

การศึกษาขั้นพื้นฐานของการนำเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดมาใช้ในการควบคุมหนอน
กระทู้ดัก (Spodoptera litura Fabr.) ในเขตเพาะปลูกผักจังหวัดสงขลา

The basic study on some micro-organisms to control
tobacco cutworm(Spodoptera litura Fabr.) in Songkla
vegetable cultivation areas.



นายสุรไกร	เพิ่มคำ
นายอนุชิต	ชินาจริยวงศ์
นางสาวจิตตภา	ชนปัญญารัษฎวงศ์

ม.ค. ๒๕๓๖
๒. ๒๕๓๖

ก.๖๐๑

เลขที่	58975	วันที่	๕/๖/๕๖
เลขที่	006027		
วัน เดือน ปี			

เนื้อความย่อผลงานวิจัย

หนอนกระทู้ผัก ; Spodoptera litura Fabricius (Noctuidae: Lepidoptera) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ที่ระยะตัวอ่อนทำความเสียหายให้กับพื้นที่เพาะปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา การศึกษาชีววิทยาเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับภาคใต้ ทำให้ทราบอายุระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ ตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย คือ 4.720 ± 0.4489 , 12.236 ± 2.6321 , 5.953 ± 0.8135 , 5.385 ± 0.4865 และ 5.308 ± 0.4615 วัน ตามลำดับ ตัวอ่อนมีการลอกคราบ 5 ครั้ง ตลอดวงจรชีวิตเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 28.101 ± 4.2392 วัน เพศเมียเฉลี่ย 28.424 ± 4.2979 วัน ความสามารถในการวางไข่เฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 751.846 ฟอง รูปแบบของการแพร่กระจายมีลักษณะเป็นกลุ่ม (clump-form) (ด้วยการทดสอบแบบ variance/mean-ratio, t-value, Morisita index (I') และ Fo) ตลอดวงจรชีวิตระยะตัวอ่อนหนึ่งตัวสามารถทำลายใบพืชเฉลี่ย 68.6154 ตารางเซนติเมตร และศึกษาพบแบคทีเรียรวม 3 ชนิด คือ แคนเบียนโซ ; Telenomus spp. (Scelionidae: Hymenoptera) แคนเบียนหัวอ่อน ; Apanteles prodeniae Viereck. (Braconidae: Hymenoptera) และแมลงวันหัวเขียว ; Podomyia setosa Dol. (Tachinidae: Diptera)

การศึกษากุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการตายของ S. litura ในธรรมชาติ พบโรคโพลีฮีโบริซิสไวรัสของหนอนกระทู้ผัก (Polyhedrosis virus of S. litura) โดยเชื้อชนิด NPV; Borrelina litura Bergold & Flaschentrager และโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ; Bacillus thuringiensis Berliner จากห้องที่ถ้ำบลูห์หวัง อำเภอเมือง ตำบลสูง อำเภอหาดใหญ่ และตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตนภูมิ จังหวัดสงขลา เมื่อแยกเชื้อและศึกษารายละเอียดในห้องปฏิบัติการพบว่าอัตรไวรัสที่ได้จากตัวอ่อน S. litura 1 ตัวผสมน้ำ 1000 ซีซี (ประมาณ 4.7×10^9 PIB) สามารถทำลาย S. litura ในระยะตัวอ่อน 65.67% ระยะดักแด้ 20.00% ส่วนแบคทีเรียในอัตราเดียวกัน สามารถทำลาย S. litura ในระยะตัวอ่อน 43.33% ระยะดักแด้ 5.88% เมื่อนำเชื้อไวรัสและแบคทีเรียไปสาธิตและเผยแพร่โดยสู่มในแปลง

เพาะปลูกของเกษตรกร 4 อำเภอ คือ อำเภอเปือย อำเภอหาดใหญ่ อำเภอรัตนบุรี
และอำเภอสติงพระ จังหวัดสงขลา เพื่อศึกษาสภาพการยอมรับปรากฏว่าเกษตรกร
ยอมรับวิธีการควบคุม 35.33%

AN ABSTRACT OF THE RESEARCH

Tobacco cutworm ; Spodoptera litura Fabricius (Noctuidae ; Lepidoptera) a medium size noctuid moth is a major pest damaging many vegetable field crops. Research in Southern Thailand has showed the time required for egg, larval, pupal, adult development in males and females were 4.72 ± 0.4489 , 12.236 ± 2.6321 , 5.933 ± 0.8135 , 5.385 ± 0.4865 and 5.308 ± 0.4615 days respectively. Larvae moulted 5 times prior to pupation. This life cycle took 28.101 ± 4.2392 days in males and 28.424 ± 4.2979 days in females. Average fecundity in a female was 751.846 eggs. Distribution of egg mass and hatched larvae followed a clump-form pattern calculated by variance/mean ratio, t-value, Morisita index (I^2) and the rest of F_0 . During the larval period an average of 68.6154 cm² winged angle bean's foliage was destroyed. There were 3 major insects biological agent of importance as an egg parasite ; Telenomus spp. (Scelionidae : Hymenoptera) a braconid larval parasite; Apanteles prodeniae Viereck (Braconidae:Hymenoptera) and tachinid larval parasite ; Podomyia setosa Dol.(Tachinidae : Diptera).

Micro-organisms also acted as bio-control agent. Polyhedrosis virus of S. litura disease by the NPV ; Borrelina litura Bergold & Flaschentrager and bacterial disease by Bacillus thuringiensis Berliner were found in Tung-wang, Kampangech district and Amphoe Ratapum in Songkla province and purified in the laboratory for gentle testing. The

results showed that a viral inoculum produced by macerating a dead larva in approximately 1000 cc of distilled water (average 4.7×10^9 PIB) gave an effective kill of 66.67 % of caterpillars and 20.00 % in pupal stage whereas a preparation from B. thuringiensis gave successful kill 43.33 % and 5.88 % of larval and pupal stages respectively. The 33.33 % of farmers who grew vegetables and were selected from Amphoe Muang; Hat Yai, Rattaphum and Sathing Phra admitted the microbial applied demonstration.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญภาพ	II
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การทรวเอกสาร	2
สถานที่และระยะเวลาการทดลอง	4
อุปกรณ์และวิธีการ	5
ผลการทดลอง	7
การศึกษาชีววิทยาของ <u>S. litura</u>	7
สัณฐานวิทยาภายนอก	7
ชีวประวัติ	11
พืชอาหาร และพืชอาศัย	16
เขตแพร่กระจาย	20
แมลงศัตรูธรรมชาติ	25
การศึกษาขั้นพื้นฐานของการนำเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ควบคุมหนอนกระทู้ผัก	36
ที่มาของเชื้อจุลินทรีย์	36
วิธีการเตรียมเชื้อสำหรับทดลอง	36
การทรว-วิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์	38
อาการของ <u>S. litura</u> ภายหลังรับเชื้อแบคทีเรีย	48
อาการของ <u>S. litura</u> ภายหลังรับเชื้อไวรัส	49
การศึกษาสภาพการยอมรับการควบคุมหนอนกระทู้ผักโดยวิธีใช้เชื้อจุลินทรีย์	51
วิจารณ์ผล	70
สรุปผล	71
เอกสารอ้างอิง	73
ภาคผนวก	75

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงรายละเอียดแต่ละระยะการเจริญเติบโตของ <u>S. litura</u>	12
2	แสดงความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางหัวกะโหลกในหัวอ่อนวัยต่าง ๆ ของ <u>S. litura</u>	14
3.	แสดงพื้นที่ใบไม้ที่ถูกหัวอ่อน <u>S. litura</u> กิน	17
4	แสดงจำนวน <u>S. litura</u> วัยต่าง ๆ กระจายบนใบพืชอาศัย	21
5	แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทราบรูปแบบการกระจายของ <u>S. litura</u>	24
6	ตารางชีวิตทางชีววิทยาของ <u>S. litura</u>	27
7	ตารางชีวิตทางนิเวศวิทยาของ <u>S. litura</u>	28
8	ตารางการวิเคราะห์ค่า K และ k ของ <u>S. litura</u>	30
9	แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์การตายของ <u>S. litura</u> โดยแมคทีเรีย	41
10	แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์การตายของ <u>S. litura</u> โดยไวรัส	42
11	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจากการตายโดยแมคทีเรีย ไวรัส และควบคุม	43
12	แสดงความยาวของลำตัว <u>S. litura</u> อวัยต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่รับเชื้อแมคทีเรีย ไวรัส และควบคุม	44
13	แสดงน้ำหนักของลำตัว <u>S. litura</u> วัยต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มรับเชื้อแมคทีเรีย ไวรัส และควบคุม	45
14	แสดงความสามารถในการวางไข่ของเพศเมีย เปอร์เซนต์ที่ไข่ฟักเป็นตัวอ่อน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มรับเชื้อแมคทีเรีย ไวรัส และควบคุม	46
15	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความสามารถในการวางไข่จากกลุ่มรับเชื้อแมคทีเรีย ไวรัส และควบคุม	47
16	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการฟักออกเป็นตัวอ่อน จากกลุ่มรับเชื้อแมคทีเรีย ไวรัส และควบคุม	47

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางตัวกะโหลก กับวัยต่าง ๆ ของ <u>S. litura</u>	15
2	แสดงตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียของ <u>S. litura</u>	32
3	แสดงไข่ของ <u>S. litura</u>	32
4	แสดงตัวอ่อนวัยแรก <u>S. litura</u>	33
5	แสดงตัวอ่อนวัยที่หกซึ่งเจริญเติบโตเต็มที่ และความผันแปรของสีลำตัวตามปกติ	33
6	แสดงตัวอ่อนวัยที่หกซึ่งหัดตัวอ่อนลอกคราบเข้าดักแด้	34
7	แสดงดักแด้ของ <u>S. litura</u>	34
8	ตัวอ่อนวัยที่หกตายเนื่องจากถูกทำลายด้วยแมงคิที่เรีย	35
9	ตัวอ่อนวัยที่หกตายเนื่องจากถูกทำลายด้วยไวรัส	35

บทนำ

พื้นที่ที่มีมนุษย์ได้รับผลกระทบทั้งด้านอุปโภค บริโภค ตลอดจนผลเสียหายทางสภาวะแวดล้อมอย่างไม่มีทางหลีกเลี่ยงจากสารเคมีสังเคราะห์ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเริ่มการสังเคราะห์ ผลิออกจำหน่าย รวมทั้งมีการใช้อย่างฟุ่มเฟือยภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง เป็นต้นมา มนุษย์ก็เริ่มหันกลับไปตั้งค้นหามา พยายามไม่ซ้ารอยบทเรียนเดิม โดยได้ตระหนักถึงคุณค่าของความปลอดภัยและคุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่พยายามจะเรียกกลับคืนมาอีกครั้งหนึ่ง พร้อมกับได้ให้ความสำคัญกับศัตรูธรรมชาติอันได้แก่ สัตว์ป่า สัตว์เลื้อยคลานที่มีและไม่มีเท้า รวมทั้งสัตว์มีและไม่มีกระดูกสันหลังต่าง ๆ ซึ่งคอยควบคุมไม่ให้ศัตรูพืชแต่ละชนิดเพิ่มปริมาณการทำลายจนถึงระดับสูญเสียทางเศรษฐกิจ (economic threshold) ทั้งในรูปของการทำ (predation) การเบียน (parasitism) ทุกลักษณะ

การนำชีววินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อมนุษย์ภายใต้การควบคุม ได้เริ่มขึ้นอย่างจริงจังเมื่อไม่นานมานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรื้อฟื้นเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านควบคุมศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งนับวันก็ยังมีบทบาทได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันประเทศไทยมีหน่วยงานที่ดำเนินการด้านนี้ คือ ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววินทรีย์แห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน ซึ่งมีศูนย์ปฏิบัติการอยู่ทุกภาคของประเทศ

การควบคุมศัตรูพืชในลักษณะดังกล่าวไม่ใช่วิธีใหม่ หากแต่เป็นวิธีที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ มาแสนนาน เพียงแต่เพิ่งได้รับการประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมขึ้นเท่านั้น จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการตายของศัตรูพืชในธรรมชาติ มีบทบาทสำคัญอย่างไม่น่ามองข้ามเท่าที่ผ่านมามีโอกาสเห็นประชากรของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญหลายชนิด เช่น หนอนผีเสื้อ มวน ตั๊กแตน กวางปีกแข็ง ฯลฯ ถูกทำลายคราวละมาก ๆ โดยจุลินทรีย์พวกไวรัส แบคทีเรีย รวมทั้งเชื้อราแตกต่างกันไป ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่คอยช่วยให้เห็นถึงความสำเร็จได้ค่อนข้างชัดเจน รออยู่เพียงการค้นหา ศึกษาทดลองด้วยความละเอียดอ่อน มีความ

พยายามพอเพียงที่จะนำไปใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่น จากนั้น ขบวนการควบคุมอย่างวิธีธรรมชาติก็ดำเนินต่อเนื่องได้ทันที อันมีผลให้สามารถแก้ปัญหาเรื่องที่เป็นเหมือนลูโก้เหล่านี้ได้อย่างถาวร

พื้นที่ในภาคใต้มีปัจจัยหลายอย่างที่แตกต่างไปจากภาคอื่น เช่น ภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความชื้นสัมพัทธ์ สิ่งแวดล้อมที่ยังน้อยคล้ายสารพิษตกค้าง ตลอดจนประชากรของศัตรูพืชที่กระจายอยู่ทั่วไป ล้วนมีส่วนเอื้ออำนวยให้วิธีการดังกล่าวมีแนวโน้มบรรลุผลได้ง่ายและค่อนข้างสูง การวิจัยนี้เป็นเพียงพื้นฐานที่อาจนำไปสู่เกษตรกรในอนาคตอันใกล้ จุดมุ่งหมายหลักคือ การรณรงค์เพื่อปลูกฝังเกษตรกรให้เปลี่ยนความรู้สึกลงในวิธีการควบคุมศัตรูพืช ขวนขวายหาวิธีการที่ง่ายและลงทุนต่ำมาช่วยในระบบการผลิตเพื่อขยุงฐานะทางเศรษฐกิจให้ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงลักษณะอาการพื้นฐานที่เปลี่ยนแปลงไปของ S. litura ภายหลังได้รับเชื้อจุลินทรีย์สองประเภทคือ แบคทีเรีย (bacteria) และไวรัส (virus)
2. เพื่อทราบถึงรายละเอียดเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ และการศึกษาถึงประสิทธิภาพ ความรุนแรง และความเหมาะสมในการทำลาย S. litura
3. เพื่อเป็นพื้นฐานของการเรียนการสอน การวิจัยในชั้นสูง ประสพ-การณื ตลอดจนเป็นแนวทางในการนำออกเผยแพร่ บริการแก่ชุมชนให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ในปัจจุบันและอนาคต

การตรวจเอกสาร

Cantwell (1974) รายงานว่า

ปี 1915 ได้มีการนำเชื้อไวรัสชนิด นิวเคลียร์โพลีซีโครซิส (Nuclear

Polyhedrosis Virus หรือ NPV) ฉีดยาในป่าเพื่อทำลายผีเสื้อยิปซี (gypsy moth; Portetria(Lymantria) dispar) ซึ่งในระยะตัวอ่อนกัดกินใบโอ๊ก (oak) และเมเปิ้ล (maple) ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา อย่างไค้มล และในปีเดียวกันนี้ก็ได้นำเชื้อไวรัส NPV อีกชนิดหนึ่งฉีดยาในแปลงผักเพื่อทำลายหนอนคืบกะหล่ำปลี (cabbage looper; Trichoplusia ni Hübner) ซึ่งระยะตัวอ่อนกัดกินใบกะหล่ำปลีและพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ปรากฏว่าไค้มลดี

ปี 1959 นำเชื้อไวรัสชนิด NPV ทำลาย European spruce sawfly; Gilpinia hercyniae ซึ่งทำลายต้นสนปรุช (spruce) ในป่าแถบตะวันออกเฉียงเหนือของอเมริกาเหนือ และแถบตะวันออกของแคนาดา ปรากฏว่าไค้มลดี

ปี 1948 นำเชื้อไวรัสชนิด NPV ทำลาย alfalfa caterpillar; Colias philodice eurytheme ประมาณว่าไค้มล 75-93 %

ปี 1962 นำเชื้อไวรัสชนิด NPV ทำลาย swaine's jack pine sawfly; Neodiprion swaini ในป่าของอเมริกาเหนือ ปรากฏว่าไค้มลดี

ปริษา (2524) รายงานว่าในประเทศไทยพบไวรัสชนิด NPV ชนิดต่าง ๆ ซึ่งทำลายแมลงหลายชนิดดังนี้คือ หนอนคืบกะหล่ำปลี (Trichoplusia ni Hübner) หนอนขี้กิ้งก่า (Orgyia turbata Btle.) หนอนขี้กิ้งก่าเหลือง (Orgyia postica Walker) ผีเสื้อหนอนถ่าน (Latoia(Parasa) lepida Cramer และ Nygmia fraterna Moore) หนอนกระทู้ผัก (Spodoptera litura Fabricius) หนอนกินใบมะพร้าว (Thosea sinensis Walker) หนอนขี้กิ้งก่า (Dasychira horsfieldii Saunder) หนอนกระทู้หอม (Spodoptera exigua Hübner) ผีเสื้อหนอนไหม (Bombyx mori Linnaeus) ผีเสื้อหนอนกินใบ (Trabala vishneu Lef. และ Suana concolor Walker) หนอนคืบฝ้าย (Cosmophila flava) หนอนเจาะสมอฝ้าย (Helicoverpa armigera Hübner) หนอนกินใบโพ (Perina nuda Walker) และผีเสื้อหนอนกินใบมะพร้าว

(Hidari irava Moore)

ส่วนไวรัสชนิด แกรนูโลซิซิสไวรัส (Granulosis Virus หรือ GV.)
 เค้าที่พบมีเพียงชนิดเดียวคือ ชนิดที่ทำลายหนอนคืบละหุ่ง (Achaea janata Linnaeus)

โรคโพลีฮีโคโรซิซิสไวรัสของ หนอนกระทู้ผัก (Polyhedrosis virus of Spodoptera litura Fabr.) มีรายงานครั้งแรกโดย Dudgeon (1913) ว่ามีโรคดังกล่าวเกิดขึ้นกับ S. litura ทำให้หนอนตายเป็นจำนวนมากและได้เสนอชื่อโรคนี้ปราบ S. litura ต่อมา Crumb (1929) พบ S. litura ตายในยุโรปและทราบว่าสาเหตุการตายมาจากไวรัส Caresche (1937) รายงานว่า พบโรคชนิดเดียวกันนี้ในอินโดจีน และได้ทดลองนำโรคไปโจมตีทำลาย S. litura โดยการให้กินใบพืชที่มีน้ำสกัดจากหนอนที่เป็นโรคตายปรากฏว่าสามารถทำให้หนอนตายภายในเวลา 5 - 6 วัน

สถานที่ทำการ ทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ชั้น 4 สภาคณะทรัพยากรธรรมชาติและ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. แปลงทดลองและเรือนเลี้ยงแมลง หน่วยวิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติและ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3. แปลงเพาะปลูกผักของเกษตรกร โดยสุ่มจากผู้ประกอบการเพาะปลูกในเขตอำเภอเมือง สะทิงพระ หาดใหญ่ และรัษฎา จังหวัดสงขลา

ระยะเวลาของการทดลอง

เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2525 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2526
 รวมระยะเวลา 1 ปี 6 เดือน

อุปกรณ์

1. กล้องเลี้ยงแมลงขนาด 6 x 9 x 4 นิ้ว
2. กล้องเลี้ยงแมลงขนาด 3 x 4 x 2 นิ้ว
3. กล้องจุลทรรศน์แบบ compound และ stereo-scope พร้อม eyepiece ที่มี scale วัดความยาว
4. หลอดทดสอบ
5. บีกเกอร์ขนาด 5 10 20 50 และ 100 ml.
6. จานเลี้ยงเชื้อ
7. สไลด์ (slide) และ โคเวอร์สไลด์ (cover slide)
8. ตะเกียงเบนเซน ไมช็อคไฟ
9. เอทิล แอลกอฮอล์ (ethyl alcohol)
10. เครื่องชั่งละเอียด
11. เครื่องวัดพื้นที่ใบพืช (automated area meter)
12. มันฝรั่ง แบ่ง น้ำตาล
13. ตู้อบให้ความร้อน
14. ตู้เย็น
15. ขวดรูปชมพู่ (flask)
16. dropper
17. เครื่องพ่นยาฆ่าแมลงแบบสะพាយหลัง
18. กระดาษ เครื่องเขียน
19. กล้องถ่ายรูป ฟิล์มสี ฟิล์มสไลด์

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของ S. litura
2. เก็บไข่ของหนอนกระพุกจากธรรมชาติในแหล่งปลอดยาฆ่าแมลงหรือสารเคมีอื่น สำหรับการทดลองครั้งนี้เก็บระยะไข่ของ S. litura จากใบกล้วย ใบแปลงทดลองของหน่วยวิชาการจัดการศัตรูพืช
3. เลี้ยงตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ด้วยใบตำพู่ และใช้พืชอาหารชนิดนี้ตลอดการทดลองทุกครั้ง
4. เมื่อตัวอ่อนลอกคราบครั้งที่สองเข้าสู่วัยที่ 3 คัดเลือกตัวอ่อนสำหรับการทดลองโดยยึดขนาดลำตัวที่ใกล้เคียงกัน และความสมบูรณ์ที่เห็นได้ชัดๆ เช่น สีสรร ความว่องไว ประกอบโดยวิธีสุ่ม จำนวน 90 ตัว
5. วัดความยาว และชั่งน้ำหนักของลำตัว แล้วจัดลงในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด $3 \times 4 \times 2$ นิ้ว แบ่งกล่องทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม สำหรับปลูกเชื้อไวรัสแบบที่เรียบ และควบคุมแบ่งแต่ละกลุ่มออกเป็น 10 หน่วยทดลอง (experimental unit) รวม 3 ซ้ำ (replication)
6. วิธีปลูกเชื้อโดย :-
 - 6.1 นำเชื้อไวรัสและแมทที่เรียบที่ได้จากการเตรียม ทาบนผิวหนังบนของใบตำพู่ ให้ตัวอ่อน S. litura กินเพียงครั้งเดียวตลอดการทดลอง เมื่อเปลี่ยนอาหารเลี้ยงแมลงในภายหลังไม่ทาเชื้อใด ๆ อีกตลอดวงจรชีวิตระยะตัวอ่อน
 - 6.2 ในกลุ่มควบคุมไม่ทำสิ่งใดบนใบพืชอาหารเลี้ยงแมลงตลอดวงจรชีวิต
7. ตรวจ-บันทึกอาการทุกวัน เมื่อถึงวัย 6 ซึ่งเป็นระยะที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่ตามปกติ วัดและชั่งน้ำหนักลำตัวอีก แล้ววัดชั่งน้ำหนักซ้ำอีก 2 ครั้ง ในระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre-pupal stage) และดักแด้ (pupal stage)
8. เลี้ยงแมลงต่อถึงตัวเต็มวัย ศึกษารายละเอียดของตัวเต็มวัย การผสมพันธุ์ วางไข่ ไข่ฟักเป็นตัวอ่อน จึงจัดว่าสิ้นสุดการทดลอง

