



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน

Dama furva Wileman โดยชีววิถี

Biological Control of Oil Palm Slug Caterpillar, *Dama furva* Wileman

โดย

อำมร อินทร์สังข์

ทวีศักดิ์ ชโยภาส

31 พฤษภาคม 2547



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน

Darna furva Wileman โดยชีววิถี

Biological Control of Oil Palm Slug Caterpillar, *Darna*
furva Wileman

โดย

อำมร อินทร์สังข์

ทวีศักดิ์ ชโยภาส

31 พฤษภาคม 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน

Darna furva Wileman โดยชีววิถี

Biological Control of Oil Palm Slug Caterpillar, *Darna furva* Wileman

คณะผู้วิจัย

1. อัมร อินทร์สังข์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง
2. ทวีศักดิ์ ชโยภาส กรมวิชาการเกษตร

ชุดโครงการ ปาล์มน้ำมัน

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	i
บทคัดย่อ	ii
บทนำ	1
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	5
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	9
สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก 1	40
ภาคผนวก 2	57
บทความสำหรับการเผยแพร่	58
กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ประโยชน์	67
การเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ที่วางแผนและผลที่ได้รับ	68
ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิ	69

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

หนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน *Dama furva* wileman จัดว่าเป็นแมลงศัตรูปาล์มน้ำมันที่สำคัญที่สุดที่มีประวัติการระบาดอย่างรุนแรงทำความเสียหายแก่สวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ปลูกทางภาคใต้บนพื้นที่ไร่ อย่างไรก็ตามการระบาดของหนอนหน้าแมวไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำ ในสภาพสวนปาล์มทั่วไปโอกาสที่จะพบการเข้าทำลายของหนอนหน้าแมวนับว่าน้อยมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงไม่ทราบความสำคัญทั้งลักษณะและความรุนแรงในการทำลายของแมลงชนิดนี้ หากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและไม่มีแมลงศัตรูธรรมชาติเข้ามารบกวน หนอนหน้าแมวก็สามารถทำลายปาล์มน้ำมันโดยการกัดกินใบได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง อีกทั้งยังยากต่อการป้องกันกำจัด ปาล์มน้ำมันจะใช้เวลาในการฟื้นตัวไม่น้อยกว่าสองปี จึงเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจในระยะยาว

รายงานผลงานวิจัยเรื่อง การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันโดยชีววิธีฉบับนี้ ได้วิเคราะห์ปัจจัยการเกิดการระบาดของหนอนหน้าแมวจากประวัติการระบาดในช่วงปีต่างๆ ที่ผ่านมา รวมทั้งจากการสำรวจปริมาณหนอนหน้าแมวในแหล่งปลูกทั้งแหล่งที่เคยมีประวัติการระบาด และแหล่งที่ไม่มีประวัติตั้งแต่ช่วงเดือน ตุลาคม 2544 ถึง สิงหาคม 2546 และนำมาประมวลผล นอกจากนี้ยังได้ดำเนินการศึกษาทดลองในเชิงลึกถึงลักษณะทางชีววิทยาและตารางชีวิตตลอดจนผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติและเชื้อจุลินทรีย์เช่น แบคทีเรียและไส้เดือนฝอยเพื่อการป้องกันกำจัดหนอนหน้าแมวโดยชีววิธี ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานเพื่อเป็นแนวทางของการเกษตรอย่างยั่งยืน

บทคัดย่อ

หนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน *Darna furva* Wileman (Lepidoptera : Limacodidae) เป็นแมลงที่สำคัญที่สุดในกลุ่มหนอนร่านทำลายใบ และเคยระบาดรุนแรงที่สุดในระหว่างปี 2541 - 2542 ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ รวมพื้นที่ระบาดมากกว่า 40,000 ไร่ จากการสำรวจการระบาดของหนอนหน้าแมวในพื้นที่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ และจังหวัดอื่นๆ ทางภาคใต้ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2544 ถึง สิงหาคม 2546 พบว่า หนอนหน้าแมวมีกระบาดในระหว่างเดือนตุลาคม ถึง เมษายน โดยเฉพาะระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ และมีปริมาณน้ำฝนน้อย อาจกล่าวได้ว่าในสภาพธรรมชาติอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอน คือ ประมาณ 25 - 27 °C และมีปริมาณน้ำฝน 0 - 100 มิลลิเมตรต่อเดือนปัจจัยที่สำคัญที่ควบคุมการระบาดของหนอนคือแตนเบียนหนอนโดยเฉพาะแตนเบียนหนอน *Dolichogenidea parasae* (Rohwer) ในการศึกษาครั้งนี้ได้รับการจำแนกใหม่จากเดิมคือ *Apanteles* sp. โดยทั่วไปหนอนหน้าแมวจะถูกควบคุมโดยแตนเบียนชนิดต่างๆ ถึง 68.56% (52-100%) โดยหนอนที่ไม่ถูกเบียนมักยังเป็นหนอนขนาดเล็กวัย 1-3 จากการศึกษาตารางชีวิตหนอนหน้าแมวที่อุณหภูมิ 20±1°C, 51±2%RH; 25±1°C, 60±2%RH, 29±1°C, 71±2%RH และที่ 35±1°C, 85±2%RH พบว่า ที่อุณหภูมิ 25±1°C และ 29±1°C หนอนหน้าแมวมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R₀) 46.1688 เท่าใน 50 วัน และ 31.436 เท่าใน 42 วัน อายุขัยของกลุ่ม (T₀) 55.0672 และ 45.7701 วัน และค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (DT) 9.972 และ 9.2045 วัน โดยหนอนมีอัตราการไม่ฟักของไข่ 22 และ 8% และมีอัตราการตายของหนอนขนาดเล็ก (วัย 1-3) สูงคือ 21.79 และ 41.30% ตามลำดับ ในขณะที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20±1°C พบว่าหนอนหน้าแมวไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ และที่ 35±1°C ไม่มีการไข่ของฟัก ในการศึกษาประสิทธิภาพของแตนเบียน *D. parasae* พบว่าแตนเบียนวางไข่ในหนอน วัย 4 ขึ้นไป โดยตัวเมียสามารถวางไข่ในตัวหนอนได้หลายครั้ง ซึ่งอาจจะวางไข่ในหนอนตัวเดียวกันหรือในตัวใหม่ โดยหนอนหน้าแมวตัวหนึ่งๆ สามารถผลิตแตนเบียนได้เฉลี่ย 19.75 (14-36) ตัว และในการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แตนเบียนชนิดนี้ในโรงเรือนมุ้งตาข่ายกรองแสง 80% ขนาด 8x12x2.5 เมตร พบว่าสามารถให้ผลผลิต 17% ขณะที่เลี้ยงในโรงขยายพันธุ์ขนาดเล็ก 2x2x2.5 เมตร พบแตนเบียนเข้ามาทำลายเพียง 6.7 (5-10) เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาประสิทธิภาพของมวลพิษจากหนอน *Eocanthacona furcellata* (Wolf) ในการควบคุมหนอนหน้าแมว พบว่า ตลอดชีวิตมวลพิษจากหนอนสามารถกินหนอนวัย 4 ได้ 292 ตัว ขณะที่สามารถกินหนอนนก *Tenebrio molitor* ได้เพียง 28 ตัว จากการทดสอบ ประสิทธิภาพของ *Bacillus thuringiensis* (Bt) ในการควบคุมหนอนหน้าแมวพบว่า Bt ทั้ง 4 ชนิด คือ Dipel WP,

Bactospeine HP, Florbact FC และ Bt จากกรมวิชาการเกษตร มีประสิทธิภาพสูงมาก โดย หนอนจะมีอัตราการตาย 97.5 – 100% ที่ 72 ชั่วโมง และจะตายหมดภายใน 1 สัปดาห์ โดยที่ Bactospeine HP จะให้ค่า LC_{50} ต่ำสุดคือ 1.52(0.91-2.10) กรัม/ลิตร ที่ 48 ชั่วโมง นอกจากนี้ จากการทดสอบการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* ในหนอนหน้าแมว ในห้องปฏิบัติการโดยวิธีฉีดพ่นโดยตรง พบว่า ไส้เดือนฝอยที่ความเข้มข้น 1,000-5,000 ตัว/ลิตร จะทำให้นอนตาย 68.75-85.0% ที่ 72 ชั่วโมง และจะตายหมดภายใน 1 สัปดาห์ การหมั่นสำรวจ หนอนในสวนปาล์มในช่วงเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำและความแห้งแล้งยาวนาน โดยเฉพาะในเดือน พฤศจิกายน ถึง มกราคม การเพาะเลี้ยงและปลดปล่อยศัตรูธรรมชาติเช่นมวนพิฆาตหนอนหรือ แตนเบียนหนอนเป็นระยะๆ การปล่อยให้วัชพืชขึ้นปกคลุมบ้างในสวนปาล์มขนาดใหญ่เพื่อเป็น แหล่งอาหารและที่อยู่สำหรับแมลงศัตรูธรรมชาติและการฉีดพ่นเชื้อ Bt เมื่อพบการระบาดในระยะแรกๆ จึงเป็นวิธีการควบคุมหนอนหน้าแมวอย่างยั่งยืน

Abstract

The oil palm slug caterpillar, *Darna furva* Wileman (Lepidoptera : Limacodidae) is evaluated as the most economic insect pest of oil palm. The outbreak of this pest was recently observed in Surat Thani and Krabi provinces during 1998 – 1999 in which covered the area of 40,000 rai. A survey of oil palm slug caterpillar distribution in the area of Chumporn, Surat Thani, Krabi and other southern provinces was made for the period of November 2001 to August 2003. It was found that the oil palm slug caterpillar population normally appeared from October to April and particularly, from November to January. This mentioned period was cool and dry. We would imply that in natural field, the optimum conditions for oil palm slug caterpillar growth were 25 – 27 °C, and rainfall of 0 – 100 mm/month. The most important factor to control this insect pest was the larval parasite, *Dolichogenidea parasae* (Rohwer). It was first described from *Apanteles* sp. Generally, various larval parasite species could control this pest for 68.56% (52-100%). Unattacked larvae were usually young as the first to third larval stages. Life tables of oil palm slug caterpillar at different temperatures of 20±1°C, 51±2%RH ; 25±1°C, 60±2%RH, 29±1°C, 71±2%RH and 35±1°C, 85±2%RH were investigated as well as biological parameters were obtained. The result showed that at temperature of 20±1°C, the oil palm slug caterpillar could not complete its life cycle, whereas at 35±1°C, the eggs were not hatched. As for temperatures of 25±1°C and 29±1°C, the biological parameters were: the net reproductive rate (R_0), cohort generation time (T_0), and population doubling time (DT), which were 46.1688 and 31.436 time, 55.0672 and 45.7701 days, as well as 9.972 and 9.2045 days, respectively. Besides, non-hatched eggs of 22 and 8% and young larval mortalities of 21.79 and 41.30%, respectively were observed. The efficacy of *D. parasae* to control the oil palm slug caterpillar was performed and found that the female laid eggs into the fourth or older larval stages. Egg laying appeared several times. Average of emergence adults of 19.75 (14-36) was recorded from one host. Mass rearing of *D. parasae* in insectary was rather successful, even if 17% of attacked larva was found.

Result obtained from efficacy of predatory bug, *Eocanthecona furcellata* (Wolf) to control the oil palm slug caterpillar presented that during the bug's life span, it

consumed 292 fourth instar larvae of the oil palm slug comparing with only 28 larvae of *Tenebrio molitor* were eaten. Also, result from efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Bt) for controlling oil palm slug showed that four commercial Bt: Dipel WP, Bactospeine HP, Florbact FC and Bt from Department of Agriculture (DOA) were extremely harmful. Therefore, mortality of 97.5 –100% was observed at 72 hours and complete control was found within a week. At 48 hours, Bactospeine HP showed the lowest LC_{50} which was 1.52(0.91-2.10) g/l. According result from efficacy of nematode, *Steinernema carpocapsae* for controlling this insect pest revealed that nematode at the concentration of 1,000-5,000 juvenile/l caused mortality of 68.75-85.0% at 72 hours and complete control in a week.

Therefore, sustainable management would be making frequently observation, especially during the period of low temperature and dry as from November to January. Sometime planter may rear and release insect natural enemies as predatory bug or larval parasites and would grow some cover plants in oil palm plantation as well as spray Bt when initial outbreak found.

