# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

## บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)

**ปริญญา**

| กีฏวิทยา | กีฏวิทยา |
|---|---|
| **สาขา** | **ภาควิชา** |

**เรื่อง** ชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ของแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

Biology and Utilization of *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) in Biological Control

**นามผู้วิจัย** นางสาวดวงทิพย์ กันฐา

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**

**ประธานกรรมการ** .....
( อาจารย์โสภณ อุไรชื่น, Dr.Ing. )

**กรรมการ** .....
( รองศาสตราจารย์โกศล เจริญสม, วท.ม. )

**กรรมการ** .....
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, Ph.D. )

**หัวหน้าภาควิชา** .....
( รองศาสตราจารย์อินทวัฒน์ บุรีคำ, Ph.D. )

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว**

.....
( รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A. )

**คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย**

**วันที่** 24 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2549

**วิทยานิพนธ์**

**เรื่อง**

# ชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ของแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

# Biology and Utilization of *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) in Biological Control

**โดย**

**นางสาวดวงทิพย์ กันฐา**

**เสนอ**

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**
**เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)**
**พ.ศ. 2549**

**ISBN 974-16-1239-7**

ดวงทิพย์ กันฐา 2549: ชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ของแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา) สาขากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยา ประธานกรรมการที่ปรึกษา: อาจารย์โสภณ อุไรชื่น, Dr.Ing. 72 หน้า
ISBN 974-16-1239-7

การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ภายในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่ได้วันละ 14.55±7.13 ฟอง ระยะไข่ 2.35±0.49 วัน ตัวอ่อนมี 3 วัย ใช้เวลา 3.15±0.37, 3.25±0.44 และ 3.55±0.51 ตามลำดับ ดักแด้ใช้เวลา 13±1.68 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้มีอายุ 16.85±5.82 วัน และ 13.55±6.52 วัน ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *Maconellicoccus hirsutus* (Green) และเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* Koch ไข่มีอายุ 3±0.51 วัน ตัวอ่อนวัยที่ 1 ถึง 3 มีอายุ 3±0.60, 3±0.54 และ 6±1.74 วัน ตามลำดับ ดักแด้มีอายุ 18±1.27 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้มีอายุ 9±3.40 วัน และ 5±2.43 วันตามลำดับ เพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* เป็นอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง *P. ramburi* มีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิเท่ากับ 6.6669 ช่วงอายุขัยของกลุ่มเท่ากับ 35.3674 วัน ความสามารถในการขยายพันธุ์ทางพันธุกรรมเท่ากับ 0.0536 และอัตราการเพิ่มที่แท้จริงเท่ากับ 1.055 การศึกษาปัจจัยการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* พบว่า ความหนาแน่นของจำนวนตัวเต็มวัย การให้น้ำและอาหารที่เหมาะสม มีผลโดยตรงต่อการวางไข่ของแมลงช้างปีกใส โดยจำนวนไข่ทั้งหมดที่เก็บได้ตลอดช่วงอายุขัยของตัวเต็มวัยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ตามจำนวนของตัวเต็มวัยที่ใช้เริ่มต้น 50, 100 และ 200 ตัว แต่จะแปรผกผันกับอายุขัยของตัวเต็มวัย ความถี่ในการให้น้ำทุก 6 ชั่วโมง ทำให้แมลงช้างวางไข่ได้เพิ่มมากขึ้นแตกต่างจากการให้น้ำทุก 12 และ 24 ชั่วโมง ขณะที่เกสรผึ้งเป็นส่วนประกอบของอาหารสำหรับตัวเต็มวัยที่ดีกว่ายีสต์ เนื่องจากแมลงช้างที่เลี้ยงด้วยเกสรผึ้งและน้ำผึ้งสามารถวางไข่ได้เพิ่มมากกว่า (113.39%) แมลงช้างที่เลี้ยงด้วยยีสต์ผสมน้ำผึ้ง การศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุม เพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ของตัวอ่อนวัยที่ 1, 2 และ 3ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัวตามลำดับ ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมแตกต่างจากการไม่ใช้ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทั้ง 3 วัยให้ประสิทธิภาพในการควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1, 2 และ 3 ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัว ในแต่ละอัตราในการปลดปล่อยให้ประสิทธิภาพในการควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ 13 / มี.ค. / 49

Duangthip Kantha 2006: Biology and Utilization of *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) in Biological Control. Master of Science (Entomology), Major Field: Entomology, Department of Entomology. Thesis Advisor: Mr. Sopon Uraichuen, Dr.Ing. 72 pages.
ISBN 974-16-1239-7

Biological study of the green lacewing, *P. ramburi* was conducted in laboratory. The female produced an average of 14.55±7.13 eggs, with 2.35±0.49 days incubation period. The means duration of three instars larva were 3.15±0.37, 3.25±0.44 and 3.55±0.51 days, respectively when fed on *Maconellicoccus hirsutus* (Green). The pupal stage was 13±1.68 days. The longevity of female and male adults were 16.85±5.82 days and 13.55±6.52 days, respectively. The result when fed on *Aphis craccivora* Koch that the eggs revealed incubation period was 3±0.51 days. The means duration of three instars larva were 3±0.60, 3±0.54 and 6±1.74 days, respectively. The pupal stage was 18±1.27 days. The longevity of female and male adults were 9±3.40 days and 5±2.43 days, respectively. Prey preference study of *P. ramburi*, feeding on *M. hirsutus* and *A. craccivora*, revealed that *M. hirsutus* was the most suitable host for this predacious insect with the net reproductive rate of increase of 6.6669, the cohort generation time of 35.3674 days, the capacity for increase was 0.0536 and the finite rate of increase was 1.055. The adult study on the 3 examined factors, including adult density, frequency of water feeding time and food, had significantly direct effect on the green lacewing's laying. Number of starting adult (50, 100 and 200) affected absolutely on the total number eggs obtained per longevity, meanwhile more density of lacewing decreased statistically the longevity period of adult. Whereas, the lacewing population being fed water every 6 hours led considerably the increasing of their laid eggs comparing to 12 and 24 hours of water changing interval. Finally, bee pollen seemed to be more suitable than yeast in the composition of food for lacewing adult since *P. ramburi* fed on bee pollen mixing with honey gave an additional obtained egg (113.39%) more than the other nourished on yeast combined with honey. An efficiency percentage control study of the three larva instars of *P. ramburi*, was taken place on the tomato plants infected artificially with *M. hirsutus*. All treatments of the releasing *P. ramburi* larvae could control *M. hirsutus* with a high significant difference from the non released treatment. Larval stage of *P. ramburi* has significantly effected to the control percentage. Unless, the role of releasing used in this study (50, 100 and 200 larvae) gave indifferent control.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

13 / March / 2006

# กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. โสภณ อุไรชื่น ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ โกศล เจริญสม กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และรองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ชิณะวงศ์ อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ เสือสะอาด ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาทดลอง และสนับสนุนในด้านค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ชี้แนะและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

ดวงทิพย์ กันฐา

มีนาคม 2549

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (3) |
| คำนำ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 4 |
| การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี | 4 |
| การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae | 5 |
| การเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae | 6 |
| บทบาทของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี | 9 |
| การศึกษาและสำรวจแมลงช้างปีกใสวงศ์ *Plesiochrysa* spp. | 11 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 13 |
| อุปกรณ์ | 13 |
| วิธีการ | 13 |
| ผลและวิจารณ์ | 20 |
| ผล | 20 |
| การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใสวงศ์ *P. ramburi* | 20 |
| การศึกษาแนวทางการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใสวงศ์ *P. ramburi* | 42 |
| การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชของ *P. ramburi* | 49 |
| วิจารณ์ | 52 |
| สรุป | 58 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 60 |
| ภาคผนวก | 67 |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน | 72 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ระยะการเจริญเติบโตของ *P. ramburi* เลี้ยงด้วย *M. hirsutus* | 23 |
| 2 | ระยะการเจริญเติบโตของ *P. ramburi* เลี้ยงด้วย *A. craccivora* | 26 |
| 3 | ขนาดลำตัวของ *P. ramburi* เลี้ยงด้วย *M. hirsutus* และ *A. craccivora* | 27 |
| 4 | อัตราการกินของตัวอ่อน *P. ramburi* ในการกินเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* | 31 |
| 5 | ความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยของ *P. ramburi* | 33 |
| 6 | คุณลักษณะทางชีววิทยาของ *P. ramburi* เลี้ยงด้วย *M. hirsutus* | 36 |
| 7 | อัตราการวางไข่ต่อเพศเมีย 1 ตัวของ *P. ramburi* เลี้ยงด้วย *M. hirsutus* | 37 |
| 8 | อัตราการวางไข่ต่อเพศเมีย 1 ตัวของ *P. ramburi* เลี้ยงด้วย *A. craccivora* | 38 |
| 9 | เปรียบเทียบจำนวนไข่ของ *P. ramburi* จากจำนวนตัวเต็มวัยที่ต่างกัน | 44 |
| 10 | เปรียบเทียบจำนวนไข่ของ *P. ramburi* จากความถี่ในการให้น้ำ | 46 |
| 11 | เปรียบเทียบจำนวนไข่ของ *P. ramburi* จากอาหารที่เพาะเลี้ยง | 48 |
| 12 | ประสิทธิภาพการควบคุมของ *P. ramburi* ในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* | 51 |

**ตารางผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศในช่วงเดือนธันวาคม 2547-มีนาคม 2548 | 68 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ชีววิทยาของ *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วย *M. hirsutus* | 28 |
| 2 | ตัวอ่อนของ *P. ramburi* เลี้ยงด้วย *A. craccivora* | 29 |
| 3 | ตัวอ่อน *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วย *M. hirsutus* และ *A. craccivora* | 29 |
| 4 | ปริมาณการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมียของ *P. ramburi* | 39 |
| 5 | การรอดชีวิตของตัวเต็มวัยเพศเมียของ *P. ramburi* | 40 |
| 6 | จำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมียของ *P. ramburi* | 41 |

**ภาพผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | ภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง *P. ramburi* ในห้องปฏิบัติการ | 69 |
| 2 | อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง *P. ramburi* ในห้องปฏิบัติการ | 70 |
| 3 | แปลงที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมของ *P. ramburi* | 71 |

# ชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ของแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

# Biology and Utilization of *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) in Biological Control

## คำนำ

จากความสำคัญของความปลอดภัยต่อการบริโภคสินค้าทางการเกษตร รัฐบาลจึงกำหนดนโยบายในการผลิตสินค้าเกษตร ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ให้มีมาตรฐานในการผลิตที่มีความปลอดภัยมากกว่าเดิม การทำการเกษตรแบบเกษตรอินทรีย์ จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่รัฐบาลสนับสนุนให้เกษตรกรนำมาใช้ในระบบการผลิต เนื่องจากเป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นการประยุกต์วิธีการทางใช้ธรรมชาติมาใช้ในการเพิ่มผลผลิต หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยเคมี และการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช (วราภรณ์ และคณะ, 2545) และในการควบคุมมาตรฐานการผลิตสินค้าเกษตรมีการนำระบบการผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม (Good Agricultural Practice: GAP) มาใช้ในการผลิตสินค้าเกษตรเพื่อให้การผลิตได้คุณภาพตามมาตรฐานกำหนด ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค และไม่เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อม (ชวนพิศ, 2545) สำหรับวิธีการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ก็ถือว่าเป็นวิธีการทำการเกษตรที่ปลอดภัยอีกวิธีหนึ่ง เพราะเป็นการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้ตัวเบียน (parasites) ตัวห้ำ (predators) และเชื้อโรค (pathogens) ในการที่จะรักษาระดับความหนาแน่นของประชากรของแมลงศัตรูพืชชนิดใดชนิดหนึ่งให้อยู่ต่ำกว่าระดับที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต (วิวัฒน์และโกศล, 2542) จากการรายงานของโกศลและวิวัฒน์ (2537) พบตัวห้ำ (predators) และตัวเบียน (parasites) ในประเทศไทยหลายชนิดด้วยกัน และบางชนิดเช่นกลุ่มของแมลงช้างปีกใสในอันดับ Neuroptera วงศ์ Chrysopidae ก็ได้ถูกนำมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีด้วยเช่นกัน

แมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae เป็นแมลงที่มีประโยชน์ ช่วยกำจัดศัตรูพืชที่มีขนาดเล็ก เช่น เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว และไรแดง (Anderson *et al*., 2003; Canard, 2001) นอกจากนี้ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสยังสามารถกินไข่ของผีเสื้อและด้วงปีกแข็งเป็นอาหารได้อีกด้วย (Penny, 1997; Yang *et al*., 1998) ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสจะเข้าทำลายเหยื่อโดยใช้ปากที่มีเขี้ยวยาวกัดกินแมลงศัตรูพืชที่มีขนาดเล็ก และผนังลำตัวที่อ่อนนุ่ม แมลงช้างปีกใสวงศ์

Chrysopidae ส่วนใหญ่เป็นตัวห้ำระยะตัวอ่อน ส่วนตัวเต็มวัยกินน้ำหวานและน้ำเป็นอาหาร (Weeden *et al*., 2004) ซึ่งแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae เป็นตัวห้ำที่หลายประเทศทั่วโลกนิยมนำมาเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณ เช่นในประเทศออสเตรเลียได้มีการนำแมลงช้างปีกใส *Mallada basalis* (Neuroptera: Chrysopidae) มาทำการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในเชิงพาณิชย์ เพื่อให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อการนำไปใช้การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี (Anderson *et al*., 2003) ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำแมลงช้างปีกใส (Green Lacewing) ทำการเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นการค้าหลายชนิดได้แก่ *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) *C. rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) และ *M. basalis* (Neuroptera: Chrysopidae) เป็นต้น (Tauber *et al*, 2000)

นอกจากแมลงช้างปีกใสชนิดต่างๆ ที่กล่าวมา ยังมีแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae อีกสกุลหนึ่งที่น่าจะนำมาทำการศึกษารายละเอียดในด้านต่างๆ คือแมลงช้างปีกใสในสกุล *Plesiochrysa* spp. Tauber *et al*. (2001) รายงานว่าแมลงช้างปีกใสในสกุล *Plesiochrysa* แยกออกมาจากกลุ่มของแมลงช้างปีกใสสกุล *Chrysopa* ซึ่งพบโดยทั่วไปในแหล่งที่มีเพลี้ยอ่อนกระจายตัวอยู่รวมทั้งทวีปเอเชีย (Duelli, 2001; Tauber *et al*., 2001) แมลงช้างปีกใสชนิดนี้มีลักษณะของตัวเต็มวัยคล้ายกับแมลงช้างในสกุล *Chrysopa* spp. แต่จะแตกต่างกันโดยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa* spp. จะไม่แบกขยะไว้บนหลังส่วนตัวอ่อนของแมลงช้างในสกุล *Chrysopa* spp. จะแบกขยะไว้บนหลัง แมลงช้างปีกใสในสกุล *Plesiochrysa* spp. ที่สำคัญมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิดคือ *Plesiochrysa braziliensi Plesiochrysa ramburi* และ *Plesiochrysa lacciperda* ซึ่งแมลงช้างกลุ่มนี้สามารถพบได้ในสภาพพื้นที่ที่มีภูมิอากาศร้อน เช่นทวีปอเมริกาใต้ อเมริกากลาง ออสเตรเลีย และในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา หมู่เกาะโซโลมอนและ ประเทศอินเดีย และจากการสำรวจของ Mehra (1966) พบแมลงช้างปีกใสกลุ่ม *Plesiochrysa* spp. อยู่ในแปลงของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศบราซิล เปรู และอินเดีย ส่วนการศึกษารายละเอียดด้านต่างๆ ของแมลงช้างกลุ่มนี้ยังมีผู้ทำการศึกษาอยู่น้อยมาก ขณะที่ Tauber *et al*. (2001) ได้ทำการศึกษาทางด้านชีววิทยา และอนุกรมวิธานของ *P. braziliensi* พบว่าแมลงช้างปีกใสชนิดนี้เป็นตัวห้ำที่สำคัญของเพลี้ยอ่อนท้อ *Myzus persicae* (Sultzer) นอกจากนี้พบว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้งหลายชนิดได้แก่ เพลี้ยหอย *Pulvinaria* sp. (Homoptera: Coccidae) เพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus brevipes* (Cockrell) (Homoptera: Pseudococcidae) เพลี้ยแป้ง *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) (Homoptera: Pseudococcidae) และเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) (Homoptera: Pseudococcidae) (Miller *et a*l, 2004) สำหรับประเทศไทย ดวงทิพย์ และคณะ (2547) ได้รายงานว่า พบแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เป็นตัวห้ำที่สำคัญของเพลี้ยแป้งส้ม *Nipaecoccus viridis* (Newstead) และเพลี้ยแป้งชบา *Maconellicoccus hirsutus* ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจในประเทศไทยหลายชนิด ได้แก่ พืชกลุ่มไม้ผล ไม้ดอก และพืชผัก

เป็นที่ทราบกันดีว่าเพลี้ยแป้งนั้นเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิดเช่น ส้ม เงาะ มังคุด มะเขือ กระเจี๊ยบเขียว และมะเขือเทศ นอกจากนี้สามารถพบประชากรของตัวห้ำชนิดนี้ปะปนอยู่กับแมลงช้างปีกใสชนิดอื่นๆ เป็นจำนวนมากในสภาพธรรมชาติในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นจึงควรอย่างยิ่งที่จะทำการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ซึ่งเป็นแมลงช้างปีกใสในสกุล *Plesiochrysa* ที่พบมากในประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาหาแนวทางในการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณและการใช้ประโยชน์ของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ เพื่อที่จะได้แมลงศัตรูธรรมชาติที่มีศักยภาพในการไปใช้เพื่อควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลทางชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. Rambur*
2. เพื่อศึกษาแนวทางการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณของแมลงช้างปีกใส *P. Rambur*
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีในสภาพห้องปฏิบัติการ

# การตรวจเอกสาร

## 1. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี

การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีเป็นวิธีการที่ได้นำสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยนำแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีอยู่ในธรรมชาติมาช่วยในการกำจัดศัตรูพืช มนุษย์ได้รู้จักการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่นในประเทศจีนได้มีการนำมดตัวห้ำ (predator ants) มาใช้ควบคุมแมลงศัตรูบางชนิดในสวนส้ม ต่อมาการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีได้มีบทบาทมากขึ้นและได้แพร่หลายในประเทศต่างๆทั่วโลก เนื่องจากมนุษย์สามารถนำศัตรูธรรมชาติที่มีอยู่มากมายในธรรมชาติมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น (วิวัฒน์และโกศล, 2542)

การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้นได้มีรายงานว่าพบหนอนกอข้าว *Tryporyza incertulas* (Walker) ถูกแตนเบียนลงทำลายสูงถึง 90 % แต่ไม่ได้มีการระบุชนิดของแตนเบียนไว้ (บรรพต, 2525) ในปี พ.ศ. 2503 อารียัน มันยีกุล แห่งกรมกสิกรรมได้นำแตนเบียน *Scolia ruficornis* F. จากหมู่เกาะ Western Cordinia Islands ในมหาสมุทรแปซิฟิก มาใช้ควบคุมด้วงแรดมะพร้าว *Oryctes rhinoceros* L. และต่อมาก็ได้มีการนำแตนเบียน *Apanteles plutellae* Kunji และแตนเบียนชนิดต่างๆ อีกหลายชนิดจากประเทศอินเดีย เพื่อนำมาควบคุมหนอนใยผักกาด *Plutella xylostella* (L.) แต่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้จึงไม่มีการปลดปล่อย (บรรพต, 2525)

หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2518 ประเทศไทย ได้มีการจัดตั้งศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติขึ้นที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร ศูนย์ฯ แห่งนี้ได้จัดทำโครงการควบคุมศัตรูพืชและวัชพืช ซึ่งได้ทำการค้นคว้าและวิจัยในการนำศัตรูธรรมชาติชนิดต่างๆ ทั้งที่มีอยู่ในท้องถิ่น และนำเข้ามาเพื่อทำการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและวัชพืช และจากการศึกษาวิจัยทำให้พบศัตรูธรรมชาติ ทั้งที่เป็นตัวเบียน และตัวห้ำหลายชนิดที่มีอยู่ในประเทศไทย (โกศลและวิวัฒน์, 2537) และจากการรายงานในครั้งนี้พบว่าแมลงช้างปีกใส *Chrysopa basalis* (Neuroptera: Chrysopidae) เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยอ่อนหลายชนิด นอกจากนี้บรรพต (2525) รายงานว่าแมลงช้างปีกใส *Chrysopa* spp. เป็นตัวห้ำพวก oligophagous ซึ่งมีเหยื่อหลายชนิดและจากการรายงานของ Anderson *et al.* (2003) พบว่าแมลงช้างปีกใส *Mallada basalis* ซึ่งเป็นแมลงช้างในวงศ์ Chrysopidae สามารถที่จะกินเหยื่อได้หลายชนิดเช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ ไรแดง และระยะไข่และตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ

**2. <u>การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae</u>**

แมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae มีชื่อสามัญเรียกกันทั่วไปว่า Green Lacewing เป็นตัวห้ำในระยะตัวอ่อน ส่วนในระยะตัวเต็มวัยจะกินน้ำหวานจากเกสรดอกไม้ และน้ำหวานที่ขับถ่ายออกมาจากลำตัวของแมลงศัตรูพืชกลุ่ม Homoptera เช่น เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยแป้ง (Gardner and Giles, 1996 ) and Henry *et al.* (2001) กล่าวว่าแมลงช้างปีกใสกลุ่ม Green Lacewing สามรถพบได้ในทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ ยุโรป แอฟริกาเหนือ และเอเชีย ซึ่ง Nordlund and Correa (1994) ได้รายงานว่าแมลงช้างปีกใสกลุ่ม Green Lacewing เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญในการนำมาใช้ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงช้างปีกใสในสกุล *Chrysoperla* spp. ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Ballal and Singh (1994) ว่าแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae เป็นกลุ่มแมลงช้างปีกใสที่มีบทบาทสำคัญในการนำไปใช้เป็นตัวห้ำเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น แมลงช้างปีกใส *C. carnea* แมลงช้างปีกใส *Mallada boninensis* (Okamoto) และแมลงช้างปีกใส *Mallada astur* (Banks) ซึ่งแมลงช้างปีกใสทั้ง 3 ชนิดนี้ถือว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีและนิยมนำมาใช้มากในประเทศอินเดีย นอกจากนี้ Lopez-Arrayo *et al*. (2000) รายงานว่าได้พบแมลงช้างปีกใสสกุล *Ceraeochrysa* sp. ซึ่งพบมากในแถบภาคใต้ของประเทศแคนนาดาและทางตอนใต้ของทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งแหล่งที่พบแมลงช้างสกุลนี้มักจะเป็นเขตอบอุ่นและจากการสำรวจพบว่าระยะตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *Ceraeochrysa* spp. เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของแมลงศัตรูพืชที่มีผนังลำตัวอ่อนนิ่ม และแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ยังเป็นตัวห้ำที่สำคัญในระยะไข่ของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด ซึ่งในประเทศแคนนาดาได้นำแมลงช้างปีกใส *Ceraeochrysa* spp. มาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งมี 3 ชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชคือ แมลงช้างปีกใส *Ceraeochrysa cincta* แมลงช้างปีกใส *C. cubana* และ *C. smithi*

จากการศึกษาทางชีววิทยาของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae พบว่าในระยะตัวอ่อนเป็นตัวห้ำชนิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Nordlund *et al.*, 1995) แมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ซึ่งได้แก่ แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. สามารถกินเหยื่อได้หลายชนิดเช่น ไข่และหนอนของผีเสื้อ ไร เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไก่ฟ้า แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ หนอนม้วนใบ และแมลงศัตรูพืชที่มีผนังลำตัวอ่อนนิ่ม โดยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae จะกินเหยื่อโดยใช้เขี้ยวแทงลงไปในผนังลำตัวของเหยื่อแล้วปล่อยเอนไซม์เข้าไปในตัวเหยื่อ หลังจากนั้นจึงดูดของเหลวออกจากตัวเหยื่อทำให้เหยื่อแห้งตายในที่สุด (Olkowski *et al*., 1999) แต่ในระยะตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae จะกินน้ำผึ้ง เกสรดอกไม้ และน้ำหวานจากดอกไม้เป็นอาหาร แต่มีตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae 2-3 ชนิดเท่านั้นที่กินแมลงเป็นอาหาร Miller and Miller (2003) กล่าวว่าแมลงช้างปีกใสในวงศ์ Chrysopidae (Green Lacewing) เป็นตัวห้ำที่สำคัญของแมลงศัตรูพืช

กลุ่มเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้ง (Coccoidea) และจากการรายงานของ Woolfolk *et al*. (2004) พบว่าแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของศัตรูพืชหลายชนิด และได้มีการนำแมลงช้างปีกใสสกุลนี้มาใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในทวีป ยุโรป อเมริกา อาฟริกา ออสเตรเลีย และเอเชีย ซึ่งแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. เป็นตัวห้ำที่สำคัญของแมลงศัตรูพืชหลายชนิดได้แก่ เพลี้ยกระโดด เพลี้ยไฟ เพลี้ยไก่ฟ้า แมลงหวี่ขาว ไร ไข่และหนอนของผีเสื้อวงศ์ Noctuidae Pieridae และ Pyralidae ซึ่งนับว่าแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. เป็นศัตรูธรรมชาติที่สามารถควบคุมศัตรูพืชได้หลากหลายชนิด

นอกจากนี้ Penny *et al*., (2000) รายงานว่า แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. ซึ่งเป็นแมลงช้างปีกใสในวงศ์ Chrysopidae เป็นตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพมากชนิดหนึ่ง สามารถกินเหยื่อได้หลายชนิด เช่น ไข่และตัวอ่อนของผีเสื้อ เพลี้ยอ่อน ไรแมงมุม เพลี้ยหอย เพลี้ยไก่ฟ้า เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ หนอนม้วนใบ และแมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ ที่มีผนังลำตัวอ่อนนุ่ม (Gardner *et al*., 1996) ซึ่งแมลงช้างปีกใสเป็นตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะในระยะตัวอ่อน (Tauber, 1993) โดยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสทำลายเหยื่อโดยการใช้เขี้ยวทั้งสองข้างของปากแทงเข้าไปในตัวเหยื่อ หลังจากนั้นจะปล่อยเอนไซม์เข้าไปในตัวเหยื่อและดูดของเหลวออกจากตัวเหยื่อ

จากการศึกษาของ Henry *et al*. (2004) พบว่าแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ดังเช่นแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla carnea* Stephens เป็นชนิดที่พบมากในประเทศแถบทวีปยุโรป และสหรัฐอเมริกา ซึ่งแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ได้รับการจำแนกสกุลและชนิดโดย J. F. Stephens เมื่อปี ค.ศ. 1835 ที่ประเทศอังกฤษ ตัวอย่างของแมลงช้างปีกใส *C. carnea* สำรวจพบที่กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ และประเทศสกอตแลนด์ และได้จัดแสดงตัวอย่างของแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ไว้ที่พิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์ธรรมชาติ ณ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ (The Natural History Museum) และในปัจจุบันแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae นิยมนำมาใช้ในงานควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในทวีปยุโรป ส่วนแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla rufilabris* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมศัตรูพืชในทวีปอเมริกาเหนือ (Tauber *et al*. 2000; Daane and Hagen 2001; Henry *et al*. 2001)

**3. <u>การเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ในห้องปฏิบัติการ</u>**

สำหรับในการผลิตแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมศัตรูพืชนั้น Tauber *et al*. (1997) รายงานว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปอเมริกาใต้มีการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใสในเชิงการค้ากันอย่างแพร่หลาย ซึ่งแมลงช้างปีกใสที่นิยมนำมา

เพาะเลี้ยงเพื่อนำไปควบคุมศัตรูพืชในเชิงพาณิชย์คือแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla externa* และแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla carnea* ซึ่งผู้ผลิตในแต่ละรายมีกลยุทธ์ในการผลิตเพื่อแข่งขันกันในตลาดอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อให้ได้แมลงช้างปีกใสที่มีประสิทธภาพสูงสุดในการนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งมีปริมาณและคุณภาพเพียงพอกับความต้องการของตลาด

แมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นการค้า ในระดับการผลิตแบบอุตสาหกรรมนั้น Tauber *et al*. (1997) รายงานว่า *C. carnea* นิยมนำมาเพาะเลี้ยงมากที่สุด เนื่องจากแมลงช้างปีกใสชนิดนี้เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด นอกจากนี้ในการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการของแมลงช้างชนิดนี้สามารถทำได้ง่าย เนื่องจากสามารถใช้อาหารเทียมในการเพาะเลี้ยงได้

ในส่วนของการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ในห้องปฏิบัติการนั้น ได้มีการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่เหมือนกันคือให้ได้จำนวนไข่ของแมลงช้างปีกใสมีปริมาณและคุณภาพมากเพียงพอที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีได้ (Nordlund and Morrison, 1992) และจากการรายงานของ Nordlund and Correa (1995) พบว่าในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. ในปี 1948 ในประเทศสหรัฐอเมริกานั้น Finney (1950) ได้นำแกลลอนพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาด 3.78 ลิตร มาเป็นอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. ซึ่งผนังด้านในของแกลลอนบุด้วยกระดาษแข็ง หลังจากนั้นจึงใส่ตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสเข้าไปในแกลลอนพลาสติกนั้น ซึ่งถือว่าอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ได้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา และนับว่าการศึกษาอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสในครั้งนี้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสชนิดอื่นต่อไป

นอกจากนี้ Nordlund and Correa (1995) ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. ขึ้น ซึ่งพัฒนามาจากอุปกรณ์การเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใสของ Nordlund and Correa (1995) คือเครื่องมือเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส (Adult Feeding and Oviposition Unit) เครื่องมือชนิดนี้จะมีการทำงานโดยใช้ระบบสุญญากาศในการเคลื่อนย้ายตัวเต็มวัยจากเครื่องเก่าไปสู่เครื่องใหม่ หลังจากที่ตัวเต็มวัยวางไข่แล้ว ซึ่งการเปลี่ยนตัวเต็มวัยนี้จะทำทุก 24 ชั่วโมง ส่วนในการเก็บไข่ของแมลงช้างปีกใสนั้นเครื่องมือชนิดนี้จะใช้ระบบลวดร้อน (Hot Wire Harvesting System) ในการตัดก้านไข่ของแมลงช้างปีกใส ซึ่งไข่ที่ได้จะมีความสมบูรณ์ดีกว่า การเก็บไข่ของแมลงช้างปีกใสวิธีอื่น Nordlund and Correa (1995) กล่าวว่าลักษณะ

ไข่ของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae นั้น ไข่จะมีก้านชูสูงขึ้นมาจากบริเวณที่วางไข่ และก้านไข่ของแมลงช้างปีกใสจะมีลักษณะที่เหนียว และแข็งแรงยากต่อการตัดไข่ ในปี ค.ศ. 1950 Finney ได้ทำการเก็บไข่ของแมลงช้างปีกใสโดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ (HClO) ซึ่งสารลายนี้จะไปทำการย่อยสลายก้านไข่ ทำให้เก็บไข่ได้ง่ายขึ้น แต่ Morrison (1977) ได้ทำการศึกษาการเก็บไข่โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์พบว่า การเก็บไข่วิธีนี้ไม่เหมาะที่จะใช้ในการผลิตแมลงช้างปีกใสเชิงอุตสาหกรรม จึงได้ทำการศึกษาวิธีการเก็บไข่แมลงช้างปีกใสวิธีอื่น และได้ใช้วิธีการนำเชือกไนลอนมาขึงให้ตึง แล้วใช้ลูกบอลยางกลิ้งตัดก้านไข่ของแมลงช้างปีกใส แต่ไข่ที่ตัดออกมาแล้วนั้นจะมีก้านของไข่ที่หลุดออกมารวมอยู่ด้วยเป็นกระจุก ซึ่งไข่ของแมลงช้างปีกใสที่ได้จะเกิดความเสียหายจากการตัดของเชือกไนลอน ซึ่ง Nordlund and Correa (1995) กล่าวว่าการเก็บไข่ของแมลงช้างปีกใสโดยใช้ระบบลวดร้อน (Hot Wire Harvesting System) ในการตัดไข่นั้นจะได้ไข่ของแมลงช้างปีกใสที่มีความสมบูรณ์มากกว่าวิธีการอื่น

การศึกษาเทคนิควิธีการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสของ Cohen and Smith (1998) รายงานว่าในการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ในรัฐมิสซิสซิปปี ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ใช้อาหารเทียมแทนอาหารจากธรรมชาติ แมลงช้างปีกใสที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ แมลงช้างปีกใส *C. rufilabris* ซึ่งส่วนประกอบหลักของอาหารเทียมได้แก่ ยีสต์ น้ำตาลซูโครส และน้ำ ในการพัฒนาสูตรอาหารเทียมมาทำการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสครั้งนี้เพื่อทดแทนอาหารจากธรรมชาติซึ่งมีราคาแพงคือ ไข่ของผีเสื้อ *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Tineidae) และไข่ของผีเสื้อ *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) ซึ่งมีราคากิโลกรัมละ 500 เหรียญดอลลาร์สหรัฐอเมริกา

ส่วนการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ในห้องปฏิบัติการนั้น Ballal and Singh (1999) ได้รายงานว่าน้ำผึ้งซึ่งเป็นอาหารของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae มีส่วนช่วยให้แมลงช้างปีกใสสามารถวางไข่ได้จำนวนมากขึ้น และทำให้ได้ปริมาณของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้น้ำผึ้งในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae และจากการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *C. comanche* ของ Gibson and Hunter (2005) โดยทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยแอริโซนา ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ายีสต์มีบทบาทสำคัญในการนำมาใช้เพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *C. comanche* สามารถวางไข่ได้ในปริมาณมาก เนื่องจากยีสต์มีส่วนประกอบของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นโปรตีนและมีส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Conard (2001) ว่ายีสต์เป็นอาหารที่ช่วยเสริมกรดอะมิโนให้กับตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส

**4. <u>บทบาทของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี</u>**

บทบาทของการนำตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ไปใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช นั้น Kabissa *et al.* (1996) รายงานว่าพบตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. แมลงช้างปีกใส *Mallada desjardinsi* และแมลงช้างปีกใส *Ceratochrysa antica* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) และหนอนเจาะสมอฝ้าย *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) ซึ่งแมลงช้างปีกใสทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถควบคุมประชากรของเพลี้ยอ่อนฝ้ายและหนอนเจาะสมอฝ้ายได้อย่างดีในประเทศแทนซาเนีย ทวีปแอฟริกา

ในการนำแมลงช้างปีกใสไปปลดปล่อยในแปลงปลูกพืชโดยชีววิธีนั้น ผู้ผลิตแมลงช้างปีกใสในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์ในบรรจุแมลงช้างปีกใส เพื่อที่จะสามารถนำไปปลดปล่อยให้ได้มากที่สุด เพื่อลดต้นทุนในการผลิตให้ได้มากที่สุด ซึ่ง Daane and Yokota (1997) ได้นำวัสดุกันกระแทกเช่น เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) มาใส่ในภาชนะเพื่อที่จะป้องกันไม่ให้ไข่ของแมลงช้างปีกใสเกิดความเสียหายในขณะที่ขนส่งน้อยที่สุด

จากการศึกษาของ Wundrelich and Biles (1999) พบว่าระยะที่เหมาะสมในการนำแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ไปปลดปล่อยในแปลงปลูกพืชคือ การนำระยะไข่ของแมลงช้างที่ใกล้ฟักและตัวอ่อนวัยที่ 1 บรรจุลงในภาชนะที่จะทำการปลดปล่อย หลังจากนั้นจึงใส่วัสดุกันกระแทกคือ เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) ลงไปซึ่งวิธีดังกล่าวสะดวกกว่าการนำแมลงช้างปีกใสในระยะตัวอ่อนไปปลดปล่อยเนื่องจากต้องใช้แรงงานคนมาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง (Olkowski *et al*., 1999 )

จากการศึกษาของ Leopold (1998) พบว่าในการนำแมลงช้างปีกใสไปใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชนั้น อาจเกิดปัญหาในเรื่องระยะเวลาในการขนส่งเนื่องจากอาจเกิดความล่าช้า ทำให้ไข่ของแมลงช้างปีกใสที่จะนำไปปลดปล่อยนั้นฟักออกมาเป็นตัวอ่อนวัยที่ 1 และอาจเกิดการกินกันเองขึ้นเนื่องจากไม่มีอาหาร ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นได้ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาเทคนิควิธีการเก็บรักษาไข่ของแมลงช้างปีกใสให้อยู่ได้นานที่สุด เพื่อรักษาประสิทธิภาพของแมลงช้างปีกใสให้ได้มากที่สุดซึ่ง Lopez-Arroyo *et al*. (2000) ได้รายงานว่าอุณหภูมิมีส่วนสำคัญในการเก็บรักษาไข่ของแมลงช้างปีกใสให้ได้นานที่สุดเพื่อสะดวกในการขนส่ง และในการศึกษาครั้งนี้พบว่าที่อุณหภูมิ 10-15.6 องศาเซลเซียส สามารถเพิ่มอายุไข่ของแมลงช้างปีกใส *C. externa* ได้นานประมาณ 13-21 วัน ส่วนอุณหภูมิที่ 15.6 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุไข่ของแมลงช้างปีกใส *Ceraechrysa* spp. ได้นาน 14 วัน