9. นำการทดลองอีก 1 ครั้ง ลักษณะเดียวกันกับข้างต้น
10. นำการทดลองไปสาธิตในแปลงปลูกพืชผักของเกษตรกรโดยวิธีที่สม่พร้อมกับการ
ยอมรับวิธีการควบคุม S. litura โดยเรือจุลินทรีย์
11. สรุป วิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลอง

การศึกษาชีววิทยาของหนอนกระทู้ผัก

หนอนกระทู้ผัก มีชื่ออื่นคือหนอนกระทู้ยาสูบ หนอนแดง และหนอนรัง

ชื่อสามัญคือ cotton worm, tobacco cutworm, cotton leaf worm และ egyptian cotton worm

ชื่อวิทยาศาสตร์คือ Spodoptera litura Fabricius

เป็นผีเสื้อกลางคืน (moth) จัดอยู่ในวงศ์ Noctuidae ชั้นกับ Lepidoptera

1. การศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอก

ตัวเต็มวัย (adult stage) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ความยาวจากปลายสุดของส่วนหัวถึงปลายปีกขณะพักตัวตามปกติ 1.9-2.2 เซนติเมตร ความกว้างระหว่างปลายปีกคู่หน้าเมื่อกางเต็มที่แตกต่างกันตั้งแต่ 2.8-4.0 เซนติเมตร ลำตัวป้อมและเรียวเล็กไปทางคันท้าย ตลอดจนลำตัวปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลอ่อน และเข้มสลับกันเป็นแห่ง ๆ ที่บริเวณส่วนหัว ออก และ ระหว่างรอยต่อของท้องทุกปล้อง

1. หัว (head) เป็นส่วนที่อยู่ตอนหน้าสุด มีอวัยวะต่าง ๆ ติดตั้งอยู่ดังนี้คือ

1.1 ตารวม (compound eye) มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีดำ จำนวน 1 คู่ อยู่คานข้างของส่วนหัว และไม่ปรากฏว่ามีตาเดี่ยว (simple eye) อยู่ด้วย

1.2 หนวด (antenna) มีจำนวน 1 คู่ โดยมีร่องหนวด (antennal socket) อยู่ระหว่างทวารวมในเพศผู้ประกอบด้วยปล้องเล็ก ๆ จำนวน 75-86 ปล้อง และในเพศเมียมีจำนวน 69-78 ปล้อง

1.3 ปาก (mouth) มีลักษณะเป็นงวง (proboscis) สีนํ้าตาลเข้ม ม้วนเป็นวงเก็บไว้ระหว่างส่วนของริมฝีปากกลาง (labial palpi) ซึ่งตั้งอยู่คานใต้ของส่วนหัว

2. อก (thorax) ประกอบด้วยปล้อง 3 ปล้อง คือ อกปล้องแรก (prothorax) อกปล้องที่สอง (mesothorax) และอกปล้องที่สาม (metathorax) พบอวัยวะดังนี้คือ

2.1 ขา (leg) ประกอบด้วยขาเดิน (walking leg) จำนวน 3 คู่ ติดตั้งอยู่คานกลางของส่วนอกปล้องแรก อกปล้องที่สอง และอกปล้องที่สาม ปล้องละ 1 คู่

ระยางค์ขาประกอบด้วยปล้องต่าง ๆ คือ coxa, trochantor, femur, tibia, tarsi และ claw ที่ปลายสุด tibia ของขาคู่กลาง และคู่หลังมีหนามซึ่งเคลื่อนไหวได้ (movable tibial spur) 1 คู่ ขนาดไม่เท่ากันติดตั้งอยู่ และจะพบอีก 1 คู่ ขนาดไม่เท่ากันเหนือคู่แรกขึ้นมาเล็กน้อย เฉพาะในขาคู่หลังเท่านั้น จำนวน tarsi ของขาคู่หน้า คู่กลาง และคู่หลัง (tarsal formula) เป็น 5-5-5 ปล้องเรียงตามลำดับ

2.2 ปีก (wing) มีจำนวน 2 คู่ ปีกคู่หน้าติดตั้งอยู่บนส่วนคานข้างทอมนบน (dorso-lateral) ของอกปล้องกลาง และปีกคู่หลังบนอกปล้องที่สาม พื้นปีกทั้งสองคู่เป็น membrane ในเพศเมียปีกคู่หน้าถูกปกคลุมไปด้วยเส้นขน (hairy scale) สีนํ้าตาลอ่อน นํ้าตาล นํ้าตาลเข้ม และเทาเป็นลวดลายเติมพื้นที่ปีก ส่วนในเพศผู้ปีกมีลักษณะคล้ายเพศเมีย ต่างกันที่มีลวดลายบนปีกน้อยกว่าและบริเวณมุมปีกคานหน้าของปีกคู่หน้ามีแถบสีเงินอมม่วงพาดเฉียงตามแนวคานกว้างของปีกเห็นได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 2

ปีกคู่หลังเป็น membrane สีขาวใส ไม่มีเส้นขนปกคลุม ยกเว้นตามขอบปีกทุกด้าน ส่วนด้านในสุด(anal lobe) เส้นขนเป็นผอย ขนาดเล็กและยาวสีขาวนวล

นอกจากนี้พบรูหายใจ (spiracle) 1 คู่ อยู่บนอก ปล้องแรก

3. ท้อง (abdomen) ประกอบด้วยปล้องกลาง ๆ จำนวน 8 ปล้อง มีรูปร่างเรียวเล็กไปทางตอนท้าย และถูกปกคลุมด้วยเส้นขน พบรูหายใจตั้งอยู่ ความยาวของส่วนท้องจำนวน 7 คู่ บนปล้องที่ 1-7 ปล้องละ 1 คู่ กับพบอวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) ซึ่งในสภาพปกติจะซ่อนอยู่ภายในปล้องที่ 8

ไข่ (egg) มีลักษณะกลมเมื่อมองจากด้านบน และมีรอยบุ๋มตรงกลาง เมื่อมองทางด้านข้าง (dorso-ventrally flattern หรือ with sculp เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.36 มิลลิเมตร สีเขียวอ่อนปนน้ำตาล ผิวเป็นมัน มีลวดลายเป็นเส้นรัศมีจากจุดศูนย์กลางบนผิว ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่รวมกันเป็นกลุ่มด้านใต้ของใบพืชอาหาร ไข่ถูกวางเรียงต่อกันไปอย่างเป็นระเบียบ พื้นที่ที่วางเป็นรูปยาวรี และพบว่าวางซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ชั้นบนสุดปกคลุมด้วยเส้นขน (hairy scale) สีน้ำตาลอ่อน ซึ่งสามารถป้องกันการเปียกน้ำ และภัยอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี ดังแสดงในรูปที่ 3

ตัวอ่อน (larva) S. litura มีการลอกคราบ 5 ครั้ง รวมระยะตัวอ่อน 6 วัน โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

1. ตัวอ่อนวัยแรก (1st instar larva หรือ newly hatched) เป็น black-headed larva ลำตัวสีเขียวอ่อนใส ยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร มีขนสีค้ำบนลำตัวเห็นเด่นชัด บริเวณฐานของขนแต่ละเส้นเป็นวงสีค้ำปรากฏอยู่บนลำตัว ลำตัวจัดเป็น eruciform type ประกอบด้วยปล้องจำนวน 12 ปล้อง

ที่ออกปล้องแรกทางคานหลังมีแผ่นแข็งสีน้ำตาลคลุม มีขาจริง 3 คู่ คานกลางส่วนอก มีขาเทียม 5 คู่สีน้ำตาล ทั้งอยู่คานกลางของลำตัวปล้องที่ 6, 7, 8, 9 และ 12 ดังแสดงในรูปที่ 4

2. ตัวอ่อนวัยที่สอง (2nd instar larva) หัวกะโหลกสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวสีเขียวขุ่น มีจุดเล็ก ๆ สีดำ 1 คู่ บริเวณคานบนของลำตัวปล้องที่ 4 มีแถบสีขาวทอขยายตามลำตัวคานหลัง 3 เส้น

3. ตัวอ่อนวัยที่สาม สี และ ห้า (3rd-5th instar larva) ลักษณะต่าง ๆ บนลำตัวคล้ายกัน จะแตกต่างกันไปบ้างตรงที่สีของลำตัว คือ มีสีเขียว น้ำตาลอ่อน น้ำตาลเข้ม และเทาแก่ ซึ่งเป็นความผันแปร (variety) เฉพาะตัว บนส่วนของหัวกะโหลกพบตาเดี่ยวเรียงตัวกันคล้ายรูปครึ่งวงกลม เรียก *occularium* (*ommatidium*) ฐานของหนวดตั้งอยู่ใกล้ส่วนของระยางค์ปาก นอกจากนี้พบแถบเส้นสีน้ำตาลอ่อนตามความยาวของลำตัว 3 เส้น โดยอยู่บริเวณกึ่งกลางลำตัว 1 เส้น และห่างกันเล็กน้อยอีกข้างละ 1 เส้น บริเวณคานหลังของอกปล้องที่ 2 และ 3 มีจุดสีเหลืองอ่อนล้อมรอบด้วยสีน้ำตาลละ 1 คู่ เรียงตัวในลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนท้องปล้องที่ 1 มีจุดสีน้ำตาล 2 คู่ บริเวณคานบน ท้องปล้องที่ 2 จนถึงปล้องสุดท้ายจะพบจุดสีเหลืองและสีส้มล้อมรอบด้วยสีน้ำตาลทุกปล้อง และพบจุดสีน้ำตาล 2 จุด ที่คานหลังของท้องปล้องที่ 8

สีของลำตัวที่ปรากฏในตัวอ่อนวัยที่ 5 คานหลังมีเพียง 2 สี คือ สีน้ำตาลเข้มและเทาแก่ ส่วนคานท้องจะเป็นสีเนื้อหรือน้ำตาลอ่อน นอกจากนี้บนส่วนกะโหลกพบ *ecdysial suture* เป็นรูปตัววาย (Y) หัวกลับชัดเจน ขาเทียมสีน้ำตาลโดยมีเล็บ (*crochets*) เป็นสีส้ม มีหนวดจำนวน 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 และ 3 เป็นสีน้ำตาลอ่อนส่วนปล้องที่ 2 เป็นสีขาวใส ที่บริเวณโคนปล้องมีเส้นขนยื่นยาวออกมาชัดเจน

4. ตัวอ่อนวัยที่ 6 (6th instar larva หรือ full grown larva) ตัวอ่อนที่เจริญเต็มที่มีความยาวประมาณ 3.5-4.6 เซนติเมตร เมื่อ

เริ่มหคตัวเพื่อเตรียมลอกคราบเป็นดักแด้ ผิวของลำตัวจะเป็นมันและชุ่มไปด้วยน้ำ ลำตัวมีขนาดเล็กลงและแข็งขึ้น ไม่กินอาหาร แต่จะกัดใบพืชอาหารให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ พร้อมกับดักใบเป็นรังหุ้มตัว จากนั้นจะลอกคราบครั้งสุดท้ายเพื่อเป็นดักแด้ ดังแสดง ในรูปที่ 5 และ 6

ดักแด้ (pupa) เป็น obtected type ซึ่งหมายถึงดักแด้ที่มีโครงสร้างภายนอกแข็งหุ้มโดยรอบ ระวังค้ทุกส่วนคือ หนวด ปีก ขา ปาก และ palpi แนบสนิทต่อกัน ยกเว้นช่วงรอยต่อระหว่างปล้องอกและท้องซึ่งสามารถเคลื่อนไหวได้ เมื่อสัมผัสกับสิ่งกระตุ้นจากภายนอก ดักแด้มีสีน้ำตาลแดง ขนาดความยาว 1.6-2.1 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 7

การแยกเพศในระยะดักแด้กระทำได้โดยดูจากด้านล่างของท้องปล้องที่ 8 ซึ่งในเพศผู้มีกุ่มนูนขึ้นมา 1 คู่อยู่ใกล้กัน ส่วนในเพศเมียจะราบเรียบ

2. ชีวประวัติ

S. litura เป็นผีเสื้อกลางคืน ตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียผสมพันธุ์และวางไข่ในเวลากลางคืน โดยวางไข่เป็นกลุ่ม ๆ ละประมาณ 20-400 ฟอง ใต้ส่วนของใบพืช และพบว่าตลอดชั่วอายุของตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่ได้ตั้งแต่ 2-6 กลุ่ม ไข่ทุกกลุ่มมีเส้นขนละเอียดสีน้ำตาลอ่อนจำนวนมากปกคลุมอยู่ มองดูคล้ายรังของสัตว์ชนิดอื่น ชาวบ้านจึงเรียกหนอนกระทู้ผักว่า หนอนรัง ไข่ฟักเป็นตัวอ่อนภายในเวลา 3-5 วัน ตัวอ่อนวัยแรกและวัยที่สองจะอาศัยรวมกันเป็นกลุ่มบริเวณไข่ที่ถูกวางนั้นเอง กัดกินผิวด้านล่างของใบพืชอาหารจนเหลือแต่ผิวชั้นบน(cuticle) ทำให้มองเห็นใบที่มีลักษณะโปร่งแสงเป็นพื้นที่กว้าง และมีมูลสีน้ำตาลขนาดเล็กจำนวนมากอยู่บนผิวใบที่อยู่ต่ำกว่า ตัวอ่อนวัยที่สามเป็นต้นไปที่จะทำลายใบพืชโดยการกัดกินจากขอบใบเข้าไปสู่เส้นกลางใบ หรือเริ่มต้นจากบริเวณกลางใบแล้วขยายออกไปโดยรอบก็ได้ ระยะนี้อาจพบว่าตัวอ่อนมีการเคลื่อนตัวข้ามไปต้นอื่น ๆ ได้ ช่วงเวลาการทำลายใบหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชประมาณ 8-12 วัน เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ จะเคลื่อนตัวลงดินเพื่อลอกคราบเข้าดักแด้ แต่บางครั้งก็อาจพบว่ามีการดักใบแล้วเข้าดักแด้บนส่วนของพืชเลย ระยะดักแด้กินเวลา 6-8 วัน จึงเป็นตัวเต็มวัย จากการศึกษารายละเอียดตลอดวงจรชีวิตในห้องปฏิบัติการ แสดงผลไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแต่ละระยะการเจริญเติบโตของ *S. litura* ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ $27.495 \pm 1.855^{\circ} \text{C}$. ความชื้นสัมพัทธ์ $66.25 \pm 19.1046\%$ และปริมาณน้ำฝน 6.042 มม.

ระยะของการเจริญเติบโต	จำนวน (ตัว)	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วัน)	พิสัย (วัน)
ไข่	30	4.72 \pm 0.4489	4-5
ตัวอ่อน			
วัยที่ 1	30	2.00 \pm 0.00	2-2
วัยที่ 2	30	1.00 \pm 0.00	1-1
วัยที่ 3	30	2.37 \pm 0.53	2-3
วัยที่ 4	30	1.19 \pm 0.66	1-2
วัยที่ 5	30	1.536 \pm 0.4987	1-2
วัยที่ 6	30	4.167 \pm 0.9434	3-6
ระยะเวลารวมทั้งแต่ตัวอ่อน-วัยแรกถึงวัยสุดท้าย		12.236 \pm 2.6321	11-13
ดักแด้	30		
เพศผู้	15	5.733 \pm 0.7717	5-7
เพศเมีย	15	6.133 \pm 0.8554	5-7
ตัวเต็มวัย	30		
เพศผู้	15	5.385 \pm 0.4865	5-6
เพศเมีย	15	5.308 \pm 0.4615	5-6
รวมอายุตลอดวงจรชีวิตเพศผู้		28.101 \pm 4.2392	
รวมอายุตลอดวงจรชีวิตเพศเมีย		28.424 \pm 4.2979	
จำนวนไข่ที่วาง (13 ตัว)	9774	ฟอง	
อัตราการวางไข่ของเพศเมีย 1 ตัว	751.846	ฟอง	

ในช่วงเวลาการเป็นตัวอ่อนของ S. litura มีการลอกคราบทั้งสิ้นจำนวน 5 ครั้ง หรือเจริญเติบโตในระยะตัวอ่อนรวม 6 วัย ได้ทำการศึกษาโดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวกะโหลกตัวอ่อน ภายหลังจากการลอกคราบแต่ละครั้ง และคำนวณค่าจาก Dyar & s. law เป็นสิ่งสนับสนุน โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางหัวกะโหลกในตัวอ่อนวัยต่าง ๆ ของ S. litura (n = 30)

ระยะของตัวอ่อน	ความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางหัวกะโหลก(มม.)		พิสัย	อัตราค่าเฉลี่ยของเส้น	ค่าที่ได้จากการคำนวณการเพิ่ม	$X^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผ่าศูนย์กลางหัวกะโหลก(มม.)		ความกว้างของกะโหลกตาม Dyar's law		
วัยที่ 1	0.280 ± 0.00		0.00	1.714	0.280	-
วัยที่ 2	0.480 ± 0.00		0.00	1.665	0.445	0.002733
วัยที่ 3	0.799 ± 0.01927		0.02	1.546	0.708	0.011696
วัยที่ 4	1.235 ± 0.03222		0.03	1.478	1.126	0.010552
วัยที่ 5	1.825 ± 0.04527		0.02	1.548	1.791	0.000645
วัยที่ 6	2.826 ± 0.10821		0.10	-	2.848	0.000169
$\bar{X} = \frac{7.951}{5} = 1.5902$				Pooled $X^2 = 0.025795^{**}$		

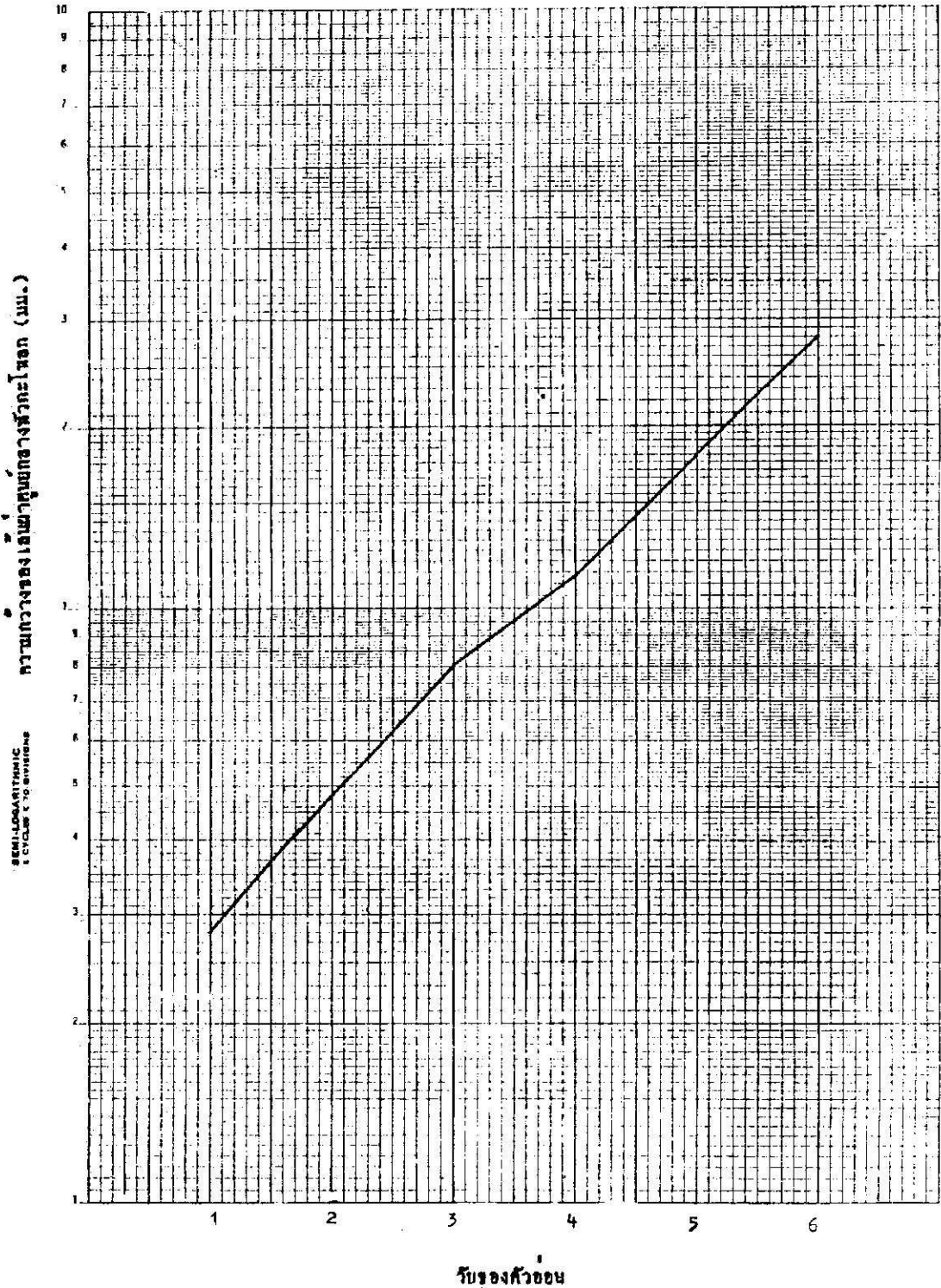
หมายเหตุ

$\chi^2_{0.05} (5) = 9.24$
 $\chi^2_{0.01} (5) = 13.34$

ค่าจากการสังเกตความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางหัวกะโหลก กับค่าคำนวณตาม Dyar's Law

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99%

ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มความกว้างของเส้นย้ายศูนย์กลางหัวกะโหลก กับวัยต่าง ๆ ของ *S. litura*



3. พืชอาหารและพืชอาศัย

พืชอาหารหมายถึงพืชหลักที่แมลงชอบอาศัยกัดหรือคุกกินเพื่อเจริญเติบโตความปกติ จนครบวงจรชีวิตโดยสมบูรณ์ ส่วนพืชอาศัยหมายถึงพืชอาหารรองที่แมลงสามารถเจริญเติบโต ได้แต่ความสมบูรณ์ของชีวิตอาจลดลงไปบ้าง เช่น ความยาวนานของอายุ (longevity) สัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา (morphology & physiology) ตลอดจนความสามารถในการวางไข่ (fecundity) เป็นต้น รวมไปถึงสิ่งที่มีแมลงสามารถเจริญเติบโตได้เพียงระยะหนึ่งเท่านั้น แต่ไม่สามารถต่อวงจรจนครบวงจรชีวิต