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญที่ปลูกมากที่สุดทางภาคใต้ และมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเป็นลำดับจนปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกทั้งหมดประมาณ 1.25 ล้านไร่ (นครและคณะ, 2541) จากการปลูกปาล์มน้ำมันบนพื้นที่กว้างขวางติดต่อกันเป็นผืนใหญ่และมีการเพิ่มพื้นที่ปลูกอยู่เสมออาจก่อให้เกิดปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูปาล์มน้ำมันติดตามมา แมลงศัตรูปาล์มน้ำมันในประเทศไทยมีมากกว่า 60 ชนิด และแมลงประเภทหนอนร่านมีเชื้อทำลายใบ โดยเฉพาะหนอนหน้าแมว (*Darna furva* Wileman) นับว่าเป็นแมลงที่มีความสำคัญที่สุดในกลุ่มนี้ (ทวีศักดิ์, 2535) โดยหนอนจะกัดทำลายใบปาล์มน้ำมัน ถ้ารุนแรงมากใบจะถูกกัดกินจนเหลือแต่ก้านใบ ทำให้ผลผลิตลดลงต้นชะงักการเจริญเติบโต เพราะประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง และกว่าต้นปาล์มจะฟื้นคืนดังเดิมได้ต้องใช้เวลานานนับปี หนอนหน้าแมวเคยระบาดครั้งแรกในปี 2524 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และต่อมาในปี 2526 - 2529 มีการระบาดในหลายพื้นที่ในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานีและกระบี่ โดยมีพื้นที่การระบาดรวมกันมากกว่า 10,000 ไร่ และล่าสุดได้มีการระบาดช่วงปลายปี 2541 - ต้นปี 2542 ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ โดยมีพื้นที่การระบาดรวมกันมากกว่า 40,000 ไร่ เมื่อเกิดระบาดแต่ละครั้งมักใช้เวลาในการกำจัดนาน เสียค่าใช้จ่ายสูง และทำความเสียหายต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตในระยะต่อมาเป็นอย่างดี หนอนมีการระบาดได้ทุกฤดูกาลส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน และมักพบระบาดในปาล์มที่มีอายุระหว่าง 3 - 5 ปี อย่างไรก็ตามในปัจจุบันจะพบว่าการระบาดของหนอนหน้าแมวมักเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว อาจเป็นปีเว้นปีหรือปีเว้นสองปี ปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกิดการระบาดของหนอนหน้าแมว ได้แก่ ปริมาณแมลงตัวน้ำ แมลงตัวเบียน เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค สภาพภูมิอากาศ ตลอดจนสภาพแวดล้อมในสวนปาล์มน้ำมันซึ่งปัจจัยเหล่านี้ยังเป็นเงื่อนไขกลไกที่ซับซ้อนอยู่ (ทวีศักดิ์, 2536; ทวีศักดิ์, 2544)

การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีนับว่าเป็นองค์ประกอบหลักในการบริหารศัตรูพืช แบบผสมผสาน ซึ่งหนอนหน้าแมวมีศัตรูธรรมชาติ ที่สำคัญมากกว่า 10 ชนิด เช่น แตนเบียนทำลายไข่ *Trichogramma* sp. แตนเบียนทำลายหนอน *Platyplectus* sp. , *Euplectromopha* sp. , *Michogaster* sp. และ *Apanteles* sp. แตนเบียนทำลายด้วงด้ *Paraphylax varius* Walker มวนเพชรมายาทำลายหนอน *Sycanus* sp. และโดยเฉพาะมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff) ซึ่งนับว่าเป็นศัตรูธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ สามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย และน่าจะนำมาใช้เพื่อการควบคุมหนอนหน้าแมวและศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ได้อีกไม่ต่ำกว่า 20 ชนิด

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อพิจารณาเงื่อนไขและปัจจัยในการระบาดของหนองหน้าแมว
2. เพื่อศึกษาการควบคุมหนองหน้าแมวโดยชีววิธีในห้องปฏิบัติการ ทั้งการใช้แมลงตัวน้ำ ตัวเบียน ตลอดจนการใช้ได้เดือนฝอยและเชื้อจุลินทรีย์
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการบริหารแมลงศัตรูป่าสนน้ำมันแบบผสมผสาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหลายประเทศที่ปลูกปาล์มน้ำมัน มีแมลงหลายชนิดที่เข้าทำลายปาล์มน้ำมัน แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะ หนอนกัดกินใบชนิด *Dama species* ซึ่งพบระบาดเป็นประจำในปาล์มน้ำมัน เช่น *D. trima* ในมาเลเซีย *D. metaleuca* ในอเมริกาใต้ และ ในโคลัมเบีย (Harley, 1977) และ *D. furva* ในประเทศไทย (ทวีศักดิ์, 2544)

ตัวเต็มวัยหนอนหน้าแมวเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กสีน้ำตาลไหม้ ไข่มีลักษณะเตี้ยๆ รูปไข่ มีสีใสราบเรียบ ตัวหนอนมี 7 วัย ขนาดโตเต็มที่ กว้าง 5 – 6 มม. ยาว 15 – 17 มม. ตัวเต็มวัยใช้สีน้ำตาลอ่อนบางๆ ห่อหุ้ม มักพบรังด้งด้งอยู่ตามซอกมุมของโคนทางใบ ชีวประวัติของหนอนหน้าแมวจะมีระยะไข่ 4 – 5 วัน ระยะหนอน 30 – 40 วัน ระยะดักแด้ 9 – 14 วัน ระยะตัวเต็มวัย 6 – 11 วัน รวมวงจรชีวิตประมาณ 50 – 66 วัน รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ รวมทั้งการจำแนกแยกแยะสามารถติดตามได้จาก ทวีศักดิ์ (2536) และ Cock et al. (1987)

การทำลายใบปาล์มน้ำมันที่รุนแรงหนอนหน้าแมวจะกัดกินใบจนเหลือแต่ก้านใบ Fee (1998) รายงานว่า จากการเลียนแบบการทำลายใบปาล์มน้ำมัน ทำให้ผลผลิตเสียหายถึง 40 – 50 % และ ทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตลดลง 30 – 70 % เป็นระยะเวลามากกว่า 2 ปี ในประเทศมาเลเซีย

การเกิดการระบาดของกลุ่มหนอนกัดกินใบในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะหนอนหน้าแมว *D. trima* มักเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวคล้ายคลึงกันกับที่มีการระบาดในเดือน พฤศจิกายน และสูงสุดในเดือน เมษายน ในช่วงปกติจะมีปริมาณหนอนอยู่น้อย และมีการระบาดของหนอนช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย และสัมพันธ์กับการเกิดปรากฏการณ์น้ำท่วมที่มีการระบาดของหนอนในระยะ 2-3 เดือนต่อมา (Siburat and Mojunt, 1998) ในขณะที่ ทวีศักดิ์ (2544) รายงานว่า การระบาดของหนอนหน้าแมว *D. furva* ในประเทศไทย อยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม ถึง เมษายน Fee (1998) กล่าวว่า เป็นการยากที่จะเห็นกลุ่มหนอนกัดกินใบในช่วงที่ไม่มีการระบาด แต่อาจจะพบได้บ้างหากมีการสำรวจอย่างถี่ถ้วน ซึ่งในสภาพเช่นนี้ หนอนจะถูกควบคุมโดย ศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ ตัวห้ำ ตัวเบียน และเชื้อโรค เช่น เชื้อไวรัส และ เชื้อรา เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมแมลงศัตรูชนิดนี้ ก็จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย และเข้าสู่ในระบบสมดุลในเวลาต่อมา (Wood, 1968)

สำหรับแมลงศัตรูธรรมชาติหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ทวีศักดิ์ (2544) ได้รายงานศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ 8 ชนิด โดยเฉพาะแตนเบียนหนอน *Apanteles sp.* และมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolf)

ในด้านการป้องกันกำจัดหนอนประเภทหนอนกินใบนั้นอาจใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกัน เช่น การควบคุมโดยใช้สารเคมี, ชีววิธี, เขตกรรม รวมถึงควบคุมทางกายภาพ ในประเทศไทย ทวีศักดิ์

และคณะ (2534) ได้ทดสอบสารฆ่าแมลง 7 ชนิด ได้แก่ carbaryl, monocrotophos, cyfluthrin, pirimiphos methyl, cyfluthrin, chlorpyrifos และ trichlorfon ตามอัตราแนะนำ พบว่าสารเคมีทั้ง 7 ชนิด มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโดยไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ยังอาจใช้สาร monocrotophos (Seburat and Mojiun, 1998) methamidophos หรือ acephate ในการฉีดเข้าไปในลำต้นปาล์มอายุมาก เพื่อกำจัดหนอนในระยะแรก ๆ อย่างไรก็ตามการพ่นสารฆ่าแมลงในระยะที่มีการระบาดรุนแรง แหะจะไม่มียieldต่อการให้ผลผลิตของปาล์มที่ลดลง (Wood et al, 1973) และหากมีการระบาดรุนแรงกว้างขวางอาจใช้การฉีดพ่นโดยเครื่องบิน (aerial spaying)

ในการควบคุมโดยชีววิธี Teh and Ho (1997) ได้ใช้มวนพิฆาต *Platynopus melacanthus* และ *Centheconidae furcellata* ควบคุมหนอนในสวนปาล์ม Tiong (1982) รายงานว่า วัชพืชในสวนปาล์มหลายชนิดมีประโยชน์ต่อแมลงตัวน้ำ และ ตัวเบียน เพื่อเป็นแหล่งน้ำหวานให้อาหารและที่อยู่อาศัย

Tuck and Lay (1999) ได้รายงานวัชพืชที่ให้น้ำหวาน 8 ชนิด โดยเฉพาะ *Euphorbia heterophylla*, *Ageratum* spp. และ *Clome* spp. ว่ามีส่วนในการรักษาสมดุลธรรมชาติ ลดการระบาดของหนอนกินใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งวัชพืชเหล่านี้จัดว่าเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของแตนเบียน และ ศัตรูธรรมชาติอื่น ๆ หลายชนิด เช่น วงศ์ Braconidae, Chalcididae, Ichneumonidae และ Reduviidae ที่มักจะไปหา *E. heterophylla* เพื่อเป็นแหล่งอาหาร ทวีศักดิ์และคณะ (2540) ได้รายงานว่ ในแปลงสวนปาล์มที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชจะมีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของแมลงสูงขึ้นทุกปี ซึ่งแสดงถึงความสมดุลในธรรมชาติที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับแปลงทดลองที่มีการกำจัดวัชพืช

ในด้านการป้องกันกำจัดโดยชีววิธีนั้น เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (BT) เป็นสารฆ่าแมลงทางชีวภาพที่มีความเจาะจงต่อแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะหนอนผีเสื้อสูงมาก ในประเทศไทย อัจฉรา (2544) ได้แนะนำให้ใช้ BT ในการกำจัดหนอนผีเสื้อศัตรูพืชมากกว่า 20 ชนิด รวมถึงแมลงในกลุ่มหนอนร่านกินใบปาล์มน้ำมัน ขณะที่ Tiong (1982) รายงานว่าพบเชื้อรา *Cordydeps* sp. เข้าทำลายหนอนและดักแด้ของแมลงศัตรูปาล์ม ในมาเลเซียอย่างกว้างขวางเช่นกัน การป้องกันกำจัดหนอนหน้าแมวด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น การป้องกันกำจัดทางกายภาพ โดยใช้กับดักแสงไฟ ล่อตัวเต็มวัย เพื่อตรวจสอบการระบาด การเก็บตัวหนอนและดักแด้ในปาล์มขนาดเล็ก ในขณะที่การกำจัดวัชพืชในสวนปาล์มนั้น ควรกระทำด้วยความระมัดระวัง การกำจัดวัชพืชไปจนหมด ทำให้ศัตรูธรรมชาติขาดแหล่งอาหารและแมลงศัตรูพืช อาจเกิดการระบาดได้ (Siburat and Mojiun, 1998) นอกจากนี้ Fee (1998) ได้กล่าวว่าสมดุลธรรมชาติ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม และการจัดการสวน เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องนำมาพิจารณา ในการควบคุมกลุ่มหนอนกินใบปาล์มแบบผสมผสาน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจการระบาดของหนอนหน้าแมวและแมลงศัตรูธรรมชาติ

ทำการสำรวจการระบาดของหนอนหน้าแมว โดยแบ่งพื้นที่การสำรวจออกเป็น 3 เขต คือ เขตจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และ กระบี่ โดยแต่ละเขตประกอบด้วย

แปลงหลัก จำนวนเขตละ 2 แปลง ซึ่งต้องทำการสำรวจทุกครั้งโดยมีพื้นที่สำรวจประมาณ 30-100 ไร่ (ตารางที่ 1)

แปลงทั่วไป ซึ่งไม่กำหนดแปลงจำนวนเขตละ 2 แปลง นอกจากนี้ ยังทำการสำรวจแปลงทั่วไป ในเขตจังหวัดอื่นๆ เช่น ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง ตรัง และ นครศรีธรรมราช เพื่อติดตามการแพร่กระจาย จำนวน 2 แปลง

แปลงหลบซ่อน (pocket area) ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ แปลงปาล์มเล็กอายุ ประมาณ 2-6 เดือนที่อยู่ร่วมกับแปลงปาล์มขนาดใหญ่ จากการติดตามในเบื้องต้น พบว่า หนอนหน้าแมวมักมาอาศัยเป็นแหล่งหลบซ่อน และขยายพันธุ์เกือบตลอดปี และอาจเกิดการระบาดขึ้นได้หากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและมีปริมาณศัตรูธรรมชาติลดลง

การสำรวจในแปลงหลักและแปลงทั่วไปมุ่งเน้นสำรวจในปาล์มอายุ 1 - 3 ปี บันทึกจำนวนหนอนหน้าแมวและจำนวนหนอนที่ถูกเบียนรวมทั้งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใช้สารเคมี การกำจัดวัชพืช ทำการสุ่มตรวจนับ 80 ต้นต่อแปลง และทำการสำรวจทุกเดือน ตั้งแต่ ตุลาคม 2544 ถึง สิงหาคม 2546 นอกจากนี้ทำการศึกษาข้อมูลด้าน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ที่มีผลต่อปริมาณหนอนหน้าแมว ในช่วงที่ทำการสำรวจ และช่วงที่มีประวัติการระบาดในพื้นที่ที่ทำการสำรวจ เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยการเกิดการระบาดของหนอนหน้าแมว

ตารางที่ 1 แปลงสำรวจหลักในเขตพื้นที่ 3 จังหวัด และแปลงหลบซ่อน ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

Province/site	Location		Area (rai)
Chumporn	1	Patiew oil palm company	60
	2	Khowwongkod school	50
Surat Thani	1	Km. 122 (Road 41) Chaiya	30
	2	Km. 13 (Road 401) Punpin	80
Krabi	1	Intersection Praypraya	100
	2	Km. 10 (Road 4037) อำเภอ เขาพนม	80
Pocket area		Km. 121 (Road 41) Chaiya, Surat Thani	100

การสำรวจแมลงศัตรูธรรมชาติในแปลงสำรวจ บันทึกศัตรูธรรมชาติที่พบ เช่น แมลงห้ำ และ แมลงเบียน โดยเฉพาะ แตนเบียนที่อยู่ในตัวหนอน ที่ยังไม่แสดงอาการถูกเบียนต้องนำมาทำการเลี้ยงหนอนต่อไปเพื่อตรวจนับจำนวนหนอนที่ถูกเบียนที่แท้จริง โดยสังเกตตัวหนอนที่ถูกเบียนในระยะสุดท้ายจะถูกติดยึดกับใบปาล์มน้ำมัน ทำการสุ่มหนอนที่ถูกเบียน 45 ตัว เพื่อนำมาแยกชนิด และจำนวนแตนเบียนแต่ละชนิด