จากการรายงานของ Hassan (1976) ได้มีการนำตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. ไปปลดปล่อยในแปลงพริกหวานแดง เพื่อควบคุมเพลี้ยอ่อน ปลดปล่อยในแปลงแอปเปิ้ลเพื่อควบคุมไร (Miszczak and Niemczyk, 1978) และนำไปปลดปล่อยในแปลงองุ่นเพื่อควบคุมหนอนม้วนใบ (Daane *et al*., 1993) ส่วน Daane and Yokota (1997) ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. ในการควบคุมศัตรูพืชในแปลงองุ่นว่า จากการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. ในอัตราส่วนระหว่างตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสต่อต้นองุ่นคือแมลงช้างปีกใส 16 ตัวต่อต้นองุ่น 1 ต้น พบว่าจำนวนประชากรของศัตรูพืชลดลงจนถึงระดับที่น่าพอใจ

ส่วนการควบคุมแมลงศัตรูผัก Reddy and Gurrero (2000) รายงานว่าได้มีการนำตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ไปใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูกระหล่ำคือ *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) ซึ่งแมลงช้างปีกใสชนิดนี้สามารถควบคุมประชากรของผีเสื้อหนอนใยผักได้ในระยะไข่และระยะหนอนวัยที่ 1 (Reddy *et al*., 2004)

จากการสำรวจประชากรของศัตรูธรรมชาติในแปลงถั่วพุ่มในรัฐอาริโซนา ประเทศสหรัฐอเมริกาของ Bickley and Macleod (1956) พบแมลงช้างปีกใส 2 ชนิด ได้แก่ แมลงช้างปีกใส *C. comanche* และแมลงช้างปีกใส *Chrysopa nigricornis* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยอ่อน *Monellia caryella* (Fitch) และเพลี้ยอ่อน *Melanocallis cryaefolie* (Davis) (Homoptera: Aphididae) ซึ่ง Tedders (1978) ได้รายงานว่าเพลี้ยอ่อนทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ทำความเสียหายกับผลผลิตของถั่วพุ่มเป็นอย่างมาก และถือว่าเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของถั่วพุ่มในแถบภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่าตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้สามารถมีชีวิตอยู่จนพ้นช่วงฤดูหนาวได้ และจากการศึกษาของ Hunter and Petersen (2002) เกี่ยวกับการวางไข่ของแมลงช้างปีกใส *C. comanche* และแมลงช้างปีกใส *Chrysopa nigricornis* พบว่าน้ำหวานที่ผลิตได้จากเพลี้ยอ่อน *M. caryella* และเพลี้ยอ่อน *M. cryaefolie* มีส่วนดึงดูดให้ตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสไปกินและทำให้ตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวางไข่บริเวณที่มีเพลี้ยอ่อนระบาด (Tedders and Wood, 1987) ซึ่งน้ำหวานที่เพลี้ยอ่อน *M. caryella* ขับออกมามีปริมาณมากพอที่จะดึงดูดตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสมากิน จึงสามารถพบไข่ของแมลงช้างปีกใสเป็นจำนวนมากบริเวณที่มีเพลี้ยอ่อน *M. caryella* ระบาดอยู่ ทำให้มีจำนวนของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสที่เพียงพอต่อการควบคุมประชากรของถั่วพุ่มได้ ซึ่งแมลงช้างปีกใสทั้งสองชนิดนี้จะพบมากในช่วงต้นของฤดูใบไม้ผลิจนกระทั่งสิ้นสุดฤดูหนาวของทุกปีโดยแมลงช้างทั้งสองชนิดนี้จะเจริญเติบโตและวางไข่บนใบของถั่วพุ่ม และเจริญเติบโตโดยการกินเพลี้ยอ่อนถั่วเป็นอาหาร และจากการร่วมกันควบคุมประชากรของเพลี้ยอ่อนถั่วพุ่ม *M. caryaefoliae* ของแมลงช้างทั้งสองชนิดนี้ทำให้สามารถลดปริมาณของเพลี้ยอ่อนถั่วลงได้

จากการรายงานของ Miller *et al*. (2004) พบว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้งหลายชนิดได้แก่ เพลี้ยหอย *Pulvinaria* sp. (Homoptera: Coccidae) เพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus brevipes* (Cockrell) (Homoptera: Pseudococcidae) เพลี้ยแป้ง *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) (Homoptera: Pseudococcidae) และเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) (Homoptera: Pseudococcidae)

**5. <u>การศึกษาและสำรวจแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa* spp.</u>**

นอกจากแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ซึ่งมีชนิดที่สำคัญได้แก่แมลงช้างปีกใส *Ceraeochrysa* sp. แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp. แมลงช้างปีกใส *Mallada* spp. ที่พบในเขตหนาวและเขตอบอุ่นแล้ว ยังมีแมลงช้างปีกใสที่มักพบมาในเขตร้อนและจากการรายงานของ Tauber *et al*. (2001) ว่ามีแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae อีกกลุ่มหนึ่งที่น่าจะมีบทบาทในการนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี คือแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa* spp. Tauber *et al*. (2001) กล่าวว่าแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa* spp. เป็นแมลงช้างในสกุลย่อย (Subgenus) ของแมลงช้างปีกใส *Chrysop*a และ Tauber *et al*. (2001) ได้รายงานว่าแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa* spp. เป็นแมลงช้างปีกใสกลุ่มเล็กๆของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae และจากการสำรวจมีอยู่ประมาณ 5 ชนิดในโลก แต่ได้ทำการจำแนกชนิดแล้ว 3 ชนิดด้วยกันคือ แมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* แมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa brasiliensis* และแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa lacciperla* Tauber *et al*. (2001) รายงานว่าสำรวจพบแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa* spp. ได้ที่บริเวณทวีปอเมริกาใต้ ได้แก่ ประเทศบราซิล โคลัมเบีย เปรู ทวีปอเมริกากลางได้แก่ ประเทศ เม็กซิโก และพบในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกาและหมู่เกาะโซโลมอน Tauber *et al*. (2001) ส่วนในทวีปเอเชีย Mehra (1996) รายงานว่าพบตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสในกลุ่ม *Plesiochrysa* spp. ที่แปลงปลูกพืชในประเทศอินเดีย ส่วนในประเทศไทย ดวงทิพย์ และคณะ (2547) รายงานว่าพบแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยแป้งส้ม *Nipaecoccus viridis* และเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ซึ่งได้ทำการศึกษาชีววิทยาเบื้องต้นของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ไปบ้างแล้ว พบว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยแป้งหลายชนิด ซึ่งแมลงช้างปีกใสในกลุ่ม *Plesiochrysa* spp. นี้มีข้อมูลทางด้านชีววิทยา และสัณฐานวิทยาน้อยมาก แต่จากการศึกษาในเบื้องต้นของ Adam (1959) พบว่าตัวเต็มวัยของ *Plesiochrysa* spp. มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายกับแมลงช้างปีกใสในกลุ่ม *Chrysopa* spp. และจากการรายงานของ Tauber *et al*. (2001) ว่าได้ทำการศึกษาชีววิทยาและอนุกรมวิธานของแมลงช้างปีกใส *P. braziliensis* ที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยคอร์แนล วิทยาเขตอิทาคา ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้คล้ายกับตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส

*Chrysopa* spp. ส่วนทางด้านชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. braziliensis* พบว่าในระยะตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้เป็นตัวห้ำที่สำคัญของเพลี้ยอ่อนท้อ *Myzus puicae* และผีเสื้อ *Sitotroga cerealella* ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Brooks and Barnard (1990) ที่รายงานว่าตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *Chrysopa* spp. และตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. braziliensis* จะมีนิสัยเป็นตัวห้ำโดยกินแมลงศัตรูพืชเป็นอาหาร ซึ่งแตกต่างกับตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสในวงศ์ Chrysopidae ทั่วไปคือตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส Chrysopidae จะกินแต่น้ำหวานจากเกสรดอกไม้ และน้ำค้างเป็นอาหารเท่านั้น ไม่มีนิสัยเป็นตัวห้ำ (Brooks and Barnard, 1990) ส่วนลักษณะของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. baziliensis* และ *Chrysopa* spp. จะไม่แตกต่างกันซึ่งตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสทั้งสองชนิดจะมีเศษซากของอาหารอยู่บนด้านหลัง และจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในด้านต่างๆของแมลงช้างปีกใส *P. baziliensis* ซึ่ง Tauber *et al*. (2001) กล่าวว่าจะนำข้อมูลที่ได้ของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ไปพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อไป

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1. กล่องพลาสติกกลมใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร
2. กล่องพลาสติกกลมใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร
3. กล่องพลาสติกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร
4. ท่อพีวีซี สูง 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร
5. ผ้าขาวบาง
6. ถุงไนลอนกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร
7. น้ำผึ้ง
8. ยีสต์
9. เกสรผึ้ง (Bee Pollen)
10. ฟองน้ำ
11. สำลี
12. พู่กัน
13. ต้นมะเขือเทศอายุ 40 วันจำนวน 300 ต้น
14. แปลงทดลองขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร

## วิธีการ

### 1. การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

1.1 การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus*

นำกลุ่มไข่ที่ตัดก้านไข่แล้วของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จำนวน 20 ฟองที่เพาะเลี้ยงได้จากห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ไปใส่ในกล่องพลาสติกกลมใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางบนชั้น ในห้องปฏิบัติการภายใต้อุณหภูมิ 27.5±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากที่ไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนแล้ว นำเพลี้ยแป้งชบา

*M. hirsutus* มาเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส ทำการเปลี่ยนเพลี้ยแป้งทุกวัน จดบันทึกขนาด รายละเอียดการเจริญเติบโตทุกระยะ

1.2 ชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora*

การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ทำการศึกษาเหมือนกับการศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่ทำการเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ทุกประการ

1.3 ศึกษาอัตราการกินเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

การศึกษาทำโดยนำตัวอ่อนที่ฟักออกมาจากไข่แล้วจำนวน 20 ตัว มาทำการเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ใส่ลงในกล่องพลาสติกกลมใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางบนชั้น ในห้องปฏิบัติการภายใต้อุณหภูมิ 27.5±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2 เปอร์เซ็นต์ ทำการเปลี่ยนเพลี้ยแป้งทุกวัน จดบันทึกจำนวนเพลี้ยแป้งที่ถูกกินทุกวันจนกระทั่งถึงระยะดักแด้

1.4 ความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

การศึกษาทำโดยนำตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่ได้จากการเลี้ยงตัวอ่อนด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* จำนวน 20 คู่มาจับคู่ผสมพันธุ์ในกล่องพลาสติกใส สูง 12 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ปิดด้วยผ้าขาวบางด้านบน อาหารที่ใช้เลี้ยงตัวเต็มวัยคือ น้ำผึ้งผสมกับผงยีสต์ที่ทาบนแผ่นฟองน้ำกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร แขวนไว้บริเวณด้านในของกล่อง ใช้ก้อนสำลีชุบน้ำวางบนผ้าขาวบางด้านบนของกล่อง หลังจากตัวเต็มวัยวางไข่แล้ว 1 วัน ย้ายตัวเต็มวัยไปอยู่ในกล่องพลาสติกกล่องใหม่ แล้วจึงทำการเก็บไข่ของแมลงช้างปีกใสโดยใช้กรรไกรตัดก้านไข่ออกจากผนังด้านในของกล่องและจากผ้าขาวบาง บันทึกจำนวนของไข่ที่ได้ในแต่ละวัน และอายุของตัวเต็มวัย

1.5 การศึกษาอาหารที่เหมาะในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

การศึกษาเปรียบเทียบอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* อาหารที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบสองชนิด ได้แก่ เพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A.*

*craccivora* โดยเริ่มต้นจากไข่แมลงช้างปีกใสที่เพิ่งวางใหม่ๆ จำนวน 300 ฟองต่ออาหารแต่ละชนิด เมื่อฟักออกมาเป็นตัวอ่อน จึงนำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร โดยใส่อาหารแต่ละชนิดในปริมาณที่เท่ากันคือจำนวน 3000 ตัวต่อวัน ลงในกล่องแต่ละกล่อง จนกระทั่งตัวอ่อนเข้าดักแด้ และเป็นตัวเต็มวัย นำตัวเต็มวัยมาจับคู่ผสมพันธุ์ในท่อพีวีซี สูง 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ปิดด้วยผ้าขาวบางทั้งสองด้าน จากนั้นย้ายตัวเต็มวัยใส่ในท่อพีวีซี อาหารที่ใช้เลี้ยงตัวเต็มวัยคือ น้ำผึ้งผสมกับผงยีสต์ที่ทาบนแผ่นฟองน้ำกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร แขวนไว้บริเวณด้านในของท่อ ใช้ก้อนสำลีชุบน้ำวางบนผ้าขาวบางด้านบนของท่อพีวีซี หลังจากตัวเต็มวัยวางไข่แล้ว 1 วัน ย้ายตัวเต็มวัยไปอยู่ในท่อพีวีซีท่อใหม่ แล้วจึงทำการเก็บไข่ของแมลงช้างปีกใสโดยใช้มีดโกนกรีดออกจากผนังภายในท่อพีวีซี ส่วนไข่ที่ติดตามผ้าขาวบางนั้นใช้กรรไกรตัดก้านไข่ออก และนำไข่ที่ตัดได้มาใส่ในกล่องพลาสติกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จำนวนที่รอดชีวิตตั้งแต่ระยะไข่ จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย และจำนวนไข่ทีได้จากการวางไข่ของตัวเต็มวัยทุกวัน หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษาตารางชีวิตแบบ Biological life table (Laughlin,1965) เพื่อหาค่าต่างๆ ดังนี้ อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate; $R_o$) ความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ (The capacity for increase; $r_c$) อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (The finite rate of increase; $\lambda$) และช่วงอายุของกลุ่ม (cohort generation time; $T_c$) (อินทวัฒน์, 2533 และอินทวัฒน์, 2548) ดังนี้

อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_o$) หาได้จาก

$$R_o = \sum_{X=0}^{\alpha} l_x m_x$$

เมื่อ 0 ถึง $\alpha$ = ช่วงอายุ (life span)

x = ระยะการเจริญเติบโต ปรากฏขึ้นที่เวลาตรงกลางของช่วงอายุหาได้จาก (x+x+1)/2

$l_x$ = จำนวนที่มีชีวิตเมื่อเริ่มต้นด้วยอายุ x

$m_x$ = จำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมีย โดยคิดค่าเฉลี่ยต่อเพศเมีย (แม่) หนึ่งตัว

$l_x m_x$ = ปริมาณของการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ในแต่ละช่วงอายุ x (egg curve)

ช่วงอายุของกลุ่ม (Tc)

$$T_c = \sum_{X=0}^{\alpha} l_x m_x \cdot X / \sum_{X=0}^{\alpha} l_x m_x$$

ความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ ($r_c$) หาได้จาก

$r_c = \log_e R_0 / T_c$

อัตราการเพิ่มแท้จริง ($\lambda$)

$(\lambda) = \log_e 2 / r_c$

**2. การศึกษาแนวทางการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi***

2. 1 การศึกษาจำนวนตัวเต็มวัยที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง

การศึกษาทำโดยนำตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ใส่ในท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร จำนวน 50, 100 และ 200 ตัว ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% โดยด้านล่างและด้านบนของท่อปิดด้วยผ้าขาวบาง นำฟองน้ำขนาดยาว 15 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร ทาด้วยน้ำผึ้งและยีสต์เพื่อเป็นอาหาร และวางก้อนสำลีชุบน้ำไว้ด้านบน ทำการเปลี่ยนอาหารของตัวเต็มวัยและสำลีชุบน้ำทุกวัน จดบันทึกจำนวนไข่ของแมลงช้างปีกใสในแต่ละท่อทุกวันจนกระทั่งตัวเต็มวัยของแมลงช้างตายหมด ซึ่งวิธีการเก็บไข่นั้นใช้ใบมีดโกนที่มีด้ามกรีดบนก้านของไข่ที่อยู่ด้านในของท่อ PVC หลังจากนั้นจึงใช้ฟองน้ำกวาดไข่ที่ตัดแล้วใส่ลงในกล่องพลาสติกใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร การทดสอบทำทั้งหมด 3 ซ้ำ บันทึกจำนวนไข่ของแมลงช้างปีกใสที่ได้ทุกวัน และนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่อไป

2.2 การศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง

การศึกษาทำโดยนำตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจากห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27$\pm$2 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 70$\pm$5ทำการศึกษาเปรียบเทียบโดยใส่ตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสจำนวน 50 ตัว ใส่ในท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร โดยด้านล่างและด้านบนของท่อปิดด้วยผ้าขาวบางและวางก้อนสำลีชุบน้ำพอหมาดๆ จำนวน 3 ก้อนไว้ด้านบน วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 กรรมวิธีและ 3 ซ้ำ โดยกรรมวิธีที่ 1 ทำการเปลี่ยนสำลีชุบน้ำใหม่ทุก 6 ชั่วโมง กรรมวิธีที่ 2 ทำการเปลี่ยนสำลีชุบน้ำใหม่ทุก 12 ชั่วโมง และกรรมวิธีที่ 3 ทำการเปลี่ยนสำลีชุบน้ำใหม่ทุก 24 ชั่วโมง จากนั้น

ทำการบันทึกจำนวนไข่ของแมลงช้างปีกใสที่ได้ทุกวัน นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการศึกษาไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

2.3 การศึกษาอาหารที่เหมาะสมในการเพะเลี้ยงตัวเต็มวัย

การศึกษาทำโดยนำตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจากห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 ใส่ตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสจำนวน 50 ตัว ใส่ในท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร โดยด้านล่างและด้านบนของท่อปิดด้วยผ้าขาวบางและวางก้อนสำลีชุบน้ำพอหมาดๆ จำนวน 3 ก้อนไว้ด้านบน ใช้เกสรผึ้ง (Bee Pollen) ผสมกับน้ำผึ้ง เปรียบเทียบกับ ยีสต์ผสมน้ำผึ้ง ทำการเปลี่ยนอาหารของตัวเต็มวัยทุกวัน เปรียบเทียบจำนวนไข่ของแมลงช้างปีกใสที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารทั้งสองชนิดการทดสอบทำทั้งหมด 3 ซ้ำ หลังจากนั้นทำการบันทึกจำนวนไข่ของแมลงช้างปีกใสที่ได้ทุกวันและนำข้อมูลที่ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

**3. <u>การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัยในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี</u>**

