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 4

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	42.964	14.321	1.274 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	960.857	160.143	14.250 <sup>**</sup>	2.66	4.01
Error	18	202.286	11.238			
Total	27	1206.107	44.671			

CV % 34.13 %

LSD.05 4.980322

LSD.01 6.822164

\*\* highly significant at 1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Dipel WP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20)				รวม	เฉลี่ย
	ชั่วโมง					
	1	2	3	4		
0	1	1	0	2	4	1
0.5	5	6	8	10	29	7.25
0.75	16	18	19	15	68	17
1.5	17	17	18	15	67	16.75
2.25	19	19	18	20	76	19
3	20	18	20	20	78	19.5
4.5	18	20	20	19	77	19.25

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 6

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	3.821	1.274	0.647 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	1254.000	209.000	106.185 <sup>**</sup>	2.66	4.01
Error	18	35.429	1.968			
Total	27	1293.250	47.898			

CV % 9.85 %

LSD.05 2.084259

LSD.01 2.855068

\*\* highly significant at 1 %

NS non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Bactospeine HP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20)				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	1	0	1	2	0.50
0.75	0	1	1	2	4	1
1.5	0	1	3	1	5	1.25
2.25	5	4	1	1	11	2.75
3	3	1	3	4	11	2.75
3.75	2	14	7	12	35	8.75

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 8

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	13.429	4.476	0.817 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	212.857	35.476	6.478 <sup>**</sup>	2.66	4.01
Error	18	98.571	5.476			
Total	27	324.857	12.032			

CV % 96.36 %

LSD.05 3.476565

LSD.01 4.762281

\*\* highly significant at 1 %

NS non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Bactospeine HP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20) ซ้ำ				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
0	1	0	2	1	4	1
0.5	6	8	10	5	29	7.25
0.75	10	8	5	8	31	7.75
1.5	13	9	10	13	45	11.25
2.25	15	13	15	14	57	14.25
3	14	15	16	13	58	14.50
3.75	15	18	17	20	70	17.50

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 10

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	1.286	0.429	0.125 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	752.000	125.333	36.556 <sup>**</sup>	2.66	4.01
Error	18	61.714	3.429			
Total	27	815.000	30.185			

CV % 17.63 %

LSD.05 2.750855

LSD.01 3.768187

\*\* highly significant at 1 %

NS non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Bactospeine HP ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา 72 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20) ซ้ำ				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
0	1	0	2	1	4	1
0.5	8	8	10	8	34	8.50
0.75	18	14	15	18	65	16.25
1.5	17	19	17	17	70	17.50
2.25	20	18	17	18	73	18.25
3	20	20	19	20	79	19.75
3.75	20	20	19	20	79	19.75

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 12

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	2.571	0.857	0.632 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	1197.857	199.643	147.105 <sup>**</sup>	2.66	4.01
Error	18	24.429	1.357			
Total	27	1224.857	45.365			

CV % 8.07 %

LSD.05 1.730708

LSD.01 2.370765

\*\* highly significant at 1 %

NS non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Florbac FC ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20)				รวม	เฉลี่ย
	ซ้ำ					
	1	2	3	4		
0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	1	0	1	0.25
1.5	2	0	2	1	5	1.25
2.25	3	1	2	1	7	1.75
3	1	6	0	1	8	2
4.5	2	2	3	1	8	2
6	2	3	1	1	7	1.75

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 14

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	3.714	1.238	0.761 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	16.714	2.786	1.712 <sup>NS</sup>	2.66	4.01
Error	18	29.286	1.627			
Total	27	49.714	1.841			

CV % 99.21 %

LSD.05 1.894972

LSD.01 2.59577

NS non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย Florbac FC ที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหน้าแมววัย 4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (เท่า)	จำนวนหนอนวัย 4 (n=20) ซ้ำ				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
0	2	0	2	0	4	1
0.75	1	1	5	0	7	1.75
1.5	6	3	12	11	32	8
2.25	16	10	10	10	46	11.50
3	10	12	10	15	47	11.75
4.5	15	10	10	10	45	11.25
6	16	19	15	18	68	17

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากตารางภาคผนวกที่ 16

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	3	10.393	3.464	0.462 <sup>NS</sup>	3.16	5.09
Treatment	6	801.429	133.57	17.828 <sup>**</sup>	2.66	4.01
Error	18	134.857	7.492			
Total	27	946.679	35.062			

CV % 30.78 %

LSD.05 4.066416

LSD.01 5.570273

\*\* highly significant at 1 %

NS non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้