2. การเพาะเลี้ยงขยายหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน

เป็นการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ (Mass rearing) หนอนหน้าแมว ใช้วิธีการนำหนอนหน้าแมวที่รวบรวมได้มาเพาะเลี้ยงภายในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 18x27x11 เซนติเมตร ที่มีใบปาล์ม น้ำมันชุบสาลีชุ่มน้ำที่โคนใบเป็นอาหารนำมาเลี้ยงจนเข้าดักแด้และเจริญเป็นตัวเต็มวัย จากนั้นนำไปใส่ในตู้เลี้ยงขยายพันธุ์ขนาด 1.0x1.0x1.2 เมตร ภายในบรรจุกล้าปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 6 เดือน ถึง 1 ปี โดยมีน้ำผึ้ง 10% ชุบสาลีเป็นแหล่งอาหาร มีเลื้อยจะวางไข่บนใบปาล์ม น้ำมัน เมื่อไข่ฟักเป็นหนอนจะกัดกินผิวใบปาล์ม และเมื่อหนอนมีการทำลายใบปาล์มมากขึ้น จึงทำการย้ายหนอนลงในกล่องพลาสติก ทำการเปลี่ยนอาหาร ทุก 2 หรือ 3 วัน จนหนอนเข้าสู่ระยะดักแด้ และเจริญเป็นตัวเต็มวัย จึงนำมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ในกรงเพาะเลี้ยงต่อไป หนอนหน้าแมวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงนี้จะป็นแหล่งสำหรับการศึกษาชีววิทยา ตารางชีวิต การทดสอบประสิทธิภาพของตัวน้ำ ตัวเบียน เชื้อแบคทีเรีย(Bt) และไส้เดือนฝอย ในการควบคุมหนอนหน้าแมว

3. การศึกษาชีววิทยาของหนอนหน้าแมว

นำแผ่นพลาสติกใสติดบนผนังกรงขยายพันธุ์ด้านบนและด้านข้างทั้ง 4 ด้าน เพื่อล่อให้มีเลื้อยวางไข่ นำไข่ที่เพิ่งวางใหม่ๆ บนแผ่นพลาสติกมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการตามวิธีการข้างต้นโดยเริ่มต้นจากไข่จำนวน 100 ฟอง ศึกษาระยะเวลาการเจริญเติบโตในแต่ละวัยและวัดขนาดของไข่ ตัวหนอนวัย 1 ถึงวัย 3 โดยผ่านกล้องสเตอริโอ และวัดขนาด ตัวหนอนวัย 4-7 ดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยใช้ไม้บรรทัด สังเกตการลอกคราบ ของหนอนโดยการดัมสี บนเส้นขน ด้านข้างลำตัว ทำการศึกษาที่อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH ในห้องปฏิบัติการจังหวัดชุมพร

4. การศึกษาตารางชีวิตของหนอนหน้าแมว

ทำการศึกษาตารางชีวิตหนอนหน้าแมว ทั้ง Biological life table และ Partial ecological life table เพื่อหาค่าลักษณะทางชีววิทยา (biological parameters) ต่างๆ เช่น อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate) อายุขัยของกลุ่ม (cohort generation time) ค่าสัมประ

สิทธิการเพิ่มทางพันธุกรรม (innate capacity of increase) อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (finite rate of increase) และค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (population doubling time) โดยศึกษาจากไข่จำนวน 100 ฟองที่ได้จากแม่เพลาสติกไปเลี้ยงตามวิธีการข้างต้น สังเกตอัตราการฟัก อัตราการรอดชีวิตใน หนอนวัยเล็ก (วัย 1 - 3) วัยโต (วัย 4 - 7) อัตราการเข้าดักแด้ และการเจริญเป็นตัวเต็มวัย ทุกๆ 2 วัน จนกว่าจะสิ้นอายุขัย และสำรวจอัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมีย โดยทำการศึกษาที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $51 \pm 2\% \text{RH}$; $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 2\% \text{RH}$, $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $71 \pm 2\% \text{RH}$ และ $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $85 \pm 2\% \text{RH}$ โดยทำการเลี้ยงหนอนหน้าแมงกิ้งในกล่องเลี้ยงแมลงในตู้ควบคุมอุณหภูมิและมี KCL ละลายน้ำ อิมมัลช่วยควบคุมความชื้น

การหาค่าลักษณะทางชีววิทยา จะคำนวณตาม Birch (1948), Laughlin (1965), Harcourt (1969) และ Price (1975)

5. ประสิทธิภาพของแตนเบียนหนอน *Dolichogenidae parasae* (Rohwer)

ในการศึกษานี้ได้เปลี่ยนแปลง ชื่อ แตนเบียนหนอนหน้าแมว *Apanteles* sp. เป็น *Dolichogenidea parasae* (Rohwer) (Hymenoptera: Braconidae) และจากการสำรวจพบว่า แตนเบียนหนอนชนิดนี้เป็นแตนเบียนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมหนอนหน้าแมว ปาล์มน้ำมัน

ทำการศึกษากาเบียนของแตนเบียนชนิดนี้ในกรง parasitization ขนาด $14 \times 15 \times 28$ นิ้ว โดยการนำหนอนหน้าแมววัย 4 ใส่ลงไปในกรงจำนวน 100 ตัว และนำแตนเบียนที่เจริญออกจาก ดักแด้ใหม่ๆ (ที่ได้จากธรรมชาติ) ใส่ลงจำนวน 1 กลุ่ม (กลุ่มดักแด้ในหนอน ซึ่งมีแตนเบียน ประมาณ 40 - 50 ตัว) โดยให้น้ำหวาน 10 % ขุบสาลีเป็นแหล่งอาหาร สังเกต การเข้าทำลาย ระยะเวลาการเจริญเติบโต และระยะของตัวเต็มวัย ในห้องอุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นประมาณ $70 \pm 10\%$ ในห้องปฏิบัติการ

6. การเพาะเลี้ยงขยายแตนเบียน *Dolichogenidae parasae* (Rohwer)

ใช้วิธีการคล้ายคลึงกับการเพาะเลี้ยงแตนเบียน *Psyllaephagus yaseeni* Noyes ซึ่งเป็น แตนเบียนเพลี้ยไก่ฟ้ากระถิน (อัมพรและจุฑารัตน์, 2544) โดยการเตรียมโรงเรือนตาข่าย 2 ขนาด คือ ขนาดเล็ก $2 \times 2 \times 2.5$ เมตร จำนวน 4 กรง และขนาดใหญ่ $8 \times 12 \times 2.5$ เมตร จำนวน 1 กรง ภายใน มีกล้าปาล์มอายุ 6 - 12 เดือน บรรจุ 2 และ 80 ต้น ตามลำดับ โดยโรงเรือนขนาดใหญ่จะคลุมด้วย ตาข่ายกรองแสง 80% นำหนอนหน้าแมววัย 3 - 5 ที่ได้รับการเพาะเลี้ยงมาปล่อยในโรงเรือนตา ข่ายในอัตรา 25 ตัวต่อต้น ทำการปล่อยแตนเบียนหนอนที่เพิ่งออกจากดักแด้ตัวหนอนหน้าแมว

ใหม่ ๆ จำนวน 2 และ 20 ดักแด้นอน ตามลำดับ ให้น้ำหวาน 10% ชุบสำลีเป็นอาหารให้กับตัว เต็มวัยเด่นเบียน ตรวจนับอัตราการถูกเบียนใน 20 วัน โดยดำเนินการในจังหวัดชุมพร

7. การศึกษาประสิทธิภาพของมวนพิฆาตหนอน *Eocanthacona furcellata* Wolf

ทำการศึกษาชีววิทยาและประสิทธิภาพในการทำลายของมวนพิฆาต *E. furcellata* ที่เลี้ยงด้วยหนอนหน้าแมววัย 4 และหนอนนก *Tenebrio molitor* อายุประมาณ 20 วัน ในห้องปฏิบัติการวิทยาเขตชุมพร อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $75 \pm 5\%$ RH ใช้เทคนิคการเลี้ยงตามวิธีการของ รัตนา (2544) และ รัตนาและคณะ (2541) โดยเริ่มจากระยะไข่ และเมื่อเจริญเป็นตัวอ่อน ทำการย้ายตัวอ่อนลงในกล่องเลี้ยงแมลงกล่องละตัว ทำการเลี้ยงมวนพิฆาตด้วยหนอนแต่ละชนิดในกล่องเลี้ยงแมลง รวม 20 กล่อง บันทึกอายุของมวนในแต่ละวัย จำนวนหนอนที่ถูกกินต่อวันและจำนวนหนอนทั้งหมดที่ถูกมวนแต่ละวัยดูดกิน

8. การศึกษาประสิทธิภาพของ *Bacillus thuringiensis* (Bt)

ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ Bt โดยนำเชื้อ Bt ที่มีจำหน่ายทั้ง 4 ชนิดคือ Dipel WP, Bactospeine HP, Florbac FC และ DOA (Department of Agriculture) นำมาทดสอบที่อัตราแนะนำโดยวิธีชุบใบ (leaf dipping method) ใช้หนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันวัย 4 บันทึกอัตราการตายของหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันที่ 24, 48, 72 และ 168 ชั่วโมง และทำการหาค่า Medium Lethal Concentration (LC_{50}) ของ Bt ทั้ง 4 ชนิด การทดลองมี 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว ตรวจนับอัตราการตายของหนอนและบันทึกผลการทดลองที่ 48 และ 72 ชั่วโมง และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS probit analysis

9. การศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae*

นำไส้เดือนฝอยที่ได้จากกรมวิชาการเกษตรมาเจือจางด้วยน้ำให้ได้ความเข้มข้น 0, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, และ 5000 ตัว/ลิตร ทดสอบโดยวิธีฉีดพ่นโดยตรง (direct spray method) โดยใช้หนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันวัย 4 การทดลองมี 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว ตรวจนับอัตราการตายของหนอนที่ 24, 48, 72 และ 168 ชั่วโมง นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสำรวจการระบาดของหนอนหน้าแมวและแมลงศัตรูธรรมชาติ

จากการศึกษาพบว่า โดยทั่วไปหนอนหน้าแมวมีการระบาดเพียงเล็กน้อยใน 3 จังหวัด คือ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และ กระบี่ ในระหว่างเดือนตุลาคม ถึง เมษายน โดยมีโอกาสที่จะพบหนอนเฉลี่ยต่อต้นเพียง 0.0241 ตัว ในขณะที่ในช่วงเดือนอื่นและจังหวัดอื่นๆ อาจจะไม่พบหนอนได้เลย หนอนมักมีการกระจายตัวเป็นกลุ่มๆ พบหนอนมากที่สุดในเดือนมกราคม 2545 (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานในประเทศมาเลเซีย โดย Fee (1998) ได้กล่าวว่า เป็นการยากที่จะพบกลุ่มหนอนกักกันใบในช่วงที่ไม่มีการระบาด แต่อาจจะหาพบได้หากมีการสำรวจอย่างถี่ถ้วน ซึ่งในสภาพเช่นนี้ หนอนจะถูกควบคุมโดยศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ ตัวห้ำ ตัวเบียน และ เชื้อโรค ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า แตนเบียนเป็น Key factor ที่สำคัญที่สุด โดยในธรรมชาติจะถูกแตนเบียน ควบคุมถึง 68.56% (52 - 100%) หนอนที่ไม่ถูกเบียนจะเป็นหนอนวัย 1 - 3 ซึ่งมีขนาดเล็ก จำนวนการถูกเบียนจะมากขึ้นเมื่อหนอนมีขนาดโตขึ้น ชนิดแตนเบียนที่สำคัญที่สุดคือ *Dolichogenidea parasae* (Rohwer) ที่ได้ทำการวินิจฉัยใหม่จากเดิม คือ *Apanteles* sp. จากนั้นยังได้จำแนกแตนเบียนหนอน *Fonicia chalcosceldes* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) ซึ่งเป็นแตนเบียนขนาดค่อนข้างใหญ่ โดยในหนอนหน้าแมวตัวหนึ่งๆ จะถูกเบียนเพียง 1 ตัว และมักจะเจริญเป็นตัวเต็มวัยออกจากตัวหนอนวัยที่ 4 หรือ 5 นอกจากนี้ยังมีแตนเบียน *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) และ *Eurytoma* sp. (Hymenoptera: Eurytomidae) ซึ่งแตนเบียนชนิดหลังนี้ อาจจะเป็น hyperparasite ของแตนเบียนชนิดอื่นๆ อีกด้วย สำหรับแตนเบียนดักแด้ *Paraphylax varius* Walker พบเพียง 2 ตัว ใน 2 ดักแด้ และยังพบเปลือกนอกดักแด้ (cocoon) ที่เจริญเป็นตัวเต็มวัยไปแล้วอีกจำนวนหนึ่ง ส่วนแตนเบียนไข่ยังไม่พบ (ตารางที่ 3) ศัตรูธรรมชาติอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ มวนพิฆาต มวนเพชรฆาต ตัวงเต่า และต่อรัง เป็นต้น แต่ไม่พบในขณะทำลาย นอกจากนี้ยังพบการตายของตัวหนอนขนาดเล็กที่มีลักษณะถูกทำลายโดยเชื้อรา แต่พบในปริมาณน้อย

หากพิจารณาเป็นรายจังหวัดพบว่า จังหวัดชุมพรหนอนมีการระบาดเพียงเล็กน้อยในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึง มีนาคม 2545 ช่วงเมษายน ถึง มิถุนายน 2545 และช่วงพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ 2546 โดยในเดือนพฤษภาคม 2545 พบมากที่สุดคือ 12 ตัว (ภาพที่ 2) ขณะที่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบการระบาดมากกว่าจังหวัดอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วงเดือนตุลาคมถึงมีนาคม พบหนอนมากที่สุดจำนวน 56 ตัว ในเดือนมกราคม 2545 (ภาพที่ 3) ในจังหวัดกระบี่พบการระบาดน้อยกว่าจังหวัดอื่นๆ และพบมากในช่วงมกราคม ถึง มีนาคม 2546 โดยพบมากที่สุดในเดือนตุลาคม 2546 โดยพบเพียง 11 ตัวเท่านั้น (ภาพที่ 4) สำหรับผลการสำรวจในแปลงหลบซ่อน