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัยนั้น ได้ทำการศึกษาในช่วงเดือนธันวาคม 2547 ถึงเดือนมีนาคม 2548 ที่แปลงทดลอง ภายในศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม การศึกษาทำโดยเพาะเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์สีดาทิพย์ 3 ลงในกระบะเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 15 วันทำการย้านต้นกล้าของมะเขือเทศลงในถุงเพาะกล้าสีดำถุงละ 1 ต้น จำนวน 300 ถุง จนกระทั่งต้นกล้ามะเขือเทศมีอายุ 30 วัน จึงนำมาวางบนแปลงกลางแจ้งขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร โดยวางถุงของต้นกล้ามะเขือเทศแบ่งเป็น 30 กลุ่ม ๆ ละ 10 ต้น (วางตามแผนการทดลองแบบ CRD 10 กรรมวิธี และ 3 ซ้ำ ซึ่ง 1 กลุ่มถือเป็น 1 กรรมวิธี) โดยที่ 1 แถว จะมี 10 กลุ่ม ระยะห่างระหว่างกลุ่มและแถวคือ 30x30 เซนติเมตร เมื่อต้นมะเขือเทศมีอายุ 40 วัน ใช้พู่กันจุ่มน้ำหมาดๆ เขี่ยตัวเต็มวัยเพศเมียของเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* นำไปปล่อยบนต้นมะเขือเทศจำนวน 4 ตัวต่อต้นคลุมต้นมะเขือเทศด้วยมุ้งตาข่าย รดน้ำตามปกติวันละ 2 ครั้ง หลังจากนั้น 14 วัน เพลี้ยแป้งมีปริมาณมากขึ้นทำการบันทึกจำนวนเพลี้ยแป้งก่อนทำการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นในวันเดียวกัน นำตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทั้ง 3 วัย ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงซึ่งทำการเพะเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* เป็นอาหารจากห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27$\pm$2 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 70$\pm$5 ไปปลดปล่อยในแปลงทดลอง ตามแผนการแบบ CRD 10 กรรมวิธี และ 3 ซ้ำ ดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 1 จำนวน 50 ตัว
กรรมวิธีที่ 2 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 1 จำนวน 100 ตัว
กรรมวิธีที่ 3 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 1 จำนวน 200 ตัว
กรรมวิธีที่ 4 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 2 จำนวน 50 ตัว
กรรมวิธีที่ 5 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 2 จำนวน 100 ตัว
กรรมวิธีที่ 6 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 2 จำนวน 200 ตัว
กรรมวิธีที่ 7 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 3 จำนวน 50 ตัว
กรรมวิธีที่ 8 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 3 จำนวน 100 ตัว
กรรมวิธีที่ 9 ปลดปล่อยตัวอ่อนวัยที่ 3 จำนวน 200 ตัว
กรรมวิธีที่ 10 จะไม่ปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส

หลังจากปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส นำมุ้งตาข่ายสีขาวมาคลุมต้นมะเขือเทศทุกกรรมวิธี ทำการบันทึกจำนวนเพลี้ยแป้งที่เหลืออยู่หลังจากปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสแล้วเป็นเวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง 5, และ 10 วัน หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าประสิทธิภาพการควบคุม (control efficiency percentage) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้จาก (Püntener, 1981) และวิเคราะห์ทางสถิติ ของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัยต่อการควบคุมเพลี้ยแป้ง จากสูตรดังต่อไปนี้

Control efficiency percentage (%) = [1- (Ta/Ca x Cb/Tb) ] 100

Tb = จำนวนของแมลงก่อนทำการทดลองในแต่ละกรรมวิธี (Treatment)

Ta = จำนวนของแมลงหลังจากทำการทดลองในแต่ละกรรมวิธี (Treatment)

Cb = จำนวนของแมลงก่อนทำการทดลองในกรรมวิธีที่ควบคุม (Control)

Ca = จำนวนของแมลงหลังทำการทดลองในกรรมวิธีที่ควบคุม (Control)

**4. สถานที่ทำการทดลอง**

แปลงทดลองและห้องปฏิบัติการภายในศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

**5. ระยะเวลาในการวิจัย**

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548

# ผล

## 1. การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

การศึกษาวงชีวิตของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* โดยเริ่มต้นที่เก็บระยะไข่จากแปลงชบา บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จากนั้นนำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิ 27.5±2 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 75±2°C โดยเพาะเลี้ยงด้วยอาหาร 2 ชนิด มีผลการศึกษาดังนี้

### 1.1 ชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus*

ระยะไข่ (Egg) ตัวเต็มวัยเพศเมียของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มักวางไข่เป็นฟองเดี่ยว บนผนังด้านในของภาชนะที่ทำการเพาะเลี้ยง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ท่อพีวีซี สูง 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ปิดด้วยผ้าขาวบางทั้งสองด้านในการเพาะเลี้ยง พบว่าตัวเต็มวัยเพศเมียของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะวางไข่บริเวณด้านในของผนังท่อพีวีซี ไข่มีลักษณะกลมรีสีเขียวอ่อน มีก้านชูไข่ (stalk) สีขาวใส (รูปที่ 1a) เมื่อมีอายุมากขึ้นไข่จะมีสีน้ำตาลอ่อน และเมื่อใกล้ฟักไข่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ไข่มีความกว้างเฉลี่ย 0.4±0.2 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 0.9±0.3 มิลลิเมตร ไข่ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีอายุเฉลี่ย 3$\pm$0.31 วันจึงจะฟักออกมาเป็นระยะตัวอ่อนวัยที่ 1

ระยะตัวอ่อน (Larva) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีส่วนหัวที่เด่นชัดโดยเฉพาะส่วนปาก ส่วนหัวมีแผ่นแข็งเห็นได้เด่นชัด ส่วนของ frons, clypeus และริมฝีปากบนจะเห็นได้ไม่ชัดเจน ตัวอ่อนมีตาเดี่ยวอยู่ทางด้านข้างของส่วนหัวเป็นกลุ่ม จะเห็นหนวดได้ชัด ปกติฐานของหนวดจะอยู่ใกล้กับกราม หนวดมี 2-5 ปล้อง ส่วนหัวของตัวอ่อนจะเป็นแบบ prognathous กราม และ maxillae ติดกันโดยมีท่อที่สามารถปล่อยน้ำลายได้ และใช้ดูดของเหลวจากเหยื่อ กรามมีลักษณะแข็งโค้งเข้าทางด้านในคล้ายเคียว ส่วนอกมีขาสามคู่ และปล้องท้องมี 9-10 ปล้อง ส่วนอกของตัวอ่อนจะประกอบด้วยปล้อง 3 ปล้อง เห็นได้ชัดเจน ปลายส่วนอกจะมีกระจุกเส้นขน (empodium) ยาวเห็นได้ชัดเจน อกปล้องที่ 1 จะมีขนาดเล็กกว่าอกปล้องที่ 2 และอกปล้องที่ 3 ซึ่งอกปล้องที่ 3 จะมีขาดใหญ่สุด ส่วนอกจะมีขาปล้องละคู่ ประกอบด้วย coxa, trochanter, femur, tibia และ tarsus และมีเล็บ 2 อัน ส่วนท้องมี 9-10 ปล้อง ซึ่งแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีระยะตัวอ่อน 3 วัยดังต่อไปนี้

ตัวอ่อนวัยที่ 1 (รูปที่ 1b) เมื่อเริ่มฟักออกจากไข่ใหม่ ลำตัวจะมีสีน้ำตาลอ่อน หลังจากที่ตัวอ่อนวัยที่ 1 ฟักออกจากไข่จะเริ่มกินอาหารทันที ซึ่งอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เป็นตัวห้ำตั้งแต่วัยที่ 1 โดยมีกรามยาวโค้งยื่นออกไปทางด้านหน้าเพื่อทำลายเหยื่อ กินเหยื่อโดยใช้กรามทั้งสองข้างเจาะเข้าไปบนผนังลำตัวของเหยื่อ ซึ่งกรามนั้นจะมีรูทำให้ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ดูดของเหลวจากภายในลำตัวของเหยื่อได้ หลังจากที่ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ดูดของเหลวจากภายในลำตัวของเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* เสร็จแล้วจะใช้เขี้ยวยกเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ที่ตายแล้วขึ้นบนหลัง เพื่อที่จะใช้ผงแป้งสีขาวของเพลี้ยแป้งปกคลุมลำตัว เพื่อจะพรางตัวคล้ายกับเพลี้ยแป้งซึ่งเป็นเหยื่อ ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 มีขนาดลำตัวกว้าง 0.21±0.01 มิลลิเมตร ยาว 1.01±0.06 มิลลิเมตร มีอายุ 3±0.51 วัน

ตัวอ่อนวัยที่ 2 (รูปที่ 1c) มีสีของลำตัวด้านหลังเป็นสีเทาอ่อน สีของลำตัวด้านท้องเป็นสีครีม แต่บริเวณด้านหลังของลำตัวปกคลุมด้วยผงแป้งสีขาว ลำตัวของระยะตัวอ่อนมีผงแป้งสีขาวปกคลุมลำตัวมากกว่าตัวอ่อนวัยที่ 1 ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 มีขนาดลำตัวกว้าง 2.1±0.10 มิลลิเมตร ยาว 4.07±0.07 มิลลิเมตร มีอายุ 3±0.44 วัน

ตัวอ่อนวัยที่ 3 (รูปที่ 1d) มีสีของลำตัวด้านหลังเป็นสีเทาอ่อน สีของลำตัวด้านท้องเป็นสีครีม แต่บริเวณด้านหลังของลำตัวปกคลุมด้วยผงแป้งสีขาว ลำตัวของระยะตัวอ่อนวัยที่ 3 มีผงแป้งสีขาวปกคลุมลำตัวมากกว่าตัวอ่อนวัยที่ 1 และตัวอ่อนวัยที่ 2 ตัวอ่อนวัยที่ 3 มีขนาดลำตัวกว้าง 3.55±0.09 มิลลิเมตร ยาว 7.72±1.58 มิลลิเมตร มีอายุ 3±0.50 วันและเมื่อเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ ลำตัวของตัวอ่อนวัยที่ 3 จะไม่ผงแป้งปกคลุมลำตัว ลำตัวจะมีสีเทา และจะเริ่มถักเส้นใยที่มีลักษณะเหนียว สีขาวปกคลุมลำตัวระยะก่อนเข้าดักแด้มีอายุเฉลี่ย 1±0.24 วัน ระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทั้ง 3 วัยมีอายุประมาณ 9-12 วัน

ระยะดักแด้ (Pupa) (รูปที่ 1e) ตัวอ่อนวัยสุดท้ายของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะสร้างเส้นใยสีขาวปกคลุมลำตัว และเข้าดักแด้อยู่ภายใน มักเข้าดักแด้ติดกับใบและกิ่งของพืช หรือภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ขนาดของดักแด้มีความกว้าง 5±0.08 มิลลิเมตร ยาว 4.97±0.07 มิลลิเมตร ดักแด้มีอายุ 9-14 วัน

ตัวเต็มวัย (Adult) (รูปที่ 1f) มีสีของลำตัวสีเขียวแกมเหลือง มีตารวมสีแดง ปีกบางใส ส่วนท้องของเพศเมียมีลักษณะกลมมน ปลายท้องแหลม ในตัวเต็มวัยเพศผู้มีลักษณะเพรียว ปลายท้องตัดตรง เพศเมียมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าเพศผู้ ขนาดลำตัวของตัวเต็มวัยเพศเมียกว้าง 1.54±0.05

มิลลิเมตร ยาว 9.59±0.11 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยเพศผู้มีความกว้าง 1.06±0.07 มิลลิเมตร ความยาว 7.07±0.06 มิลลิเมตร หลังจับคู่ผสมพันธุ์ 2-3 วัน จึงเริ่มวางไข่ ตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัวสามารถวางไข่ได้วันละ 14.55±7.13 ฟอง ในตลอดช่วงอายุสามารถวางไข่ได้ 113.55±19.39 ฟองต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ซึ่งตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้มีอายุ 16±6.40 วัน และ 11±4.72 วันตามลำดับ โดยเพศเมียและเพศผู้มีวงจรชีวิตประมาณ 21-52 วัน และ 21-47 วัน ตามลำดับ ในธรรมชาติตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะกินของเหลวที่ขับออกมาจากลำตัวของเพลี้ยแป้ง (honeydew) และน้ำหวานจากเกสรดอกไม้เป็นอาหาร ซึ่งระยะการเจริญเติบโตของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** ระยะการเจริญเติบโตในแต่ละวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ภายในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27.5±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2%

| ระยะการเจริญเติบโต | ช่วงของการเจริญเติบโต (วัน) | ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วัน) |
|---|---|---|
| **ไข่** | 2-3 | 3±0.31 |
| **ตัวอ่อนวัยที่ 1** | 3-4 | 3±0.51 |
| **วัยที่ 2** | 3-4 | 3±0. 44 |
| **วัยที่ 3** | 3-4 | 3±0.50 |
| **ดักแด้** | 9-14 | 13±1.68 |
| **ตัวเต็มวัย: เพศเมีย** | 1-23 | 16±6.40 |
| **เพศผู้** | 1-18 | 11±4.72 |

1.2 ชีววิทยาของแมลงช้างปีกใสเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora*

การศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อทำการเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora* ในห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิ 27.5±2 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 75±2°C ซึ่งจากการศึกษา โดยมีรายละเอียดในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตดังต่อไปนี้

ระยะไข่ (Egg) ไข่มีลักษณะกลมรีสีเขียวอ่อน มีก้านชูไข่ (stalk) สีขาวใสคล้ายเส้นด้าย เมื่อมีอายุมากขึ้นไข่จะมีสีน้ำตาลอ่อน และเมื่อใกล้ฟักไข่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ไข่มีความกว้างเฉลี่ย 0.3±0.2 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 0.8±0.4 มิลลิเมตร ไข่ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีอายุเฉลี่ย 3$\pm$0.51 วันจึงจะฟักออกมาเป็นระยะตัวอ่อนวัยที่ 1

ระยะตัวอ่อน (Larva) ขนาดลำตัวของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อทำการเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora* มีขนาดเล็กกว่าขนาดลำตัวของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่เพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* (ภาพที่ 3) ระยะตัวอ่อน 3 วัยดังต่อไปนี้

ตัวอ่อนวัยที่ 1 เมื่อเริ่มฟักออกจากไข่ใหม่ ลำตัวจะมีสีน้ำตาลอ่อน หลังจากที่ตัวอ่อน (ภาพที่ 2) วัยที่ 1 ฟักออกจากไข่จะเริ่มกินอาหารทันที หลังจากผ่านไป 1 วันลำตัวจะมีสีครีม มีเส้นสีดำ 1 เส้นพาดตรงกลางด้านหลังของลำตัว และมีแต้มสีดำพาดตามขวางของลำตัว ลำตัวเกลี้ยงไม่มีเศษอาหารปกคลุมลำตัว กรามยาวโค้งยื่นออกไปทางด้านหน้าเพื่อทำลายเหยื่อ ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 มีขนาดลำตัวกว้าง 0.18±0.03 มิลลิเมตร ยาว 0.98±0.07 มิลลิเมตร มีอายุ 3$\pm$0.60 วัน

ตัวอ่อนวัยที่ 2 มีสีของลำตัวมีสีครีม มีเส้นสีดำ 1 เส้นพาดตรงกลางด้านหลังของลำตัว และมีแต้มสีดำพาดตามขวางของลำตัว บริเวณด้านหลังของลำตัวเกลี้ยงไม่มีเศษอาหารปกคลุมลำตัวคล้ายตัวอ่อนวัยที่ 1 สีของลำตัวด้านท้องเป็นสีครีม ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 มีขนาดลำตัวกว้าง 1.1±0.12 มิลลิเมตร ยาว 2.05±0.09 มิลลิเมตร มีอายุ 3$\pm$0.54 วัน

ตัวอ่อนวัยที่ 3 สีของลำตัวมีสีครีม มีเส้นสีดำ 1 เส้นพาดตรงกลางด้านหลังของลำตัว และมีแต้มสีดำพาดตามขวางของลำตัว บริเวณด้านหลังของลำตัวเกลี้ยงไม่มีเศษอาหารปกคลุมลำตัวคล้ายตัวอ่อนวัยที่ 1 และตัวอ่อนวัยที่ 2 ตัวอ่อนวัยที่ 3 มีขนาดลำตัวกว้าง 1.70±0.07 มิลลิเมตร ยาว 3.86±1.49 มิลลิเมตร มีอายุ 6$\pm$1.74 วันและเมื่อเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้จะเริ่มถัก

เส้นใยที่มีลักษณะเหนียว สีดำปกคลุมลำตัวระยะก่อนเข้าดักแด้มีอายุเฉลี่ย 1±0.57 วัน ระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทั้ง 3 วัยมีอายุประมาณ 12-16 วัน

ระยะดักแด้ (Pupa) ตัวอ่อนวัยสุดท้ายของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะสร้างเส้นใยสีดำปกคลุมลำตัว และเข้าดักแด้อยู่ภายใน มักเข้าดักแด้ติดกับภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ขนาดของดักแด้มีความกว้าง 2.6±0.14 มิลลิเมตร ยาว 2.48±0.52 มิลลิเมตร ดักแด้มีอายุ 18-20 วัน

ตัวเต็มวัย (Adult) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีสีของลำตัวสีเขียวแกมเหลือง มีตารวมสีแดง ปีกบางใส ส่วนท้องของเพศเมียมีลักษณะกลมมน ปลายท้องแหลม ในตัวเต็มวัยเพศผู้มีลักษณะเพรียว ปลายท้องตัดตรง เพศเมียมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าเพศผู้ ขนาดลำตัวของตัวเต็มวัยเพศเมียกว้าง 1.24±0.05 มิลลิเมตร ยาว 8.44±0.48 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยเพศผู้มีความกว้าง 0.96±0.14 มิลลิเมตร ความยาว 6.95±0.06 มิลลิเมตร หลังจับคู่ผสมพันธุ์ 2-3 วัน จึงเริ่มวางไข่ ตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัวสามารถ ในตลอดช่วงอายุสามารถวางไข่ได้ 54±5.14 ฟอง ซึ่งตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้มีอายุ 9±3.40 วัน และ 5±2.43 วันตามลำดับ โดยเพศเมียและเพศผู้มีวงจรชีวิตประมาณ 33-48 วัน และ 33- 44 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และตารางที่ 3)