สุธรรม และคณะ (2515) และแดน (2520) รายงานพืชอาหารที่พบของ S. litura คือ ฝ้าย ข้าวโพด มันเทศ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วแดง พริกทอง หม่อน กระตกรก ป่อแก้ว กะเจียบ นางกวัก มะละกอ องุ่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ตะนา ผักกาดหัว ผักกาดหอม ผักกาดขาวใหญ่ ผักบุ้ง มะเขือเทศ มะระ ถั่วฝักยาว ตำลึง ถั่วพู หมมหัวใหญ่ เผือก ยาสูบ ข้าวบานชื่น หงอนไก่ บานไม่รู้โรย

จากการสำรวจในภาคใต้พบพืชอาหารเพิ่มเติมคือ ใบบัวหลวง กับ พืชอาศัย สาบเสือ กล้วย สับปะรด ส้ม

การศึกษารายละเอียดปริมาณการทำลายของตัวอ่อน S. litura โดยใช้พืชอาหารใบถั่วพู และเครื่องมือวัดพื้นที่ใบพืช (Automated Area Meter) โดยนำใบถั่วพูเข้าเครื่องวัดพื้นที่ใบบันทึกตัวเลขแล้วให้ตัวอ่อนกิน รุ่งขึ้นก็นำใบที่เหลือจากการกินมาเข้าเครื่องวัดพื้นที่ใบที่เหลือ คำนวณหาพื้นที่ที่ถูกกิน ทำติดต่อกันจนตัวอ่อนลอกคราบเป็นดักแด้ นำตัวเลขที่บันทึกไว้มาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่ใบด้วงที่ถูก S. litura กิน (ตารางเซนติเมตร) (n = 200)

วัน เดือน ปี	ระยะ ตัวอ่อน	หมายเลขกล่องเลี้ยง <u>S. litura</u>						
		1	2	3	4	5	6	7
28-29 ธค.24	วัย 1	0.9	1.325	0.83	1.18	1.29	2.36	2.485
30-31 ธค.24	วัย 2	3.485	5.20	6.55	4.915	5.675	6.65	4.895
1- 2 มค.25	วัย 3	12.785	21.10	6.225	10.74	8.805	22.91	17.935
3- 8 มค.25	วัย 4	51.45	62.24	57.935	49.215	53.82	57.385	63.015
9-13 มค.25	วัย 5	285.44	161.82	216.33	269.76	174.63	289.96	198.22
14-19 มค.25	วัย 6	334.45	361.24	343.935	390.215	432.82	341.385	360.015
	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}_1)	688.51	612.925	631.805	726.025	677.04	720.65	652.565
	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}_2)	68.851	61.2925	63.1805	72.6025	67.704	72.065	65.2565

หมายเหตุ. เลี้ยงหนอนกระดาษ 10. ตัวต่อ 1 กล่อง

หมายเลขทดลองเลี้ยง S. litura

8	9	10	11	12	13	14	15	16	
0.975	0.385	1.14	0.88	0.87	0.965	1.425	0.965	0.595	
6.545	5.26	5.10	6.875	6.495	5.99	7.99	3.835	5.425	
12.21	11.485	26.14	22.11	19.025	14.795	29.80	24.815	23.685	
54.265	53.08	48.805	55.82	49.935	61.26	69.55	57.955	48.835	
213.765	268.88	114.59	232.715	191.17	266.82	170.60	187.135	264.755	
417.265	355.08	386.805	315.82	415.935	390.26	429.55	357.955	403.835	
705.025	692.17	582.58	634.22	683.43	740.09	708.915	632.66	747.13	
70.5025	69.217	58.258	63.422	68.343	74.009	70.8915	63.266	74.713	

หมายเลขกล่องเลี้ยง <u>S. litura</u>				ผลรวมการกิน แต่ละวัย	ค่าเฉลี่ยการกิน แต่ละกล่อง	ค่าเฉลี่ยการกิน แต่ละตัว
17	18	19	20			
2.565	2.21	1.795	2.97	28.11	1.4055	0.14055
2.73	6.17	8.71	9.07	117.565	5.87825	0.587825
26.36	20.41	32.675	25.51	389.52	19.476	1.9476
47.155	59.93	59.34	54.515	1115.505	55.77525	5.577525
265.84	352.595	246.195	126.655	4497.875	224.89375	22.489375
347.155	419.93	395.34	371.515	7574.505	378.72525	37.872525
691.805	861.245	744.055	590.235	13723.08	686.154	-
69.1805	86.1245	74.4055	59.0235	1372.308	-	68.6154

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่า S.litura วัยแรกถึงวัยที่หก ถักกินใบพืชคิดเป็นพื้นที่ 0.14055, 0.587825, 1.9476, 5.577525, 22.489375 และ 37.872525 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และสรุปการกินใบพืชตลอดระยะตัวอ่อน เท่ากับ 68.6154 ตารางเซนติเมตร ด้วยปริมาณการทำลายใบพืชผักเศรษฐกิจดังกล่าว จึงจัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญของแปลงเพาะปลูกพืชผักทุกพื้นที่

4. เขตแพร่กระจาย

พบทุกพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารสำหรับแมลงชนิดนี้ในประเทศไทย จากการศึกษารูปแบบของการแพร่กระจายในแปลงทดลองของหน่วยวิชาการจัดการศัตรูพืช เมื่อ 25 ธันวาคม 2524 ถึง 12 มกราคม 2525 สรุปรายละเอียดข้อมูลไว้ในตารางที่ 4 และการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงจำนวน *S. litura* วัยต่าง ๆ กระจายบนใบพืชอาศัย (ถั่วขน้า) :

หมายเลขลำดับ	วัน เดือน ปี	รายละเอียดที่ศึกษา	หมายเลขลำตัวของหนอน																						หมายเหตุ	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1	25 ธ.ค. 24	จำนวนใบในต้น	16	4	7	10	9	10	17	8	10	18	23	6	12	11	9	18	14	14	10	9	15	20		
		จำนวนใบที่พบตัวอ่อน			1			1					3	1							1			2		
		จำนวนตัวอ่อนวัยต่าง ๆ																								
		วัยที่ 1				1		2						130						170			270			
		" 2												100												
" 3																										
" 4																										
2	27 ธ.ค. 24	จำนวนใบในต้น	16	4	7	10	9	10	17	8	10	18	23	6	12	11	9	18	14	14	10	9	15	20		
		จำนวนใบที่พบตัวอ่อน							1							2	2	1	1		3	2	4	4		
		จำนวนตัวอ่อนวัยต่าง ๆ																								
		วัยที่ 1													323	2		14		681	245			302		
		" 2							19								3							56		
" 3													1			1			1		15	104				
" 4																							1			
3	29 ธ.ค. 24	จำนวนใบในต้น	9	10	14	11	5	9	4	16	9	8	11	13											อีก 20 ต้น จำนวน 218 ใบ ไม่พบตัวอ่อน	
		จำนวนใบที่พบตัวอ่อน	1	3		3					2		2	1												
		จำนวนตัวอ่อนวัยต่าง ๆ																								
		วัยที่ 1	15	105	82																					
		" 2		25		17					7															
" 3									1		3	101														
" 4																										

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อมูลอำเภอ	วัน เดือน ปี	รายละเอียดพื้นที่ศึกษา	หมายเลขประจำตัวรถคันที่ตรวจ																				หมายเหตุ		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16	18	19	20		21	22
7	6 ม.ค.25	จำนวนใบในคัน จำนวนใบที่พบหัวถนน จำนวนหัวถนนรียต่าง ๆ รียที่ 1 ▪ 2 ▪ 3 ▪ 4	10 1 1 1	16 1 3 1	22 1 11 1	10 3 2 1	12 1 90 150	12 1 150 150	14 1 60 60															อีก 26 คัน จำนวน 310 ใบ ไม่พบหัวถนน	
8	8 ม.ค.25	จำนวนใบในคัน จำนวนใบที่พบหัวถนน จำนวนหัวถนนรียต่าง ๆ รียที่ 1 ▪ 2 ▪ 3 ▪ 4	11 1 1	16 1 1	9 1	10 2	21 17	9 17	12 1 17	13 1 8	11 1 9													อีก 25 คัน จำนวน 253 ใบ ไม่พบหัวถนน	
9	10 ม.ค.25																								จำนวน 27 คัน 299 ใบ ไม่พบหัวถนน
10	12 ม.ค.25	จำนวนใบในคัน จำนวนใบที่พบหัวถนน จำนวนหัวถนนที่พบ รียที่ 1	13 1 81																						อีก 14 คัน จำนวน 152 ใบ ไม่พบหัวถนน

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทราบรูปแบบการกระจาย (distribution pattern) ของ S. litura ด้วยวิธี variance/mean ratio, t-value, Morisita index และ F_0

ลำดับที่	วันสำรวจข้อมูล	variance: mean ratio (S^2/\bar{x})	t-value	Morisita index (I^2)	F_0	C.U.(%)
1	25/2/2524	179.0690	2574.9819	77.1876	179.0664	876.04195
2	27/12/2524	562.5501	6439.7947	74.6737	563.5472	859.78185
3	29/12/2524	283.3215	3661.7574	143.7441	284.3254	1193.6356
4	31/12/2524	271.8632	3481.7892	186.4694	272.9073	1302.4849
5	11/1/2525	391.5893	5152.8931	78.0977	392.5930	879.07733
6	4/1/2525	250.8142	3523.4724	87.7086	251.5656	932.41803
7	6/1/2525	107.4153	1459.7434	125.6983	108.4167	1116.4256
8	8/1/2525	11.7907	139.7759	108.7335	12.7885	1025.5594

จากตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ว่ารูปแบบการกระจายของ S. litura ในแปลงทดลองหน่วยวิชาการจัดการศัตรูพืช เป็นแบบกลุ่ม (clump form) ด้วยการทดสอบโดย S^2/\bar{x} , t-value, Morisita Index (I^2) และ F_0 .

ตัวอ่อนที่สำรวจพบส่วนใหญ่อยู่ในวัยที่ 1 ที่เพิ่งฟักออกจากไข่

ปัจจัยที่ทำให้ประชากรของ S. litura ลดลงในสภาพแปลงทดลอง คือปัจจัยที่

ทำให้เกิดการตาย (Mortality factors)

1. ปัจจัยของสิ่งมีชีวิต (biotic factor) จากแตนเบียนไข่ ; Telenomus sp. (Scelionidae: Hymenoptera)

2. ปัจจัยของสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic factor) จากกระแสม เนื่องจากแมงผีเสื้อวางไข่ได้ไปกล้วย เมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อนใหม่ ๆ จะอยู่รวมกันไ้ใบ เมื่อสมักถูกใบกล้วยไหว ตัวอ่อนจะปล่อยเส้นใยทิ้งตัวลงมา ออกอาหารและตายในเวลาต่อมา

5. ศัตรูธรรมชาติ

ในท้องดินภาคใต้สำรวจพบแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ 3 ชนิด คือ

1. แตนเบียนไข่; Telenomus spp. วงศ์ Scelionidae

อันดับ Hymenoptera แตนเบียนชนิดนี้จะไต่คอมไปบนไข่ พร้อมทั้งไข่อวัยวะวางไข่ (ovipositor) ลอดแทรกผ่านชั้นที่ปกคลุมและแทงลงในไข่ เมื่อตัวอ่อนของแตนเบียนไข่ฟักเป็นตัวอ่อนจะอาศัยอาหารจากไข่ของ S. litura เจริญและฟักเป็นตัวเต็มวัยภายใน 5 - 6 วัน ไข่ที่ถูกทำลายจะไม่สามารถเจริญเป็นตัวอ่อนได้ จากการทดลองศึกษาประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ เพศเมีย 1 ตัว สามารถวางไข่ในไข่ S. litura และเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ เฉลี่ย 174 ตัว

2. แมลงวันตัวเบียน; Podomyia setosa Dol. วงศ์ Tachinidae

อันดับ Diptera แมลงวันตัวเบียนเพศเมียจะวางไข่บนตัวอ่อน S. litura ครั้งแรก 1-7 ฟอง เมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อนจะเจาะผ่านผนังลำตัวเข้าไปอาศัยอาหารและเจริญเติบโตอยู่ในตัวอ่อน S. litura ซึ่งจะไม่แสดงอาการผิดปกติ ให้สังเกตได้ เมื่อลอกกราบเข้าคักแล้วปรากฏว่ามีแมลงวันตัวเบียนออกมาแทน ส่วนคักคักของ S. litura นั้นตายไป

3. แตนเบียนหนอน; Apanteles prodigiosus Viereck วงศ์ Braconidae

อันดับ Hymenoptera โดยแตนเบียนหนอนเพศเมียจะแทง

อวัยวะวางไข่ลงใต้ผิวหนังของตัวอ่อน S. litura จากการศึกษพบว่า แตนเบียนวางไข่เฉพาะในตัวอ่อนวัยที่ 3 ซึ่งเริ่มแรกจะไม่มีอาการผิดปกติ เมื่อตัวอ่อนลอกคราบเข้าสู่วัยที่ 4 จะเริ่มหยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว และตอบสนองต่อสิ่งเร้า หากถูกรบกวนมาก ๆ จะเคลื่อนไหวคล้ายอาการกระดูกอย่างรวดเร็ว ซึ่งถือเป็นความผิดปกติทางพฤติกรรม ตัวอ่อนหยุดกินอาหาร สีสรบนลำตัวซีดจางจนเป็นสีเหลือง ระยะเวลาที่ตัวอ่อนแตนเบียนจะเจริญเต็มที่และเจาะไชผนังลำตัวตัวอ่อน S. litura ออกมาภายนอกพร้อมกับดักเส้นใยสีน้ำตาลอ่อน รูปร่างยาวรีหรือหุ้มลำตัว ครึ่งที่คอยู่ข้างลำตัวส่วนท้องของ S. litura หลังจากนั้น 4-6 วัน แตนเบียนหนอนก็จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย และออกจากดักแค้ ตัวอ่อน S. litura 1 ตัว อาจพบว่าถูกทำลายโดยแตนเบียนตั้งแต่ 1-3 ตัว ตัวอ่อนที่ถูกทำลายจะไม่เจริญเจริญจนครบชั่วอายุขัย

จากการศึกษาในสภาพธรรมชาติพบว่า S. litura ที่ถูกทำลายโดยแตนเบียนหนอนชนิดนี้ พบเฉพาะที่อาศัยด้วงฝักยาว ข้าวโพด และคะน้า เป็นพืชอาหาร

ตารางที่ 6 ตารางชีวิตทางชีววิทยา (Biological life table) ของผีเสื้อหนอนกระทู้ผัก ; Spodoptera litura Fabr. ในท้องที่ ม.สงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา ระหว่างปี 2524 - 2525

อายุหรือ ระยะเวลาเจริญเติบโต (x)	จำนวนในแต่ละ ระยะ x (N _x)	ปัจจัยที่ทำให้ตาย (D _x F)	จำนวนที่ตาย (D _x)	%การตายใน แต่ละระยะ (100D _x /N _x)	%การตายใน ช่วงอายุขัย (100D _x /N ₀)	%การตายสะสม
ไข่ (N ₀)	562	ไม่พักเป็นตัว	15	2.6690	2.6690	2.6690
ตัวอ่อน	547	กัดกินกันเอง	66	12.0658	11.7438	
		โรคของแบคทีเรีย	208	38.0256	37.0107	
		รวม	274	50.0914	48.7545	51.4235
ดักแด้	273	ตายในดักแด้	5	1.8315	0.8897	52.3132
ตัวเต็มวัย	268	ความอ่อนแอ	.14	5.2239	2.4911	54.8043
ตัวเต็มวัย	254					

ตารางที่ 7 ตารางชีวิตทางนิเวศวิทยา (Ecological life table) ของผีเสื้อหนอนกระทู้ผัก ; Spodoptera litura Fabr. ในท้องที่ ม.สงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา ระหว่างปี 2524-2525

อายุหรือ ระยะการเจริญเติบโต (x)	จำนวนในแต่ละ ระยะ X (N _x)	ปัจจัยที่ทำให้ตาย (D _x F)	จำนวนที่ตาย (D _x)	%การตายใน แต่ละระยะ (100D _x /N _x)	%การตายใน ช่วงอายุขัย (100D _x /N ₀)	%การตายสะสม
ไข่	477	<u>Telenomus</u> spp.	83	17.4004	17.4004	17.4004
ตัวอ่อน	394	<u>Apanteles prodeniae</u> (Viereck)	12	3.0457	2.5157	
		ปัจจัยสภาพแวดล้อม	354	89.8477	74.2138	
		รวม	366	92.8934	76.7295	94.1299
ดักแด้	28	โรคของเชื้อรา	7	25.0000	1.4675	95.5974
ตัวเต็มวัย	21	จิ้งจก, คางคก	12	57.1429	2.5157	98.1131
ตัวเต็มวัย	9					

จากตารางที่ 7 พอจะวิเคราะห์ได้ว่าปัจจัยการตาย (mortality factors) ที่พบในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของผีเสื้อหนอนกระทู้ผัก คือ ไข่ จะถูกแทนเบียน ; Telenomus spp. ลงทำลาย 17.4004% ตัวอ่อนจะถูกแทนเบียนราโคนิด ; Apanteles prodeniæ Vier. ลงทำลาย 3.0457% ปัจจัยสภาพแวดล้อมอันได้แก่อุณหภูมิ ความชื้นที่ไม่เหมาะสม ทำให้ตัวอ่อน ถูกทำลายถึง 74.2138% ตักแค้ถูกทำลายด้วยเชื้อรา 1.4675% ส่วนตัวเต็มวัยมี จิ้งจกและทางคกเป็นตัวห้ำและถูกทำลายถึง 57.1429%

เปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละระยะและปัจจัยการตายเหล่านั้นจะมีความสัมพันธ์กับการตายของผีเสื้อหนอนกระทู้ผักในแต่ละช่วงอายุมากน้อยแตกต่างกันไป ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับชีวอายุ จะวิเคราะห์ได้ว่าปัจจัยการตายในระยะตัวอ่อนและไข่ สูงถึง 76.7295% (ด้วยปัจจัยการตายจากแทนเบียนตัวอ่อน 2.5157% และปัจจัย สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม 74.2138%) และ 17.4001% ของทั้งช่วงอายุตามลำดับ ส่วนปัจจัยการตายในระยะตักแค้และตัวเต็มวัยซึ่งมีค่า 1.4675 และ 2.5157% ตาม ลำดับนั้นนับว่ามีบทบาทน้อย ซึ่งทำให้พอสรุปได้ว่า แทนเบียนไข่ (egg parasite; Telenomus spp.) และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเป็นศัตรูธรรมชาติ หรือปัจจัย การควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมผีเสื้อหนอนกระทู้ผัก และเปอร์เซ็นต์การตาย สะสมที่เกิดจากการกระทำของศัตรูธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมรวมกันแล้วสูงถึง 94.1299% ของประชากรทั้งหมด

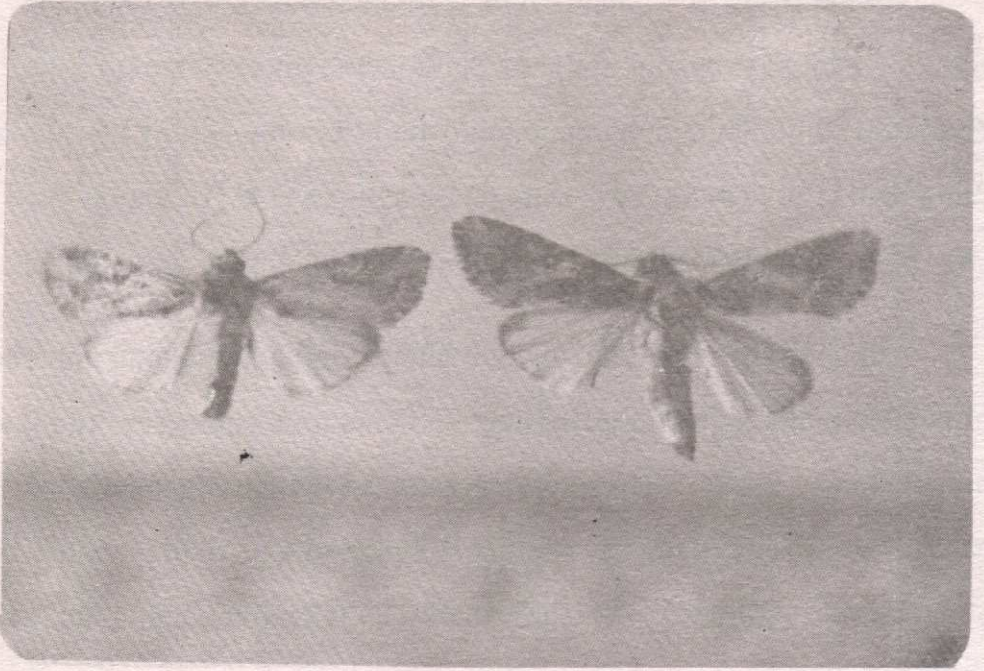
ตารางที่ 8 การหาค่า K และ k ในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของผีเสื้อหนอนกระทู้ผัก ; Spodoptera litura Fabr. จาก ecological life table ในท้องที่ ม.สงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา ระหว่างปี 2524-2525

ระยะการเจริญเติบโต (x)	จำนวนในแต่ละระยะ (N_x)	$\log_e N_x$	k_x
ไข่	477	2.6785	0.0830 (= k_1)
ตัวอ่อน	394	2.5955	1.1483 (= k_2) *
ดักแด้	28	1.4472	0.1250 (= k_3)
ตัวเต็มวัย	21	1.3222	0.3680 (= k_4)
ตัวเต็มวัย	9	0.9542	