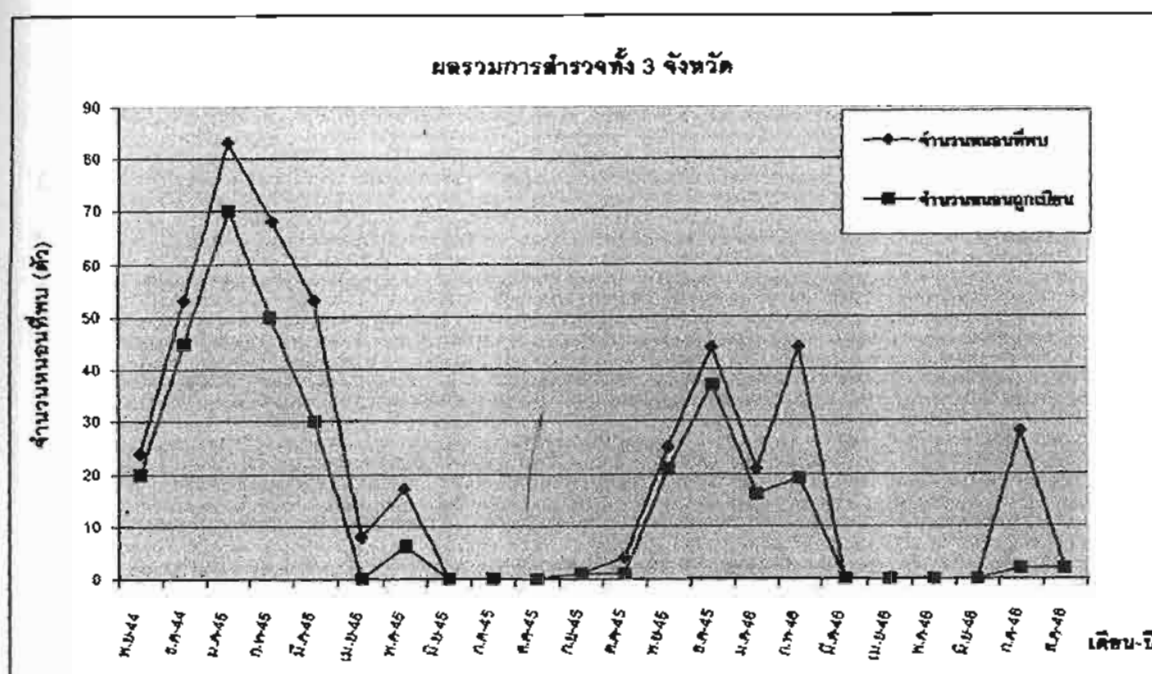
ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบว่าหนอนหน้าแมวมีการระบาดเกือบตลอดปี พบมากในช่วงพฤศจิกายน 2544 ถึง มิถุนายน 2545 เช่นกัน โดยพบจำนวนหนอนมากที่สุด 37 ตัวในเดือนมีนาคม 2545 (ภาพที่ 5)

เป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนหนอนหน้าแมวที่พบกับจำนวนหนอนที่ถูกเบียนจะมีแนวโน้มในทำนองเดียวกัน กล่าวคือเมื่อพบการระบาดของหนอนเพิ่มขึ้นการถูกเบียนด้วยแตนเบียนหนอนก็จะเพิ่มขึ้นตามมาด้วยจนบางครั้งสัดส่วนดังกล่าวใกล้เคียงกันมากจนเห็นกราฟเป็นเส้นเดียวกันอาจกล่าวได้ว่าในสภาพปกติจำนวนหนอน 80 – 95 % ถูกควบคุมโดยแตนเบียนหนอน

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ด้านอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ซึ่งมักจะพบว่า ในช่วงเวลาการระบาด โดยเฉพาะ พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ที่มีอุณหภูมิต่ำ เฉลี่ย 26-27°C ปริมาณน้ำฝนประมาณ 0-100 มิลลิเมตร ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ไม่ได้แสดงถึงการมีอิทธิพลต่อการระบาดของหนอน เพราะมีค่าค่อนข้างคงที่สอดคล้องกับ Siburat and Mojum (1998) ที่รายงานว่า

ตารางที่ 2 จำนวนหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman และหนอนที่ถูกเบียนในแปลงสำรวจในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ในช่วงที่มีการระบาด

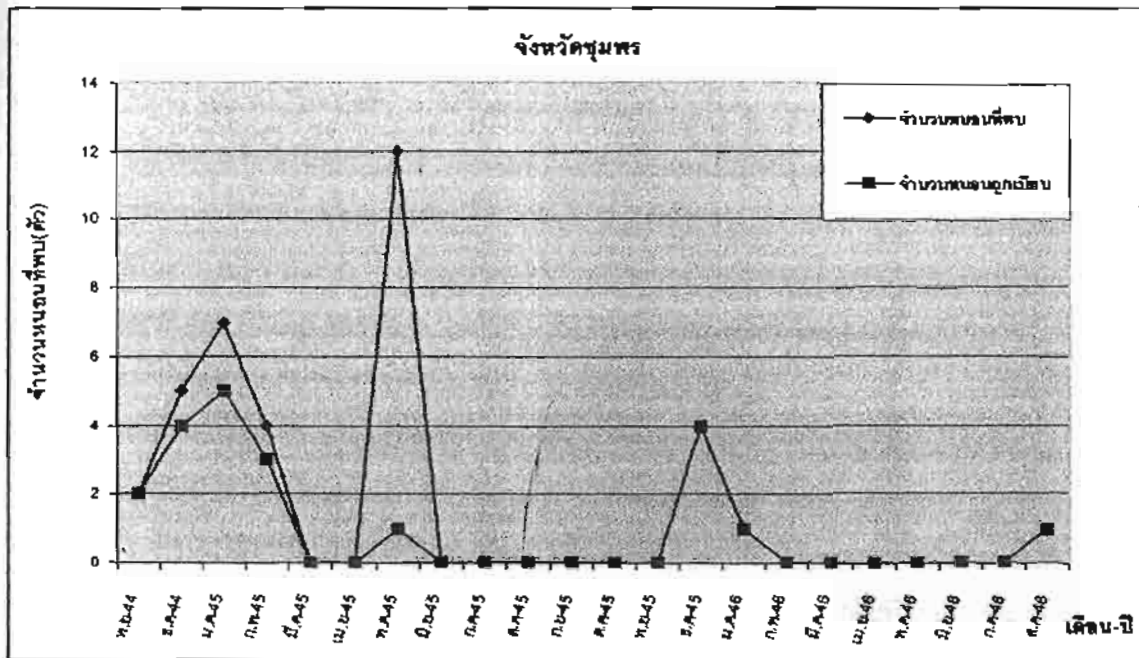
Provinces / Sites	No. of larvae	Average(/palm tree)	No. of parasitism	% parasitism
Chumpom				
- Main plots	15	0.0059	12	80
- General plots	25	0.0098	13	52
Surat Thani				
- Main plots	248	0.0969	194	78.2
- General plots	14	0.0055	11	78.6
Krabi				
- Main plots	3	0.0012	2	66.7
- General plots	21	0.0082	14	66.7
Other provinces				
- General plots	2	0.0008	2	100
Pocket area	165	0.0645	90	54.5
Total	493	0.0241	338	68.56



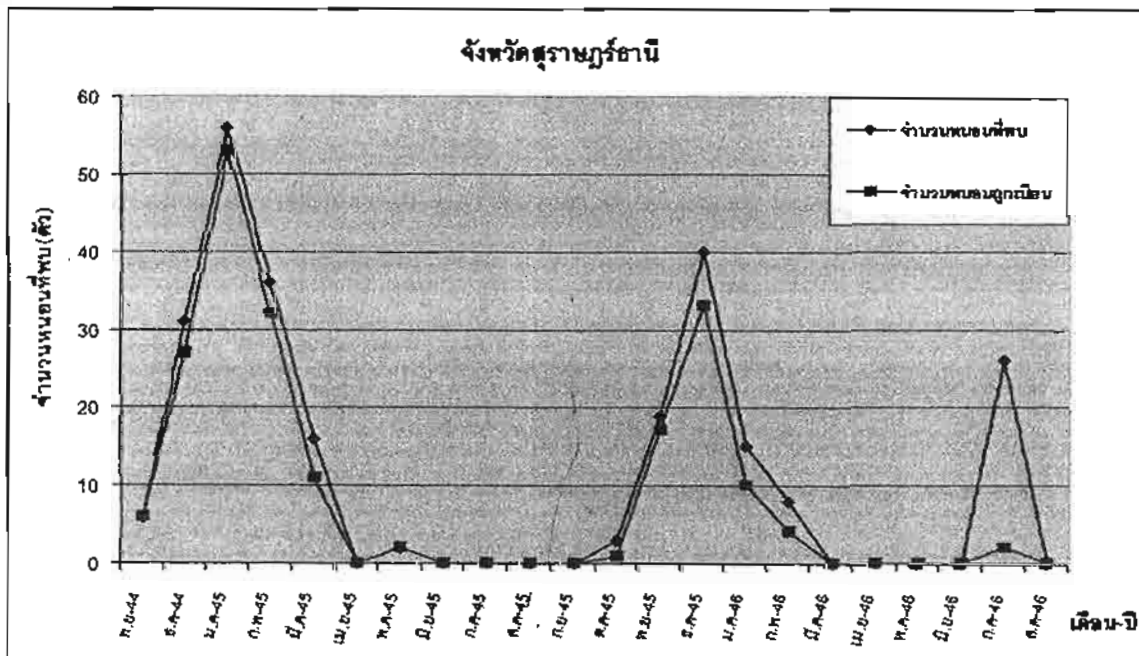
ภาพที่ 1 จำนวนหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman ที่สำรวจพบและจำนวนที่ถูกเบียน โดยแตนเบียนหนอนใน 3 จังหวัด คือ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และ กระบี่ ระหว่าง เดือน พฤศจิกายน 2544 – สิงหาคม 2546

ตารางที่ 3. ชนิดแตนเบียนหนอน($n=45$) และแตนเบียนดักแด้นอนหน้าแมว($n=2$) ที่สำรวจพบ

Parasite species	No. of larvae or pupae	No. of parasites	%Parasitism	No. of parasites / larva or pupa (range)
Larval parasites				
1. <i>Dolichogenidea parasae</i>	40	1176	88.89	29.4 (6-68)
2. <i>Fonicia chalcoscelides</i>	3	3	6.67	1
3. <i>Telenomus</i> sp.	1	1	2.22	1
4. <i>Eurytoma</i> sp.	1	9	2.22	9
Pupal parasite				
5. <i>Paraphylax varius</i> Walker	2	2	100	1



ภาพที่ 2 จำนวนหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman ที่สำรวจพบและที่ถูกเลี้ยงโดยแดนเบียน
หนอนในจังหวัดชุมพร ระหว่าง เดือน พฤศจิกายน 2544 - สิงหาคม 2546

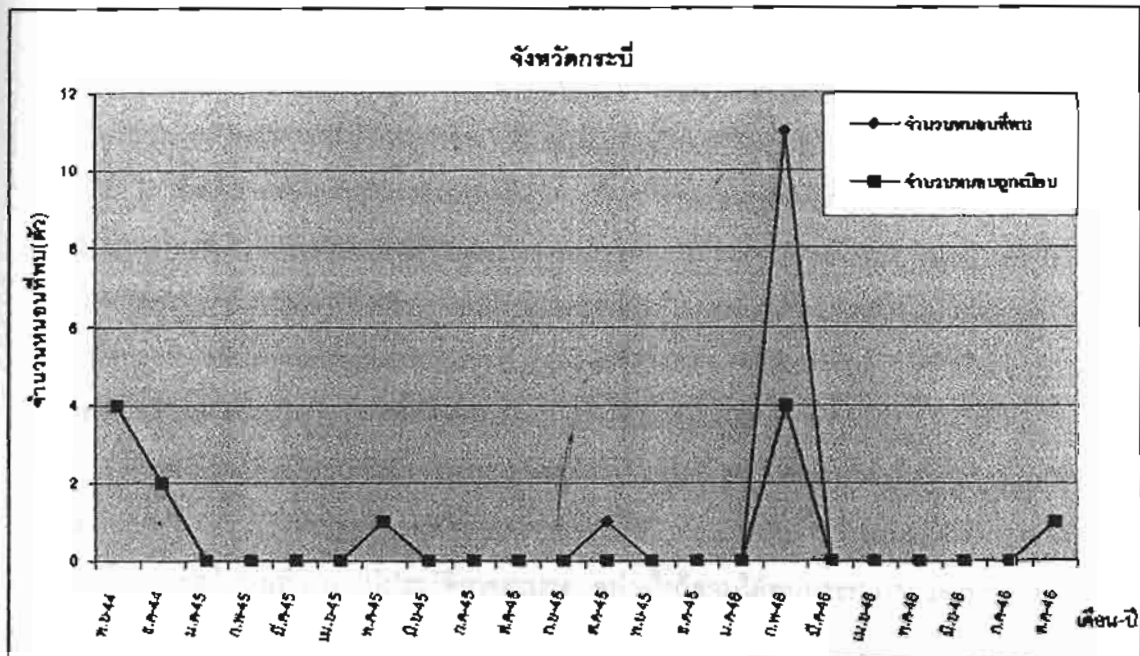


ภาพที่ 3 จำนวนหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman ที่สำรวจพบและที่ถูกเลี้ยงโดยแดนเบียน
หนอน ในจังหวัด สุราษฎร์ธานี ระหว่าง เดือน พฤศจิกายน 2544 - สิงหาคม 2546