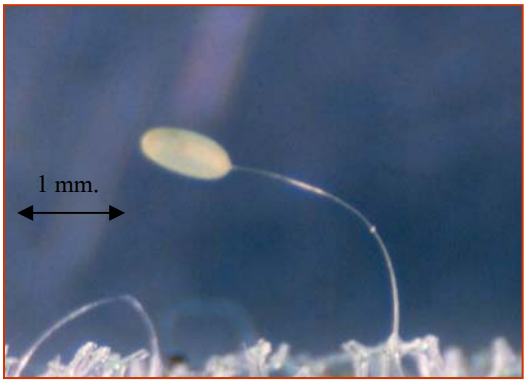
**ตารางที่ 2** แสดงระยะการเจริญเติบโตของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ภายในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27.5±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2%

| ระยะการเจริญเติบโต | ช่วงของการเจริญเติบโต (วัน) | ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วัน) |
|---|---|---|
| **ไข่** | 2-3 | 3±0.51 |
| **ตัวอ่อนวัยที่ 1** | 3-4 | 3±0.60 |
| **วัยที่ 2** | 3-4 | 3±0.54 |
| **วัยที่ 3** | 6-8 | 6±1.74 |
| **ดักแด้** | 18-20 | 18±1.27 |
| **ตัวเต็มวัย: เพศเมีย** | 1-9 | 9±7.40 |
| **เพศผู้** | 1-5 | 5±5.43 |

**ตารางที่ 3** ขนาดลำตัวของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* และเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ภายในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27.5±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% % RH

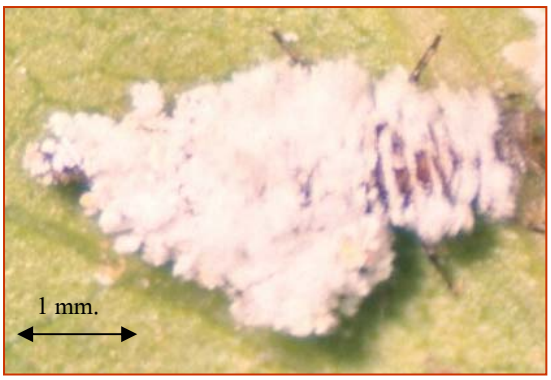
| ระยะการเจริญเติบโต | ความกว้างของลำตัว (มิลลิเมตร) | | ความยาวของลำตัว (มิลลิเมตร) | |
|---|---|---|---|---|
| | ***M. hirsutus*** | ***A. craccivora*** | ***M. hirsutus*** | ***A. craccivora*** |
| | **ค่าเฉลี่ย± SD** | **ค่าเฉลี่ย± SD** | **ค่าเฉลี่ย± SD** | **ค่าเฉลี่ย± SD** |
| **ไข่** | 0.4±0.2 | 0.3±0.2 | 0.9±0.3 | 0.8±0.4 |
| **ตัวอ่อนวัยที่ 1** | 0.21±0.01 | 0.18±0.03 | 1.01±0.06 | 0.98±0.07 |
| **วัยที่ 2** | 2.1±0.10 | 1.1±0.12 | 4.07±0.07 | 2.05±0.09 |
| **วัยที่ 3** | 3.55±0.09 | 1.70±0.07 | 7.72±1.58 | 3.86±1.49 |
| **ดักแด้** | 5±0.08 | 2.6±0.14 | 4.97±0.07 | 2.48±0.52 |
| **ตัวเต็มวัย:เพศเมีย** | 1.54±0.05 | 1.24±0.05 | 9.59±0.11 | 8.44±0.48 |
| **เพศผู้** | 1.06±0.07 | 0.96±0.14 | 7.07±0.06 | 6.95±0.06 |

SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน




a. ไข่

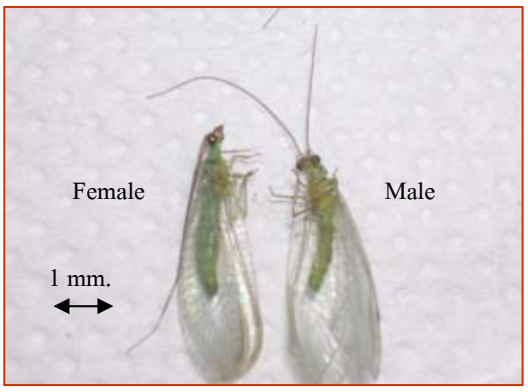
b. ตัวอ่อนวัยที่ 1




c. ตัวอ่อนวัยที่ 2

d. ตัวอ่อนวัยที่ 3

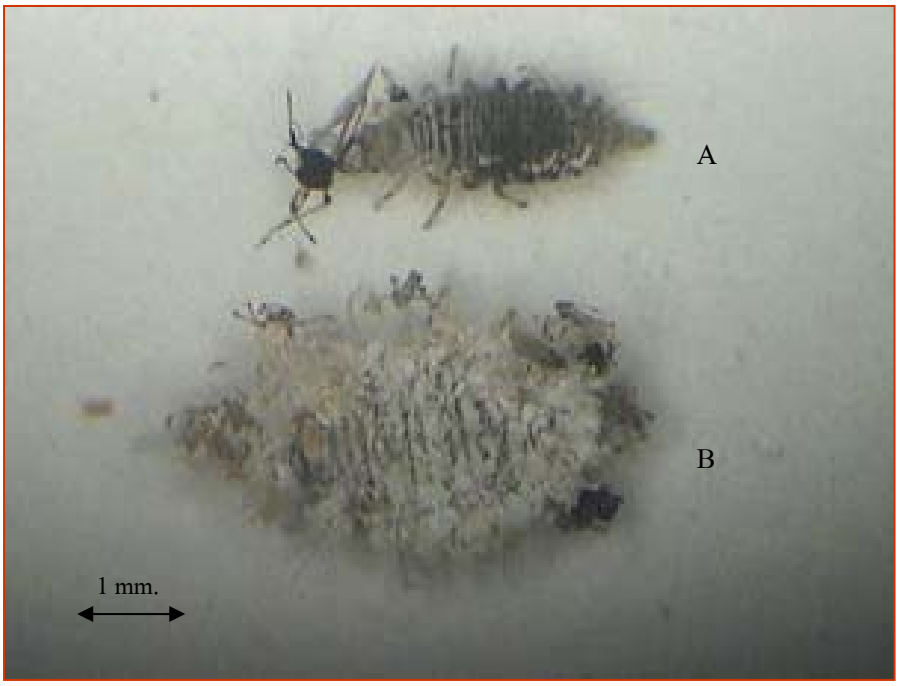
e. ดักแด้




f. ตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้

**ภาพที่ 1** ลักษณะทางชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus*

**ภาพที่ 2** ตัวอ่อนวัยที่ 3 ของ *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora*




**ภาพที่ 3** ความแตกต่างระหว่างตัวอ่อนวัยที่ 3 ของ *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* (A) และเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* (B)

1.3 การกินอาหารของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

ผลการศึกษาการกินอาหารของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อทำการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนวัยต่างๆ ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* พบว่าตัวอ่อนวัยที่ 1 วัยที่ 2 และวัยที่ 3 สามารถกินเพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 19.10±1.12, 38.55±1.90 และ 20.95±2.19 ตัว ตามลำดับ และผลจากการศึกษาการกินอาหารของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* พบว่าตัวอ่อนวัยที่ 2 เป็นระยะที่แมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีความสามารถในการกินเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ได้มากที่สุด ตัวอ่อนตั้งแต่วัยที่ 1-3 ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* สามารถกินเพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 78.45$\pm$3.09 ตัว โดยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 สามารถกินเพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 6.15$\pm$0.37 ตัวต่อวัน ตัวอ่อนวัยที่ 2 สามารถกินเพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 12.55$\pm$0.59 ตัวต่อวัน และตัวอ่อนวัยที่ 3 สามารถกินเพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 8.85$\pm$1.14 ตัวต่อวัน ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ตั้งแต่ตัวอ่อนวัยที่ 1-3 ใช้เวลาทั้งหมด 9$\pm$0.57 วัน (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** อัตราการกินของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในการกินเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ตลอดช่วงอายุขัย ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2%

| ตัวอ่อนของ *P. ramburi* (ตัวที่) | จำนวนเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ที่ถูกกินในแต่ละวัยของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | วัยที่ 1 | วัยที่ 2 | วัยที่ 3 | รวม |
| 1 | 18 | 36 | 19 | 73 |
| 2 | 21 | 42 | 21 | 84 |
| 3 | 20 | 40 | 20 | 80 |
| 4 | 18 | 41 | 23 | 82 |
| 5 | 19 | 36 | 24 | 79 |
| 6 | 21 | 37 | 21 | 79 |
| 7 | 20 | 36 | 20 | 76 |
| 8 | 18 | 39 | 18 | 72 |
| 9 | 21 | 38 | 18 | 77 |
| 10 | 18 | 38 | 19 | 75 |
| 11 | 18 | 40 | 20 | 78 |
| 12 | 19 | 38 | 21 | 78 |
| 13 | 19 | 41 | 20 | 80 |
| 14 | 18 | 40 | 19 | 77 |
| 15 | 20 | 38 | 18 | 76 |
| 16 | 19 | 38 | 24 | 81 |
| 17 | 18 | 39 | 23 | 80 |
| 18 | 19 | 37 | 24 | 80 |
| 19 | 20 | 36 | 23 | 79 |
| 20 | 18 | 41 | 24 | 83 |
| **ช่วงของจำนวนเพลี้ยแป้ง** | **18-21** | **36-42** | **18-24** | **72-84** |
| **ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** | **19.10±1.12** | **38.55±1.90** | **20.95±2.19** | **78.45±3.09** |

1.4 ความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

ผลการศึกษาจากการนำตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จำนวน 20 คู่ มาจับคู่ผสมกันจนสิ้นอายุขัยพบว่า เพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ กระจัดกระจายตามผนังด้านในของกล่องพลาสติก และบนผ้าขาวบางที่ทำการเพาะเลี้ยง เพศเมีย 1 ตัวสามารถวางไข่ได้เฉลี่ย 113.55±19.39 ฟองต่อตัว อัตราการวางไข่ 7.36±1.45 ฟองต่อวัน ตลอดอายุขัย 16±4.12 วัน คู่วางไข่ได้มากที่สุดสามารถวางไข่ได้ 146 ฟองตลอดช่วงอายุขัย 23 วัน คู่ที่วางไข่ได้น้อยที่สุดสามารถวางไข่ได้เพียง 65 ฟอง ตลอดช่วงอายุขัย 8 วัน อัตราการวางไข่สูงสุด 10.45 ฟองต่อวัน และอัตราการวางไข่ต่ำสุดคือ 4.94 ฟองต่อวัน (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** ความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ตลอดอายุขัย ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH

| ตัวเต็มวัยคู่ที่ | จำนวนไข่ที่เก็บได้ทั้งหมด (ฟอง) | อัตราการวางไข่ / วัน (ฟอง) | อายุขัยของตัวเต็มวัย (วัน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 65 | 8.12 | 8 |
| 2 | 108 | 6.75 | 16 |
| 3 | 84 | 4.94 | 17 |
| 4 | 116 | 6.82 | 17 |
| 5 | 119 | 7.00 | 17 |
| 6 | 128 | 5.56 | 23 |
| 7 | 156 | 7.09 | 22 |
| 8 | 125 | 7.81 | 16 |
| 9 | 128 | 8.53 | 15 |
| 10 | 115 | 6.76 | 17 |
| 11 | 108 | 9.00 | 12 |
| 12 | 115 | 10.45 | 11 |
| 13 | 108 | 9.00 | 12 |
| 14 | 146 | 6.34 | 23 |
| 15 | 106 | 5.88 | 18 |
| 16 | 112 | 6.58 | 17 |
| 17 | 104 | 7.42 | 14 |
| 18 | 117 | 5.85 | 20 |
| 19 | 99 | 9.90 | 10 |
| 20 | 112 | 7.46 | 15 |
| **เฉลี่ย** | 113.55±19.39 | 7.36±1.45 | 16±4.12 |

1.5 การศึกษาเปรียบเทียบอาหารที่เหมาะสมในการเพาะลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

จากการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบอาหารที่เหมาะสมของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยแมลง 2 ชนิดคือ เพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* เปรียบเทียบกับแมลงช้างที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* จากข้อมูลอัตราการเกิด อัตราการตาย สามารถที่จะคำนวณหาค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_0$) ความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ ($r_c$) อัตราการเพิ่มที่แท้จริง ($\lambda$) และช่วงอายุขัยของกลุ่ม ($T_C$) ดังนี้ จากการศึกษาพบว่าเมื่อเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* มีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_O$) มีค่าเท่ากับ 6.6669 หมายความว่า หากแมลงช้างปีกใสชั่วอายุขัยนี้เริ่มเลี้ยงจากไข่ 300 ฟอง ในชั่วอายุขัยถัดไปจะได้ไข่จำนวน 300x6.6669 = 2,000 ฟอง ในขณะที่เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* พบว่าค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_O$) มีค่าเท่ากับ 0.0629 แสดงว่าเมื่อเริ่มเลี้ยงจากไข่ 300 ฟอง ในชั่วอายุขัยถัดไปจะได้ไข่จำนวนเพียง 18.87 (300x0.0629) ฟอง แสดงว่าประชากรของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* จะมีประชากรที่ลดลง โดยที่ช่วงอายุขัยของกลุ่ม ($T_C$) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* มีค่าเท่ากับ 35.3674 วัน และ 36.1329 วัน ตามลำดับ หมายถึงกลุ่มประชากรของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* มีช่วงอายุขัยเท่ากับ 35.3674 วันและเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* พบว่ามีช่วงอายุขัยของกลุ่มมากกว่าเล็กน้อยคือ 36.1329 วัน โดยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วจะมีระยะตัวอ่อนวัยที่ 3 และดักแด้ที่ยาวนานกว่าส่วนความสามารถของการเพิ่ม ($r_c$) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* มีค่าเท่ากับ 0.056 และเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* พบว่ามีค่าความสามารถของการเพิ่มเท่ากับ 0.0739 แสดงว่าประชากรของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* และเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ต่อไปจะมีเสถียรภาพของช่วงอายุ มีอัตราการรอดชีวิตและการออกลูกที่คงที่เท่ากับ 0.056 และ 0.0739 ตามลำดับ ส่วนอัตราการเพิ่มแท้จริง ($\lambda$) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* มีค่าเท่ากับ 1.0550 และเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* มีค่าเท่ากับ 1.0767 แสดงว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* และเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้ 1.0550 และ 1.0767 เท่าทุก ๆ 3 วันตามลำดับ (ตารางที่ 6)

จากการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเหยื่อ 2 ชนิดคือ เพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* เปรียบเทียบกับแมลงช้างที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ข้อมูลที่ได้จากปริมาณของการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1

ตัว ในแต่ละช่วงอายุ ($l_xm_x$; egg curve) ช่วงอายุที่วางไข่ (x ) จำนวนตัวที่รอดชีวิต ($l_x$) และจำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมีย ($m_x$ ) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* สามารถนำมาสร้างตารางชีวิต (ตารางที่ 7 และตารางที่ 8)

เมื่อนำค่าของปริมาณของการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ในแต่ละช่วงอายุ ($l_xm_x$) มาเขียนกราฟคู่กับค่าเวลาตรงกลางของช่วงอายุที่วางไข่ (x) จะได้กราฟของเส้นโค้งแสดงปริมาณของการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว (egg curve) นำค่าของช่วงอายุที่วางไข่ (x ) กับจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียที่รอดชีวิต ($l_x$) และจำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมีย ($m_x$ ) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* และ เพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* จะปรากฏผลดังภาพที่ 4- 6

**ตารางที่ 6** แสดงคุณลักษณะทางชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และ เพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH

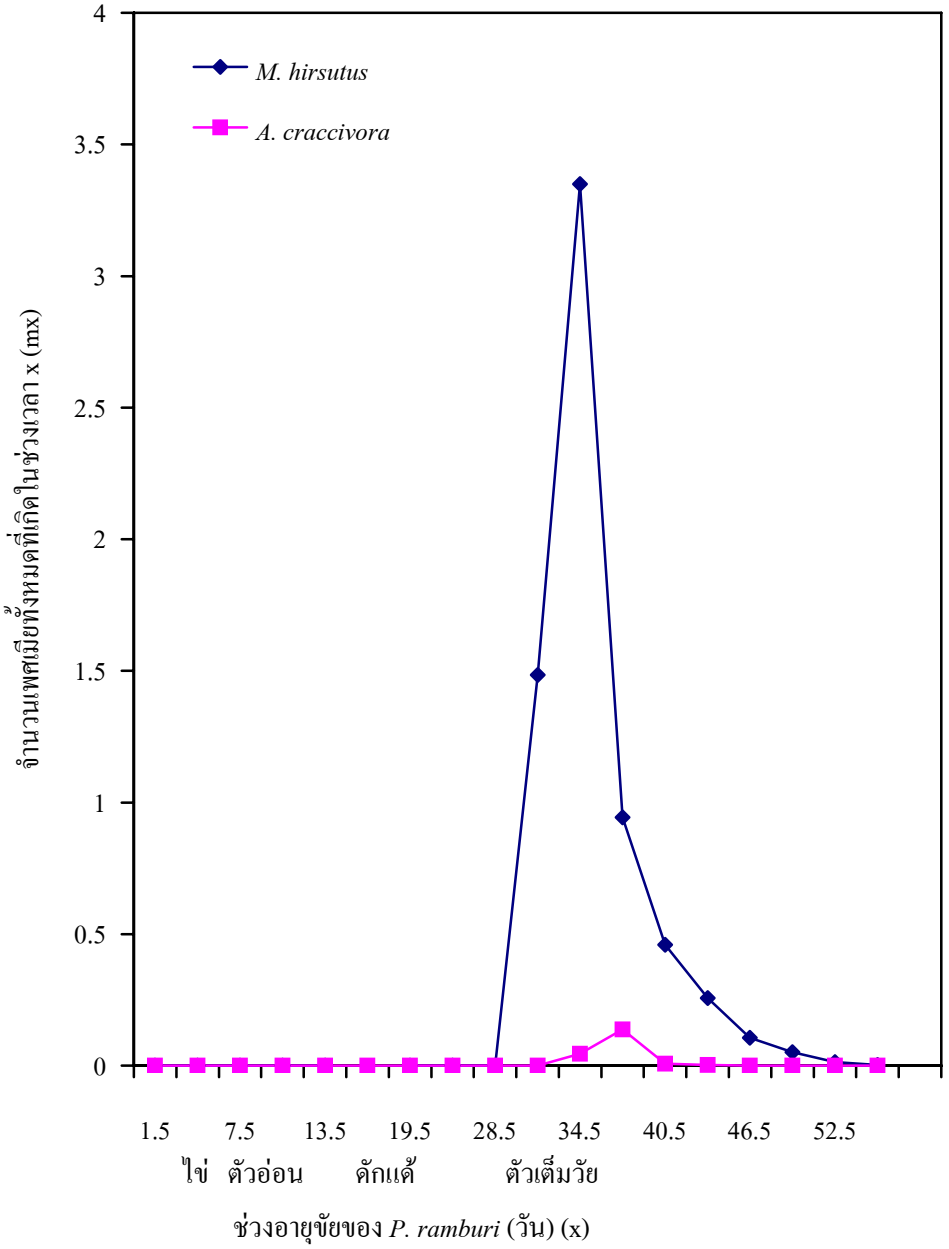
| คุณลักษณะทางชีววิทยา | อาหารที่ใช้ศึกษา | |
|---|---|---|
| | ***M. hirsutus*** | ***A. craccivora*** |
| อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_o$) | 6.6669 | 0.0692 |
| ช่วงอายุขัยของกลุ่ม ($T_c$)(วัน) | 35.3674 | 36.1329 |
| ความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ ($r_c$) | 0.0536 | 0.0739 |
| อัตราการเพิ่มที่แท้จริง ($\lambda$) | 1.0550 | 1.0767 |