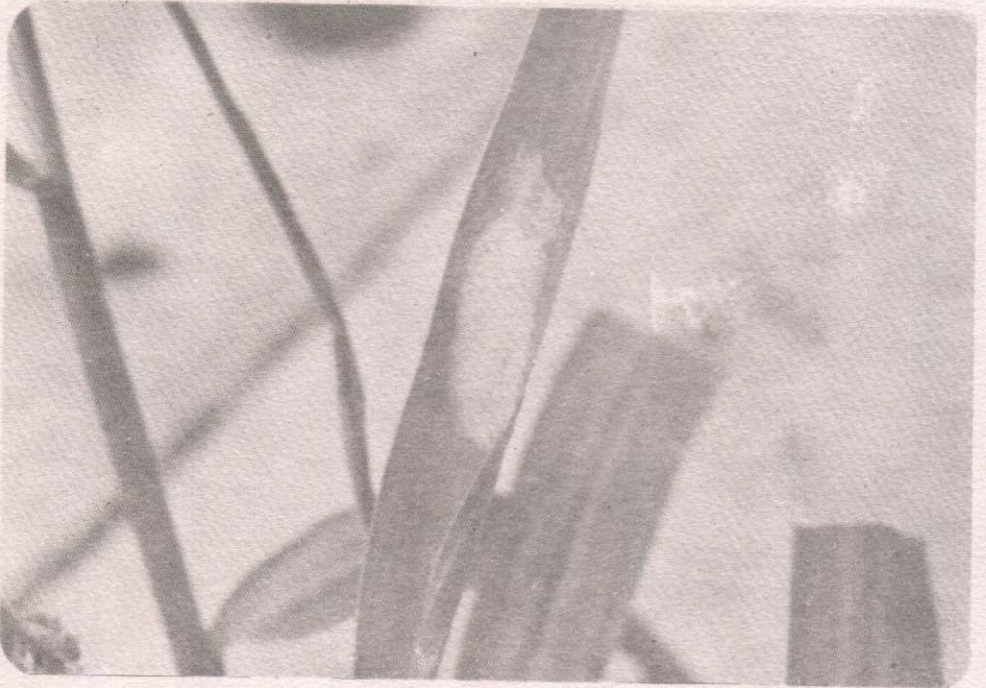
Total mortality = K = 1.7243

จากตารางที่ 8 เป็นการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์จากการางชีวิตทางนิเวศน์วิทยา เพื่อตรวจสอบว่าผลที่มีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรแมลงศัตรูพืช นั้นเป็นแบบที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น (density-dependent) หรือไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น (density independent) และค่า k โคใดที่มีสหสัมพันธ์กับค่า K ค่า k นั้นคือปัจจัย K หรือ K factor ที่ช่วยควบคุมความหนาแน่น

ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าผลที่มีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรผีเสื้อหนอนกระทู้ผักเป็นแบบไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น (density independent) และจากการนำค่า k และ K ในหลายชั่วอายุจากการางชีวิตสืบเนื่องกันพบว่าค่า k_2 ได้มีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับ K มากที่สุด จึงสรุปว่า k_2 (สภาพแวดล้อมในธรรมชาติและแดนเบียนตัวอ่อน) จะเป็นปัจจัยหลักในการควบคุมความหนาแน่นของประชากร



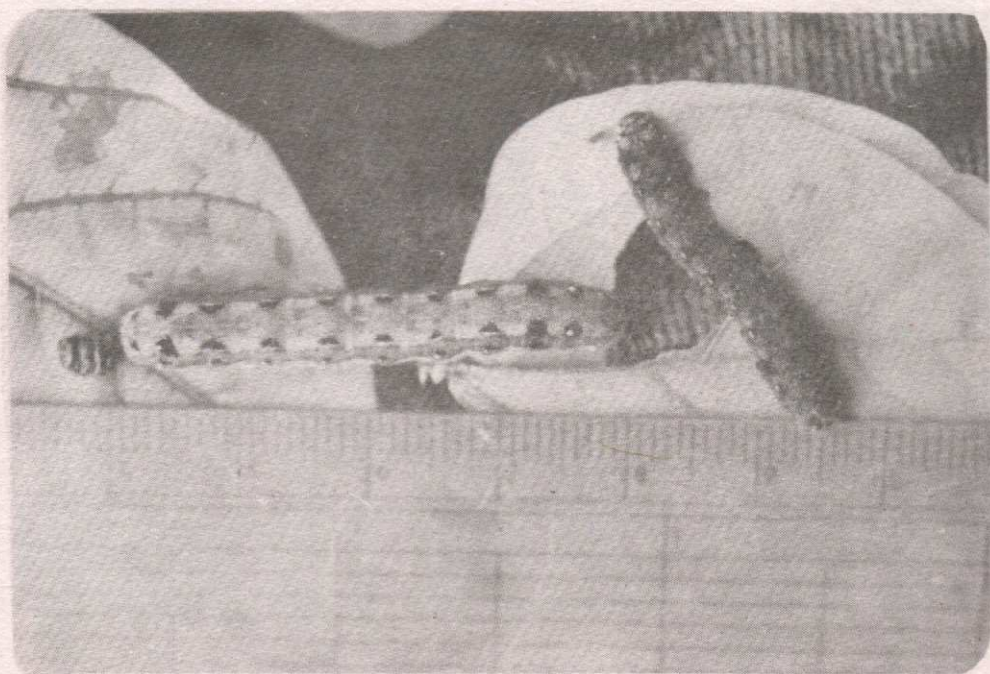
ภาพที่ 2. แสดงตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียของ S. litura



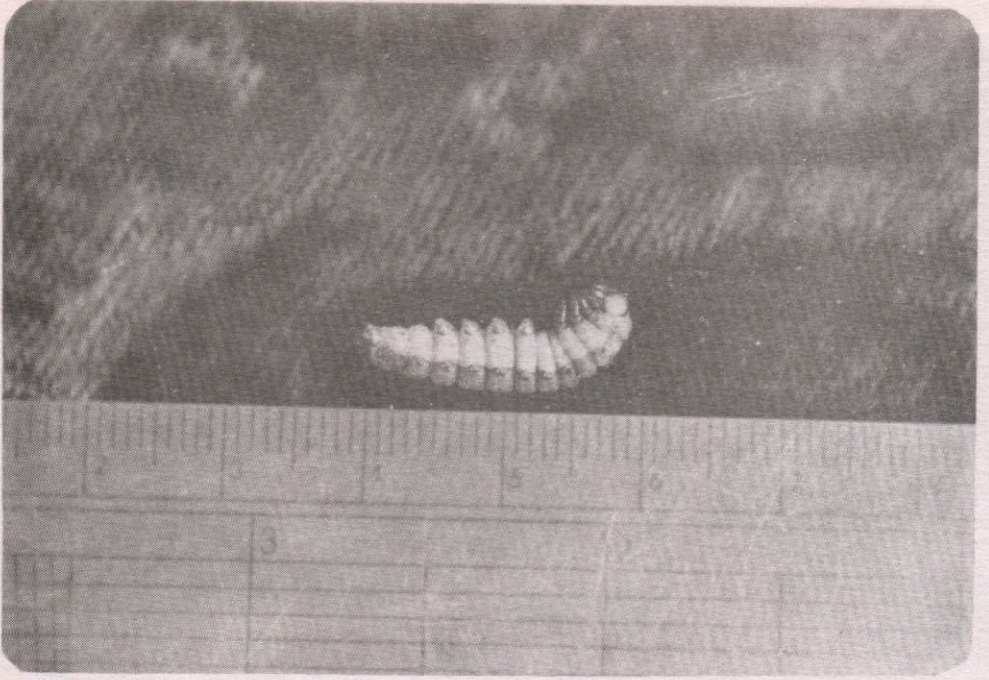
ภาพที่ 3. แสดงไข่ของ S. litura



ภาพที่ 4 แสดงตัวอ่อนวัยแรกของ S. litura



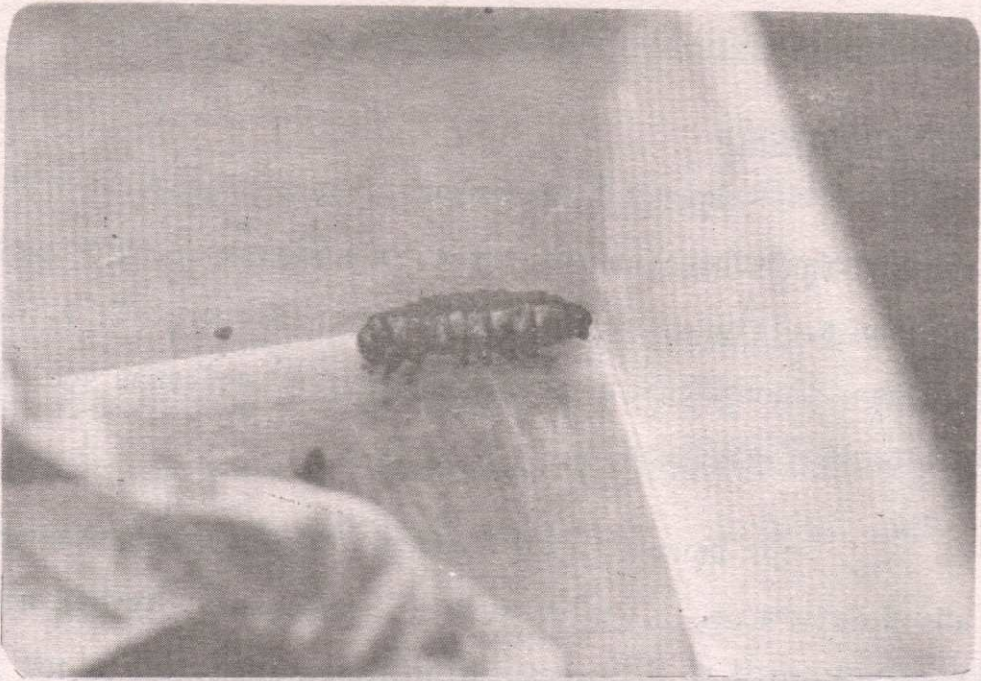
ภาพที่ 5 แสดงตัวอ่อนวัยที่ 6 ซึ่งเจริญเติบโตเต็มที่ และความผันแปรของสีลำตัวตามปกติ



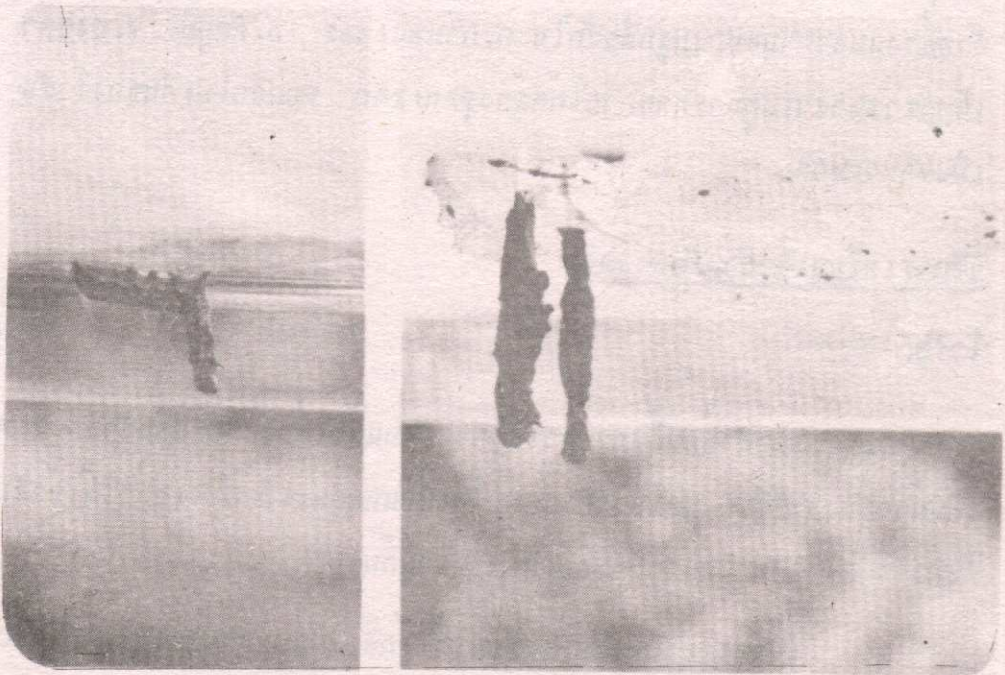
ภาพที่ 6 แสดงตัวอ่อนวัยที่ 6 ซึ่งหคตัวก่อนลอกคราบเข้าดักแด้



ภาพที่ 7 แสดงดักแด้ของ S. litura



ภาพที่ 8 ตัวอ่อนวัยที่ 6 ตายเนื่องจากถูกทำลายด้วยแมคทีเรีย



ภาพที่ 9 ตัวอ่อนวัยที่ 6 ตายเนื่องจากถูกทำลายด้วยไวรัส

การศึกษาขั้นพื้นฐานของการนำเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ในการควบคุมหนอนกระพี้

1. ที่มาของเชื้อจุลินทรีย์

15 มิถุนายน 2525 ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงตามแหล่งเพาะปลูกพืชผักของเกษตรกรและของชาวบ้านที่จัดได้ว่าปลอดยาฆ่าแมลง พบตัวอ่อน S. litura ตายในธรรมชาติบนแปลงถั่วลิสง ต. หุ่นวัง อ. เมือง จ. สงขลา นำหนอนดังกล่าวมาตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า พบเชื้อแบคทีเรียจำนวนมาก

19 มิถุนายน 2525 ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงตามแปลงพืชผักใน ต. ฉลุง อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา พบตัวอ่อน S. litura ตายในแปลงผักกาดขาวปลี นำหนอนมาตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 และ 400 เท่า พบผลึกโปรตีนของไวรัสจำนวนมาก

7 กรกฎาคม และ 13 สิงหาคม 2525 ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงตามแปลงปลูกพืชผักใน ต. กำแพงเพชร อ. รัษฎา จ. สงขลา เมื่อตรวจหาสาเหตุการตายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบผลึกโปรตีนของไวรัสเป็นจำนวนมาก

2. วิธีการเตรียมเชื้อสำหรับทดลอง

ไวรัส

1. เก็บตัวอ่อนที่ทราบสาเหตุการตายแล้วใส่หลอดทดสอบตัวละ 1 หลอด เติมน้ำกลั่น 3 ซีซี. บดให้ลำตัวและเนื้อเยื่อแหลกละเอียด เขย่าให้เข้ากันแล้วทิ้งทิ้งไว้ 2-3 วัน พบว่ามีตะกอนสีขาวขุ่นอยู่ก้นหลอด
2. เมื่อตรวจสอบเชื้อที่เตรียมไว้ใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 และ 1000 เท่า พบผลึกโปรตีน (Polyhedral inclusion body) หรือ PIB

ของไวรัสรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ฐานแต่ละด้านเป็นรูปสามเหลี่ยมมาประกบกัน
คล้ายรูปทรงปิรามิด จำนวนมาก

3. ใช้ผ้าขาวบางกรองเอาเศษตัวอ่อนทั้งหมดที่อยู่เหนือชั้นตะกอนออก
โดยการเอียงหลอดเทเบา ๆ

4. เติมน้ำกลั่น 10 ซีซี. นำเข้าเครื่องปั่นแยกเหวี่ยง (centrifuge)
ด้วยความเร็ว 3000 - 4000 รอบ/นาที นาน 15 นาที เทน้ำส่วนบนทิ้งให้
เหลือแต่ตะกอนข้างล่างเติมน้ำกลั่นครบ 1000 ซีซี. จะได้เชื้อไวรัสมีความบริสุทธิ์
ปานกลาง เก็บในตู้เย็นระดับอุณหภูมิระหว่าง 5.25 - 13.38°ซ. เพื่อให้
สำหรับทดลอง

5. ประมาณจำนวนผลึกโปรตีนในตัวอย่างที่ 6 ที่รวบรวมได้ประมาณ
 4.7×10^9 PIB

แบคทีเรีย (bacteria)

1. เก็บตัวอย่างที่ทราบสาเหตุการตายภายหลังจากสำรวจที่กล้องจุลทรรศน์แล้ว ใส่หลอดทดสอบตัวเลข 1 หลอด เติมน้ำกลั่นลงประมาณ 3 ซีซี เขย่าหรือคั้นเนื้อเยื่อละเอียด เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 5-10 นาที
2. ใช้ผ้าขาวบางกรองเอาเศษเนื้อเยื่อที่เน่าเปื่อยออก และเก็บน้ำที่ได้ไว้ในหลอดทดลอง เมื่อนำไปตรวจที่กล้องจุลทรรศน์พบแบคทีเรียรูปร่างแบบแท่ง (rod-shape) จำนวนมากมาย
3. อัตราการใช้ ใช้เชื้อแบคทีเรียที่ได้จากตัวอย่าง S. litura (ความยาวมากกว่า 3 มม.) 1 ตัวผสมกับน้ำกลั่น 1000 ซีซี ใช้สำหรับการทดลองในทันที

3. การตรวจ-วิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ (Diagnosis of micro-organisms)

ไวรัส ศึกษารายละเอียดโดย Geimsa ' s test.

1. โดยนำทรางตัวอย่างใส่น้ำกลั่น 1 ซีซี และบดจนละเอียด
2. ใช้ dropper ครอบน้ำที่มีส่วนผสมของทรางตัวอย่างมาหยดบนสไลด์ (slide)
3. ลนไฟอ่อนจนกระทั่งแห้งแล้วหยดสีย้อม geimsa solution ความเข้มข้น 5% บนตำแหน่งเดิม
4. ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีแล้วล้างสีออกโดยผ่านน้ำที่ไหลค่อย ๆ
5. ยานสไลด์บนไฟอ่อนจนกระทั่งแห้งแล้วตรวจสอบที่กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 และ 1000 เท่า ปรากฏว่าเนื้อเยื่อของแมลงกึ่งมีวงน้ำเงิน ส่วนผลึกโปรตีนของไวรัสไม่ติดสี

ไวรัสที่ตรวจพบเป็นชนิด (Nuclear polyhedrosis virus) ชื่อ Borrelina litura Bergold & Flaschentrager (1957) เนื่องจากมีรายละเอียดดังนี้ คือ

- มีการสร้างผลึกโปรตีนรูปทรงเป็นแบบสี่เหลี่ยม (tetrahedron) ขนาด 1.0-1.05 μ
- ตรวจพบผลึกโปรตีนในนิวเคลียส (nucleus) ของเซลล์และเลือด (haemolymph)) ซึ่งสันนิษฐานว่า เซลล์ที่ถูกไวรัสเข้าไปที่จำนวนนั้นถูกทำลาย และสลายไปแล้ว
- ทราบของตัวอ่อน S. litura ที่รวบรวมได้จากธรรมชาติ ลำตัวบวม สีดำ ใช้ส่วนขาเทียมเกาะใบพืชห้อยตาย ซึ่งเป็นอาการที่ถูกทำลายโดยไวรัส
- ไวรัสที่ตรวจพบเฉพาะเจาะจงในการทำให้เป็นโรคเฉพาะกับ S. litura เท่านั้น

แบคทีเรีย

แรกทีตรวจอย่างหยาบโดยนำน้ำและเนื้อเยื่อของตัวอ่อนที่ตายหยดลงบนสไลด์ เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วปิดด้วย cover slide นำไปตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า พบแบคทีเรียรูปร่างเป็นแท่งสามารถเคลื่อนที่ได้เป็นจำนวนมาก แล้วศึกษารายละเอียดโดย gram stain's test. ดังต่อไปนี้

1. นำทรากตัวอ่อนใส่น้ำกลั่น 1 ซีซี. และบดจนละเอียด
2. ใช้ dropper ภูคน้ำที่มีส่วนผสมของทรากตัวอ่อนมาหยดบนสไลด์
3. สอนให้อ่อนจนกระทั่งแห้งหยดสีย้อม Crystal violet แล้วหยดสารละลายไอโอดีน (iodine) ซึ่งจะช่วยให้แบคทีเรียติดสีที่ยิ่งขึ้น
4. ล้างสีออกด้วยแอลกอฮอล์ 95% ทิ้งให้แห้งในอากาศ
5. ย้อมทับบนตำแหน่งเดิมด้วย safranin O ทิ้งไว้ 5 นาที
6. ล้างออกด้วยน้ำสะอาดที่ไหลค่อย ๆ จนหมดสี
7. ทิ้งให้แห้งในอากาศแล้วตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์

ปรากฏว่า เซลล์แบคทีเรียที่ติดสีม่วงของ Crystal violet

แบคทีเรียที่ตรวจพบชื่อ Bacillus thuringiensis Berliner

เนื่องจาก

- vegetative cell มีรูปร่างเป็นแท่ง gram positive และเจริญได้ในที่มืดออกซิเจนขนาดประมาณ 1.3-2.5 μ . เคลื่อนไหวได้รวดเร็ว
- มีการสร้างสปอร์ (spore) เป็นรูปไข่ ขนาด 1.0-1.5 μ .
- ศึกษารายละเอียดจาก Literature cited เชื้อโรคของแมลงประกอบ

ภายหลังการปลูกเชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ ไวรัส และแบคทีเรียแก่ตัวอ่อนวัยที่ 3 ของ S. litura ผลการทดลองดังได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 9 10 และ 11 ตามลำดับคือ

ตารางที่ 9 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายของ *S. litorea* โดยเชื้อแบคทีเรียในการทดสอบเบื้องต้น และการทดสอบซ้ำกับผล ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิ 27.495 ± 1.855 °C. ความชื้นสัมพัทธ์ $68.25 \pm 19.1046\%$ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 6.042 มม.

ชนิดของการทดสอบ	ระยะที่อยู่ใน ใบการทดสอบ	จำนวน ตัวขยาย	การอยู่รอด		การตาย		ร้อยละของตัวอ่อน	จำนวนการตาย ในแต่ละวัย	ผลการตาย ในแต่ละวัย
			จำนวนที่อยู่รอด	ผลการอยู่รอด	จำนวนที่ตาย	ผลการตาย			
การทดสอบเบื้องต้น (PRELIMINARY TEST) (15 ก.ค.-9 ส.ค.25)	ตัวอ่อน	30	17	56.67	13	43.33	I	-	-
	คัดแยก ตัวเต็มวัย	17	17	100.00	0	0.00	II	-	-
							III	0	0.00
							IV	0	0.00
							V	4	30.7692
							VI	9	69.2308
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
การทดสอบซ้ำกับผล (RESULTANT TEST) (3 ก.ค.-27 ก.ค.25)	ตัวอ่อน	30	17	56.67	13	43.33	I	-	-
	คัดแยก ตัวเต็มวัย	17	16	94.12	1	5.88	II	-	-
							III	0	0.00
							IV	0	0.00
							V	3	23.0769
							VI	10	76.9231
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ควบคุม (CONTROL) (15 ก.ค.-9 ส.ค.25)	ตัวอ่อน	30	30	100.00	0	0.00	-	-	-
	คัดแยก	30	30	100.00	0	0.00	-	-	-
	ตัวเต็มวัย	30	30	100.00	0	0.00	-	-	-

(* = ปดุงเชื้อ)

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายของ *S. litorea* โดยเชื้อไวรัสในการทดสอบเบื้องต้น และการทดสอบเพื่อวัดผล ภายใต้สภาพของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 27.495 ± 1.855 °C. ความเข้มข้นเฉลี่ย 68.25 ± 19.1046 % และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 6.042 มม.