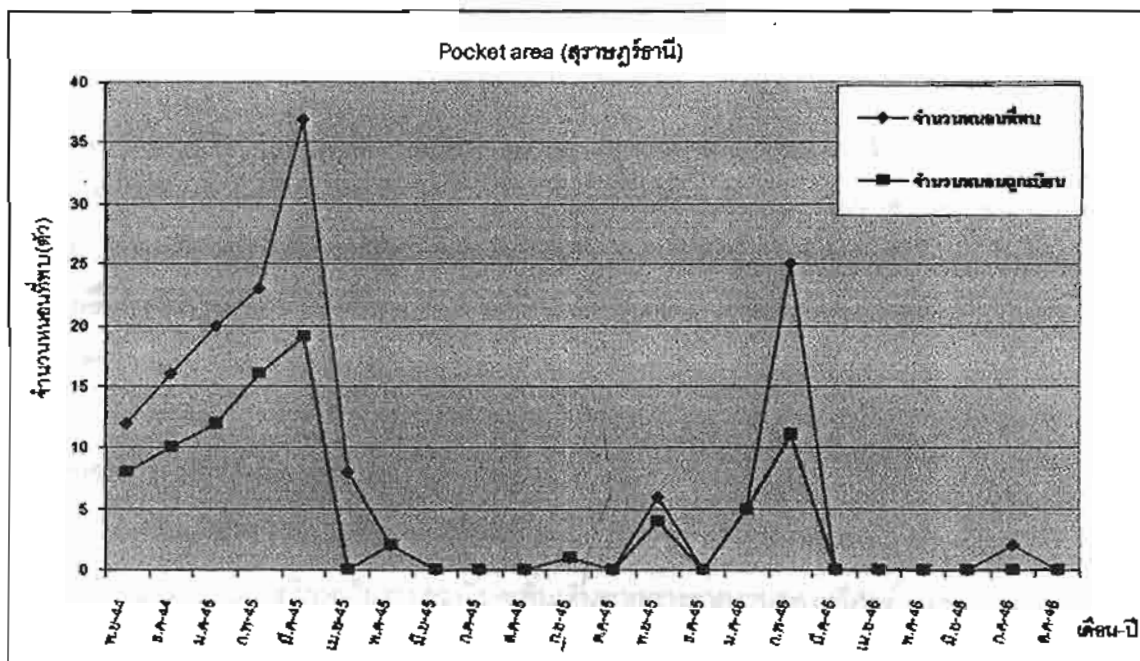
หนอน *D. trita* ในมาเลเซียมักระบาดในช่วงที่มีน้ำฝนน้อย ในปัจจัยการระบาดอื่นๆ คาดว่ามีผลน้อย เช่น การจัดการวัชพืชในสวนปาล์ม ซึ่งโดยทั่วไปจะพบหนอนได้ทั้งในแปลงที่มีการกำจัด และ ไม่มีการกำจัดวัชพืช ในขณะที่ในมาเลเซีย Tuck and Lay (1999) รายงานว่า วัชพืชในสวนปาล์มหลายชนิดเป็นแหล่งอาหารและ ที่อยู่อาศัยให้ศัตรูธรรมชาติจึงนับว่ามีส่วนสำคัญในการรักษาสสมดุลธรรมชาติ และ Hoong and Hoh (1992) ได้สรุปสาเหตุการระบาดของหนอนกินใบปาล์มน้ำมันว่า เกิดจากการกำจัดวัชพืชที่มากเกินไป (clean weeding)

ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและศัตรูธรรมชาติจึงนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการเกิดการระบาดของหนอนหน้าแมว จากการเริ่มสำรวจการระบาดของหนอนหน้าแมว ตั้งแต่ ตุลาคม 2544 - มีนาคม 2546 ไม่พบการระบาดรุนแรงแต่อย่างใด หากศึกษาประวัติการระบาดของหนอนที่รายงานโดยทวีศักดิ์ (2544) ในปี 2524 , 2526 - 2529 และปลายปี 2541 ถึงต้นปี 2542 ร่วมกับการพิจารณาข้อมูล ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นใน 3 จังหวัดดังกล่าวที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าระหว่างปี 2524 และ 2526 - 2529 ซึ่งเป็นปีที่มีรายงานการระบาดของหนอนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ และโดยเฉพาะในด้านอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีค่าต่ำกว่าปีอื่นๆ ที่ไม่มีการระบาด ในขณะที่ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (80 - 85 %) ไม่ได้แสดงผลต่อการเกิดการระบาดที่ชัดเจน (ภาพในภาคผนวก) การระบาดของหนอนหน้าแมวในระยะต่อมา ในปลายปี 2541 - ต้นปี 2542 พบว่า ปัจจัยของอุณหภูมิที่ต่ำลงยังคงมีผลทำให้เกิดการระบาด ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ไม่ได้แสดงผลต่อการระบาดเนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกับปีอื่นๆ และถ้าหากพิจารณาลงไปในช่วงเดือนที่เกิดการระบาด คือ ประมาณ พฤศจิกายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิใน 3 จังหวัด ลดลงอย่างชัดเจน การเกิดฝนตกหนักอาจมีผลต่อตัวเต็มวัยและตัวหนอนโดยเฉพาะหนอนวัยเล็ก (วัย 1 - 3) การตกกระทบของน้ำฝนทำให้ปริมาณของหนอนลดลงได้ ซึ่งมีรายงานในหนอนใยผัก *Plutella xylostella* ว่าน้ำฝนทำให้ประชากรของหนอนลดลงถึง 40% (Keinmeesuke et al. 1989) การเกิดฝนตกชุกในเขตแปลงหลบซ่อน จึงอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ในระยะหลังๆ แทบไม่พบหนอนหน้าแมวในแปลงนี้เลย ปัจจัยทางอุตุนิยมยังมีผลต่อแมลงศัตรูธรรมชาติโดยเฉพาะแตนเบียน ซึ่งอุณหภูมิสูงแตนเบียนมักอ่อนแอขาดแหล่งอาหารสำหรับตัวเต็มวัย นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ในด้านการจัดการสวนพบว่าแทบทุกทุกแปลงสำรวจไม่พบการใช้สารป้องกันกำจัดหนอนหน้าแมว มีเพียงหนึ่งรายเท่านั้นที่มีการใช้ฟูราดานเพื่อป้องกันกำจัดด้วงแรดและอีกหนึ่งรายที่ใช้สารฆ่าแมลงกำจัดด้กแตน มีประมาณ 60 % มีการใช้สารกำจัดวัชพืช เช่น ไกลโฟเสท ราวอัฟ กรัสม็อกโซน อย่างไรก็ตามสามารถพบหนอนหน้าแมวได้ในทุกแปลง (โดยเฉพาะแปลงที่มีอายุ 1 - 3 ปี) ทั้งแปลงที่มีการไถพรวน คายหญ้า แปลงมีหญ้าปกคลุมหนาแน่น มีการให้น้ำให้น้ำ



ภาพที่ 4. จำนวนหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman ที่สำรวจพบและที่ถูกเลี้ยงโดยแดนเบียนหนอน ในจังหวัดกระบี่ ระหว่าง เดือน พฤศจิกายน 2544 - สิงหาคม 2546



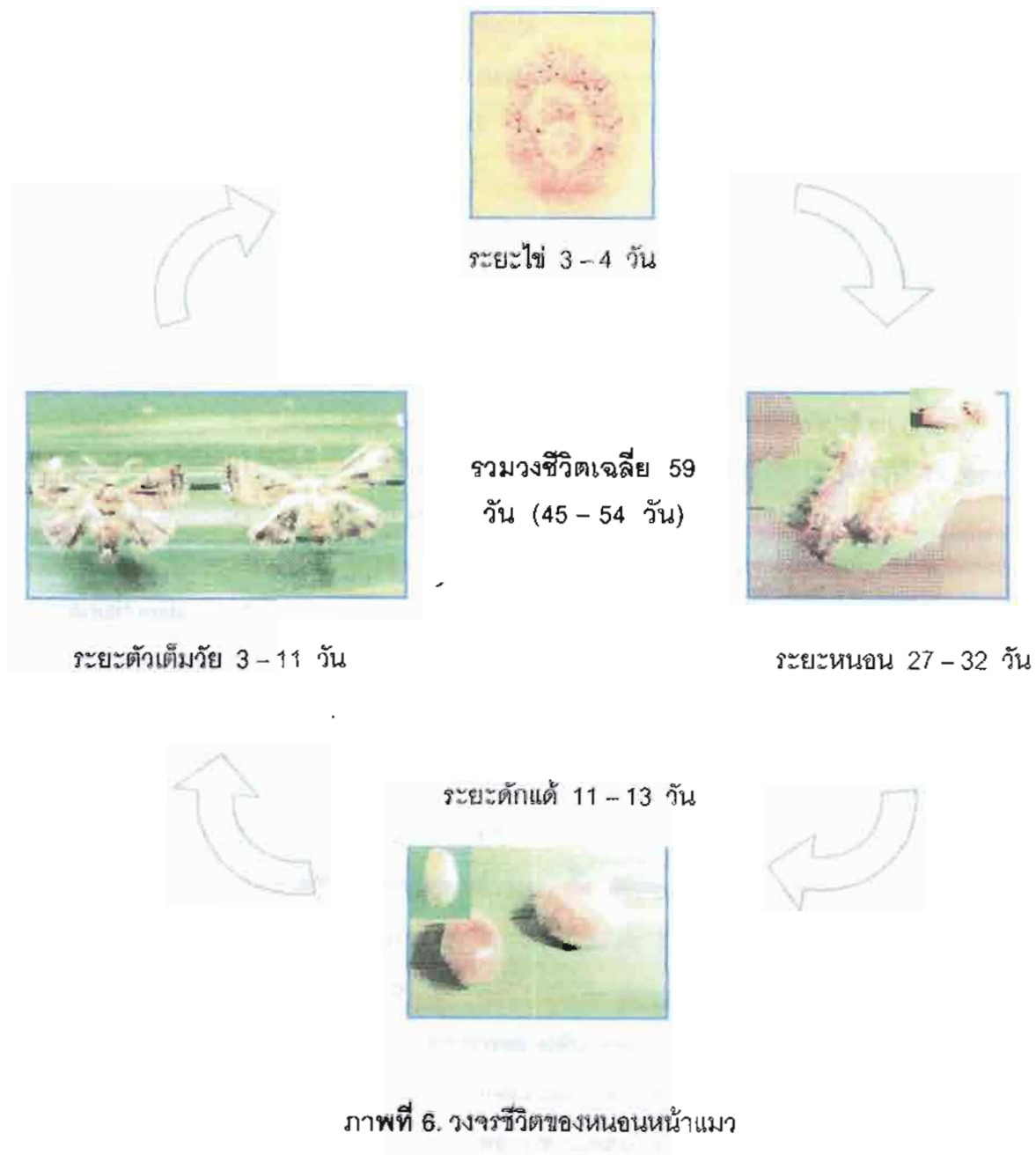
ภาพที่ 5. จำนวนหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman ที่สำรวจพบและที่ถูกเลี้ยงโดยแดนเบียนหนอน ที่ Pocket area ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่าง เดือนพฤศจิกายน 2544 - สิงหาคม 2546

หลากหลายวิธี รวมทั้งแปลงที่ขาดการชลประทาน นอกจากนี้ยังพบการระบาดของหนอนชนิดอื่นๆ ลงทำลายร่วมด้วยแต่มีปริมาณน้อย เช่น หนอนร่านสีเทา หนอนเท้าเตนปม หนอนเขาสัตว์ เป็นต้น ดังนั้นการจัดการแปลงสวนปาล์มน่าจะมีผลน้อยมากต่อการเกิดการระบาดของหนอน ยกเว้นแต่แปลงที่มีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงที่พบว่า แปลงสวนปาล์มของบริษัทแห่งหนึ่งในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงจึงเกิดการระบาดของหนอนหน้าแมวขึ้นในขณะที่แปลงข้างเคียงของเกษตรกรไม่เกิดการระบาดทั้งที่ไม่มีการฉีดพ่นสารเคมี ทั้งนี้เกิดจากการที่สารเคมีได้ไปทำลายศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่แตนเบียนหนอน

จากข้อมูลดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่า อุณหภูมิที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของหนอน คือ ประมาณ $26 - 27^{\circ}\text{C}$ และมีปริมาณน้ำฝน $0 - 100$ มิลลิเมตรต่อเดือน หนอนมักทำลายปาล์มขนาดเล็กและอยู่ในพื้นที่ๆ เคยมีประวัติการระบาด อย่างไรก็ตามได้พบการระบาดของหนอนหน้าแมวอย่างรุนแรงในสวนมะพร้าวพื้นที่ 20 ไร่ในจังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม 2546 ซึ่งช่วงเวลาก่อนหน้านั้นมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย $26 - 29^{\circ}\text{C}$ และมีปริมาณน้ำฝนเพียง $0 - 40$ มิลลิเมตร (ภาพในภาคผนวก) การเกิดการระบาดนอกพื้นที่ครั้งนี้ น่าจะเกิดจากลมพัดพาตัวเต็มวัยไปและมีแมลงศัตรูธรรมชาติน้อย ซึ่งศัตรูธรรมชาติที่สำคัญที่สุดในการควบคุมประชากรหนอนหน้าแมว คือ แตนเบียนหนอน *D. parasae* การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงจะมีผลอย่างมากต่อแตนเบียนในธรรมชาติ เกษตรกรจึงไม่ควรใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในการกำจัดหนอน หรือใช้เมื่อจำเป็นเท่านั้น เพราะบางครั้งอาจเกิดการระบาดขึ้นมาได้บ้างเป็นเหตุการณ์ปกติของการควบคุมโดยธรรมชาติ (Natural control) เช่น ปรากฏการณ์การควบคุมโดยธรรมชาติในหนอนม้วนใบกล้วย *Erionota trax trax* L. โดย แตนเบียนหนอน *Apanteles erionotae* Wilkinson ในส่วนปัจจัยอื่นๆ เช่น การปราบวัชพืชในแปลง การใช้ปุ๋ย และขนาดของแปลงแทบไม่มีผลต่อการเกิดการระบาดของหนอนหน้าแมวเลย