**ตารางที่ 7** ตารางชีวิตแสดงอัตราการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ในแต่ละช่วงอายุและอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_0$) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ภายในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27.5±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2%

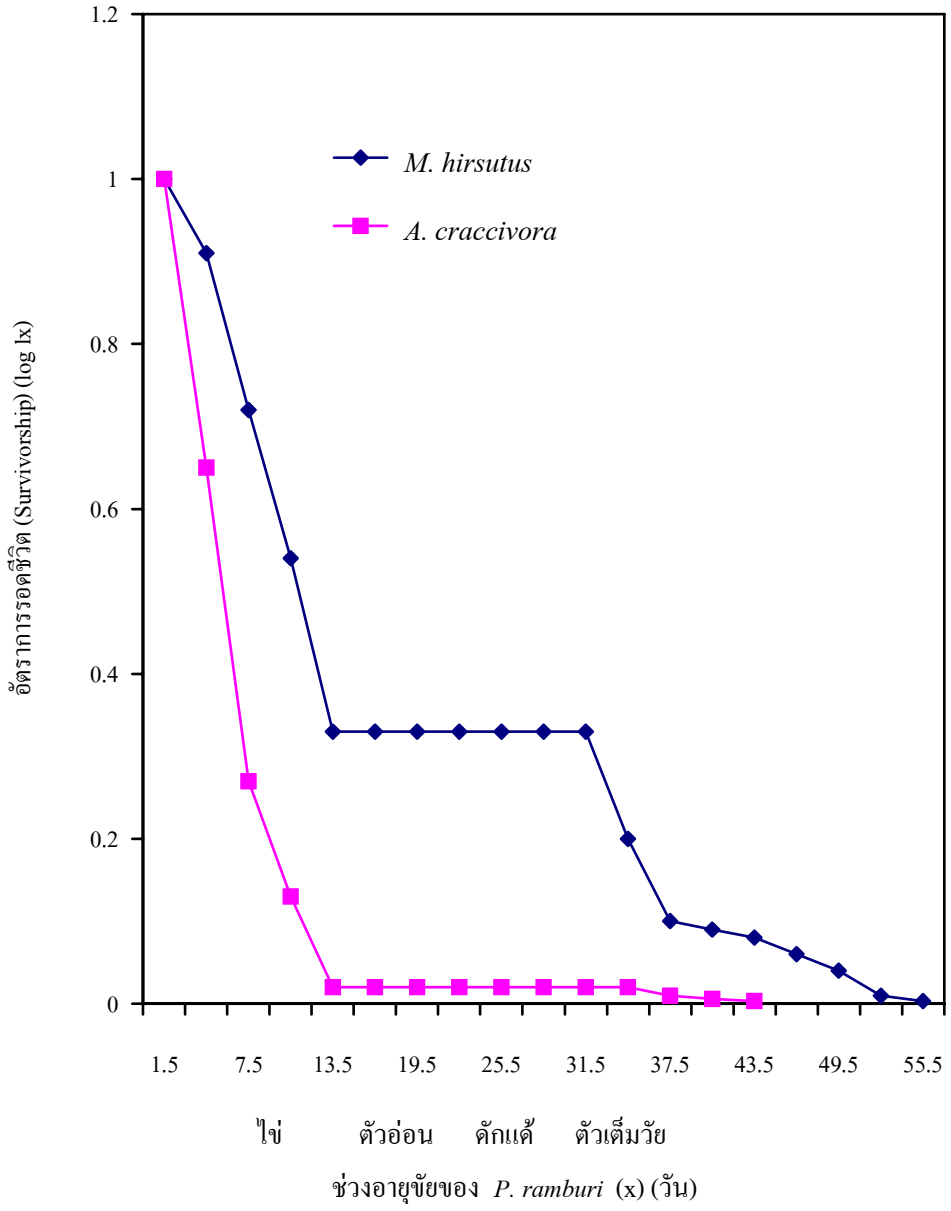
| ระยะการเจริญเติบโต | ช่วงอายุที่วางไข่ (x) | จำนวนที่รอดชีวิต ($l_x$) | จำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมีย ($m_x$) | การวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ในแต่ละช่วงอายุ ($l_xm_x$) |
|---|---|---|---|---|
| **ไข่** | 1.5 | 1.0 | 0 | 0 |
| **ตัวอ่อนวัย 1** | 4.5 | 0.91 | 0 | 0 |
| **ตัวอ่อนวัย 2** | 7.5 | 0.72 | 0 | 0 |
| **ตัวอ่อนวัย 3** | 10.5 | 0.54 | 0 | 0 |
| **ดักแด้** | 13.5 | 0.33 | 0 | 0 |
| | 16.5 | 0.33 | 0 | 0 |
| | 19.5 | 0.33 | 0 | 0 |
| | 22.5 | 0.33 | 0 | 0 |
| | 25.5 | 0.33 | 0 | 0 |
| | 28.5 | 0.33 | 0 | 0 |
| **ตัวเต็มวัย** | 31.5 | 0.33 | 4.50 | 1.4850 |
| | 34.5 | 0.20 | 16.75 | 3.3550 |
| | 37.5 | 0.10 | 9.43 | 0.9430 |
| | 40.5 | 0.09 | 5.10 | 0.4590 |
| | 43.5 | 0.08 | 3.20 | 0.2560 |
| | 46.5 | 0.06 | 1.76 | 0.1056 |
| | 49.5 | 0.04 | 1.29 | 0.0516 |
| | 52.5 | 0.01 | 1.37 | 0.0137 |
| | 55.5 | 0.003 | 1.00 | 0.003 |
| | | | **$R_0 = \sum l_xm_x = 6.669$** | |

**ตารางที่ 8** ตารางชีวิตแสดงอัตราการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ในแต่ละช่วงอายุและอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_0$) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27.5±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2%

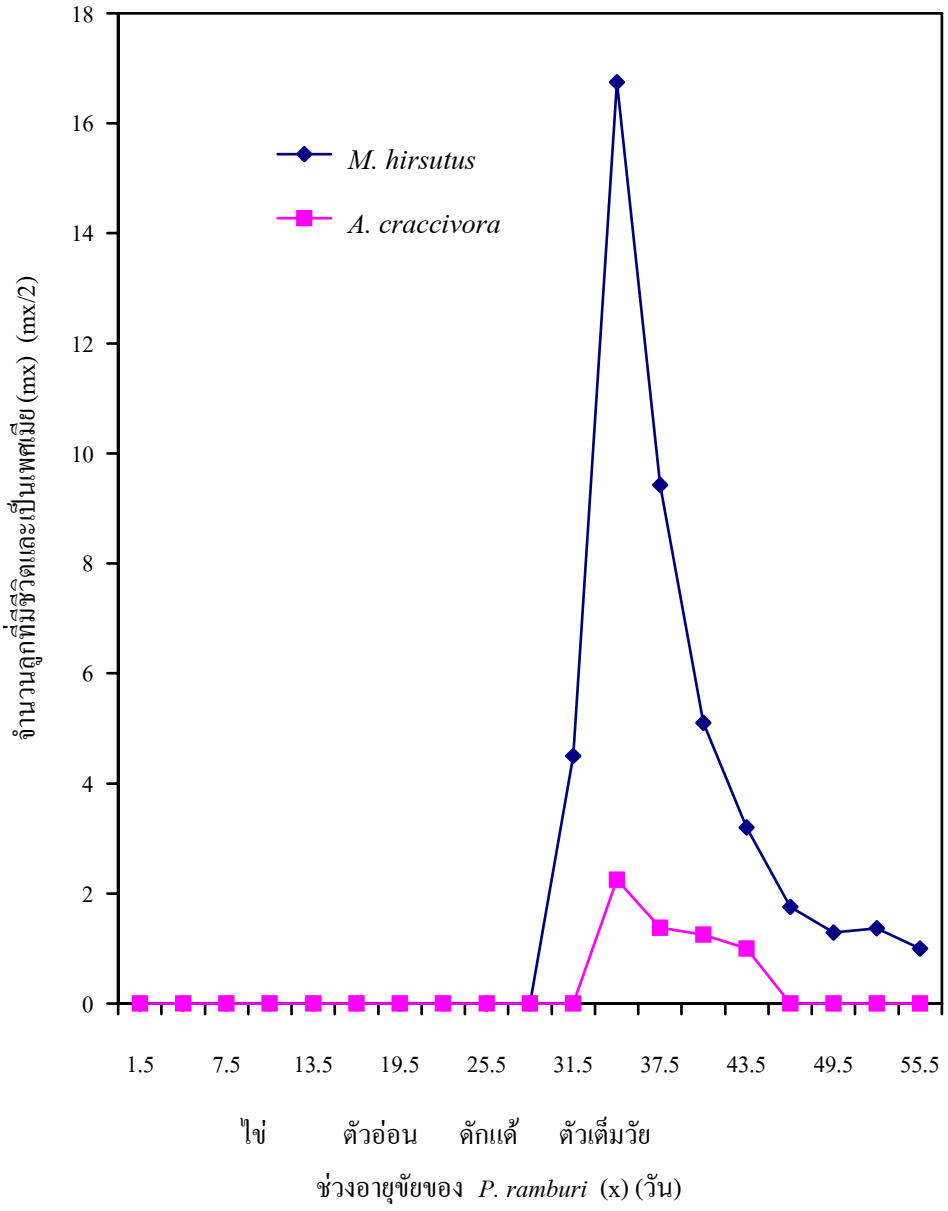
| ระยะการเจริญเติบโต | ช่วงอายุที่วางไข่ (x) | จำนวนที่รอดชีวิต ($l_x$) | จำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมีย ($m_x$) | การวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ในแต่ละช่วงอายุ ($l_xm_x$) |
|---|---|---|---|---|
| **ไข่** | 1.5 | 1.0 | 0 | 0 |
| **ตัวอ่อนวัย 1** | 4.5 | 0.65 | 0 | 0 |
| **ตัวอ่อนวัย 2** | 7.5 | 0.27 | 0 | 0 |
| **ตัวอ่อนวัย 3** | 10.5 | 0.13 | 0 | 0 |
| | 13.5 | 0.02 | 0 | 0 |
| **ดักแด้** | 16.5 | 0.02 | 0 | 0 |
| | 19.5 | 0.02 | 0 | 0 |
| | 22.5 | 0.02 | 0 | 0 |
| | 25.5 | 0.02 | 0 | 0 |
| | 28.5 | 0.02 | 0 | 0 |
| | 31.5 | 0.02 | 0 | 0 |
| **ตัวเต็มวัย** | 34.5 | 0.02 | 2.25 | 0.0450 |
| | 37.5 | 0.01 | 1.375 | 0.0137 |
| | 40.5 | 0.006 | 1.25 | 0.0075 |
| | 43.5 | 0.003 | 1.00 | 0.003 |
| | | | **$R_0 = \sum l_xm_x = 0.0692$** | |




**ภาพที่ 4** ปริมาณการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย (Egg curve) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH




**<u>ภาพที่ 5</u>** แสดงการรอดชีวิตของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH




**ภาพที่ 6** แสดงจำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมียของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH พบว่าตัวเต็มวัยเพศเมียของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะเริ่มวางไข่ในวันที่ 31 และจะวางไข่สูงสุดในวันที่ 34 หลังจากนั้นจำนวนไข่จะลดลงเรื่อยๆ ช่วงเวลาการวางไข่ ใช้เวลา 24 วัน และเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* พบว่า ตัวเต็มวัยเพศเมียของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะเริ่มวางไข่ในวันที่ 34 หลังจากนั้นจำนวนไข่จะลดลง ช่วงเวลาการวางไข่ ใช้เวลา 9 วัน จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH พบว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทุกระยะการเจริญเติบโต จะมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora* และจากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75±2% RH พบว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมียสูงกว่าเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora*

**2. การศึกษาแนวทางการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi***

จากศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* นั้นได้ทำการศึกษาปัจจัย 3 ปัจจัย ที่มีผลต่อการวางไข่ของแมลงช้างปีกใส ได้แก่ ความหนาแน่นของตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใสต่อในภาชนะที่ใช้เลี้ยง ความถี่ในการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับตัวเต็มวัย และอาหารที่เหมาะสมสำหรับตัวเต็มวัย ซึ่งได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 ความหนาแน่นของจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

ผลการศึกษาความหนาแน่นของจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ต่อภาชนะที่ใช้เพาะเลี้ยง(ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตรสูง 30 เซนติเมตร) โดยทำการเปรียบเทียบจากจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จำนวน 50, 100 และ 200 ตัว พบว่าจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีผลต่อจำนวนไข่ที่เก็บได้ในแต่ละวัน โดยจำนวนไข่ที่เก็บได้ทั้งหมดตลอดช่วงอายุขัยของตัวเต็มวัยจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามจำนวนตัวเต็มวัยที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนของไข่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,080, 3,590 และ 4,565 ฟอง เมื่อเริ่มจากทำการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จำนวน 50, 100 และ 200 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่อายุขัยเฉลี่ยของตัวเต็มวัยจะลดลงตามความหนาแน่นของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*ที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.33, 20.67 และ 14.67 วัน สำหรับแมลงช้างปีกใสจำนวน *P. ramburi* 50, 100 และ 200 ตัวตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของไข่แมลงช้างที่เก็บได้ในแต่ละวัน เทียบกับการ

เริ่มต้นด้วยแมลงช้างจำนวน 50 ตัว พบว่าหากเริ่มต้นด้วยแมลงช้าง 100 ตัว จำนวนไข่ต่อวันที่ได้จะเพิ่มขึ้นเป็น 191.67 เปอร์เซ็นต์ หรือเพิ่มขึ้น 343.99 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการใช้แมลงช้าง 200 ตัว (ตารางที่ 9 )

**ตารางที่ 9** จำนวนไข่และช่วงอายุขัยตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* โดยเปรียบเทียบจากจำนวนของตัวเต็มวัยที่ต่างกัน โดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2°C และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5%

| จำนวนตัวเต็มวัย | ผลรวมของไข่ต่อ 1 ช่วงอายุขัยของตัวเต็มวัย | | อายุขัย เฉลี่ย (วัน) | จำนวนไข่ที่ได้ในแต่ละวัน | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย (ฟอง) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | ค่าเฉลี่ย (ฟอง) | จำนวนไข่ต่อวัน (%) |
| 50 | 2,080 a[1] | 4.41 | 22.33 c | 94.12 | 100.00 |
| 100 | 3,590 b | 29.79 | 20.67 b | 180.40 | 191.67 |
| 200 | 4,565 c | 187.70 | 14.67 a | 323.76 | 343.99 |
| **CV (%)** | 2.98 | - | 3.11 | - | - |

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

2.2 ความถี่ของการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

การศึกษาความถี่ของการให้น้ำในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* พบว่า การให้น้ำด้วยความถี่ที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนไข่ที่แมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่ผลิตได้โดยการเปลี่ยนสำลีให้น้ำทุก 6, 12 และ 24 ชั่วโมง สามารถเก็บไข่ตลอดช่วงอายุของตัวเต็มวัยได้จำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 1,212, 683 และ 613.3 ฟอง ตามลำดับ ในขณะที่อายุขัยเฉลี่ยของตัวเต็มวัยไม่มีความแตกต่างกันสำหรับการเปลี่ยนสำลีให้น้ำทุก 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14, 13.67 และ 11.33 วัน ตามลำดับ โดยมีผลให้จำนวนไข่ต่อวันที่ได้เท่ากับ 57.71 และ 62.53 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเปลี่ยนสำลีให้น้ำทุก 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อคิดเทียบกับกรรมวิธีที่มีการเปลี่ยนสำลีทุก 6 ชั่วโมง (ตารางที่ 10 )

**ตารางที่ 10** จำนวนไข่และช่วงอายุขัยตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* โดยเปรียบเทียบจากความถี่ของการให้น้ำ โดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิ 27±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 70±5%

| ความถี่ของการให้น้ำ (ชั่วโมง) | ผลรวมของไข่ต่อ 1 ช่วงอายุขัยของตัวเต็มวัย | | อายุขัย เฉลี่ย (วัน) | จำนวนไข่ที่ได้ในแต่ละวัน | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | ค่าเฉลี่ย (ฟอง) | จำนวนไข่ต่อวัน (%) |
| 6 | 1,212.00 b[1] | 204.50 | 14.00 [ns] | 86.57 | 100.00 |
| 12 | 683.00 a | 2.00 | 13.67 | 49.96 | 57.71 |
| 24 | 613.30 a | 34.65 | 11.33 | 54.13 | 62.53 |
| **CV (%)** | 11.35 | - | 17.50 | - | - |

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

[ns] ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.3 อาหารที่เหมาะสมสำหรับตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

ผลการศึกษาเปรียบเทียบอาหารของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* 2 ชนิด คือ ยีสต์ผสมกับน้ำผึ้ง และเกสรผึ้งผสมกับน้ำผึ้ง พบว่าเกสรผึ้งผสมกับน้ำผึ้งให้ผลที่ดีกว่าในด้านจำนวนของไข่ที่ได้ทั้งหมดตลอดอายุขัยของตัวเต็มวัยจำนวนเริ่มต้นที่ 50 ตัว ที่เพิ่มมากขึ้น คือ 1,891 ฟอง เมื่อเทียบกับจำนวน 1,708 ฟองของไข่ที่ได้จากตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่เลี้ยงด้วยยีสต์ผสมน้ำผึ้ง สามารถเก็บไข่ตลอดช่วงอายุของตัวเต็มวัยได้จำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 122 และ 138.33 ฟองตามลำดับ สำหรับอายุขัยของตัวเต็มวัยนั้นมีค่าเฉลี่ยเป็น 14.00 และ 13.67 วัน สำหรับการเลี้ยงด้วยยีสต์ผสมน้ำผึ้ง และเกสรผึ้งผสมน้ำผึ้ง ตามลำดับ ทั้งนี้เกสรผึ้งมีผลทำให้จำนวนไข่ต่อวันที่ได้เพิ่มขึ้นเป็น 113.39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับยีสต์ที่ใช้เป็นอาหาร (ตารางที่ 11)