ชนิดของการทดสอบ	ระยะที่อยู่ใน ในการทดสอบ	จำนวน หัวอย่าง	การอนุภาค		การตาย		วันที่ของหัวอ่อน	จำนวนการตาย ในแต่ละวัน	การตายใน แต่ละวัน
			จำนวนหัวอนุภาค	ร้อยละอนุภาค	จำนวนที่ตาย	%การตาย			
การทดสอบเบื้องต้น (PRELIMINARY TEST) (7 พ.ย.-4 ธ.ค.25)	หัวอ่อน	30	14	46.67	16	53.33	I	-	-
			II	-	-				
			* III	0	0.00				
			IV	9	56.25				
			V	4	25.00				
			VI	3	18.75				
	คักคัก	14	13	92.86	1	7.14	-	-	
หัวเต็มวัย	13	13	100.00	0	0.00	-	-		
การทดสอบเพื่อวัดผล (RESULTANT TEST) (11 พ.ค.-15 พ.ค.25)	หัวอ่อน	30	10	33.33	20	66.67	I	-	-
			II	-	-				
			* III	0	0.00				
			IV	11	55.00				
			V	7	35.00				
			VI	2	10.00				
	คักคัก	10	8	80.00	2	20.00	-	-	
หัวเต็มวัย	8	8	100.00	0	0.00	-	-		
ควบคุม (CONTROL) (15 พ.ค.-9 มิ.ย.25)	หัวอ่อน	30	30	100.00	0	0.00	-	-	
	คักคัก	30	30	100.00	0	0.00	-	-	
	หัวเต็มวัย	30	30	100.00	0	0.00	-	-	

(* = บวก(เสีย))

ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจากข้อมูลการตายของ S. litura
โดยแบคทีเรีย ไวรัส และควบคุม

SOV	df	SS	MS	F-ratio
treatment	2	554.67	277.335	116.567**
block	2	4.67	2.335	1.402 ^{ns}
error	4	6.66	1.665	
total	8	566.00		

$$\alpha.05(2,8) = 4.46$$

$$\alpha.01(2,8) = 8.65$$

ตารางที่ 12 แสดงความยาวของลำตัว (ซม.) ของ *S. litura* วัยต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และควบคุม

กลุ่ม	ชนิดการทดสอบ	วัยของตัวอ่อน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	ค่าเฉลี่ย
I	แบคทีเรีย	วัยที่ 3	1.3	1.2	1.5	1.5	1.5	1.3	1.2	1.1	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	1.2	1.2	1.6	1.6	1.5	1.1	1.4	1.4	1.6	1.3	1.6	1.6	1.6	1.5	1.413
	ไวรัส	วัยที่ 3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.2	1.3	1.4	1.5	1.1	1.2	1.3	1.2	1.4	1.3	1.2	1.3	1.5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.2	1.4	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.323
	ควบคุม	วัยที่ 3	1.2	1.2	1.3	1.0	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	1.3	1.4	1.3	1.4	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	1.5	1.3	1.2	1.3	1.276
II	แบคทีเรีย	วัยที่ 6	D	4.0	3.7	4.8	4.5	2.6	2.5	4.4	3.0	D	4.7	D	4.5	4.5	D	5.0	5.0	3.7	3.5	3.7	4.8	4.5	4.0	5.0	5.0	4.7	4.8	4.5	3.0	3.0	4.131
	ไวรัส	วัยที่ 6	4.3	D	4.4	4.5	D	4.2	4.2	3.2	2.9	3.5	D	D	D	3.2	2.7	3.5	3.2	D	3.5	3.2	3.0	3.5	4.0	4.4	D	4.7	4.0	3.5	4.2	3.7	3.670
	ควบคุม	วัยที่ 6	4.0	4.2	3.8	4.0	4.2	4.2	4.5	4.7	4.8	3.9	5.0	4.9	4.9	4.8	5.0	4.4	3.9	3.9	4.6	4.4	4.4	4.5	4.5	3.2	4.1	4.0	4.0	3.7	4.8	4.6	4.333
III	แบคทีเรีย	ก่อนชักแบค	-	2.2	D	D	2.1	1.9	1.9	2.0	D	-	1.9	-	2.0	1.8	-	D	2.2	D	D	2.0	1.8	2.0	D	2.0	2.2	D	2.0	2.1	D	2.018	
	ไวรัส	ก่อนชักแบค	1.7	-	D	D	-	D	D	1.7	D	D	-	-	-	1.8	1.8	2.0	1.8	-	D	1.7	D	D	D	1.7	-	1.4	D	D	D	1.6	1.720
	ควบคุม	ก่อนชักแบค	2.3	2.5	2.1	2.1	2.3	2.1	2.5	2.5	2.3	2.1	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	2.3	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	1.8	2.1	2.0	2.1	2.0	2.3	2.3	2.226
IV	แบคทีเรีย	ชักแบค	-	2.0	-	-	2.0	1.7	1.7	1.8	-	-	1.7	-	1.7	D	-	-	2.0	-	-	1.7	1.8	2.0	-	1.8	2.0	1.9	-	1.8	1.9	-	1.844
	ไวรัส	ชักแบค	1.5	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	1.7	1.6	D	1.8	-	-	1.6	-	-	-	1.7	-	D	-	-	-	1.5	1.638
	ควบคุม	ชักแบค	2.1	2.3	2.0	1.9	2.2	2.0	2.3	2.3	2.3	2.1	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	1.7	2.0	2.0	1.9	2.0	2.1	2.0	2.097

ตารางที่ 13 แสดงน้ำหนักของธาตุ(กรัม) ของ 11 ตัว ธาตุต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่โคกรับเงื่อนไขเวียง ไวฝ และควบคุม

รูปที่	ชนิดการทดลอง	วัยของหัวอ่อน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	ค่าเฉลี่ย	
I	แมงกนิเวีย	วัยที่ 3	.04	.03	.03	.03	.04	.05	.03	.03	.04	.04	.04	.04	.03	.04	.03	.03	.03	.03	.04	.04	.03	.05	.04	.04	.03	.03	.04	.05	.05	.04	0.037	
	ไวฝ	วัยที่ 3	.03	.03	.04	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.03	.03	.03	.03	.04	.04	.03	.05	.05	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.04	.04	.03	.03	.04	.03	.03	0.034
	ควบคุม	วัยที่ 3	.05	.03	.03	.03	.05	.03	.03	.03	.03	.03	.04	.04	.03	.04	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	0.033
II	แมงกนิเวีย	วัยที่ 6	0	.80	.80	1.2	1.1	.60	.40	1.1	.60	0	.80	0	.80	1.1	0	.90	.80	.80	.60	.60	.80	1.1	.80	.90	1.2	.80	1.2	.80	.60	.60	0.838	
	ไวฝ	วัยที่ 6	.90	0	.80	.80	0	.60	.80	.80	.60	.90	0	0	0	1.0	1.0	.80	.60	0	.80	.60	.80	.80	.70	.70	0	.80	.80	.80	.60	.60	0.765	
	ควบคุม	วัยที่ 6	.90	1.0	.80	.90	1.0	1.1	1.2	.90	1.1	.80	1.1	1.1	1.2	.90	1.2	1.1	.80	.80	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	.60	.90	.80	.80	1.1	1.0	1.1	1.000	
III	แมงกนิเวีย	ก่อนคักแค	-	.40	0	0	.40	.40	.40	.30	0	-	.30	-	.40	.30	-	0	.20	0	0	.40	.40	.40	0	.20	.30	.40	0	.30	.40	0	0.347	
	ไวฝ	ก่อนคักแค	.30	.30	0	0	.40	0	0	.30	0	0	.40	.40	.30	.30	.40	.20	.20	0	.30	0	0	0	.20	.30	.30	0	0	0	.40	0	0.312	
	ควบคุม	ก่อนคักแค	.40	.40	.30	.40	.40	.40	.40	.30	.40	.30	.40	.40	.40	.30	.40	.40	.30	.30	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.30	.20	.30	.40	.40	.40	0.367
IV	แมงกนิเวีย	คักแค	-	.20	-	-	.20	.15	.20	.15	-	-	.20	-	.15	0	-	-	.15	-	-	.20	.20	.15	-	.15	.15	.15	-	.20	.15	-	0.172	
	ไวฝ	คักแค	.20	-	-	-	-	-	.15	-	-	-	-	-	.15	.20	0	.15	-	-	.20	-	-	-	.20	-	0	-	-	-	.20	-	0.181	
	ควบคุม	คักแค	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.15	.20	.30	.15	.15	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.30	.30	.20	.30	.20	.30	.20	.20	.30	.30	.20	.30	.30	0.225

ตารางที่ 14 แสดงความสามารถในการวางไข่ (fecundity) ของเพศเมีย *S. litura* เบอร์เซ็นต์ที่ไข่ฟักเป็นตัวอ่อน
เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และควบคุม

ชนิดการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างการทดสอบ		จำนวนกลุ่ม ไข่ทั้งหมดที่วาง	จำนวนไข่ (ฟอง)	จำนวนไข่ที่ ถูกวางต่อ เพศเมีย 1 ตัว	จำนวนไข่ที่ฟัก เป็นตัวอ่อน	%การฟักเป็นตัว	วัน เดือน ปี
	เพศผู้	เพศเมีย						
แบคทีเรีย	6	11	14	2,483	225.7273	1,904	76.6814	7-22 สค.25
ไวรัส	5	8	10	1,124	140.5000	694	61.7438	27 กย.-9 ตค. 25
ควบคุม	12	18	18	10,772	598.4444	10,587	98.2826	3-15 สค.25

ตารางที่ 15 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความถี่ในการวางไข่ (fecundity) ในแพลงเมียม S. litura ระหว่างกลุ่มรับเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และควบคุม

SOV	df	SS	MS	F-ratio
treatment	2	18,182,034	9,091,017	19.508**
block	2	890,796	445,384.5	0.956 ^{ns}
error	4	1,864,015	466,003.75	
total	8	20,936,818		

$$\alpha.05(2,8) = 4.46$$

$$\alpha.01(2,8) = 8.65$$

ตารางที่ 16 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการฟักออกเป็นตัวอ่อนของ S. litura ระหว่างกลุ่มรับเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และควบคุม

SOV	df	SS	MS	F-ratio
treatment	2	19,414,448.67	9,707,224.335	17.5359**
block	2	933,720.67	466,860.335	0.8434 ^{ns}
error	4	2,214,244.66	553,561.165	
total	8	22,562,414		

$$\alpha.05(2,8) = 4.46$$

$$\alpha.01(2,8) = 8.65$$

4. อาการของ *S. litura* ภายหลังจากรับเชื้อแบคทีเรีย

ตัวอ่อนวัย 3 ที่เริ่มทดลอง ภายหลังจากรับเชื้อโดยการกินจะแสดงอาการค่อนข้างช้าในระยะแรกอาการตอบสนองจะสังเกตเห็นได้ชัดเจนเริ่มจากวัยที่ 5 โดยการเคลื่อนไหวช้าลงจนกระทั่งหยุดการเคลื่อนไหว กินอาหารน้อยลงจนถึงหยุดกินอาหาร สีลำตัวซีดจาง ความยาวและน้ำหนักลำตัวในแต่ละวัยลดลงโดยเฉพาะในคักแก้ เมื่อเปรียบเทียบกับควบคุม (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 12 และ 13) นอกจากนี้พบว่าตัวอ่อนมีอาการท้องเสีย (diarrhia) อย่างรุนแรง หยุดตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นและตาย การตายจะวางตัวบนใบพืชอาหาร ข้างกล่อง รอบ ๆ ลำตัวมีน้ำเปียกชื้น มีกลิ่นเหม็น ลำตัวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลภายหลังจากตายตั้งแต่ 7-10 ชั่วโมง เมื่อนำพรากตัวอ่อนมาตรวจใกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า พบแบคทีเรียจำนวนมากในเลือด (haemolymph)

จากตารางที่ 9 แสดงผลการตายของ *S. litura* ภายหลังจากรับเชื้อแบคทีเรีย สรุปได้ว่า

1. การทดสอบเบื้องต้น	มีจำนวนตัวอ่อนตาย	13 ตัว	คิดเป็น	43.33%
	โดยตายในวัยที่ห้า	4 ตัว	คิดเป็น	30.7692%
	และตายในวัยที่หก	9 ตัว	คิดเป็น	69.2308%
2. การทดสอบเพื่อรับผล	มีจำนวนตัวอ่อนตาย	13 ตัว	คิดเป็น	43.33%
	โดยตายในวัยที่ห้า	5 ตัว	คิดเป็น	23.0769%
	และตายในวัยที่หก	10 ตัว	คิดเป็น	76.9231%

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจากตารางที่ 11 แล้วสรุปว่า การปลูกเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และควบคุมมีผลต่อการตายของ *S. litura* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และจากตารางที่ 14 สรุปได้ว่า

3. ตัวอ่อนที่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ ปรากฏว่ามีขนาดลำตัวเล็ก บางตัวมีลักษณะพิการ เช่น ไม่สามารถออกจากคักแค้ ปีกไม่คลี่ขยาย ฯลฯ เมื่อศึกษาถึงความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมีย พบว่า ประสิทธิภาพการวางไข่เป็น 225.7273 ฟอง/ตัว อัตราการคักออกเป็นตัวอ่อนคิดเป็น 76.6814 %

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจากตารางที่ 15 แล้วสรุปว่า เพศเมียที่มีชีวิตหลังการทดสอบปลุกเชื้อแมคทีเรีย มีความสามารถในการวางไข่ และมีอัตราการคักเป็นตัวอ่อน (ตารางที่ 16) แตกต่างไปจากกลุ่มปลุกเชื้อ ไวรัส และควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

5. อาการของ *S. litura* ภายหลังจากรับเชื้อไวรัส

ตัวอ่อนวัยที่ 3 ที่เริ่มทดลองภายหลังจากได้รับเชื้อโดยการกินเพียง 2-3 วัน จะเริ่มแสดงอาการเป็นโรคโดยกินอาหารน้อยลง สามารถลอกคราบเป็นตัวอ่อนวัยที่ 4 ได้ จากนั้นจะหยุดกินอาหารสีลำตัวซีดจาง เมื่อดูคักด้านล่างของลำตัวจะเปลี่ยนจากใสเป็นขุ่นขึ้นที่ปล้องท้องก่อน ช่วงสุดท้ายของการมีชีวิต จะหยุดกินอาหารโดยสิ้นเชิง ไม่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจากภายนอก ตัวอ่อนตายโดยการเอาขาเทียมคู่ที่ 1 หรือคู่สุดท้าย ยึดทดลองแล้วห้อยหัวลงมา มีบางส่วนที่ตายบนใบพืชที่เลี้ยงรวมทั้งบริเวณข้างกลอง ตัวอ่อนที่ตายพบในวัย 4, 5 และบางส่วนในวัยที่ 6 แรกตายหนึ่งลำตัวจะอ่อนนิ่ม แท่ง่ายเนื่องจากอวัยวะภายในถูกทำลายเกือบหมด สีของลำตัวเปลี่ยนเป็นสีค้ำภายในเวลา 3-4 ชั่วโมง

ในแมลงที่สามารถอยู่รอดจนถึงระยะตัวเต็มวัย ปรากฏว่า ระยะต่าง ๆ ของชีวิตมีความยาว และน้ำหนักของลำตัวลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับควบคุม (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 12 และ 13) ในระยะคักแค้พบว่ามีขนาดเล็กไม่สมบูรณ์ โดยส่วนท้องไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เหมือนกัวปกติ เมื่อ

โรคพื้นจนเป็นตัวเต็มวัยได้พบว่า มักมีลักษณะอาการปรากฏอยู่ คือไม่สามารถออกจากคักแต่ได้สำเร็จ ลำตัวและขาไม่สมบูรณ์ ปีกไม่คลี่คลาย นอกจากนี้ความยาวของชีวิตและความสามารถในการวางไข่ลดลงอย่างมาก

จากตารางที่ 10 แสดงผลการตายของ S. litura ภายหลังจากได้รับเชื้อไวรัส สรุปได้ว่า

1. การทดสอบเบื้องต้น	1.1	จำนวนตัวอ่อนตาย	16 ตัว คิดเป็น	53.33%
		โดยตายในวัยที่สี่	9 ตัว คิดเป็น	56.25%
		ตายในวัยที่ห้า	4 ตัว คิดเป็น	25.00%
		ตายในวัยที่หก	3 ตัว คิดเป็น	18.75%
	1.2	ตายในระยะคักแต่	1 ตัว คิดเป็น	7.14%
2. การทดสอบเพื่อรับผล	2.1	จำนวนตัวอ่อนตาย	20 ตัว คิดเป็น	66.67%
		โดยตายในวัยที่สี่	11 ตัว คิดเป็น	55.00%
		ตายในวัยที่ห้า	7 ตัว คิดเป็น	35.00%
		ตายในวัยที่หก	2 ตัว คิดเป็น	10.00%
	2.2	ตายในระยะคักแต่	2 ตัว คิดเป็น	20.00%

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจากตารางที่ 11 แล้วสรุปว่าการปลูกเชื้อไวรัส แมคที่เรียว และควบคุม มีผลต่อการตายของ S. litura แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากตารางที่ 14 สรุปได้ว่า

3. ความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียเป็น	140.500 ฟอง/ตัว
อัตราการตกไข่ออกเป็นตัวอ่อนคิดเป็น	61.7438 %

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจากตารางที่ 15 แล้วสรุปว่าเพศเมียที่มีชีวิตหลังการทดสอบปลูกเชื้อไวรัสมีความสามารถในการวางไข่ และมีอัตราการฟักเป็นตัวอ่อน (ตารางที่ 16) แตกต่างไปจากกลุ่มปลูกเชื้อแมคที่เรียวและควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาสภาพการยอมรับการควบคุมหนอนกระพุ่มักโดยวิธีใช้เชื้อจุลินทรีย์

แนวความคิดโดยทั่วไปเกี่ยวกับสภาพการยอมรับเทคโนโลยีการเกษตร

ความปกติเกษตรกรมักจะเป็นบุคคลไปในทางอนุรักษ์นิยม (conservative outlook) ซึ่งจะมีลักษณะ 2 ประการ คือ เป็นผู้ที่มีความรักและหวงแหนความคิด ประเพณีนิยม และสิ่งเก่า ๆ ไม่ยอมละทิ้งเปลี่ยนแปลงมาสู่ของใหม่ ๆ ประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่ง คือ เป็นคนที่มีข้อสงสัย ไม่ไว้วางใจ และต่อต้านความเจริญใหม่ ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงสิ่งใหม่ ๆ (innovation) ที่จะนำมาสู่ท้องถิ่นหรือหมู่บ้านของตน จึงจำเป็นที่จะต้องหากวิธีต่าง ๆ ในการชักชวนเพื่อให้เกษตรกรได้มีการเปลี่ยนแปลงจากแบบโบราณมาสู่แบบสมัยใหม่ หรือ อย่างน้อยให้เกษตรกรได้พิจารณาถึงวิทยาการใหม่ ๆ ที่จะทำให้การเปลี่ยนแปลงชีวิตของเขาดีขึ้นบ้าง

Shultz ได้ชี้ให้เห็นว่ามีปัจจัยอยู่ 3 ประการ ที่จะช่วยให้เกษตรกรยอมรับหรือไม่ยอมรับวิธีการผลิตแบบใหม่ ปัจจัยดังกล่าวได้แก่ 1) ระบบราคาต้องมีประสิทธิภาพทั้งราคาซื้อที่เกษตรกรขาย และราคาที่ต้องซื้อปัจจัยการผลิต 2) ปัจจัยใหม่ ๆ และวิธีการผลิตใหม่ ๆ จะต้องมีอยู่ตลอดเวลา และ 3) จะต้องมีการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้อย่างต่อเนื่องกันไปไม่หยุดยั้ง

Harrer and Wortman ได้เสนอแนะว่าการที่จะให้การเกษตรแบบดั้งเดิมเปลี่ยนไปสู่การเกษตรแบบสมัยใหม่ได้ จะต้องประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ คือ 1) วิธีการผลิตใหม่ หรือการใช้ปัจจัยใหม่จะต้องให้ผลตอบแทนสูงและมีกำไรเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้อยู่เดิม 2) ต้องมีการแนะนำและสาธิตให้เกษตรกร เข้าใจถึงวิธีปฏิบัติและต้องเชื่อแน่ว่าเกษตรกรสามารถทำตามได้ 3) ปัจจัยการผลิตสมัยใหม่ต้องมีอยู่ตลอดเวลา และเกษตรกรสามารถหาซื้อได้ในราคาพอสมควร และ 4) ระบบราคาและตลาดจะต้องมีประสิทธิภาพ

อนึ่งในการนำการเปลี่ยนแปลงเพื่อที่จะให้เกษตรกรมีการยอมรับนำเอา

เทคโนโลยีไปสู่การปฏิบัติ นั้น มีกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เรียกว่า Adoption process ซึ่งเป็นกระบวนการทางจิตใจของบุคคลแต่ละคนที่เริ่มตั้งแต่การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับนวัตกรรม หรือเทคโนโลยีหนึ่ง ๆ ไปจนถึงการยอมรับเทคโนโลยีนั้นๆ ไปปฏิบัติ ซึ่งก่อนมาเทคโนโลยีนั้น ๆ ก็จะมีการแพร่กระจายไปจนถึงบุคคลอื่นในชุมชนที่มีการยอมรับไปปฏิบัติเพิ่มขึ้นในภายหลัง ที่เรียกว่า diffusion process หรือกระบวนการแพร่กระจายนวัตกรรมในที่สุด สำหรับกระบวนการยอมรับเทคโนโลยีของบุคคลแต่ละคน จะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ

- 1) ขั้นตื่นตัวในการรับข่าว (awareness) เป็นขั้นที่บุคคลตื่นตัวในการรับข่าวสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรของเขา แต่ยังไม่มียาละเอียดในเรื่องนั้น ๆ มากนัก
- 2) ขั้นสนใจหารายละเอียดเพิ่มเติม (interest of information) เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ตนเองได้รับทราบมาในขั้นแรก เป็นการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบกับการพิจารณาในขั้นต้นว่า เทคโนโลยีนั้นมีข้อดีและข้อเสียประการใดบ้าง เป็นต้น
- 3) ขั้นประเมินผล (evaluation) โดยจะประเมินผลจากข้อมูลที่ได้รับมาจากขั้นที่สองว่า จะมีการยอมรับเทคโนโลยีเหล่านั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อกิจกรรมในอาชีพของตนเองได้หรือไม่
- 4) ขั้นทดลองปฏิบัติขนาดเล็ก (trial) เป็นขั้นต่อมาหลังจากที่ประเมินผลว่าเทคโนโลยีนั้น จะเป็นสิ่งที่เกิดประโยชน์แก่ตนเองก็จะทดลองทำเป็นจำนวนน้อย ๆ ก่อน เมื่อเห็นผลดีจริง ๆ ก็จะนำไปใช้อย่างเต็มที่ต่อไป
- 5) ขั้นการยอมรับไปปฏิบัติ (adoption) เมื่อเห็นว่าเทคโนโลยีนั้นเกิดประโยชน์ต่อตนเองอย่างเต็มที่ต่อไป

ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยจึงได้นำผลการศึกษาระดับขั้นพื้นฐานของ เชื้อจุลินทรีย์บางชนิด