2. การศึกษาชีววิทยาของหนอนหน้าแมว

การศึกษชีววิทยาของหนอนหน้าแมวที่อุณหภูมิ $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 5\%\text{RH}$ ในห้องปฏิบัติการ ในจังหวัดชุมพร เป็นการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมจากการรายงานของทวิศักดิ์ (2544) พบว่า หนอนหน้าแมวมีระยะการเจริญเติบโตดังนี้ ระยะไข่ 3.7 (3 - 4) วัน ระยะหนอนวัยหนึ่ง 3.2 (3 - 4) วัน ระยะหนอนวัยสอง 3.3 (3 - 4) วัน ระยะหนอนวัยสาม 4.2 (4 - 5) วัน ระยะหนอนวัยสี่ 3.6 (3 - 4) วัน ระยะหนอนวัยห้า 3.7 (3 - 4) วัน ระยะหนอนวัยหก 4.6 (4 - 5) วัน ระยะหนอนวัยเจ็ด 4.7 (4 - 5) วัน รวมระยะหนอน 30.8 (27 - 32) วัน ระยะดักแด้ 11.8 (11 - 13) วัน ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ 5.8 (3 - 10) วัน เพศเมีย 6.9 (3 - 11) วัน รวมตลอดชีพจักร 50.8 (45 - 54) วัน หนอนจะมีขนาดโตขึ้นอย่างรวดเร็วในวัยที่ 6 (ภาพที่ 6 และ ตารางที่ 4)



ตารางที่ 4 ระยะการเจริญเติบโต และขนาดของหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman

ในวัยต่างๆ เลี้ยงที่ อุณหภูมิ $27 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 5\%\text{RH}$

Stage of development	Number (N)	Developmental period (day)	Measurement (mm)
Egg	60	3.7(3 – 4)	1.00(0.8-1.2)X1.29(1-1.8)
Larva 1	60	3.2(3 – 4)	0.33(.30-.37)X0.83(.75-.89)
Larva 2	25	3.3(3 – 4)	0.95(.75-1.25)X1.99(1.62-2.4)
Larva 3	24	4.2(4 – 5)	1.09(0.9-1.4)X2.71(2.0-3.4)
Larva 4	24	3.6(3 – 4)	1.53(1.0-2.0)X4.55(3.2-6.0)
Larva 5	24	3.7(3 – 4)	2.97(1.2-3.5)X6.87(4.0-10.0)
Larva 6	24	4.6(4 – 5)	5.16(4.0-6.0)X11.37(10.0-16.0)
Larva 7	21	4.7(4 – 5)	6.80(5.0-9.0)X14.57(11.0-18.0)
Larva 1-7	21	30.8(27-32)	
Pupae	21	11.8(11-13)	5.00(4.0-5.5)X6.38(5.5-7.0)
Adult* male	9	5.8(3-10)	17.8(14.0-18.0)
female	12	6.9(3-11)	19.5(17-22)
Life cycle		50.8(45-54)	

* Spreaded wing

3. การศึกษาดารงชีวิตหนอนหน้าแมว

ผลของการศึกษาดารงชีวิตหนอนหน้าแมว ทั้ง Biological life table และ Partial ecological life table ที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $51 \pm 2\%\text{RH}$, $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 2\%\text{RH}$, $29 \pm 1^\circ\text{C}$, $71 \pm 2\%\text{RH}$ และ $35 \pm 1^\circ\text{C}$, $85 \pm 2\%\text{RH}$ จะชี้ให้เห็นถึงผลของอุณหภูมิต่อลักษณะทางชีววิทยา (biological parameters) ต่างๆ เช่น อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate, R_0) ได้แก่ อัตราการเพิ่มของประชากร(กี่ตัว)ในหนึ่ง generation อายุขัยของกลุ่ม (cohort generation time, T_c) ได้แก่ อายุขัยของเพศเมียที่ให้กำเนิดลูกหลานเพศเมียมีค่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (innate capacity of increase หรือ capacity for increase, R_m) เป็นค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขณะที่กำหนดให้ประชากรขณะนั้นเจริญในสภาพแวดล้อมที่ไม่จำกัด อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (finite rate of increase, λ) เป็นจำนวนเท่าที่ประชากรสามารถเพิ่มได้ในช่วงระยะเวลาที่สังเกต (ในที่นี้คือทุก 2 วัน) และ ค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (population doubling time, DT) โดยจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าอัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมียใกล้เคียง 1 : 1

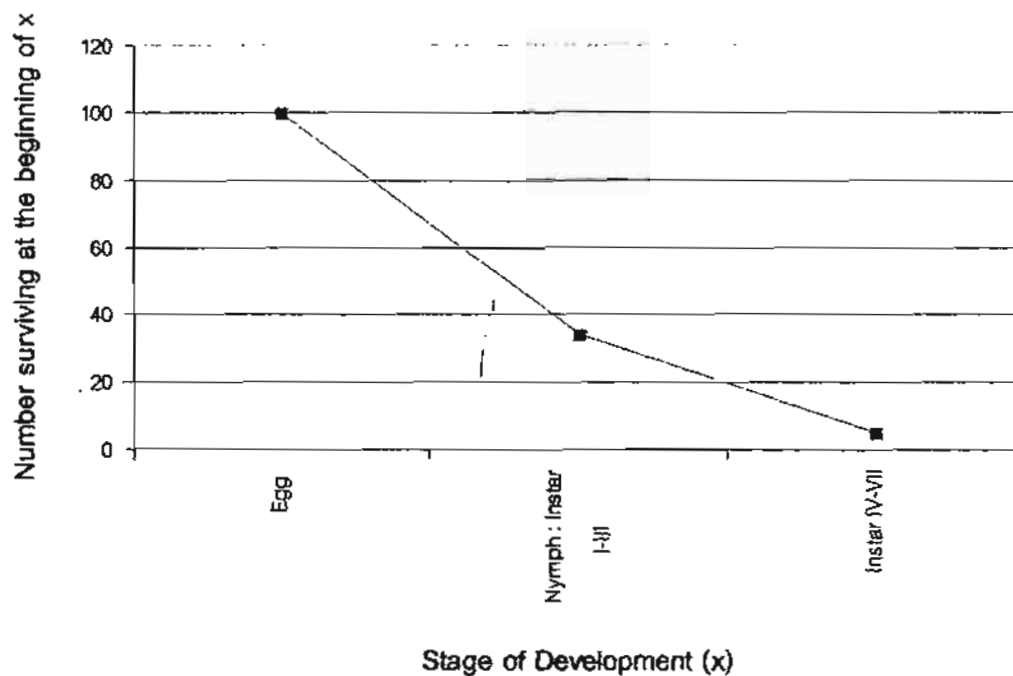
ตารางชีวิตของหนอนหน้าแมวที่อุณหภูมิ 20°C , 51 ± 2 %RH พบว่ามีระยะเวลาการฟักของไข่จนถึง 8 วัน หนอนหน้าแมวมีชีวิตอยู่รอดลดลงเรื่อย ๆ และไม่สามารถเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะดักแด้ได้ และตายทั้งหมดในระยะเวลา 70 วัน การคำนวณหาค่าลักษณะทางชีววิทยาต่าง ๆ จึงไม่สามารถหาค่าได้ และเมื่อพิจารณาถึง partial ecological life table พบว่า มีอัตราการไม่ฟักของไข่สูงถึง 66.0 % และมีอัตราการตายในระยะหนอนวัย 1-3 และวัย 4-7 เท่ากับ 85.3 % และ 100 % ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 7)

ที่อุณหภูมิ $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 60 ± 2 %RH พบว่ามีระยะเวลาการฟักของไข่ 6 วัน ส่วนระยะหนอนสามารถเจริญเข้าสู่ระยะดักแด้ได้ในระยะเวลา 34 วัน และระยะตัวเต็มวัยเริ่มวางไข่ในวันที่ 50 ระยะเวลาวงจรชีวิตทั้งหมดประมาณ 48 วัน (ตารางที่ 6) ส่วนลักษณะทางชีววิทยาต่าง ๆ ที่คำนวณได้พบว่า หนอนหน้าแมวมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) มีค่าเท่ากับ 46.1688 เท่า ในหนึ่ง generation (50 วัน) อายุขัยของกลุ่ม (T_0) มีค่าเท่ากับ 55.0672 วัน ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (R_m) มีค่าเท่ากับ 0.0695 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.0719 (ทุก 2 วัน) และค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (DT) มีค่าเท่ากับ 9.9726 วัน (ตารางที่ 7) และมีอัตราการวางไข่ของหนอนหน้าแมวมากที่สุดในวันที่ 44 (ภาพที่ 8) สำหรับ Partial ecological life table พบว่า มีอัตราการไม่ฟักของไข่ 8.0 %, อัตราการตายในระยะหนอนวัย 1-3 มีค่าเท่ากับ 41.3 %, อัตราการรอดตายในระยะหนอนวัย 4-7 มีค่าเท่ากับ 22.22 % และมีอัตราการตายของดักแด้ 23.8 % (ตารางที่ 8 และภาพที่ 9)

ตารางที่ 5 ตารางชีวิต (Partial ecological life table) ของหนอนหน้าแมว *Darna furva*

Wileman เลี้ยงที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 51 ± 2 %RH

Stage of development (x)	Number surviving at the beginning of x (bx)	Number dying within x (dx)	Percent mortality (100dx/bx)	Generation mortality (100dx/n)
Egg :	100	66	66.0000	66.0000
Nymph : Instar I-III	34	29	85.2941	29.0000
Instar IV-VII	5	5	100.0000	5.0000
Pupa	-	-	-	-
Adult : 0 day	-	-	-	-



ภาพที่ 7 อัตราการรอดชีวิตของหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman
เลี้ยงที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $51 \pm 2\% \text{RH}$

ที่อุณหภูมิ $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $71 \pm 2\% \text{RH}$ พบว่ามีระยะเวลากการฟักของไข่ 4 วัน ส่วนระยะหนอนสามารถเจริญเข้าสู่ระยะดักแด้ได้ในระยะเวลา 32 วัน และระยะตัวเต็มวัยเริ่มวางไข่ในวันที่ 44 ระยะเวลาวงจรชีวิตทั้งหมดประมาณ 42 วัน (ตารางที่ 9) ส่วนลักษณะทางชีววิทยาต่าง ๆ ที่คำนวณได้พบว่า หนอนหน้าแมวมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 31.4360 เท่า ในหนึ่ง generation (42 วัน) อายุขัยของกลุ่ม (T_0) มีค่าเท่ากับ 45.7701 วัน ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (R_0) มีค่าเท่ากับ 0.0753 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.0782 (ทุก 2 วัน) และค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (DT) มีค่าเท่ากับ 9.2045 วัน (ตารางที่ 10) และมีอัตราการวางไข่ของหนอนหน้าแมวมากที่สุดในวันที่ 46 (ภาพที่ 10) สำหรับ Partial ecological life table พบว่ามีอัตราการไม่ฟักของไข่ 8.0 %, อัตราการตายในระยะหนอนวัย 1-3 มีค่าเท่ากับ 41.3 %, อัตราการรอดตายในระยะหนอนวัย 4-7 มีค่าเท่ากับ 22.22 % และมีอัตราการตายของดักแด้ 23.8 % (ตารางที่ 11 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 6 ตารางชีวิต (biological life table) และอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) ของหนอนหน้า
แมว *Darna furva* Wileman เลี้ยงที่ $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 2\% \text{RH}$

Age in days (X)	Proportion at birth of female being alive at age X (l_x)	Age - specific Fecundity (Female eggs / female / X) (m_x)	Egg curve ($l_x m_x$)
0	1.00	-	-
2	1.00	-	-
4	1.00	-	-
6	0.78	-	-
8	0.78	-	-
10	0.67	-	-
12	0.63	-	-
14	0.62	-	-
16	0.61	-	-
18	0.61	-	-
20	0.58	-	-
22	0.58	-	-
24	0.58	-	-
26	0.57	-	-
28	0.57	-	-
30	0.55	-	-
32	0.55	-	-
34	0.54	-	-
36	0.54	-	-
38	0.54	-	-
40	0.54	-	-
42	0.53	-	-
44	0.53	-	-

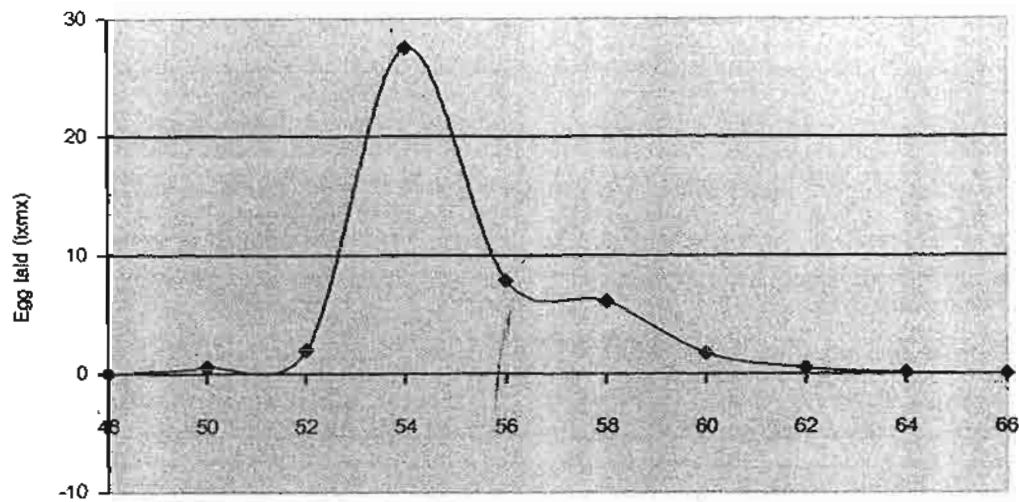
ตารางที่ 6 (ต่อ)