**ตารางที่ 11** จำนวนไข่และช่วงอายุขัยตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* โดยเปรียบเทียบจากอาหารที่เพาะเลี้ยง โดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2°C และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5%

| อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง | ผลรวมของไข่ต่อ 1 ช่วงอายุขัยของตัวเต็มวัย | | อายุขัย เฉลี่ย (วัน) | จำนวนไข่ที่ได้ในแต่ละวัน | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | ค่าเฉลี่ย (ฟอง) | จำนวนไข่ต่อวัน (%) |
| **ยีสต์+น้ำผึ้ง** | 1,708 | 97.16 | 14.00 | 122.00 | 100.00 |
| **เกสรผึ้ง+น้ำผึ้ง** | 1,891 | 12.12 | 13.67 | 138.33 | 113.39 |
| **CV (%)** | 5.25 | - | 14.95 | - | - |

**3. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัย**

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทั้ง 3 วัย ณ แปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม พบว่าในการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 ในจำนวน 100 ตัวมีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* สูงสุด รองลงมาคือการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 ในจำนวน 200 ตัว และตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 ในจำนวน 50 ตัว โดยในแต่ละกรรมวิธีให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการควบคุมเท่ากับ 98.23±0.51, 96.30±0.69 และ 96.21±3.18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งในกรรมวิธีที่ไม่มีการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* จำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 1,660 ตัว

การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัว การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัว และ การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 3 ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัว เพื่อควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมเท่ากับ 94.57±0.38, 98.23±0.51, 95.71±2.07, 96.21±3.18, 95.69±0.66, 96.30±0.69, 95.50±1.37, 95.56±0.73 และ 94.91±2.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยแต่ละกรรมวิธีให้ประสิทธิภาพในการควบคุมแตกต่างจากการไม่ใช้ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ประสิทธิภาพในการควบคุม 0 เปอร์เซ็นต์)

การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 และ การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 3 โดยการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัยให้ประสิทธิภาพในการควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัว (ประสิทธิภาพในการควบคุมเท่ากับ 94.57±0.38, 98.23±0.51 และ 95.71±2.07 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ)โดยในแต่ละอัตราในการปลดปล่อยให้ประสิทธิภาพในการควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัว (ประสิทธิภาพในการควบคุมเท่ากับ 96.21±3.18, 95.69±0.66 และ 96.30±0.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โดยในแต่ละอัตราในการปลดปล่อยให้ประสิทธิภาพในการควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 3 ในจำนวน 50, 100 และ 200 ตัว โดยในแต่ละอัตราในการปลดปล่อยให้ประสิทธิภาพในการควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ประสิทธิภาพในการควบคุมเท่ากับ 95.50±1.37, 95.56±0.73 และ 94.91±2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 12)

**ตารางที่ 12** แสดงประสิทธิภาพการควบคุม (Control effeciency percentage) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ณ แปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดย ชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

| **ตัวอ่อนของ *P. ramburi*** | **จำนวนที่ปลดปล่อย (ตัว)** | **ประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ของ *P. ramburi* ค่าเฉลี่ย±SD (%)** |
|---|---|---|
| **วัยที่ 1** | 50 | 94.57±0.38 b[1] |
| | 100 | 98.23±0.51 a |
| | 200 | 95.71±2.07ab |
| **วัยที่ 2** | 50 | 96.21±3.18 ab |
| | 100 | 95.69±0.66 b |
| | 200 | 96.30±0.69 ab |
| **วัยที่ 3** | 50 | 95.50±1.37 b |
| | 100 | 95.56±0.73 b |
| | 200 | 94.91±2.34 b |
| **Control** | 0 | 0 c |

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

# วิจารณ์

จากผลการศึกษาทางชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่เพาะเลี้ยงได้จากห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และได้ผลของลักษณะทางชีววิทยาหลายประการดังต่อไปนี้

## 1. ชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi*

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไข่ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีลักษณะกลมรีสีเขียวอ่อน มีก้านชูไข่ (stalk) สีขาวใส เมื่อมีอายุมากขึ้นไข่จะมีสีน้ำตาลอ่อน และเมื่อใกล้ฟักไข่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม หลังจากไข่ฟักออกไปแล้วไข่จะมีสีขาว ซึ่งในธรรมชาติจะพบไข่ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ถูกวางเป็นฟองเดี่ยวอยู่ตามใบพืชบริเวณที่มีอาหารของตัวอ่อนซึ่งได้แก่แมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆระบาดอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ (Hunter and Petersen, 2002) ว่าน้ำหวานที่แมลงศัตรูพืชในอันดับ Homoptera ที่ขับออกมามีผลต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสมากิน ทำให้สามารถพบไข่ของแมลงช้างปีกใสเป็นจำนวนมากบริเวณที่มีอาหารของตัวอ่อนอยู่ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ทำให้ไข่ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีลักษณะเด่นคือมีก้านชูไข่ (stalk) ที่มีลักษณะเหนียวคล้ายเส้นด้ายติดอยู่กับพื้นผิวของต้นไม้หรือภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ก้านชูไข่ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* สามารถป้องกันอันตรายจากลมและน้ำที่จะพัดพาไข่ไปที่อื่นได้ (Nordlund and Correa, 1995)

ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* กินเหยื่อโดยใช้กรามโดยมีท่อที่สามารถปล่อยน้ำลายได้ และใช้ดูดของเหลวจากเหยื่อ (Weeden *et al*., 2004) และจากการศึกษาพบว่าในระยะตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งพบว่าหลังจากที่ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* กินเหยื่อเรียบร้อยแล้ว จะใช้กรามทั้งสองข้างยกเพลี้ยแป้งชูขึ้นแตะบนสันหลังของลำตัว แล้วยกลงทำให้ผงแป้งปกคลุมลำตัวของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ ซึ่งพฤติกรรมเช่นนี้ซึ่งจะพรางตัวคล้ายกับเพลี้ยแป้งซึ่งเป็นเหยื่อ (ดวงทิพย์และคณะ, 2547) และจากการศึกษาชีววิทยาของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* พบว่าตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะไม่เก็บซากของเหยื่อไว้บนสันหลัง ต่างจาก *P. brasiliensis* และ *Chrysopa* spp. (Tauber *et al*., 2001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพฤติกรรมของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora* พบว่าบนสันหลังของแมลงช้างปีกใสชนิดนี้ปราศจากเศษซากเหยื่อ

เมื่อทำการเลี้ยงตัวอ่อนด้วยอาหารที่ต่างกันระหว่างเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* แล้วพบว่าขนาดลำตัวของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* ใหญ่กว่าที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora* ซึ่งชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแมลงช้างปีกใส (Tauber *et al*., 2001) ความสามารถในการกินเพลี้ยแป้งซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* นี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการพัฒนาการนำตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธี ด้วยประสิทธิภาพการกินเหยื่อของ *P. ramburi* รวมทั้งการพบแมลงช้างปีกใส ชนิดนี้ปะปนอยู่กับแมลงศัตรูพืชในปริมาณที่มากขึ้นในระยะเวลาที่ผ่านมา (ดวงทิพย์และคณะ, 2547) จึงนับว่าศัตรูธรรมชาติชนิดนี้มีความน่าสนใจเป็นอย่างมากที่จะศึกษาและพัฒนาเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อทำการเพาะเลี้ยง ด้วยน้ำผึ้งผสมกับยีสต์ พบว่าตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* สามารถที่จะกินอาหารดังกล่าวได้ โดยดูจากตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่ได้ตลอดช่วงอายุขัย นอกจากนี้ยังพบว่าตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ไม่มีพฤติกรรมที่กินกันเอง แต่จากการศึกษาทางชีววิทยาแมลงช้างปีกใส *P. brasiliensis* ของ Tauber *et al*. (2001) พบว่าแมลงช้างปีกใส *P. brasiliensis* ชนิดนี้มีความคล้ายคลึงกับแมลงช้างปีกใสในสกุล *Chrysopa* ซึ่งตัวเต็มวัยจะกินน้ำหวานและเกสรดอกไม้เป็นอาหาร อีกทั้งยังมีพฤติกรรมเป็นตัวห้ำและกินกันเอง ซึ่งแตกต่างจากแมลงช้างปีกใสสกุลอื่นที่อยู่ในวงศ์ Chrysopidae (Canard, 2001; Tauber *et al*., 2001) ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เพื่อเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการสามารถใช้น้ำผึ้งผสมกับยีสต์เป็นอาหารได้ เนื่องจากเป็นอาหารที่หาได้ง่าย และสะดวกต่อการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ได้เป็นจำนวนมาก

เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการวางไข่และอายุขัยของตัวเต็มวัยเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* และเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora* พบว่าอัตราการวางไข่และอายุขัยของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้งชบา *M. hirsutus* คือ 113.55±19.39 ฟอง ตัว เต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ซึ่งตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้มีอายุ 16±6.40 วัน และ 11±4.72 วันจะมากกว่าเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. cracivora* คือ 54±5.14 ฟอง ตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้มีอายุ 9±3.40 วัน และ 5±2.43 วัน ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่ทำการเพาะเลี้ยงตั้งแต่ระยะตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของแมลงช้างปีกใส (Canard and Volkovich, 2001)

การศึกษาเปรียบเทียบเหยื่อสองชนิดที่ใช้เลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* พบว่าเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* เป็นอาหารที่มีความเหมาะสมมากกว่าเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* เนื่องจากอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ($R_o$) ที่มากกว่า ซึ่งแสดงถึงจำนวนของประชากรในรุ่นอายุขัยถัดไปของแมลงช้างที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* นั้นมีค่ามากกว่าประชากรที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว เมื่อทำการเลี้ยงแมลงช้างชนิดนี้จากจำนวนไข่เริ่มต้นที่เท่ากัน ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน โดยใช้อาหารที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าปริมาณของการวางไข่ต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว ในแต่ละช่วงอายุ ($l_xm_x$) เมื่อเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* จะมีระยะเวลาในการวางไข่ 24 วัน ซึ่งสูงกว่าเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ซึ่งเวลามีระยะเวลาในการวางไข่ 9 วัน ส่วน ช่วงอายุที่วางไข่ (x ) จำนวนตัวที่รอดชีวิต ($l_x$) และจำนวนลูกที่มีชีวิตและเป็นเพศเมียโดยเฉลี่ยจากเพศเมีย (แม่) 1 ตัว ($m_x$ ) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* จะมีค่ามากกว่าเมื่อด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* เมื่อนำค่าระหว่างช่วงอายุที่วางไข่ (x ) จำนวนตัวที่รอดชีวิต ($l_x$) มาสร้างกราฟเส้นโค้งการรอดชีวิตพบว่ากราฟที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ตรงกับกราฟเส้นโค้งการรอดชีวิตของ Slobodkin (อินทวัฒน์, 2548) ที่กล่าวว่าเส้นกราฟลักษณะนี้จะปรากฏกับสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการมาก่อนเช่นใน แมลง ซึ่งจะตายมากในช่วงวัยอ่อน ช่วงอายุขัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ($T_C$) เท่ากับ 35.3674 วัน เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเท่ากับ 36.1329 วัน เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ซึ่งหมายถึงอายุขัยโดยเฉลี่ยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ส่วนความสามารถในการขยายพันธุ์ทางพันธุกรรม ($r_c$) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* มีค่าเท่ากับ 0.056 และ 0.0739 แสดงว่าประชากรของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารทั้งสองชนิดนี้ ต่อไปจะมีเสถียรภาพของช่วงอายุ มีอัตราการรอดชีวิตและการออกลูกที่คงที่เท่ากับ 0.056 และ 0.0739 ตามลำดับ ส่วนอัตราการเพิ่มแท้จริง ($\lambda$) ของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* และเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* มีค่าเท่ากับ 1.0550 และ 1.0767 แสดงว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้ 1.0550 และ 1.0767 เท่าทุก ๆ 3 วัน ตามลำดับ (อินทวัฒน์, 2548)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเลี้ยงแมลงช้างด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* น่าจะให้จำนวนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มากกว่าการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ดังนั้นการเลือกอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณของศัตรูธรรมชาตินั้น นอกจากต้องคำนึงถึงอัตราการขยายพันธุ์แล้ว ยังต้องคำนึงถึงความสะดวก และความเป็นไปได้ในการจัดหาอาหารนั้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่เป็นแมลงที่มีชีวิตที่จำเป็นต้องเลี้ยงเพิ่มปริมาณให้ได้จำนวนมาก ด้วยต้นทุนที่ไม่สูงเกินไปจนไม่สามารถปฏิบัติได้ (Nordlund and Morrison, 1992)

**2. แนวทางการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi***

แนวทางในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ซึ่งทำการศึกษาจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการวางไข่ของแมลงช้างปีกใส ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่นของจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ต่อภาชนะบรรจุ ความถี่ในการให้น้ำที่เหมาะสม และอาหารที่เหมาะสมสำหรับตัวเต็มวัย พบว่าทั้ง 3 ปัจจัยที่ทำการศึกษานั้นมีผลต่อจำนวนไข่ที่เก็บได้ทั้งหมดตลอดช่วงอายุขัยของตัวเต็มวัย โดยจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงช้างที่ใช้ในการเริ่มต้นเพื่อการเพาะเลี้ยงนั้น พบว่าจำนวนไข่ที่เก็บได้จะแปรผันตามจำนวนของตัวเต็มวัยวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่ใช้เริ่มต้น แต่จะแปรผกผันกับระยะเวลาของอายุขัยของตัวเต็มวัย แต่เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่ที่เก็บได้ต่อวันแล้ว พบว่าเมื่อเริ่มต้นด้วยจำนวนตัวเต็มวัย 200 และ 100 ตัว จะได้ไข่แมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เพิ่มขึ้นเป็น 191.67 และ 343.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการเริ่มเลี้ยงด้วยแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จำนวน 50 ตัว แมลงช้าง *P. ramburi* มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียใกล้เคียงกัน (ดวงทิพย์ และคณะ, 2547) ดังนั้นจำนวนเพศเมียที่มากกว่าทำให้ไข่ที่เก็บได้มากกว่าตามไปด้วย แม้ว่าอายุขัยจะลดลง ซึ่งมีผลให้ระยะเวลาวางไข่น้อยลงตามไปด้วย แต่เมื่อเทียบจำนวนไข่ทั้งหมดที่ได้ ประกอบกับความสะดวกในการจัดการ การใส่ตัวเต็มวัยของแมลงเริ่มต้น 100 คู่ โดยประมาณในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร นั้นเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทดสอบครั้งนี้ ซึ่งจากการศึกษาของ Morrison and Correa (1995) พบว่าภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส มีความสำคัญกับการเพิ่มจำนวนไข่ของแมลงช้างปีกใส

การศึกษาของ Weeden *et al*. (2004) พบว่าน้ำเป็นอาหารที่สำคัญของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสทุกชนิด ในธรรมชาติตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสสามารถหาน้ำกินได้จากน้ำค้าง น้ำหวานจากเกสรดอกไม้ และของเหลวที่แมลงศัตรูพืชกลุ่ม Homoptera ขับออกมา แต่ในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสในห้องปฏิบัติการต้องให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอต่อความต้องการของตัวเต็มวัย ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษาวิธีการให้น้ำที่เหมาะสม และจากการเปรียบเทียบระยะเวลาในการให้น้ำแก่ตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทุก 6 ชั่วโมง จะได้ผลรวมจำนวนของไข่ต่ออายุขัยทั้งหมดมากที่สุดจำนวน 1,212 ฟอง ซึ่งมากกว่าการเปลี่ยนน้ำที่ 12 และ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ตัวเต็มวัยในทุกกรรมวิธีมีอายุเฉลี่ยไม่ต่างกันประมาณ 14 วัน เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส ดังนั้นในการให้น้ำอย่างเพียงพอจะทำให้แมลงช้างมีความสมบูรณ์สามารถวางไข่ในปริมาณที่มาก

การศึกษาอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะใช้น้ำผึ้งเป็นอาหารหลักในการศึกษาโดยผสมกับอาหารที่ใช้เปรียบเทียบสองชนิดคือ ยีสต์ และ

เกสรผึ้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ballal and Singh (1999) พบว่าน้ำผึ้งซึ่งเป็นอาหารของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae และมีส่วนช่วยให้แมลงช้างปีกใสสามารถวางไข่ได้จำนวนมากขึ้น ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้น้ำผึ้งเป็นอาหารหลักในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ผลการศึกษาที่ได้พบว่าเกสรผึ้งนั้นมีความเหมาะสมในใช้เพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงช้างมากกว่ายีสต์ เนื่องจากแมลงช้างปีกใส ที่เลี้ยงด้วยยีสต์และน้ำผึ้งวางไข่ในหนึ่งช่วงชีวิตได้เฉลี่ยน้อยกว่าประชากรของแมลงช้างที่เลี้ยงด้วยเกสรผึ้งและน้ำผึ้ง และจากการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *C. externa* ของ Cunningham (2002) พบว่าเมื่อนำเกสรผึ้งมาใช้เพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *C. externa* สามารถวางไข่ได้ในปริมาณมาก เนื่องจากเกสรผึ้งมีธาตุอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส ทั้งนี้ในการเพาะเลี้ยงต้องดูราคาของยีสต์และเกสรผึ้งเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตเป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจเลือกชนิดอาหารของแมลงช้างชนิดนี้ด้วย ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อไป

**3. <u>ประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัย</u>**

ประสิทธิภาพของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ทั้ง 3 วัย ในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* เมื่อเริ่มต้นด้วยจำนวนตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสในแต่ละวัยด้วยจำนวน 50, 100, 200 ตัว ผลปรากฏว่าทุกกรรมวิธีที่ทำการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ปลดปล่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าการปลดปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีผลต่อการควบคุมประชากรของเพลี้ยแป้ง และจากการเปรียบเทียบวัยและอัตราการปลดปล่อยพบว่าเมื่อทำการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 1 ในจำนวน 100 ตัวจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* สูงสุด รองลงมาคือการปลดปล่อยตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 ในจำนวน 200 ตัว และตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วัยที่ 2 ในจำนวน 50 ตัว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wundrelich and Biles (1999) พบว่าระยะที่เหมาะสมในการนำแมลงช้างปีกใสวงศ์ Chrysopidae ไปปลดปล่อยในแปลงปลูกพืช คือ การนำระยะไข่ของแมลงช้างที่ใกล้ฟักและตัวอ่อนวัยที่ 1 ส่วนการนำตัวอ่อนวัย 2 และวัย 3 ไปปลดปล่อยนั้นทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการผลิต เนื่องจากระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้น ซึ่งได้แก่ค่าอาหารของตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส และค่าใช้จ่ายในด้านแรงงาน ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงเพื่อนำไปปลดปล่อยในแปลงปลูกพืชควรใช้ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ไปปลดปล่อยเหมาะสมที่สุด