มาใช้ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera Litura* Fabr.) ในเขตเพาะปลูกผัก จังหวัดสงขลา แทนการใช้สารเคมี ซึ่งก็เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยรักษามลพิษที่จะต้องสูญเสียไปนั้นไว้ และลดอันตรายในตัวผู้บริโภควัสดุผักได้อีกด้วย ผู้ศึกษาจึงได้ทำการทดลองสาธิตการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในแปลงผักของเกษตรกร เฉพาะบางอำเภอในจังหวัดสงขลา ซึ่งมีตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัศมี 2 ราย, ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมือง 2 ราย, ตำบลวัดจันทร์ อำเภอสะทิงพระ 1 ราย และตำบลนาหม่อม อำเภอหาดใหญ่ 1 ราย รวมทั้งหมด 6 ราย และได้ทำการศึกษาสภาพการยอมรับของเกษตรกรด้วย ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

ข้อมูลทั่วไป

1. จำนวนเนื้อที่ดินที่ทำการปลูกผักและสภาพการถือครองพื้นที่ดิน

เกษตรกรมีจำนวนเนื้อที่ดิน 0.25 ไร่ มีประมาณร้อยละ 33 รองลงไปมีจำนวนเนื้อที่ดิน 1.5 ไร่, 2 ไร่, 8 ไร่ และ 10 ไร่ มีประมาณร้อยละ 17 ส่วนใหญ่เกษตรกรที่ทำการปลูกผัก เป็นเจ้าของพื้นที่ดินเอง (ดังแสดงในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนเนื้อที่ดินที่ทำการปลูกผัก และสภาพการถือครองพื้นที่ดิน

ข้อมูล	(N=6)	
	รวม	
1. <u>จำนวนเนื้อที่ดินที่ทำการปลูกผัก</u>		
0.25 ไร่		33.32
1.5 ไร่		16.67
2.0 ไร่		16.67
8.0 ไร่		16.67
10.0 ไร่		16.67
2. <u>สภาพการถือครอง</u>		
เป็นของตนเอง		100.00
เช่าที่ค้า		-
อื่น ๆ		-

2. ชนิดผักที่ปลูก

ส่วนใหญ่เกษตรกรปลูกคะน้า, ผักกาดเขียววงกว้างถุงใบ ประมาณร้อยละ 23 รองลงมาก็คือปลูกผักกาดขาวร้อยละ 12 ปลูกต้นหอม, แดงกวาประมาณร้อยละ 8 นอกนั้นปลูกไม่ถึงร้อยละ 4 ได้แก่ ผักกาดหอม, ผักกาดขาวปลี, มะเขือสีคราม, บวบ, ผักกาดเขียววงกว้างถุงดอก, ผักบุ้ง และกะหล่ำดอก ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ชนิดของผักที่เกษตรกรปลูก (ปลูกมากกว่า 1 ชนิด)

(N=26)	
ชนิดผักที่ปลูก	ร้อยละ
1. คะน้า	23.07
2. ผักกาดเขียววงกว้างถุงใบ	23.07
3. ผักกาดขาว	11.53
4. ต้นหอม	7.69
5. แดงกวา	7.69
6. ผักกาดหอม	3.85
7. ผักกาดขาวปลี	3.85
8. มะเขือสีคราม	3.85
9. บวบ	3.85
10. ผักกาดเขียววงกว้างถุงดอก	3.85
11. ผักบุ้ง	3.85
12. กะหล่ำดอก	3.85

3. ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ยา

ในช่วงฤดูปลูกผัก ส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้ยามาแมลงศัตรูผัก ประมาณ 2 ครั้ง และ 4 ครั้ง มีร้อยละ 35 จะใช้ยาประมาณ 1 ครั้ง และ 5 ครั้ง มีร้อยละ 17 สำหรับระยะเวลาในการใช้ยาเกษตรกรจะใช้ยาต่างกัน 7 วัน, 10 วัน และ 15 วัน ซึ่งมีประมาณร้อยละ 33

ชนิดยาที่เกษตรกรใช้มากที่สุด คือ โพลีคอด อี 605 มีประมาณร้อยละ 38 คาวอคโคต์ ประมาณร้อยละ 25 นอกนั้นเป็นยาที่ใช้เพียงร้อยละ 13 ได้แก่ ไสชากูต, ทูริไซค์ และมาลาไธออน เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้ยาเมื่อเกิดโรคแมลงศัตรูพืชระบาดขึ้นแล้ว ประมาณร้อยละ 75 และจะใช้ยาเพื่อป้องกันขณะที่ยังไม่เกิดโรคแมลงศัตรูพืชระบาด ประมาณร้อยละ 25 (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ยาฆ่าแมลงศัตรูผัก

ข้อมูล	ร้อยละ
1. <u>จำนวนครั้งที่ไ้ยาในช่วงฤดูปลูกผัก (N=6)</u>	
1 ครั้ง	16.67
2 ครั้ง	33.33
4 ครั้ง	33.33
5 ครั้ง	16.67
2. <u>ระยะเวลาไ้ยาทางกันประมาณกี่วัน (N=6)</u>	
7 วัน	33.33
10 วัน	33.33
15 วัน	33.33
3. <u>ชนิดยาที่ไ้ (N=8)</u>	
โพลีคอด ซี 605	37.50
ควอคโคท์	25.00
โลซาบูล	12.50
ฟูริไซท์	12.50
มาลาไพออน	12.50
4. <u>จะไ้ยาเมื่อใด (N=8)</u>	
มีการระบาดขึ้นแล้ว	75.00
ป้องกันขณะยังไม่ระบาด	25.00

4. ชนิดของแมลงที่ระบาดในแปลงผัก

ส่วนใหญ่เกษตรกรจะพบแมลงที่ระบาดในแปลงผักมากที่สุด คือ หนอนกระทู้ผัก ประมาณร้อยละ 32 หนอนใยผักประมาณร้อยละ 26 ค้างหมักกระโดดประมาณร้อยละ 16 ที่เหลือออกนั้นมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินร้อยละ 11 ได้แก่ หนอนสีบกะหล่ำปลี ค้างเต่าแตงแตง และไรแดง (ดังแสดงในตารางที่ 4) แมลงต่าง ๆ เหล่านี้ทำลายผักกะน้า, ผักกาดเขียวกวางคุ้งใบ, ผักกาดขาว ฯลฯ (ชนิดผักต่าง ๆ คุ้ได้ในตารางที่ 2) การทำลายพืชผักไม่รุนแรงจนทำให้ความเสียหายให้กับผลผลิต

ตารางที่ 4 ชนิดของแมลงที่ระบาดในแปลงผัก

ชนิดของแมลง	ร้อยละ (N=19)
หนอนกระทู้ผัก	31.58
หนอนใยผัก	26.31
ค้างหมักกระโดด	15.79
หนอนสีบกะหล่ำปลี	10.53
ค้างเต่าแตงแตง	10.53

5. ค่าใช้จ่ายในการซื้อยามาแมลงในการปลูกผักแต่ละครั้ง

จากการสอบถามเกษตรกรพบว่า ค่าใช้จ่ายในการซื้อยามาแมลงใน การปลูกผักแต่ละครั้งนั้น เกษตรกรต้องจ่ายค่ายาเป็นเงิน 300.-บาท ประมาณ ร้อยละ 33 ที่เหลือออกนั้นได้จ่ายค่ายาเป็นเงิน 12.-บาท, 17.-บาท, 100.-บาท และ 150.-บาท มีประมาณร้อยละ 17 (ดังแสดงในตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าใช้จ่ายในการซื้อยาฆ่าแมลงในการปลูกผักแต่ละครั้ง

(N=6)

ค่าใช้จ่าย	ร้อยละ
300.- บาท	33.32
150.- บาท	16.67
100.- บาท	16.67
17.- บาท	16.67
12.-บาท	16.67

6. สถานที่ซื้อเมล็ดพันธุ์ผัก

ส่วนใหญ่เกษตรกรซื้อเมล็ดพันธุ์ผักจากร้านในอำเภอหาคีใหญ่ ประมาณ ร้อยละ 67 และซื้อจากร้านในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ร้อยละ 33 (ดังแสดงในตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สถานที่ซื้อเมล็ดพันธุ์ผัก

(N=6)

สถานที่ซื้อเมล็ดพันธุ์ผัก	ร้อยละ
ซื้อจากร้านในอำเภอหาคีใหญ่	66.67
ซื้อจากร้านในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	33.33

7. ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของยาและการใช้ยามาแมลงในแปลงผักชนิดต่าง ๆ

จากการสอบถามเกษตรกรพบว่า ผู้ปลูกผักคะน้าและผักกาดเขียววางทุ่งโย จะใช้ยาฆ่าแมลงประมาณร้อยละ 20 ยาที่ใช้ได้แก่ โพลีคอลล อี 605 พามารอน หรือ ควอดโคท์ ผู้ปลูกแตงกวาและบวบเหลี่ยม จะใช้ยาฆ่าแมลงประมาณร้อยละ 10 สำหรับ ผู้ปลูกแตงกวา ยาที่ใช้ได้แก่ โพลีคอลล อี 605 ควอดโคท์ หรือยากาวิคเด็อรา ทอง-แดงสีฟ้า ส่วนบวบเหลี่ยม ยาที่ใช้ได้แก่ โพลีคอลล อี 605 หรือควอดโคท์ ผู้ปลูกผักกาดหอม จะใช้ยาประมาณร้อยละ 5 ยาที่ใช้ได้แก่ โพลีคอลล อี 605 ผู้ปลูกผักกาดเขียววางทุ่งคอก, ผักบุ้ง, ผักกาดขาว, กะหล่ำดอก และมะระ ประมาณร้อยละ 5 ยาที่ใช้ได้แก่ ควอดโคท์ สำหรับต้นหอม และถั่วลันเตา เกษตรกรไม่ใช้ยาฆ่าแมลงเลย (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของยาและการใช้ยาฆ่าแมลงในแปลงผักชนิดต่าง ๆ

(n=20)

ชนิดผัก	ใช้ยา (ร้อยละ)	ไม่ใช้ยา (ร้อยละ)	ชนิดของยาที่ใช้
1. กะน้า	20.00	-	1. โฟลิกอล อี 605 2. พามารอน 3. ควอดไคท์
2. ผักกาดเขียว กว้างหุ้มใบ	20.00	-	1. โฟลิกอล อี 605 2. พามารอน 3. ควอดไคท์
3. แดงกวา	10.00	-	1. โฟลิกอล อี 605 2. ควอดไคท์ 3. ยากำจัดเชื้อรา ทองแดงสีฟ้า
4. บวบเหลี่ยม	10.00	-	1. โฟลิกอล อี 605 2. ควอดไคท์
5. ผักกาดหอม	5.00	-	โฟลิกอล อี 605
6. ผักกาดเขียว กว้างหุ้มดอก	5.00	-	ควอดไคท์
7. ผักบุ้ง	5.00	-	ควอดไคท์
8. ผักกาดขาว	5.00	-	ควอดไคท์
9. กะหล่ำดอก	5.00	-	ควอดไคท์
10. มะระ	5.00	-	ควอดไคท์
11. ถั่วหอม	-	5.00	-
12. ถั่วลิสง	-	5.00	-

8. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดโรคและศัตรูต่าง ๆ ที่ทำความเสียหายให้แก่แปลงผัก

ส่วนใหญ่เกษตรกรมีความคิดเห็นที่สามารถแก้ไขปัญหาค่าการป้องกันกำจัดโรคและศัตรูต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ประมาณร้อยละ 63 ต้องการให้ทางการเข้าช่วยเหลือ ประมาณร้อยละ 25 และมีความคิดเห็นอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 13 คือ ต้องการมีความรู้เกี่ยวกับยาปราบศัตรูพืช (ดังแสดงในตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดโรคและศัตรูต่าง ๆ ที่ทำความเสียหายให้แก่แปลงผัก

(N=8)

ความคิดเห็น	ร้อยละ
1. สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง	62.50
2. ต้องการให้ทางการเข้าช่วยเหลือ	25.00
3. อื่น ๆ	12.50

9. ความรู้เกี่ยวกับเรื่องยาฆ่าแมลงศัตรูพืช

ส่วนใหญ่เกษตรกรมีความรู้ในเรื่องยาฆ่าแมลงน้อยมาก มีถึงร้อยละ 50 มีความรู้เรื่องนี้ในระดับปานกลาง ประมาณร้อยละ 33 และตอบว่าไม่มีความรู้ในเรื่องนี้เพียงส่วนน้อยร้อยละ 17 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความรู้เกี่ยวกับเรื่องยาฆ่าแมลงศัตรูพืช

(N=6)

ความรู้	ร้อยละ
มาก	-
ปานกลาง	33.33
น้อย	50.00
ไม่มีความรู้	16.67

10. ท่านเคยได้รับความรู้เกี่ยวกับยาฆ่าแมลงศัตรูพืชจากแหล่งใดบ้างหรือไม่

ส่วนใหญ่เกษตรกรเคยได้รับความรู้เกี่ยวกับยาฆ่าแมลง ประมาณร้อยละ 67 ซึ่งได้รับความรู้มาจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร, เจ้าหน้าที่ของนิคมสร้างตนเอง และพนักงานของบริษัทเจียไต๋ เกษตรกรไม่เคยได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ เลย มีประมาณร้อยละ 33 (ดังแสดงในตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ท่านเคยได้รับความรู้เกี่ยวกับยาฆ่าแมลงจากแหล่งใดบ้างหรือไม่ (N=6)

ความคิดเห็น	ร้อยละ
เคย	66.67
ไม่เคย	33.33

ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับ

11. การใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมหนอนกระพุ่มัก

ส่วนใหญ่เกษตรกรยังไม่เคยทราบหรือเคยได้ยินเกี่ยวกับเรื่องการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมหนอนกระพุ่มักมาก่อนเลย ประมาณร้อยละ 83 และทราบในเรื่องนี้เพียงส่วนน้อยประมาณร้อยละ 17 (ดังแสดงในตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ท่านเคยทราบเรื่องการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมหนอนกระพุ่มักหรือไม่ (N=6)

ความคิดเห็น	ร้อยละ
ไม่ทราบ	83.33
ทราบ	16.67

12. ความสนใจในการใช้เชื้อจุลินทรีย์

จากการสอบถามเกษตรกรหลังจากที่มีการสาธิตการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระทู้ผักในแปลง เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 100 มีความสนใจในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก (ดังแสดงในตารางที่ 12)

ตารางที่ 12

	(N=6) ร้อยละ
ความคิดเห็น	
สนใจ	100.00
ไม่สนใจ	-

13. ประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้เชื้อจุลินทรีย์

หลังจากที่ได้มีการสาธิตทดลองการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในแปลงผักแล้ว ส่วนใหญ่เกษตรกรได้พิจารณาไตร่ตรองถึงประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื่อว่าเชื่อนี้จะให้ประโยชน์ได้จริงประมาณร้อยละ 83 มีเพียงส่วนน้อยประมาณร้อยละ 17 ที่ไม่ได้พิจารณาไตร่ตรองถึงประโยชน์ของการใช้เชื้อนี้ โดยให้เหตุผลว่า ยังไม่แน่ใจ เนื่องจากการสาธิตการใช้เชื่อนั้น ยังมองไม่เห็นความแตกต่าง หรือผลของการทดลองอย่างชัดเจน ระหว่างการใช้และไม่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ (ดังแสดงในตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้เชื้อจุลินทรีย์

	(N=6) ร้อยละ
ความคิดเห็น	
1. ได้พิจารณาไตร่ตรองถึงประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื่อว่าเชื้อจุลินทรีย์จะให้ประโยชน์ได้จริง	83.33
2. ไม่ได้พิจารณาไตร่ตรองถึงประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์ ทอไป โดยให้เหตุผล	16.67
- เพราะยังไม่แน่ใจ เนื่องจากการสาธิตการใช้เชื้อจุลินทรีย์ ยังมองไม่เห็นความแตกต่าง หรือผลของการทดลองอย่างชัดเจนระหว่างการใช้และไม่ใช้เชื้อ	

14 การยอมรับการใช้เชื้อจุลินทรีย์

ส่วนใหญ่จะมีทั้งเกษตรกรที่ยอมรับว่าเชื้อจุลินทรีย์ใช้ประโยชน์ได้จริง และมีเกษตรกรที่ก่อให้เกิดข้อคิดเห็นว่าจะไม่ทราบผลผลิตที่ได้ เพราะเพิ่งสาธิตการใช้เป็นครั้งแรก มีประมาณร้อยละ 33 ส่วนที่เหลือนั้นเกษตรกรยังไม่ยอมรับ เพราะยังไม่แน่ใจว่าจะได้ผลที่แตกต่างของการใช้และไม่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ และที่ระบุน่าอย่างอื่น เพราะยังไม่แน่ใจว่าจะได้ผล เนื่องจากหนอนจะหนีไปอยู่แปลงข้างเคียง มีประมาณร้อยละ 17 (ดังแสดงในตารางที่ 17)

ตารางที่ 14 การยอมรับการใช้เชื้อจุลินทรีย์

ความคิดเห็น	(N=6)
	ร้อยละ
1. ยอมรับว่าเชื้อจุลินทรีย์ใช้ประโยชน์ได้จริง	33.33
2. ยังไม่ทราบผลผลิตเพราะเพิ่งสาธิตการใช้เป็นครั้งแรก	33.33
3. ยังไม่ยอมรับ	16.67
4. อื่น ๆ (ระบุ)	16.67

15. ความคิดเห็นที่จะใช้เชื้อจุลินทรีย์ป้องกันหนอนกระพุ่มักในฤดูปลูกต่อไป

จากการสอบถามความคิดเห็นของเกษตรกรในการที่จะใช้เชื้อจุลินทรีย์ป้องกันหนอนกระพุ่มักในฤดูปลูกต่อไปหรือไม่ พบว่ามีทั้งเกษตรกรที่ยอมรับจะใช้เชื้อจุลินทรีย์, ไม่ยอมรับที่จะใช้เชื้อจุลินทรีย์ เพราะคิดว่าไม่สามารถจะป้องกันหนอนกระพุ่มักได้จริง และมีเกษตรกรบางรายที่ยังไม่ทราบ หรือไม่แน่ใจว่าจะใช้เชื้อจุลินทรีย์หรือไม่ เพราะมีความคิดเห็นว่ายามาแมลงศัตรูพุ่มักก็ใช้ได้แล้ว ซึ่งเกษตรกรได้แสดงความคิดเห็น มีอย่างละเท่ากัน คือ ประมาณร้อยละ 29 (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ความคิดเห็นที่จะใช้เชื้อจุลินทรีย์ป้องกันหนอนกระทุ้งในฤดูปลูกต่อไป

	(N=6)
ความคิดเห็น	ร้อยละ
ใช่	28.57
ไม่ใช่	28.57
ยังไม่ทราบ	28.57

16. การโฆษณาออกข่าวการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระทุ้ง

ส่วนใหญ่เกษตรกรเคยโฆษณาออกข่าวการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระทุ้งให้กับเพื่อนบ้านแล้วประมาณ 1-10 คน มีประมาณร้อยละ 83 และยังไม่เคยโฆษณาออกข่าวมีเพียงส่วนน้อย ร้อยละ 17 (ดังแสดงในตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 การโฆษณาออกข่าวการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระทุ้ง

	(N=6)
การโฆษณาออกข่าว	ร้อยละ
เคย	83.33
ไม่เคย	16.67

17. ท่านคิดว่าจะมีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้าง ในกรณีที่เกิดจะใช้เชื้อ
จุลินทรีย์ป้องกันหนอนกระทู้ผัก

ส่วนใหญ่เกษตรกรไม่คิดว่าจะมีปัญหาอะไรเกิดขึ้น ในกรณีที่เกิดจะใช้เชื้อ
จุลินทรีย์ป้องกันหนอนกระทู้ผัก มีประมาณร้อยละ 67 และเกษตรกรที่คิดว่าจะเกิด
ปัญหา ได้แก่ปัญหาที่ว่า ไม่ทราบจะไปหาซื้อเชื้อจุลินทรีย์ได้จากที่ไหน และยังไม่
มีความรู้ที่จะทำหรือผลิตเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นใช้เองได้ มีประมาณร้อยละ 33 (ดังแสดงใน
ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ปัญหาที่คิดว่าจะเกิดขึ้นในกรณีที่เกิดจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ป้องกันหนอนกระทู้ผัก

	(N=6)
ความคิดเห็น	ร้อยละ
ไม่คิด	66.67
คิด	33.33

18. ขอคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดอบรมวิธีการทำเชื้อจุลินทรีย์

จากการสอบถามพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความต้องการให้ทางมหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์ จัดอบรมเกี่ยวกับวิธีการทำเชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระทู้ผัก
ร้อยละ 100 (ดังแสดงในตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ขอคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดอบรมวิธีการทำเชื้อจุลินทรีย์

	(N=6)
ขอคิดเห็น	ร้อยละ
ต้องการ	100.00
ไม่ต้องการ	-
อื่น ๆ	-

เกษตรกรส่วนใหญ่สามารถแก้ไขปัญหาการป้องกันกำจัดโรคและศัตรูต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ร้อยละ 63 ต้องการให้ทางการเข้าช่วยเหลือ ร้อยละ 25 และต้องการจะมีความรู้เกี่ยวกับยาปราบศัตรูพืช ร้อยละ 13

เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ในเรื่องของยาฆ่าแมลงน้อยมาก มีถึงร้อยละ 50 ที่มีความรู้ในเรื่องนี้ระดับปานกลาง ร้อยละ 33 และที่ไม่มีมีความรู้ในเรื่องนี้เลยประมาณ ร้อยละ 17

เกษตรกรเคยได้รับความรู้เกี่ยวกับยาฆ่าแมลง ร้อยละ 67 ซึ่งได้รับความรู้มาจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และพนักงานของบริษัท นอกนั้นเป็นเกษตรกรที่ไม่เคยได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ ประมาณร้อยละ 33

เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ทราบหรือเคยได้ยินเกี่ยวกับเรื่องการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมหนอนกระพี้ด้กมาก่อน มีประมาณร้อยละ 83 และที่เคยได้ยินมาบ้างแล้วมีเพียงส่วนน้อย ร้อยละ 17 เกษตรกรได้ให้ความสนใจในเรื่องนี้ เป็นอย่างมากถึงร้อยละ 100 เกษตรกรได้มีการพิจารณาไตร่ตรองถึงประโยชน์ของการใช้เชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื่อว่าสามารถจะป้องกันหนอนกระพี้ด้กได้จริง มีถึงร้อยละ 83 และที่ยังไม่ได้พิจารณาไตร่ตรองถึงประโยชน์ของการใช้เชื้อจุลินทรีย์ เพราะไม่แน่ใจเนื่องจากการสาธิตยังมองไม่เห็นผลของความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างการใช้และไม่ใช้เชื้อ ประมาณร้อยละ 17 แต่เกษตรกรเองก็ยอมรับที่จะใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระพี้ด้ก มีถึงร้อยละ 33 และมีเพียงส่วนน้อยร้อยละ 17 ที่ยังไม่ยอมรับการใช้เชื้อ