Age in days (X)	Proportion at birth of female being alive at age X (l_x)	Age – specific Fecundity (Female eggs /female / X) (m_x)	Egg curve ($l_x m_x$)
46	0.53	-	-
48	0.52	-	-
50	0.52	0.9600	0.4992
52	0.52	3.7308	1.9400
54	0.50	54.9600	27.4800
56	0.50	15.7857	7.8929
58	0.42	14.4138	6.0538
60	0.29	5.9500	1.7255
62	0.14	3.4677	0.4855
64	0.06	1.5313	0.0919
66	0.03	-	-

$$\sum l_x m_x = R_0 = 46.1688$$

ตารางที่ 7 ลักษณะทางชีววิทยา (biological parameters) ของหนอนหน้าแมว *Dama furva*
Wileman เลี้ยงที่ $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 2\% \text{RH}$

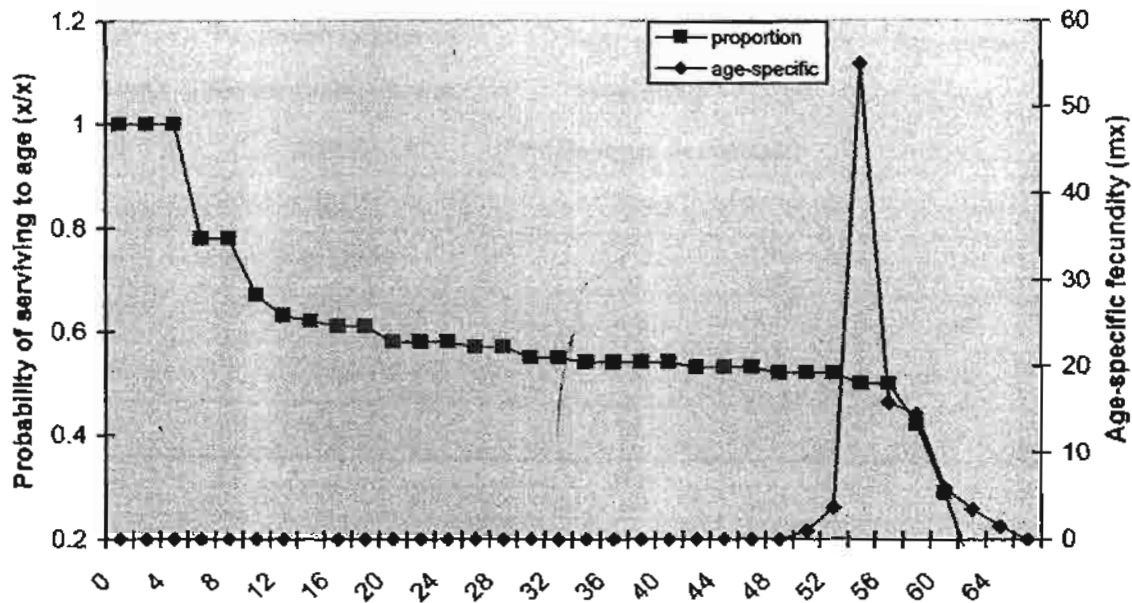
Biological parameters	Values
Net reproductive rate (R_0)	46.1688
Cohort generation time (T_0)	55.0672
Capacity for increase (R_L)	0.0695
Finite rate of increase (λ)	1.0719
Population doubling time (DT)	9.9726



ภาพที่ 8 เส้นโค้งของไข่ ของหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman เลี้ยงที่ $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 2\% \text{RH}$

ตารางที่ 8 ตารางชีวิต (partial ecological life table) ของหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman เลี้ยงที่ $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 2\% \text{RH}$

Stage of Development (x)	Number surviving at the beginning of X (bx)	Number dying within x (dx)	Percent mortality (100 gx)	Generation mortality (100 dx/n)
Egg	100	22	22.0000	22.0000
Larva				
$L_1 - L_3$	78	17	21.7949	17.0000
$L_4 - L_7$	61	7	11.4754	7.0000
Pupa	54	2	3.7037	2.0000
Adult 0 day	52	0	0.0000	0.0000
4 days	52	2	3.8462	2.0000
8 days	50	36	72.0000	36.0000
12 days	14	14	100.0000	14.0000



ภาพที่ 9 Probability of survivorship (l_x) และ age-specific fecundity (m_x) ของหนอนหน้า
แมว เลี้ยงที่ $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 2\% \text{RH}$

ตารางที่ 9 ตารางชีวิต (biological life table) และอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) ของหนอนหน้า
แมว เลี้ยงที่ $29 \pm 1^\circ\text{C}$, $71 \pm 2\% \text{RH}$

Age in days (X)	Proportion at birth of female being alive at age X (l_x)	Age - specific Fecundity (Female eggs / female / X) (m_x)	Egg curve ($l_x m_x$)
0	1.00	-	-
2	1.00	-	-
4	1.00	-	-
6	0.92	-	-
8	0.88	-	-
10	0.78	-	-
12	0.66	-	-
14	0.59	-	-

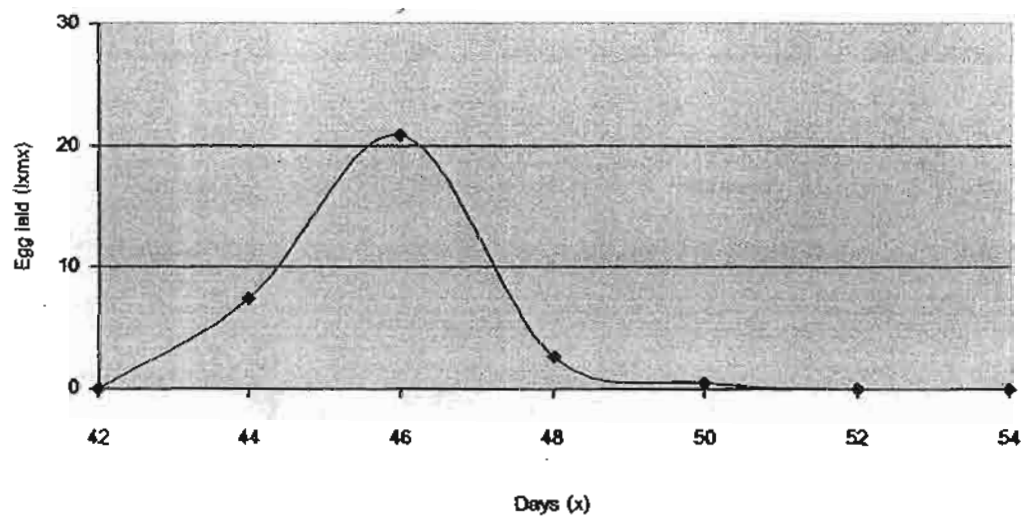
ตารางที่ 9 (ต่อ)

Age in days (X)	Proportion at birth of female being alive at age X (l_x)	Age - specific Fecundity (Female eggs / female / X) (m_x)	Egg curve ($l_x m_x$)
16	0.55	-	-
18	0.55	-	-
20	0.54	-	-
22	0.51	-	-
24	0.51	-	-
26	0.47	-	-
28	0.45	-	-
30	0.43	-	-
32	0.42	-	-
34	0.42	-	-
36	0.42	-	-
38	0.42	-	-
40	0.42	-	-
42	0.38	0.0000	0.0000
44	0.36	19.4318	7.3841
46	0.36	57.9130	20.8487
48	0.31	8.5625	2.6544
50	0.14	3.7800	0.5292
52	0.06	0.3269	0.0196
54	0.00	0.0000	0.0000

$$\sum l_x m_x = R_0 = 31.4360$$

ตารางที่ 10 ลักษณะทางชีววิทยา (biological parameters) ของหนอนหน้าแมว
Dama furva Wileman เลี้ยงที่ $29\pm 1^{\circ}\text{C}$, $71\pm 2\%\text{RH}$

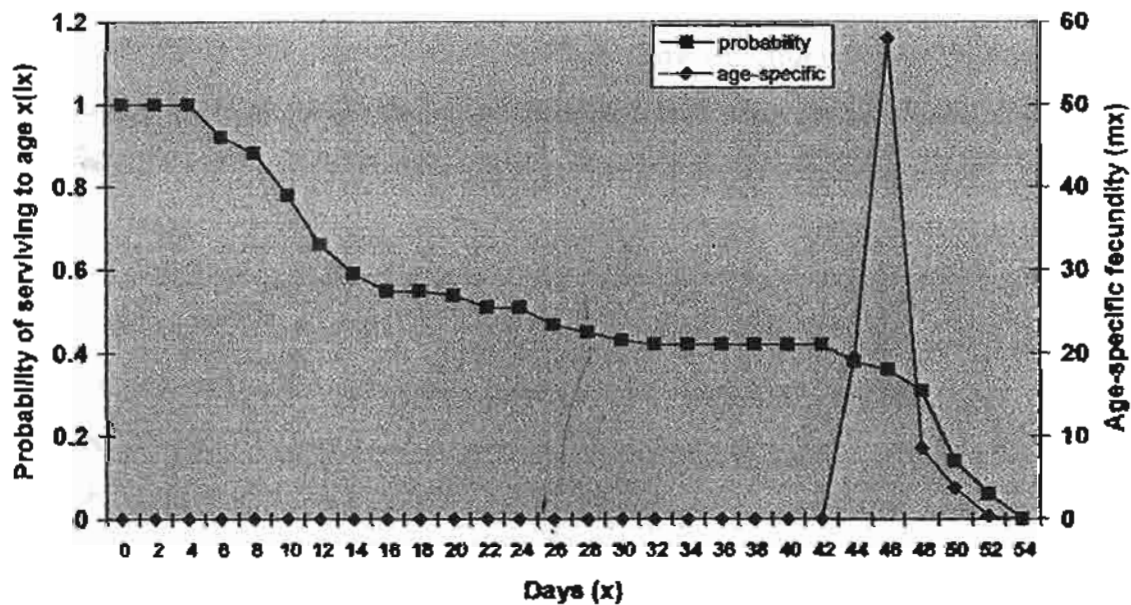
Biological parameters	Values
Net reproductive rate (R_0)	31.4360
Cohort generation time (T_0)	45.7701
Capacity for increase (R_m)	0.0753
Finite rate of increase (λ)	1.0782
Population doubling time (DT)	9.2045



ภาพที่ 10 เส้นโค้งของไข่ ของหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman
เลี้ยงที่ $29\pm 1^{\circ}\text{C}$, $71\pm 2\%\text{RH}$

ตารางที่ 11 ตารางชีวิต (partial ecological life table) ของหนอนหน้าแมว *Dama furva*
 Wileman เลี้ยงที่ $29\pm 1^{\circ}\text{C}$, $71\pm 2\%\text{RH}$

Stage of Development (x)	Number surviving at the beginning of X (lx)	Number dying within x (dx)	Percent mortality (100 gx)	Generation mortality (100 dx/n)
Egg	100	8	8.0000	8.0000
Larva				
$L_1 - L_3$	92	38	41.3043	38.0000
$L_4 - L_7$	54	12	22.2222	12.0000
Pupa	42	4	9.5238	4.0000
Adult 0 day	38	2	5.2632	2.0000
2 days	36	5	13.8889	5.0000
4 days	31	17	54.8387	17.0000
6 days	14	8	57.1429	8.0000
8 days	6	6	100.0000	6.0000



ภาพที่ 11 Probability of survivorship (lx) และ age-specific fecundity (mx) ของหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman เลี้ยงที่ $29\pm 1^{\circ}\text{C}$, $71\pm 2\%\text{RH}$

จากการศึกษาตารางชีวิตของหนอนหน้าแมวที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $85 \pm 2\% \text{RH}$ พบว่าไข่ไม่สามารถเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะหนอนได้ และแห้งตายหมดใน 10 วัน ค่าต่าง ๆ ในตารางชีวิตทั้ง partial ecological life table และค่าลักษณะทางชีววิทยา จึงไม่สามารถหาได้

อุณหภูมิจึงมีผลอย่างมากต่อลักษณะทางชีววิทยาของหนอนหน้าแมว หากอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 20°C หนอนจะไม่สามารถเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิตได้ เช่นเดียวกับที่อุณหภูมิ 35°C ซึ่งไข่ของแมลงชนิดนี้จะแห้งตายทั้งหมด ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนหน้าแมวจึงอยู่ระหว่าง $25 - 30^{\circ}\text{C}$ โดยที่ที่อุณหภูมิ 25°C หนอนหน้าแมวจะมีอัตราการเพิ่มของประชากรในแต่ละรุ่นสูงกว่าค่อนข้างมาก ในขณะที่ที่อุณหภูมิ 29°C หนอนจะเจริญเติบโตและวางไข่ได้เร็วกว่าเล็กน้อย ผลการทดลองจึงเป็นการสนับสนุนข้อมูลในเบื้องต้นที่พบว่าหนอนหน้าแมวมีการระบาดในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ

4. ประสิทธิภาพของแตนเบียนหนอน *Dolichogenidea parasae* (Rohwer)

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแตนเบียน *D. parasae* ในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิประมาณ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้น $70 \pm 10\%$ พบว่าแตนเบียนชนิดนี้ จะวางไข่ในหนอนวัย 3 - 4 (อายุประมาณ 8 - 12 วัน) ตัวหนึ่งๆสามารถวางไข่ได้หลายครั้ง ทั้งวางไข่ในหนอนตัวเดิม(วางซ้ำ) หรือตัวใหม่ มีอัตราการขยายพันธุ์ 14 - 36 ตัว เฉลี่ย 19.75 ตัว ซึ่งจากการสำรวจในสภาพธรรมชาติตัวหนอนตัวหนึ่งๆ สามารถผลิตแตนเบียนได้ 6 - 68 ตัว เฉลี่ย 29.4 ตัว ในการทดลองมีความแปรปรวนมาก กล่าวคือบ่อยครั้งแตนเบียนมีพฤติกรรมการเบียนน้อยมากโดยมีตัวหนอนที่ถูกเบียนเพียง 1 - 4 % และหากลดจำนวนตัวหนอนในกรงทดลองลงจาก 100 ตัวเป็น 20 ตัว หนอนจะถูกเบียนจนตายและไม่ได้ผลผลิต ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมจึงนับว่ามีความสำคัญมาก