ส่วนจำนวนที่ทำการปลดปล่อยนั้นต้องทำการสำรวจแปลงก่อน และนำตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสไปปลดปล่อยตามความเหมาะสมกับจำนวนของเพลี้ยแป้งที่มีอยู่ในแปลงต่อพื้นที่ปลูก ทั้งนี้ในผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้อาจแตกต่างจากแปลงปลูกพืชในสภาพทั่วไป เนื่องจากในสภาพแวดล้อมภายนอกอาจมีอยู่หลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มและลดลงของแมลงศัตรูพืช ซึ่งต่างจากการทดลองในแปลงทดลองที่มีการควบคุมอย่างแน่นอน ซึ่งนักชีววิทยาส่วนใหญ่ยอมรับว่า การเพิ่มขยายพันธุ์โดยธรรมชาติ ไม่มากก็น้อย ย่อมจะได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากอิทธิพลของปริมาณ หรือความหนาแน่นของประชากรนั้น (อินทวัฒน์, 2548) แมลงช้างปีกใสเป็นหนึ่งในแมลงที่มีศักยภาพ สามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมโดยชีววิธี อีกทั้งยังนำมาใช้ในโปรแกรมการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน (IPM) เนื่องจากแมลงชนิดนี้มีความสามารถในกินเหยื่อสูง เช่น ตลอดระยะของการเป็นตัวอ่อน *Chrysoperla carnea* กินเพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* ได้ถึง 487 ตัว หรือกินดักแด้ของแมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemicia tabaci* ได้ 511 ดักแด้ (Senior and McEwen, 2001) จากการศึกษาครั้งนี้ แม้ว่าตัวอ่อน *P. ramburi* มีความสามารถในการกินเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ได้ประมาณ 87 ตัว ซึ่งเป็นจำนวนน้อยกว่าเพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาวที่ถูกกินโดย *C. carnea* ก็ตาม แต่ทั้งเพลี้ยอ่อนฝ้ายและแมลงหวี่ขาวยาสูบนั้นมีขนาดที่เล็กกว่าเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* มาก ประกอบกับความสามารถในการกิน และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ที่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับแมลงช้างปีกใสชนิดอื่นๆ ดังนั้น *P. ramburi* จึงอาจจะมีความสามารถในการกินเพลี้ยอ่อนฝ้าย และแมลงหวี่ขาวยาสูบได้สูงเช่นกัน

นอกจากนี้การศึกษาของ Miller *et al*. (2004) พบว่าแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ยังเป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้งอีกหลายชนิดได้แก่ เพลี้ยหอย *Pulvinaria* sp. (Homoptera: Coccidae) เพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus brevipes* (Cockrell) (Homoptera: Pseudococcidae) เพลี้ยแป้ง *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) (Homoptera: Pseudococcidae) และเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) (Homoptera: Pseudococcidae) ดังนั้นจึงเหมาะอย่างยิ่งที่นำตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ไปกำจัดเพลี้ยแป้งในแปลงปลูกพืช

# สรุป

ชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* พบว่ามีระยะการเจริญเติบโต 4 ระยะด้วยกันคือ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อนซึ่งมี 3 วัย ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย วิ่งอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในครั้งนี้คือเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* เนื่องจากประชากรของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* สามารถเพิ่มปริมาณได้เมื่องเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* ทั้งในด้านขนาดและจำนวนของแมลงที่ได้ โดยตัวเต็มวัยเพศเมียของ *P. ramburi* สามารถวางไข่ได้มากที่สุด 146 ฟองตลอดช่วงอายุขัย 23 วัน

สำหรับปัจจัยที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เพื่อการเพิ่มปริมาณพบว่าจำนวนของตัวเต็มวัยจำนวน 200 ตัวเหมาะสมกับภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตรเนื่องจากตัวเต็มวัยสามรถวางไข่ได้ในปริมาณมากและสะดวกในการจัดการเพาะเลี้ยง นอกจากนี้การให้น้ำทุก 6 ชั่วโมง มีผลทำให้ปริมาณไข่เพิ่มขึ้น ในด้านอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยพบว่าเกสรผึ้งผสมกับน้ำผึ้งมีผลทำให้การวางไข่ของตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นมากกว่ายีสต์ผสมน้ำผึ้ง แต่จำนวนไข่ที่ได้จะมากกว่ากันเพียงเล็กน้อยและเมื่อเปรียบเทียบราคาระหว่างเกสรผึ้งและยีตส์พบว่ายีสต์มีราคาที่ถูกกว่า

ดังนั้นวิธีการเพาะเลี้ยงแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* เพื่อใช้สำหรับการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีที่เหมาะสมคือ

1. เมื่อตัวเต็มวัยของแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* วางไข่ทำการตัดไข่ด้วยมีดโกนหรือกรรไกร

2. หลังจากไข่ฟักออกเป็นตัวอ่อนวัยที่ 1 แล้วทำการเพาะเลี้ยงระยะตัวอ่อนด้วยเพลี้ยแป้ง *M. hirsutus* จนกระทั่งเข้าระยะดักแด้

3. เมื่อเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยควรย้ายสู่กับภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง
4. ควรให้ยีสต์ผสมกับน้ำผึ้งเป็นอาหารของตัวเต็มวัยด้วย

สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมเพลี้ยแป้งพบว่าตัวอ่อนวัยที่ 1 ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมมากกว่า 95 % จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการควบคุมเพลี้ยแป้งโดยชีววิธีต่อไป

# เอกสารและสิ่งอ้างอิง

โกศล เจริญสม และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2537. **ศัตรูธรรมชาติและแมลงศัตรูพืชในประเทศไทย.** เอกสารพิเศษฉบับที่ 6 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล. 2545. **มาตรฐานผักผลไม้และอาหารที่ตลาดต้องการ.** งานเทคโนโลยีและเมล็ดพันธุ์พืช . ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

ดวงทิพย์ กันฐา โสภณ อุไรชื่น และโกศล เจริญสม. 2547. การศึกษาชีววิทยาและการกินของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae), น. 79-85. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 43.** (สาขาพืชศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. **การควบคุมศัตรูพืชและวัชพืชโดยชีววิธี.** เอกสารพิเศษฉบับที่ 5 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

วราภรณ์ บุญยั่งยืน ศิริพร ถรสว่าง และทิพวัลย์ ณ ป้อมเพชร. 2545. เกษตรอินทรีย์. กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งที่มา http://www.doae.go.th/library/html/detail/nsfng/indexh.htm, 2 เมษายน 2545.

วิวัฒน์ เสือสะอาดและโกศล เจริญสม. 2542. **การใช้มวนตัวห้ำอูแคนทีโคน่าควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี.** เอกสารพิเศษฉบับที่ 3 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2533. **นิเวศวิทยาวิเคราะห์ในการศึกษาเกี่ยวกับแมลง.** ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____2548. **นิเวศวิทยาวิเคราะห์ทางกีฏวิทยา.** ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

Anderson, L. K., S. E. Jamie and R. Rowe. 2003. Influence of a dorsal trash-package on interactions between larvae of *Mallada signata* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). **Aus. J. Entomol.** 42: 363-366.

Ballal, C.R., S.P. Singh. 1999. Host Plant-Mediated Orientaltional and Ovipositional Behavior of Three Species of Chysopids (Neuroptera: Chrysopidae). **Biol. Control.** 16: 47-53.

Bickley, W.E. and E.G. MacLeod. 1956. A synopsis of the Neactic Chrysopidae with a key to the genera. **Proc. Entomol. Soc. Wash.** 58: 177-202.

Brooks, S. J., and P.C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Entomol.).** 59: 117-286.

Canard, M. 2001. **Natural food and feeding habits of lacewings.** Cited P.K. McEwen, T.R. New and A.E. Whittington. 1990. **Lacewings in the crop environment.** Cambridge University Press, Cambridge, UK.

_____ and T.A. Volkovich. 2001. **Outlines of lacewing development.** Cited P.K. McEwen, T.R. New and A.E. Whittington. 1990. **Lacewings in the crop environment.** Cambridge University Press, Cambridge, UK.

_____ and T.V. Volkovich. 2003. **Outlines of lacewing development.** Cited P. McEwen T.R. New and A.E. Whittington. 1990. **Lacewing in the Crop Environment.** Cambridge University Press, New York.

Cohen, A.C. and L.K. Smith. 1998. A new concept in artificial diet for *Chrysoperla rufilabris*: The efficacy of solid diets. **Biol. Control.** 13: 49-58.

Cunningham, N. 2002. **Method for producing green lacewing egg and lavae.** (Computer program). Department of Agriculture, Minnesota Department of Agriculture of biological contol program, Minnesota.

Daane, K.M. and K.S. Hagen. 2001. **An evaluation of lacewing releases in North America.** Cited P. K. McEwen, T.R. New and A.E. Whittington. 1990. **Lacewings in the crop environment.** Cambridge Univessity Press, New York.

_____ and G.Y. Yokota, Y.D. Rasmussen, Y.Z. hebg. and K.S. Hagen. 1993. Effecttiveness of leafhopper control varies with lacewing release method. **Calif. Agric.** 47(6): 19-23.

_____ and G.Y. Yokota. 1997. Release methods affect egg survival and distribution of augmentated green lacewings (Chrysopidae: Neuroptera). **Environ. Entomol.** 26: 455-464.

Duelli, P. 2001. Lacewings in field crops. Cited P.K. McEwen, T.R. New and A.E. Whittington. 1990. **Lacewings in the crop environment.** Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Gardner. J. and K. Giles. 1996. Handing and Environmental Effects on Viability of Mechanically Dispensed Green Lacewing Eggs. **Biol. Control.** 7: 245-250.

Gibson, C.M. and M.S. Hunter. 2005. Recansideration of the role of yeasts associated with Chrysoperla spp. green lacewings. **Biol. Control.** 32: 57-64.

Hassan, V.S.A. 1976. Untersuchungen zur verwendung des pradators *Chrysopa carnea* Stephen (Neuroptera: Chrysopidae) zur bekampfungdergrunen pfirsichblattlaus *Myzus persical* (Sulzer) an paprika im gewachshaus. **Z. Ang. Entomol.** 82: 234-239.

Henry, C.S., S.J. Brooks, D.Thierry, P. Duelli and J.B. Johnson. 2001. **Commercialization of predators:** recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). Cambridge Univessity Press, Cambridge, UK.

_____, _____, P. Duelli and J.B. Johnson. 2004. Discovering the true *Chrysoperla carne* (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae) using song analysis, morphology and ecology. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 95(2): 172-189.

Hunter, M.S. and M.K. Petersen. 2002. Ovipositional preference and larval early adult performance of two generalist lacewing predators of aphids in pecans. **Biol. Control.** 25: 101-109.

Kabissa, J. C. B., H. Y. Kayumbo and J.G. Yarro. 1996. Seasonal abundance of chrysopids (Neuroptera: Chrysopidae) preying on *Helicoverpa armingera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) on cotton in eastern Tanzania. **Crop Prot.** 1: 5-8.

Laughlin, R. 1965. Capacity for increase: a useful population statistics. **J. Anim. Ecol.** 34: 77-91.

Leopold, R.A. 1998. **Cold Storage of insects for integrated pest management.** Cited G.J. Hallman and D.L. Denlinger. 1990. Temperature Sensitivity in Insects and Application. **Integrated Pest Management.**

Lopez-Arroyo, J.I., C.A. Tauber and M.J. Tauber. 2000. Storage of Lacewing Eggs: Post-storage Hatching and Quality of Subsequent Larvae and Adults. **Biol. Control.** 18: 165-171.

Mehra, B. P. 1966. Biology of Chrysopa lacciperda Kimmins. **J. Bom. Nat. Hist. Soc.** 63: 215-219.

Miller, G.L., D.J. Oswald and D.R. Miller. 2004. Lacewings and Scale Insects: A Review of Predator/Prey Associations Between the Neuroptera and Coccoidae (Indecta: Neuroptera, Raphidoptera, Hemiptera). **Ann. Entomol. Soc. Am.** 97(6): 1103-1125.

_____ and D.R. Miller. 2003. Invasive soft scales (Hemiptera: Coccidae) and their threat to U.S. agriculture. **Proc. Entomol. Soc. of Wash.** 105: 832-846.

Miszczak, M. and E. Niemczyl. 1978. Green lacewing *Chrysopa carnea* Stephen (Neuroptera: Chrysopidae) as a predator of European mite Panonychus ulmi Koch on apple trees, Part II. The effectivmens of *Chrysopa carnea* larvae in control *Panonychus ulmi* Koch. **Fruit Sci. Rep.** 5: 21-30.

Morrison, R.K. 1997. A simplified larval rearing unit for the common green lacewing. Southwest. Entomol. 2: 188-190. Cited Nordlund, D.A. and J.A. Correa. 1995. Improvements in the production system for green lacewing: an adult feeding and oviposition unit and hot wire harvesting system. **Biol. Control.** 5: 179-188.

Nordlund, D.A. and J.A. Correa. 1995. Improvements in the production system for green lacewings: an adult feeding and oviposition unit and wire egg haevesting system. **Biol. Control**. 5: 179-188.

_____ and _____ 1995. Improvements in the production system for green lacewings: an adult feeding and oviposition unit and wire egg haevesting system. **Biol. Control**. 5: 179-188. Cited Finney, G.L. 1950. Mass culturing *Chrysoperla calilfornica* to obtain eggs for field distribution. **J. Econ. Entomol.** 43: 97-100.

_____ and R.K. Morrison. 1992. Mass rearing of *Chrysoperla* spp. **Advances in Insect Rearing for Research and Pest Management.**

Olkowski, W., E. Dietrick and H. Olkowskwi. 1999. The biological control industry in United Stated, Part I. **IPM Proctitioner** 14: 1-4.

Penny, N. D., C. A. Tauber and T. de Leon. 2000. A New Species of *Chrysopa* from Western North America with a Key to North American Species (Neuroptera: Chrysopidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** 93: 776-784.

_____ , P. D. Adams, and L. A. Stange. 1997. Species catalog of the Neuroptera, Megaroptera, and Raphidioptera of America north of **Macico. Proc. Carlif. Acad. Sci.** 50: 39-114.

Püntener, W. 1981. Evaluation of trail-Calculation of efficacy. **Manual for Field rials in Plant Protection.** Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited, Switzerland.

Reddy, G.V.P., A. Guerrero. 2000. Behavioral responses of the diamondblack moth, *Plutella xylostella* in cabbage fields. **Pest Manag. Sci.** 56: 882-888.

_____, E. Tabone and M.T. Smith. 2004. Mediation of host selection and oviposition behavior in the dimondblack moth *Plutella xylostella* and its predator *Chrysoperla carnea* by chemical from cole crops. **Biol. Control.** 29: 270-277.

Tauber, C.A., M. J. Tauber and G.S. Albuquebque. 2001. *Plesiochrysa brasiliensis* (Neuroptera: Chrysopidae): Larval Stages, Biology, and Taxonomic Relationships. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 94: 858-865.

_____, _____ and _____ 2001. *Plesiochrysa brasiliensis* (Neuroptera: Chrysopidae): Larval Stages, Biology, and Taxonomic Relationships. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 94: 858-865. Cited P.A. Adams 1959. Neuroptera: Ieontidae and Chrysopidae. **Insects of Micronesia**. 8: 13-33.

_____, _____ and _____ 2001. *Plesiochrysa brasiliensis* (Neuroptera: Chrysopidae): Larval Stages, Biology, and Taxonomic Belationships. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 94: 858-865. Cited P.A. Adams 1982. Plesiochrysa, a new subgenus of Chrysopa (Neuroptera). Stutudies in New World Chrysopidae, Part I. **Neurop. Int.** 2: 27-32

_____, _____, J.R. Ruberson, L.R. Milbrath, and G. S. Albuquerque. 1993. Evolution of prey specificity *via* three stept. **Experientia.** 49: 1113-1117

Tauber, M.J., C.A. Tauber and I. Lopez-Arroyo. 1997. Life-History Variation in *Chrysoperla carneas*: Implications for Rearing and Storing a Mexican Population. **Biol. Control.** 8: 185-190.

_____, _____, K.M. Daane and K.S. Hagen. 2000. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings. (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). **Am. Entomol.** 46: 26-38.

Tedders, W.L. 1978. Important biological and morphological characteristics of the foliar-feeding aphids of pecan. United States Development of Agriculture (USDA). **Technical Bulletin Number 1579**.

_____ and B.W. Wood. 1987. Field studies of three species of aphids on pecan: an improved cage for collecting honeydew and glucoze-equivalents contained in honeydew. **Entomol. Sci.** 22: 23-28.

Weeden, C., T. Shelton, Y. Li and M. Hoffmann. 2004. Biological Control: A guide to natural Enemies in North America. http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predator/chrysoperla.html.

Woolfolk, S.W., A.C. Cohen and G.D. Inglis. 2004. Morphology of the alimentary canal of *Chrysoperla rufiltris* (Neuroptera: Chrysopidae) adults in relation to microbial symbiots. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 97(4): 796-807.

Wunderlich, L.R. and D.K. Biles. 1999. Field assessment of adhesion and hatch of *Chrysoperla* eggs mechanicall applied in liquid carriers. **Biol. Control.** 14: 159-167.

Yang, I., J. Lin and C. Wu. 1998. Fine structure of the compound eye of *Mallada basalis* (Neuroptera: Chrysopidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** 91: 113-121.

# ภาคผนวก

**<u>ตารางผนวกที่ 1</u>** แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศระหว่างการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัยภายในแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (เดือนธันวาคม 2547-มีนาคม 2548)

| เดือน | อุณหภูมิสูงสุด °C | อุณหภูมิต่ำสุด °C | ความชื้นสัมพัทธ์ % | ปริมาณน้ำฝน (mm.) | ปริมาณแสงแดดต่อวัน (hrs) | ความเร็วลม (km./hrs) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ธันวาคม 2547** | 30.6 | 17.0 | 97 | 0 | 8.3 | 1.3 |
| **มกราคม 2548** | 31.6 | 19.3 | 97 | 0.2 | 7.1 | 2.2 |
| **กุมภาพันธ์** | 34.8 | 23.2 | 96 | 0.4 | 8.7 | 3.0 |
| **มีนาคม** | 34.4 | 23.3 | 94.6 | 3.5 | 8.1 | 3.0 |

**หมายเหตุ** ลักษณะอากาศทั้งหมดเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน

**<u>ภาพผนวกที่ 1</u>** ภาชนะที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* (ท่อ PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร) ภายในห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

**<u>ภาพผนวกที่ 2</u>** อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ซึ่งได้แก่ ยีสต์ (A) น้ำผึ้ง (B) และเกสรผึ้ง (C) ภายในห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยควบคุม ศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

**<u>ภาพผนวกที่ 3</u>** แปลงทดลองการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ในแต่ละวัย ภายในแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยควบคุม ศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (เดือนธันวาคม 2547-มีนาคม 2548)

# ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวดวงทิพย์ กันฐา

เกิดวันที่ 9 เดือนมกราคม พ.ศ. 2519

สถานที่เกิด อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

ประวัติการศึกษา วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2542)

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการเกษตร

สถานที่ทำงานปัจจุบัน ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง
อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ผลงานดีเด่นและ / หรือรางวัลทางวิชาการ ไม่มี

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ทุนส่วนตัว