ในฤดูปลูกผักครั้งต่อไป เกษตรกรที่คิดว่าจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ กับไม่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระพี้ด้ก และยังไม่ทราบหรือยังไม่แน่ใจ มีจำนวนเท่ากัน คือ ร้อยละ 29

เกษตรกรที่จะใช้เชื้อจุลินทรีย์ คิดว่าจะไม่มีปัญหายุ่งยากในการใช้เชื้อมี

ร้อยละ 67 และที่คิดว่าจะเกิดปัญหามีร้อยละ 35 ปัญหาดังกล่าวคือไม่ทราบจะไปหาซื้อเชื้อจุลินทรีย์ได้จากที่ไหน และ ไม่มีความรู้ที่จะผลิตเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นใช้เองได้

หลังจากแสดงการสาธิตการใช้เชื้อจุลินทรีย์แล้ว เกษตรกรได้นำเรื่องนี้ไปโฆษณาบอกข่าวให้แก่เพื่อนบ้าน ร้อยละ 33 และที่ไม่ได้โฆษณามีเพียงส่วนน้อย เพียงร้อยละ 17

เกษตรกรส่วนใหญ่ของการให้คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จัดอบรมวิธีการทำเชื้อและการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันหนอนกระทู้ผัก

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาศาสนาการยอมรับการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก โดยผู้ศึกษาวิจัยใช้วิธีแสดงการใช้วิธีแสดงการสาธิตการใช้เชื้อจุลินทรีย์ กับแปลงผักของเกษตรกร ผู้ศึกษาสามารถสาธิตได้เพียง 6 ราย เนื่องจากมีปัจจัยบางอย่างจำกัด ทำให้ไม่สามารถที่จะทำได้ครบทุกรายในจังหวัดสงขลา ผู้ศึกษาคิดว่าถ้ามีโอกาสและมีปัจจัยบางอย่างที่จะอำนวยความสะดวก จะจะได้มีการสาธิตการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในแปลงผักของเกษตรกร ให้ได้ครบทุกรายในจังหวัดสงขลา เพื่อเป็นการแสดงให้เกษตรกรได้เห็นผลของการใช้เชื้อจุลินทรีย์ว่าสามารถป้องกันหรือควบคุมหนอนกระทู้ผักได้จริง เช่นเดียวกับการใช้ยาฆ่าแมลงหรือสารเคมี และการใช้เชื้อจุลินทรีย์นั้น ยังมีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายทั้งผู้นผลิต และผู้บริโภค เหมือนกับการใช้สารเคมี

วิจารณ์ผล

การใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมแมลงโดยการฉีดพ่นให้ถูกลำตัวจะไม่ มีผลแก่ประการใด แต่เชื่อกันว่า จะให้ผลก็ต่อเมื่อแมลงได้รับโดยการกิน การตายของ S. litura ภายหลังจากการรับเชื้อแบคทีเรีย อธิบายได้ว่า เมื่อสปอร์ หรือระยะหนึ่งระยะใดของแบคทีเรียเข้าไปถึงลำไส้ของตัวอ่อน S. litura ซึ่งมี ความเป็นด่างในลำไส้จะสามารถละลายผลึกโปรตีน (crystal) ปล่อยสารพิษ (toxin) ออกมา สารพิษนี้จะทำลายผนังลำไส้ของ S. litura ก่อให้เกิดอาการเป็นอัมพาต (paralysis) ที่ลำไส้ ขณะเดียวกันตัวอ่อนจะตบ สมองโดยการเคลื่อนไหวช้าลงจนกระทั่งหยุดการเคลื่อนไหวและหยุดกินอาหาร ท้อง - เสียบ (diarhia) อย่างรุนแรง หยุดตบสมองคอยสังเคราะห์อย่างสิ้นเชิง และ ตายเพราะอดอาหาร

ส่วนสาเหตุการตายเนื่องจากการรับเชื้อไวรัสของ S. litura อธิบาย ได้ว่า เมื่อตัวอ่อน S. litura รับประทานเชื้อซึ่งอยู่ในผลึกโปรตีนเข้าไป ผลึกดังกล่าว จะถูกความเป็นด่างในลำไส้ละลายจนหมด อนุภาคของไวรัสที่อยู่ภายในจะเข้าไป เจริญและเพิ่มจำนวนในนิวเคลียสของเซลล์ผนังลำไส้และเนื้อเยื่อข้างเคียงขึ้น ๆ นิวเคลียสของเซลล์จะขยายใหญ่และแตกสลายไปในขณะที่อนุภาคไวรัสสร้างผลึกโปรตีน ใหม่ห่อหุ้มอนุภาคไวรัสแล้วตัวอ่อนเริ่มแสดงอาการเป็นโรค โดยกินอาหารน้อยลง สามารถออกคราบเป็นตัวอ่อนวันที่ 4 ได้ จากนั้นจะหยุดกินอาหาร ไก่ขึ้นที่สูง และตายโดยไขขาวเพียงไม่กี่วันก็ตัวตูดห้อยหัวลงมา

เมื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ต่อ S. litura ใน ห้องปฏิบัติการ ปรากฏว่าแบคทีเรียให้ผลในการทำลาย S. litura ในระยะตัวอ่อน และคักแควม 56.67% และไวรัสให้ผลในการทำลาย 73.33% ต่ำกว่าการ คากคะเน ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากสาเหตุดังนี้คือ

1. ความเข้มข้น (dosage) ของเชื้อตำเพราะใช้วิธีการการ เหยิมเชื้อ เหมือนกันทั้งแบคทีเรีย และไวรัส คือ ตัวอ่อนที่เป็นโรคตายด้วย แบคทีเรีย ไวรัส ความยาวเกิน 3 ซม. หนึ่งตัวค่อน้ำกลืน 1000 ตัว.
2. การปลูกเชื้อแก่ตัวอ่อน S. litura กระทำเพียงครั้งเดียวตลอด การทดลอง นอกนั้นเลี้ยงด้วยอาหารตามปกติ ตัวอ่อนบางตัว อาจได้รับเชื้อเพียงเล็กน้อย เนื่องจากเชื้อกระจายบนใบพืชอาหาร ไม่สม่ำเสมอ มีผลให้ความรุนแรงของเชื้อ (virulence) อยู่ใน ระดับที่ตัวอ่อนทนได้
3. ปัจจัยความแข็งแรงเฉพาะตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับเพศของตัวอ่อนที่ได้จากการ สุ่มแตกต่างกันด้วย ส่วนใหญ่เพศเมียจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าเพศผู้ ดังนั้นจึงมีผลให้ตัวอ่อนบางส่วนมีชีวิตอยู่รอดจนกระทั่ง เป็นตัวเต็มวัย

ส่วนการทดลองในแปลงของหน่วยวิชาการจัดการศัตรูพืช และแปลง สาธิตของเกษตรกร เพื่อได้พบเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส ลงในแปลงและตัวอ่อนรับเชื้อ เข้าไปแล้ว โอกาสที่ตัวอ่อนจะได้รับเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มวันนั้นยังคงมีอยู่ต่อไป เพราะ เชื้อที่ตกค้างยังคงมีชีวิตอยู่ (viability) ไม่ถูกทำลายโดยแสงแดดในเวลา 1-2 วัน รวมทั้งปัจจัยของภูมิอากาศ เช่น ความร้อน ความชื้น ฯลฯ มีส่วนทำให้ S. litura อ่อนแอมากยิ่งขึ้น จึงพอสรุปได้ว่าในสภาพแปลงทดลองให้ผลดีกว่าสำหรับการทดลอง ครั้งนี้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาชีววิทยาของหนอนกระทู้ผัก (Spodoptera litura Fabricius) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับกำจัด ทำให้ทราบอายุในระยะไข่ ตัวอ่อน คักแค้ ตัวเต็มวัย

เพศผู้ และเพศเมีย คือ 4.720 ± 0.4489 , 12.236 ± 2.6321 , 5.933 ± 0.8135 , 5.385 ± 0.4865 และ 5.308 ± 0.4615 วันตามลำดับ ตัวอ่อนมีการลอกคราบ 5 ครั้ง ตลอดวงจรชีวิตเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 28.101 ± 4.2392 วัน และในเพศเมียเฉลี่ย 28.424 ± 4.2979 วัน ความสามารถในการวางไข่เฉลี่ยต่อตัว 751.646 ฟอง รูปแบบของการแพร่กระจายในระยะไข่และตัวอ่อนเป็นแบบกลุ่ม ตลอดวงจรชีวิตระยะตัวอ่อนหนึ่งตัวสามารถทำลายใบพืชเฉลี่ย 68.6154 ตารางเซนติเมตร กับศึกษาพบแมลงศัตรูธรรมชาติรวม 3 ชนิดคือ แตนเบียนไข่; Telenomus spp. (Scelionidae : Hymenoptera) แตนเบียนตัวอ่อน; Apanteles prodeniae Vier. และแมลงวันตัวเบียน Podomyia satosa Doi.

การศึกษาจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการตายของ S. litura ในธรรมชาติพบโรคโพลีอีโครซิสไวรัสของหนอนกระทู้ผัก (Polyhedrosis virus of S. litura) โดยเชื้อชนิด MPV ชื่อ Borrelina litura Bergold & Flaschentrager และโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย โดยเชื้อ Bacillus thuringiensis Berliner ที่รวบรวมได้ในเขตอำเภอเมือง หาดหินปู และรัทภูมิ จังหวัดสงขลา เมื่อแยกเชื้อและศึกษารายละเอียดในห้องปฏิบัติการ พบว่าอัตราไวรัสที่ได้จากตัวอ่อน S. litura 1 ตัวผสมน้ำกลั่น 1000 cc สามารถทำลาย S. litura ในระยะตัวอ่อน 66.67% โดยตัวอ่อนตายมากที่สุดในวันที่ 4 (55.00%) และตายในระยะตั้งแต่ 20.00% ส่วนแบคทีเรียอัตราความเข้มข้นเท่ากันสามารถทำลาย S. litura ในระยะตัวอ่อนรวม 43.33% โดยตัวอ่อนตายมากที่สุดในวันที่ 6 (76.92%) และตายในระยะตั้งแต่ 5.86% ตัวอ่อนที่เจริญเติบโตไปจนถึงตัวเต็มวัยส่วนใหญ่จะไม่สมบูรณ์ และศึกษาพบว่าความสามารถในการวางไข่ของเพศเมีย รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การสกัดไข่ออกเป็นตัวอ่อนระหว่างกลุ่มได้รับเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และควบคุม ลดลง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

การศึกษาสภาพการยอมรับของเกษตรกร โดยการสุ่มไปสาธิตในแปลงปลูก

ของเกษตรกรในอำเภอเมือง ตะขิงพระ หาดใหญ่ และรัตภูมิ ปรากฏว่า เกษตรกร
ยอมรับประสิทธิภาพการทำลายของเชื้อจุลินทรีย์และวิธีการควบคุม 33.33 %

เอกสารอ้างอิง

- ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ และวิวัฒน์ แดงสุภา. 2517. จุลชีววิทยาทั่วไป ภาค
วิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน 517 หน้า.
- ปรีชา อารีกุล ชัย เชนธสมบัติ อุทัย เกตุนุติ และทนงจิตร วงษ์สิริ. 2524.
วิธีการและผลค้ของการใช้เชื้อไวรัสหรือไวรัสก้ำจัดหนอนกระพู่หอม. กสิกร.
54(3):186-196
- ปรีชา อารีกุล 2525. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชด้วยเชื้อจุลินทรีย์. เอกสาร
วิชาการฉบับที่ 2 หลักการบริหารศัตรูพืช กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชา-
การเกษตร 8 หน้า.
- สุธรรม อารีกุล. 2513. แมลงศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย 260 หน้า.
- สุธรรม อารีกุล บุญสม วัลลีย์ลักษณ์ อนันต์ วัฒนชัยกรรม อุทัย สกลพานิชย์
โอชา ประจวบเหมาะ ภัทรา ชีระเวทย์ และยงยุทธ สิงหะเสณี. 2513.
แมลงศัตรูข้าวโพคของประเทศไทย โรงพิมพ์บูรพาศิลป์ กรุงเทพฯ 240
หน้า.
- แสน ทิกวัฒนานนท์. 2520. แมลงศัตรูผักบางชนิดภาคกลางของประเทศไทยและ
การป้องกันกำจัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 97
หน้า.
- โสธร ประเสริฐผล. 2512. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชด้วยเชื้อจุลินทรีย์.
กสิกร: 42(3).289-305
- Aruga, H. 1963. Induction of virus infection in Insect Pathology
(advanced treatise Vol. I). Academic Press. New York.
: 499-526

- Bucher, G.E. 1981. Identification of bacteria found in insects. in Microbial Control of Pests and Plant Diseases. Academic Press. New York :35-44
- Burgerjon, A. and D. Martouret. 1971. Determination and significance of the host spectrum of Bacillus thuringiensis. in Microbial Control of Insects and Mites. Academic Press :305-325
- Cantwell, G.E. 1974. Insect Diseases (Vol.I) Marcel Dekker, Inc. New York. 300 pp.
- Fast, P.G. 1951. The Crystal toxin of Bacillus thuringiensis. in Microbial Control of Pests and Plant Diseases. Academic Press :223-248
- Prasertphon, S. 1976. Development of production and application of Bacillus thuringiensis in Thailand. Thai Jour. Agri Sci. 9:25-50
- Poinar, G.O. and G.M.Thomas. 1978. Diagnostic Manual for Identification of Insect Pathogens. Plenum Press. New York. 213 pp.
- Someroille, H.J., Y. Tanada and M.omi. 1970. Lethal effect of purified spore and crystalline endotoxin preparations of Bacillus thuringiensis on several Lepidopterous insects. Jour. of Invet. Pathol. 16:214-248.
- Steinhaus, E.A. 1963. Insect Pathology (Vol. I). Academic Press. New York & London. 661 pp.

ภาคผนวก

แบคทีเรีย (Bacteria)

หมายถึงชีวิตที่มีขนาดเล็ก เซลเดี่ยว มีผนังเซลล์แข็งแรงประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโน โดยมีคาร์โบไฮเดรตพวก N-acetylglucosamine ต่อกับ N-acetylmuramic acid ต่อกันด้วย -1,4 linkage เป็นสายยาว ส่วนกรดอะมิโนจะเป็นตัวเชื่อมระหว่างโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตประสานกันคล้ายลักษณะร่างแห ผนังเซลล์ของแบคทีเรีย gram positive และ gram negative แตกต่างกันที่ส่วนประกอบของกรดอะมิโนเท่านั้น โดยที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรีย gram positive จะประกอบด้วยกรดอะมิโน 2-4 ชนิดเท่านั้นโดยไม่พบกรดอะมิโนกลุ่ม aromatic หรือ ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบด้วยเลย ส่วน gram negative จะมีกรดอะมิโนหลายชนิดและมีส่วนประกอบของไขมันอยู่ประมาณ 20%

รูปร่างและขนาดของแบคทีเรีย

1. รูปร่างแบบท่อนหรือแท่ง (rod หรือ bacillus) โดยทั่วไปมีความกว้าง 0.5-1.0 μm และยาว 1.0-5.0 μm
2. รูปร่างกลมหรือรี (coccus) เส้นผ่าศูนย์กลางโดยทั่วไปประมาณ 0.5-1.0 μm .
3. รูปร่างแบบแท่งแกว่งไกว ซึ่งจัดเป็น 3 แบบย่อยคือ
 - 3.1 พวกโค้งงอแต่เซลล์ยืดหยุ่นได้ไม่คงรูปเดิม (spirochete)
 - 3.2 พวกโค้งงอและเซลล์คงรูปไม่เปลี่ยนแปลง (spirillum)
 - 3.3 พวกที่โค้งคล้ายจุดจุ๊กน้ำ (comma)

ส่วนพวกที่มีรูปร่างพิเศษนอกเหนือจากนี้ก็ยังมีแต่น้อยมาก

การสร้างสปอร์ภายในลำตัว

สปอร์คือโครงสร้างซึ่งถูกสร้างภายในเซลล์ของแบคทีเรีย บางพวกสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีมาก เช่น พบในวงศ์ (family) Bacillaceae ซึ่งมี 2 genus คือ Bacillus กับ Clostridium แบคทีเรีย 1 เซลล์จะสร้างสปอร์เพียง 1 อันเท่านั้น การสร้างสปอร์ไม่ถือว่าเป็นการแพร่พันธุ์

ของแมลงที่เรื้อย

การสืบพันธุ์ของแมลงที่เรื้อย

โดยมีการสร้างโปรโตพลาสซึมขึ้นใหม่และมีการเจริญเติบโตของเซลล์ โดยขยายความยาวออกมากเป็นหลายเท่าของความยาวเดิม แล้วมีการแบ่งนิวเคลียสเกิดขึ้น เยื่อหุ้มเซลล์จะเจริญจากภายนอกเข้าไปภายในจนเกิดเป็นแผ่นกั้นเซลล์ แบ่งออกเป็นเซลล์อิสระ 2 เซลล์ติดกัน หรือแยกออกจากกันก็ได้

แมลงที่เรื้อยเป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก พบอยู่ในธรรมชาติทุกสภาพแวดล้อม ทั้งในดิน น้ำ และอากาศ มีทั้งชนิดที่เป็นโพรทิสต์และมีประโยชน์ ที่ได้โทษ เช่น แมลงที่เรื้อยที่ทำให้อาหารเสีย บุกเน่า ส่วนที่เป็นประโยชน์ เช่น แมลงที่เรื้อยที่ใช้กำจัดน้ำโสโครก ให้สะอาด แมลงที่เรื้อยที่ไร้ทำปุ๋ยหมัก แมลงที่เรื้อยที่เป็นเชื้อโรคของแมลงซึ่งสามารถจะนำไปใช้ควบคุมปริมาณการระบาดของแมลงได้ เป็นต้น

แมลงที่เรื้อยในแมลง

แมลงทั่ว ๆ ไป (healthy insect) โดยปกติแล้วจะพบแมลงที่เรื้อยอาศัยอยู่ในลำไส้ มีแมลงบางชนิด (species) ที่แมลงที่เรื้อยจะเจริญอยู่ร่วมกับแมลงแบบ symbiotic ซึ่งก็มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น จำนวนและชนิดของแมลงที่เรื้อยในขณะที่อยู่ในลำไส้ขึ้นอยู่กับหน้าที่แมลงกินเข้าไปพร้อมกับอาหาร ความสามารถในการย่อยหรือการเพิ่มจำนวนของแมลงที่เรื้อยในขณะที่อยู่ในลำไส้มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ อุณหภูมิ อาหารในลำไส้ สภาพความเป็นกรด ค่าง ซึ่งหากสภาพแวดล้อมนี้เหมาะสม แมลงที่เรื้อยก็จะเจริญและแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว แมลงแต่ละชนิดจะมีจำนวนของแมลงที่เรื้อยแตกต่างกันออกไป โดยปกติแล้วในลำไส้แมลงจะมีแมลงที่เรื้อยอาศัยอยู่ประมาณ $10-10^6$ ขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดและอาหารของแมลง

ส่วนในแมลงที่ป่วย (sicked insect) เนื่องมาจากอาการที่แมลงเป็น

โรค หรือจากการที่แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำแมลงเพิ่มจำนวนอย่างผิดปกติ ยิ่งถ้าเกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรีย คือ มีอาหารอุดมสมบูรณ์ pH ที่เหมาะสม หรือในช่วงที่แมลงอ่อนแอ เช่น ลอกคราบ เชื้อจะสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว ทำให้แมลงตายในที่สุด บักทีเรียในกระดแลเลือด(haemocole) ของแมลงจะปลดเชื้อแบคทีเรียที่เรียสามารถเข้าไปได้ทั้งทางลำไส้และทางบาดแผลบนผิวหนัง ถ้าเชื้อถูกเม็ดเลือดของแมลงทำลาย (โดยขบวนการ phagocytosis) จนหมด แมลงก็มีชีวิตอยู่ต่อไปได้ แต่ตาแบคทีเรียมีความสามารถเจริญอยู่ในลำไส้แล้วเข้าไปในกระดแลเลือดเพื่อเพิ่มจำนวนแมลงก็จะตายไป บักเว้น Streptococcus pluton ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรค European foulbrood จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในช่องว่างของทางเดินอาหาร(gut lumen) ในผึ้งพันธุ์, Francisella tularensis สาเหตุที่ทำให้เกิดโรค tularemia เชื้อแบคทีเรียจะเจริญอยู่ที่ผิวของผนังลำไส้ของเหาหรือหมัดซึ่งเป็นพาหะนำโรค

Bucher (1981) ได้แบ่งแบคทีเรียสาเหตุทำให้เกิดโรคในแมลงและชนิดอื่นออกเป็น

1. แบคทีเรียที่มีลักษณะคล้ายชีวิตหรือชนิดอื่น เช่น *Mycoplasma*, *Spirochetes*, *Rickettsiaceae* และ *Chlamydiaceae*
2. แบคทีเรียที่มีการสร้างสปอร์ ในวงศ์ *Bacillaceae* ซึ่งมี 3 สกุล (genus) คือ
 - 2.1 Genus *Clostridium*
 - 2.2 Genus *Bacillus*
 - 2.3 Genus *Arthromitis*
3. แบคทีเรียกลุ่ม Gram negative ในวงศ์
 - 3.1 *Enterobacteriaceae*
 - 3.2 *Pseudomonadaceae*
 - 3.3 gram negative, aerobic กลุ่มอื่น

4. แบคทีเรียกลุ่ม Gram positive cocci ในวงศ์
 - 4.1 Micrococcaceae
 - 4.2 Streptococcaceae
5. แบคทีเรียกลุ่ม Gram positive รูปร่างเป็นท่อนและไม่สร้างสปอร์ ในวงศ์
 - 5.1 Corynebacteriaceae
 - 5.2 Lactobacillaceae
 - 5.3 Actinomycetes.

สาเหตุของโรคในแมลงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียวงศ์ Bacillaceae
 แบคทีเรียในวงศ์นี้มีหลายสกุล คือ Bacillus spp, Clostridium
 spp. และ Arthromitis spp.