แตนเบียนวางไข่ในตัวหนอน(host) และเจริญอยู่ในตัวหนอน จนปรากฏอาการเบียนคือ หนอนจะเกาะอยู่นิ่งบนใบปาล์ม และมีเส้นใยสีขาวปรากฏบนบริเวณส่วนล่างของลำตัวหนอนภายใน 17 - 20 วัน ดักแด้แตนเบียนจะวางเป็นแคปซูล ตามขวางซ้อนๆกัน อยู่ภายในตัวหนอน และอาจจะออกจากตัวหนอนมาเข้าดักแด้ภายนอกหากประชากรหนาแน่นเกินไป หลังจากนั้น 7 - 8 วัน ก็จะออกมาเป็นตัวเต็มวัย รวมระยะเวลาวงจรชีวิต ประมาณ 24 - 28 วัน อายุขัยตัวเต็มวัยจะใกล้เคียงกันกับตัวเต็มวัยที่ได้มาจากธรรมชาติ คือ 4.2 (2-7) วัน

5. การเพาะเลี้ยงขยายแตนเบียนหนอน *Dolichogenidea parasae* (Rohwer)

เราสามารถเพาะเลี้ยงและเพิ่มปริมาณแตนเบียนชนิดนี้ได้หากมีปริมาณหนอนหน้าแมวจากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพียงพอ โดยการเก็บตัวหนอนที่ถูกเบียนในธรรมชาติมาปล่อยในกรงเลี้ยงหนอนวัย 3-4 ให้น้ำผึ้งเป็นอาหารของตัวเต็มวัย แล้วทำการเพาะเลี้ยงหนอนที่ถูกเบียน

เพื่อเพิ่มปริมาณยุงขึ้นไป ซึ่งจากการเลี้ยงในกรงขยายพันธุ์ขนาดเล็กพบแตนเบียนเข้ามาทำลายเพียง 6.7 (5 - 10) เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนขนาดใหญ่ พบว่า โรงเรือนที่ไม่มีตาข่ายกรองแสงการเบียนเกิดขึ้นน้อยมาก และเมื่อมีการคลุมโรงเรือนด้วยตาข่ายกรองแสงทำให้แตนเบียนเข้ามาทำลายถึง 17 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการคลุมโรงเรือนด้วยตาข่ายกรองแสงจะช่วยลดอุณหภูมิภายใน ทำให้แตนเบียนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคล้ายคลึงกับการรายงานของ Keinmeesuke *et al.* (1989) ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อแตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* คือ 25 °C อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพลดลง ในการเลี้ยงขยายแตนเบียนครั้งนี้อุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนกลางวันประมาณ 29 - 34 °C ความชื้น 64 - 80 % RH ขณะที่ภายนอกจะสูงกว่าเล็กน้อย ดังนั้นเราอาจจะเพิ่มประสิทธิภาพการเบียนให้เพิ่มขึ้นได้โดยหาวิธีการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเช่นการคลุมตาข่ายกรองแสงและให้น้ำมากขึ้น

อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แตนเบียนมักจะประสบปัญหาด้านการเพาะเลี้ยง หนอนหน้าแมวที่ในหน้าร้อนมีอัตราการขยายพันธุ์ต่ำ บางครั้งเกิดโรคระบาดของหนอน การขาดขนาดวัยของหนอนที่สามารถเป็นเหยื่อของแตนเบียนได้ นอกจากนี้แตนเบียนตัวเต็มวัยมีอายุขัยสั้น หากมีการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แตนเบียนได้เป็นจำนวนมากสามารถนำไปปล่อย ในสวนป่าส้ม เพื่อควบคุมหนอนหน้าแมวโดยชีววิธีได้ ซึ่งการทดลองครั้งนี้ การได้ผล 17 เปอร์เซ็นต์จากจำนวนตัวหนอนทั้งหมดนับว่าเพียงพอหากเราเพิ่มจำนวนตัวหนอนที่ใช้เป็นเหยื่อให้มากขึ้นร่วมกับการลดอุณหภูมิโดยวิธีการดังกล่าวข้างต้น

6. ประสิทธิภาพของมวนพิฆาตหนอน *Eocanthecona furcellata*

จากการศึกษาชีววิทยาและประสิทธิภาพของมวนพิฆาตหนอน *E. furcellata* โดยใช้หนอนนก *Tenebrio molitor* เป็นอาหารและใช้ในขบวนการ Mass rearing พบว่า มวนพิฆาตหนอนมีระยะไข่ 7.6 วัน ระยะตัวอ่อนวัย 1, 2, 3, 4 และ 5 คือ 3.4, 3.8, 5.1, 3.7 และ 4.8 วัน ตามลำดับ รวมระยะตัวอ่อน 20.8 วัน รวมตลอดชีวิต 57.1 วัน เมื่อใช้หนอนหน้าแมว (วัย 4) เป็นอาหาร (n = 20) มวนพิฆาตหนอน มีระยะไข่เฉลี่ย 7.55 วัน ระยะตัวอ่อนวัย 1, 2, 3, 4 และ 5 คือ 3.85, 3.75, 4.80, 3.65 และ 4.65 วัน ตามลำดับ รวมระยะตัวอ่อน 20.70 วัน รวมตลอดชีวิต 58.30 วัน (ตารางที่ 12)

สำหรับประสิทธิภาพของมวนพิฆาตหนอนในการควบคุมหนอนหน้าแมว (วัย 4) พบว่า ตัวอ่อนวัย 1 จะกินน้ำหวานไม่มีพฤติกรรมในการหาในขณะตัวอ่อนวัย 2, 3, 4 และ 5 สามารถกินหนอนได้เฉลี่ย 6.60, 29.85, 32.55 และ 47.70 ตัวตามลำดับ รวมระยะตัวอ่อนสามารถกินหนอนได้เฉลี่ย 29.18 ตัว และสามารถควบคุมหนอนได้ 1.76, 6.22, 8.92 และ 10.26 ตัวต่อวัน รวมระยะตัวอ่อนสามารถกินหนอนได้ 6.93 ตัวต่อวัน ส่วนในระยะตัวเต็มวัยสามารถกิน

หนอนได้ 175.20 ตัว หรือ 6.69 ตัวต่อวัน รวมตลอดชีวิตสามารถกินหนอนได้ 291.9 ตัว ในขณะที่เมื่อใช้หนอนนกเป็นอาหาร (หนอนนกอายุประมาณ 30 วัน) มวนพิฆาตมีพฤติกรรมไม่ชอบเข้าทำลายหนอนนก จึงมีจำนวนหนอนนกที่ถูกทำลายน้อยกว่ามากคือ 28.3 ตัวเท่านั้น (ตารางที่ 13) ในส่วนปริมาณหนอนหน้าแมวที่ถูกกินโดยมวนพิฆาตตัวเต็มวัยในแต่ละวันจะมีจำนวนมากใน ระยะ 5 วันแรก (ภาพที่ 12) จากประสิทธิภาพของมวนพิฆาตที่ตลอดชีวิตสามารถกินหนอนหน้าแมวได้เป็นจำนวนถึง 291.9 ตัว ซึ่งมากกว่าการกินหนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis armigera* และ หนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* วัย 3 ที่ถูกมวนพิฆาตกินได้ 214.0 และ 256.1 ตัว ตามลำดับ (รัตน และคณะ, 2541) การใช้มวนพิฆาตในการควบคุมหนอนหน้าแมวจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

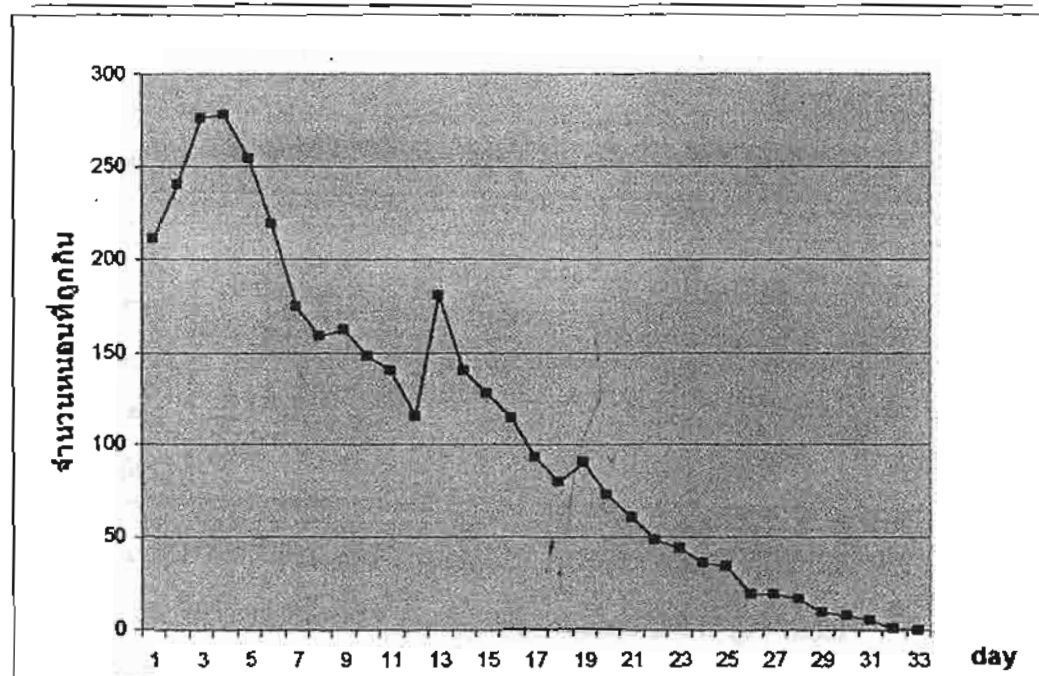
ตารางที่ 12 ระยะการเจริญเติบโตของมวนพิฆาตหนอน *Eocanthecona furcellata*

เมื่อเลี้ยงด้วยหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman และหนอนนก *Tenebrio molitor* ที่อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $75 \pm 5\% \text{RH}$

Stage of Development	Duration (days)	
	<i>Darna furva</i>	<i>Tenebrio molitor</i>
Egg	7.55 ± 0.51	7.60 ± 0.52
Nymph instar		
1 st	3.85 ± 0.37	3.40 ± 0.52
2 nd	3.75 ± 0.44	3.80 ± 0.42
3 rd	4.80 ± 0.77	5.10 ± 0.57
4 th	3.65 ± 0.49	3.70 ± 0.48
5 th	4.65 ± 0.49	4.80 ± 0.42
1 st - 5 th	20.7 ± 1.42	20.8 ± 0.79
Adult	26.20 ± 4.70	25.30 ± 8.34
Egg – Adult	32.1 ± 1.48	31.8 ± 0.92
Life span	58.30 ± 4.59	57.1 ± 8.79

ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพของมวนพิฆาตหนอนหนอน *Eocanthecona furcellata* ในการทำลายหนอนวัย 4 ของ หนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman และหนอนนก *Tenebrio molitor* อายุประมาณ 30 วัน

Stage of development	No. of larvae consumed (Mean $\pm$ SD)			
	<i>D. furva</i>		<i>T. molitor</i>	
	Larvae/stage	Larvae/day	Larvae/stage	Larvae/day
Nymph instar				
1 st	0	0	0	0
2 nd	6.60 $\pm$ 2.41	1.76 $\pm$ 1.21	1.40 $\pm$ 0.52	0.37 $\pm$ 0.49
3 rd	29.85 $\pm$ 8.50	6.22 $\pm$ 3.56	3.90 $\pm$ 1.52	0.77 $\pm$ 0.70
4 th	32.55 $\pm$ 13.69	8.92 $\pm$ 5.63	3.80 $\pm$ 2.57	1.03 $\pm$ 0.88
5 th	47.70 $\pm$ 11.90	10.26 $\pm$ 6.34	3.00 $\pm$ 1.33	0.63 $\pm$ 0.74
2 nd - 5 th	29.18 $\pm$ 19.53	6.93 $\pm$ 5.70	3.03 $\pm$ 3.04	0.70 $\pm$ 0.74
Adult	175.20 $\pm$ 54.46	6.69 $\pm$ 5.21	16.20 $\pm$ 4.73	0.64 $\pm$ 0.60
2 nd stage - Adult	291.90 $\pm$ 42.68	6.78 $\pm$ 5.33	28.30 $\pm$ 5.12	0.66 $\pm$ 0.66



ภาพที่ 12 จำนวนหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman วัย 4 ที่ถูกกินโดยตัวเต็มวัยของมวนพิฆาตหนอน *Eocanthecona furcellata* (n=20)

7.การศึกษาประสิทธิภาพของ *Bacillus thuringiensis* (Bt)

การตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง ที่อัตราความเข้มข้นแนะนำ พบว่า Bt ทุกชนิด มีผลน้อยต่ออัตราการตายของหนอน คือมีอัตราการตายเพียง 5 – 22.5% โดย Bt จาก DOA (กรมวิชาการเกษตร) 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 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 ยังคงให้ผลดีที่สุดคือ มีอัตราการตาย 100% รองลงมาคือ Florbac FC, Bactospeine HP และ Dipel WP ให้อัตราการตาย 97.5% เท่ากัน โดย Bt ทั้ง 4 ชนิด มีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการวัดผลที่ 168 ชั่วโมง พบว่า Bt ทั้ง 4 ชนิด มีอัตราการตายสูงสุดเท่ากันคือ 100% (ตารางที่ 14) โดยทั่วไป Bt จาก DOA ให้ผลการควบคุมที่รวดเร็วกว่าชนิดอื่นๆ แต่ก็ต้องใช้ในอัตราที่มากกว่า

ตารางที่ 14 อัตราการตายเฉลี่ยของหนอนหน้าแมว *Darna furva* Wileman เมื่อใช้ Bt ชนิดต่างๆ ที่อัตราแนะนำ

Bt	Recommen dation rate	% Mortality ^{1/}			
		24 hrs	48hrs	72hrs	168hrs
Dipel WP	3 g/l	15ab	75a	97.5a	100a
Bactospeine HP	3 g/l	7.5bc	70a	97.5a	100a
Florbac 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	12.5b

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

* Department of Agriculture