Bacillus spp. เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นท่อน เจริญในที่ที่มีอากาศ สร้างสปอร์เป็นรูปไข่ มีขน(flagella) โดยรอบ ช่วยในการเคลื่อนที่ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. Obligate pathogens กลุ่มนี้การเลี้ยงขยายพันธุ์ต้องเลี้ยงในแก้วแมลงจึงจะสร้างสปอร์ และเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเฉพาะอย่างขึ้นกับแมลง เช่น B. popilliae ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค milky disease ในหนอนคาง (Japanese beetle grub)
2. potential หรือ facultative pathogens กลุ่มนี้สามารถเจริญได้ทั้งในแก้วแมลงและบนอาหารเทียม เช่น B. cercus
B. thuringiensis เป็นต้น

Bacillus thuringiensis Berliner

vegetative cell มีรูปร่างเป็นแบบท่อน โคร่งสร้างประกอบด้วย

- ผนังเซลล์ (cell wall) มีลักษณะเป็นผนังเนื้อเยื่อสองชั้น
- ไซโทพลาสซึม (cell wall) เป็นของเหลวอยู่ภายในทั้งหมด
- โครมาทิน (cytoplasm) เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพันธุกรรม
- สปอร์ (spore) เป็นโครงสร้างที่ถูกสร้างภายในเซลล์ของแบคทีเรีย ช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
- ผลึกโปรตีน (crystal protein หรือ parasporal body) เป็นโครงสร้างพิเศษประจำชนิด (species) นี้ มีลักษณะเป็นนิรนามิต 2 อัน มีฐานประกบติดกัน ประกอบด้วยหน่วยย่อยของโปรตีนมาเรียงตัวกันแน่นเป็นรูปผลึก คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์คือ ละลายตัวได้ในความร้อน ไม่ละลายน้ำ และสารละลายอินทรีย์ แต่ละลายได้ในค่างจัด ผลึกนี้จะเป็นส่วนที่สร้างสารพิษ (toxin) ชนิดต่าง ๆ คือ α -exotoxin, β -exotoxin, γ -exotoxin และ δ -endotoxin ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แมลงตาย

B.T. พบครั้งแรกโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นชื่อ Ishiwata เมื่อปี 1901 โดยแยกเชื้อออกจากหนอนไหม ให้ชื่อในครั้งแรกว่า Bacillus sotto ต่อมา Dr. E. Berliner ชาวเยอรมันได้แยกเชื้อชนิดนี้ออกมาจากหนอนผีเสื้อกินแป้ง (mediteranean flour moth) ในปี 1909 และในปี 1915 Berliner ได้พบว่าแบคทีเรียชนิดนี้มีการสร้างสปอร์ และพบว่ามีการสร้างผลึกโปรตีนที่เหลี่ยมขนมเปียกปูน อยู่รวมในเซลล์ แต่ไม่สามารถทราบหน้าที่ของโครงสร้างดังกล่าว Angus ชาวแคนาดา เป็นผู้ทดลองและรายงานว่าสาเหตุที่แมลงตายเกิดจากผลึกโปรตีนที่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

Heimpel เป็นผู้ตั้งชื่อผลึกว่า δ -endotoxin ผลึกนี้เป็นสารประกอบพวกโปรตีนซึ่งมีกรดอะมิโนรวมอยู่ 18 ชนิด

เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียมีหลายเชื้อ การจำแนกเชื้อในตอนแรกใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางชีวเคมี ต่อมาเพื่อให้การจำแนกเชื้อได้ชี้ให้เห็นความแตกต่างชัดเจนยิ่งขึ้น De Barijx และ Bonnefoi (1962) ชาวฝรั่งเศสได้แนะนำให้ใช้คุณสมบัติทาง serotype ซึ่งเป็นคุณสมบัติของ flagellar หรือ H-antigen และคุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการ เป็นตัวจำแนกชนิดของ Bacillus spp. วิธีการจำแนกเชื้อชนิดนี้แน่นอนและรวดเร็วที่สุด ชนิด(species) ต่าง ๆ ของ Bacillus รวมกันเป็น species เดียวคือ thuringiensis แต่แบ่งเป็น varieties ต่าง ๆ ถึง 22 varieties ความลักษณะของ serotype ที่แยกได้ ซึ่งในปัจจุบันจัดเป็นทั้งหมด 15 serotypes

ตารางจำแนกชนิดของ Bacillus thuringiensis

H-serotype	variety name
1	thuringiensis
2	finitimus
3a	alesti
3a, 3b	kurstaki
4a, 4b	sotto
4a, 4b	dendrolimus
4a, 4c	kenyae
5a, 5b	galleriae
5a, 5c	canadensis
6	subtoxicus
6	entomocidus
7	aizawai
8a, 8b	morrisoni
8a, 8c	ostriniae
9	tolworthi
10	darmstadiensis
11a, 11b	toumanoffi
11a, 11c	kyushuensis
12	thompsoni
13	pakistani
14	israelensis
15	indiana

Heimpel แบ่งชนิดของสารพิษที่ผลิตโดย B. thuringiensis

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. α - exotoxin | 2. β - exotoxin |
| 3. γ - exotoxin | 4. δ - endotoxin |

1. α - exotoxin (lecithinase C, phospholipase C) เป็นสารพิษที่ปล่อยออกนอกเซลล์ ในขณะที่แบคทีเรียยังมีชีวิตอยู่ คุณสมบัติของสารพิษชนิดนี้คือละลายน้ำได้ ไม่ทนความร้อน เป็นพิษกับแมลงโดยทำให้เซลล์เม็ดเลือดแตก (haemolysin)

รวมทั้งชักขวางระบบสรีระอื่น พบว่าสารพิษดังกล่าวเป็นพิษกับแมลงในอันดับ Hymenoptera เท่านั้น

2. β - exotoxin (the exotoxin, fly factor, thermostable fly toxin และ the thermostable exotoxin) สาเหตุที่มีหลายชื่อเพราะว่าสารพิษนี้สามารถทนความร้อนได้ถึง 120°C นาน 15 นาที พบครั้งแรกในแมลงวันบ้าน (Musca domestica) โดยปลูกเชื้อในแมลงวันบ้านระยะตัวอ่อนและตัวอ่อนตายในระยะลอกคราบ หากสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ก็พบว่า ตัวเต็มวัยมีรูปร่างผิดปกติ เช่น ปีกไม่คลี่ขยาย ต่อมามีการทดสอบกับแมลงชนิดอื่น และมีผลในการกำจัดได้เช่นเดียวกันคือ บุงลายนำไข่เสียดอก (Aedes aegypti), ผีเสื้อหนอนไหม (Bombyx mori) ผีเสื้อหนอนราวงผึ้ง (Galleria mellonella) ตั๊กแตนไม้เกรคอเรีย (Locusta migratoria) ผีเสื้อหนอนกะหล่ำปลี (Pieris brassicae)

สารพิษชนิดนี้จะสร้างขึ้นและปล่อยออกนอกตัวก่อนที่แบคทีเรียจะสร้างสปอร์ คุณสมบัติของสารพิษคือ มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สามารถละลายน้ำได้ อันตรายของสารพิษต่อแมลงโดยไปทำลายปฏิกิริยาของน้ำย่อย ฮอโมน รวมทั้งชักขวางขบวนการสร้างพลังงานรูป ATP ในแมลงทำให้แมลงไม่เคลื่อนไหว

3. γ -exotoxin เป็นสารพิษที่ยังไม่ได้มีการศึกษา สารพิษที่ปล่อยออกมายังไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเป็นชนิดใด ไม่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง (heat-labile)

4. δ -endotoxin (the crystal, the proteinaceous crystal และ the crystalline parasporal body) สารพิษชนิดนี้มีคุณสมบัติไม่ทนต่อความร้อน ขณะที่แบคทีเรียสร้างสปอร์ก็จะสร้างผลึกโปรตีนในเวลาเดียวกัน โดยมีรูปร่างเป็นแบบ bipyramid มีกลุ่มโมเลกุลของโปรตีนเกาะกันเป็นรูปไข่ dumb-bell shape มีความยาวประมาณ 15 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มม. มีน้ำหนักโมเลกุล 230,000 ดักตัน เซลล์จะเริ่มสร้างผลึกเมื่ออยู่ระยะ 2 แต่จะเห็นชัดเจนเมื่อเซลล์แบคทีเรียอยู่ในระยะ 3-4 ผลึกโปรตีนของ B.T. แต่ละ serotype จะมีส่วนประกอบ

ที่แตก่าง และมีความสามารถในการทำลายแมลงแตกต่างกันออกไปด้วย ตั้งแต่ประสิทธิภาพสูงจนกระทั่งไม่มีประสิทธิภาพเลย เมื่อแมลงกิน crystal เข้าไป อากาารที่เห็นได้เด่นชัดก็คือ แมลงจะหยุดกินอาหาร เคลื่อนไหวช้าลง หรือไม่เคลื่อนไหว ในกระแสดเลือดของแมลงจะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้น นิ่งเซลล์ไส้จะถูกทำลายโดย มีลักษณะคล้ายห้องสบู่ (soap-bubble) หลังจากนั้นแต่ละเซลล์จะหลุดออกจากกัน และ หลุดออกจาก basement membrane กลายเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ ลอยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร แล้วแมลงจะหมดความรู้สึกไม่ชอบสนองต่อสิ่งเร้าและตายไปในที่สุด แต่ก็มีบ้างที่แมลงกินผลึกโปรตีนเข้าไปแล้วแมลงไม่ได้แสดงอาการเนื่องจากระดับ pH ใน ลำไส้แมลงไม่ทำปฏิกิริยากับ protoxin ของผลึกโปรตีนจึงไม่เกิดผลกับแมลง

การใช้เชื้อ B.T. ในการกำจัดแมลงชนิดหนึ่งไม่ได้ผลไม่ได้หมายความว่า B.T. ทุกตัวจะไม่สามารถกำจัดแมลงนั้นได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากว่าเชื้อชนิด B.T. ไม่ตรงกับชนิดของแมลง ในทางเดียวกันถึงจะใช้เชื้อ B.T. กำจัดแมลงชนิดหนึ่งได้ ก็ แต่ก็อาจมี B.T. ชนิดอื่นที่มีประสิทธิภาพดีกว่า

B.T. สามารถใช้ได้ผลกับแมลง 4 อันดับคือ Diptera, Hymenoptera, Orthoptera และ Lepidoptera เฉพาะบางชนิด (species) เท่านั้น

ไวรัส (viruses)

เป็นชีวิตที่เล็กมากไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า การเจริญเติบโตจะก่อตัวอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น ไม่สามารถเจริญและดำรงชีวิตอยู่โดยนอกร่างกายได้ แต่ละอนุภาคของไวรัส (virion หรือ virus particle) ประกอบด้วย

1. genome (electron dense หรือ central core) ลักษณะเป็นแถบสั้น ๆ สีเข้ม มีองค์ประกอบคือกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งอาจเป็นชนิด DNA (Deoxyribonucleic acid) หรือ RNA (Ribonucleic acid) อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของไวรัส ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (genetic material)

2. protein coat ห่อหุ้มอนุกรมอก ทำหน้าที่ป้องกัน genome จากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ประกอบขึ้นจากกรดอะมิโน (amino acid) ชนิดต่าง ๆ ซึ่งการจัดเรียงลำดับของกรดอะมิโนนั้นเป็นลักษณะพิเศษเฉพาะตัว ขึ้นอยู่กับชนิดของไวรัสเป็นสำคัญ

ทั้ง genome และ protein coat รวมเรียกว่า nucleocapsid

3. double membrane มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อเยื่อบาง ๆ 2 ชั้น ห่อหุ้มอนุกรมอกสุดของอนุภาคไวรัส ทำหน้าที่คล้ายกับผนังเซลล์ทั่วไป

ไวรัสในแมลง (Insect viruses)

ไวรัสมีความสัมพันธ์กับแมลงจัดเป็นแบบปรสิต (parasitism) โดยที่ไวรัสทุกชนิดจะเป็นเชื้อโรค (pathogen) และทำลายแมลงโดยการทำให้เป็นโรค (pathogenesis) ไวรัสบางชนิดเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคในแมลงเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น แต่บางชนิดก็ทำให้เกิดโรคร่วมกับแมลงได้ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป และมีเพียงส่วนน้อยที่สามารถเข้าไปทำลายพืชและสัตว์ชนิดอื่นได้

ไวรัสในแมลงมีหลายชนิด เท่าที่มีการค้นคว้าและวิจัยกัน สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ

1. Baculoviruses จัดอยู่ใน Genus Baculoviridae เป็นไวรัสที่มีกรดนิวคลีอิกชนิด DNA หรือ RNA อนุภาคไวรัสกลุ่มนี้จะมีลักษณะเป็นแท่งค่อนข้างยาว (rod shape) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยดังนี้

1.1 Non-occluded form (free virus) หมายถึงพวกที่มีอนุภาคไวรัสไม่อยู่ในผลึกโปรตีนรูปทรงหลายเหลี่ยมหลายด้าน (crystal protein หรือ polyhedron หรือ inclusion body) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คืออนุภาคไวรัสกลุ่มนี้จะไม่สร้าง

ผลึกโปรตีนดังกล่าวขึ้นที่หน้าหุ้มตัวอีกชั้นหนึ่งนั่นเอง มีอยู่ 3 พวกคือ

1.1.1 Rhabdovirus (Sigma virus) จัดอยู่ใน Genus Rhabdovirus มีทั้งชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคพิษ และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น อนุภาคไวรัสมีรูปร่างคล้ายลูกปืน (bullet-shape) ขนาดประมาณ 130 - 220 x 70 nm.

ในแมลงมีเพียงชนิดเดียวเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในแมลงหริ (Drosophila melanogaster) โดยมีผลทำให้แมลงหริอ่อนแอต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำให้แมลงตายในทันทีเมื่อสัมผัสก๊าซดังกล่าว ไวรัสกลุ่มนี้สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ โดยเฉพาะเพศเมียที่มีเชื้อไวรัสจะถ่ายทอดได้มากกว่าเพศผู้ (maternal หรือ vertical หรือ transovarial transmission)

1.1.2 Densonucleosis virus จัดอยู่ใน Genus Parvoviridae เป็นกลุ่มที่ค่อนข้างใหม่ พบเมื่อประมาณ 18 ปีที่แล้ว ไวรัสกลุ่มนี้มีกรดนิวคลีอิกเป็นชนิด DNA มีอนุภาคไวรัสขนาดเล็กมาก ประมาณ 8-22 nm. อยู่รวมกัน หนาแน่นประมาณ 42 nucleocapsids ใน 1 อนุภาคไวรัสและมีรูปร่างเป็นหลายเหลี่ยมจนเกือบกลมเรียกว่า Icosahedron มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เลวได้ก็มาก ไวรัสกลุ่มนี้สามารถทำลายลูกน้ำยุงลายนำไข่เสี้ออก (Aedes aegypti) ได้ภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่าทำลายหนอนผีเสื้อกินรวงผึ้ง (Galleria mellonella) และริ้น (Simulium sp.) เป็นต้น

1.1.3 Iridescent virus จัดอยู่ใน Genus Iridoviridae ไวรัสกลุ่มนี้มีกรดนิวคลีอิกชนิด DNA ทั่วจำนวนในไซโทพลาสซึมของเซลล์ทั่ว ๆ ไป แต่ส่วนใหญ่จะทำลายเซลล์ไขมัน (fat body) มีรูปร่างของอนุภาคเป็นแบบ Icosahedron 6 หน้า ขนาดประมาณ 160 nm. ในแมลงวันแมงมุม (Tipula paludosa) จนถึง 195 nm. ซึ่งพบในยุง อนุภาคไวรัสกลุ่มนี้ทำลายแมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำเช่น ยุง ริ้น โดยแมลงที่ถูกทำลายจะเห็นสีลำตัวเหลืองคล้ายมีแสงอยู่ภายใน เนื่องจากอนุภาคไวรัส

สามารถหักเหแสงทำให้เห็นเป็นแสงเรือง

1.2 Occluded form หมายถึงพวกที่อนุภาคไวรัสอยู่ในผลึกโปรตีนรูปทรงหลายเหลี่ยม ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันอนุภาคไวรัสจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมทั้งปวง ผลึกโปรตีนมีรูปทรงต่าง ๆ จัดเป็นลักษณะพิเศษเฉพาะในแต่ละชนิดของแมลงที่ไวรัสเจริญอยู่ เช่น ในผีเสื้อหนอนไหม (*Bombyx mori*) มีผลึกโปรตีนเป็นรูปเหลี่ยม 12 ด้าน (dodecahedron) เป็นต้น ไวรัสพวกนี้ประกอบด้วยไวรัส 2 กลุ่ม คือ

1.2.1 Nuclear polyhedrosis virus (NPV) Cantwell (1974) รายงานว่า เป็นไวรัสที่มีกรดนิวคลีอิกชนิด DNA สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในนิวเคลียส (nucleus) ของเซลล์เท่านั้น แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1.2.1.1 Single embedded nuclear polyhedrosis virus (SNPV) หรือ Single embedded virus (SEV) หมายถึงอนุภาคไวรัสที่ประกอบด้วย 1 nucleocapsid ใน double membrane โดยทั่วไป nucleocapsid มีความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางกว้างและยาวเฉลี่ย 20-50 และ 200-400 nm. ตามลำดับ

1.2.1.2 Multiple embedded nuclear polyhedrosis virus (MNPV) หรือ Multiple embedded virus (MEV) หมายถึงอนุภาคไวรัสที่ประกอบด้วย nucleocapsid มากกว่า 1 ซึ่งอาจพบจำนวนแตกต่างกันตั้งแต่ 2-39 ใน double membrane

1.2.2 Granulosis viruses (GV) เป็นไวรัสที่มีกรดนิวคลีอิกชนิด DNA เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในนิวเคลียส โดยทั่วไปมีลักษณะคล้ายคลึงกับ NPV มีข้อแตกต่างกันตรงที่ผลึกโปรตีนมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก (capsule) ห่อหุ้มอนุภาคไวรัส ผลึกโปรตีนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมาก มีขนาดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงที่ไวรัสเจริญอยู่ โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางความกว้างประมาณ 0.15-0.35 μ m. และความยาว 0.2 μ m. ส่วนอนุภาคไวรัสมีความกว้างและยาวประมาณ 36-80 และ 245-411 nm. ตามลำดับ ซึ่งมีเพียง 1 nucleocapsid

เท่านั้นใน double membrane (Steinhaus, 1974 และ Bergold, 1948)

1.2.3 Cytoplasmic nuclear polyhedrosis virus (CPV)

เป็นไวรัสที่มีกรดนิวคลีอิกชนิด RNA สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้ในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ของเซลล์เท่านั้น ผลึกโปรตีนรูปทรงหลายเหลี่ยมที่ห่อหุ้มมีรูปร่างแตกต่างกันไป บางชนิดมีรูปทรงหลายเหลี่ยมจนเกือบเป็นทรงกลม เรียกว่า Icosahedron มีขนาดความยาวของอนุภาคภายในประมาณ 60 nm. CPV จัดอยู่ใน Genus Reoviridae และพบว่าเนื้อเยื่อที่จะเข้าไปเจริญเติบโต คือผนังลำไส้ส่วนกลาง (midgut epithelium)

2. Entomopox viruses จัดอยู่ใน Genus Poxviridae ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับไวรัสที่ทำให้เกิดโรคฝีดาษ (smallpox) ในแมลงยังจัดว่าเป็นไวรัสที่ค่อนข้างใหม่ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายคลึงกับ NPV และ GV ผู้พบคือ Weiser (1963) บางครั้งเรียกไวรัสกลุ่มนี้ว่า spindle virus เนื่องจากอนุภาคไวรัสมีลักษณะคล้ายกระสวย (spindle หรือ spheroidal shape) ผลึกโปรตีนมีขนาดความกว้างและความยาวประมาณ 6-7 และ 12-20 μm ตามลำดับ บางผลึกปรากฏว่าไม่มี nucleocapsid อยู่ภายในจึงเชื่อว่าสร้างขึ้นจากโปรตีนที่หลั่งไว้ ไวรัสนี้เจริญและเพิ่มจำนวนในไซโทพลาสซึมของเซลล์

Entomopox virus มีรูปร่างเป็น 3 แบบ โดยอาศัยลักษณะของอนุภาคไวรัสเป็นหลักดังนี้คือ

1. rectangular core ไวรัสนี้จะมีอนุภาคไวรัสวงตัวเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอยู่ภายในผนังโปรตีนหนาและขรุขระ ซึ่งห่อหุ้มอยู่ก่อนนอกสุด เรียก beaded envelope
2. unilaterally concave core ไวรัสนี้จะมี double membrane ของอนุภาคไวรัสเว้าเข้าหา central core อยู่ 1 ด้าน
3. dumbbell shape ไวรัสนี้มี double membrane ของอนุภาคไวรัสเว้าเข้าหา central core ทั้ง 2 ด้าน จึงทำให้

มองเห็นอนุภาคไวรัสลักษณะคล้ายเลข 8

ปัจจุบันพบว่ามีอยู่ 22 ชนิดในแมลง 4 อันดับคือ Coleoptera, Diptera, Lepidoptera และ Orthoptera อย่างไรก็ตามไวรัสชนิดนี้มีระยะเวลาการเริ่มจำนวนค่อนข้างช้ามาก ตั้งแต่ประมาณ 10 วัน ขึ้นไปจนกระทั่งมากกว่า 5-6 เดือน

นอกจากนี้ยังมีไวรัสที่ไม่สร้างผลึกโปรตีนและมีกรดนิวคลีอิกชนิด RNA ซึ่ง เป็นกลุ่มย่อยที่ไม่กล่าวรายละเอียดไว้ เช่น Bee paralysis virus, Sacbrood virus เป็นต้น

มาตราที่ใช้วัดขนาดของอนุภาคไวรัส

หน่วย	สัญลักษณ์	ขนาด	วิธีการและคุณสมบัติ
millimeter	mm	10^{-3} เมตร	
micron	μ	10^{-6} เมตร	อาจมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา
micrometer	μm		
nanometer	nm	10^{-9} เมตร	ขนาดเล็กมาก ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope)
angstrom	A°	10^{-10} เมตร	ขนาดเล็กมากต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน หรือ x-ray diffraction

ตารางแสดงลักษณะสำคัญของกลุ่มไวรัสที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคในแมลง

กลุ่มไวรัส	ชนิดของ nucleic acid	ผลึกโปรตีน	รูปร่างและขนาดของอนุภาคไวรัส
nuclear polyhedrosis	DNA-2**	สร้าง	rods(40-70x250-400 nm.)
pox	DNA-2	สร้าง	ovoid(170-250x300-325 nm)
tridescent	DNA-2	ไม่สร้าง	icosahedron(130-180 nm.)
densonucleosis	DNA-1*	ไม่สร้าง	icosahedron(18-22 nm.)
cytoplasmic polyhedrosis	RNA-2	สร้าง	icosahedron (60 nm.)
sigma	RNA-?	ไม่สร้าง	bullet-shaped(130-220x70 nm.)

* แสดงลักษณะการเรียงตัวของ nucleic acid ว่าเป็นชนิด single stranded

** แสดงลักษณะการเรียงตัวของ nucleic acid ว่าเป็นชนิด double stranded.

ที่มา. viral diseases in insect diseases
Vol. I George E. Cantwell., 1974.