

ชีวประวัติ แมลงศัตรูธรรมชาติ และสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวนามแดง

(*NEPHELE HESPERA*) (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)

LIFE HISTORY, INSECT NATURAL ENEMIES AND COLOR

ATTRACTION OF THE CREPUSCULAR HAWK MOTH

(*NEPHELE HESPERA*) (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AG-M-065-236

ชีวประวัติ แมลงศัตรูธรรมชาติ และสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*NEPHELE HESPERA*)

(LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)

LIFE HISTORY, INSECT NATURAL ENEMIES AND COLOR ATTRACTION OF THE

CREPUSCULAR HAWK MOTH (*NEPHELE HESPERA*) (LEPIDOPTERA:

SPHINGIDAE)



สุชีรา ด่านอรุณ

SUCHEERA DANARUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AG-M-065-236

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวประวัติ แมลงศัตรูธรรมชาติ และสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*NEPHELE HESPERA*)

(LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)

LIFE HISTORY, INSECT NATURAL ENEMIES AND COLOR ATTRACTION OF THE

CREPUSCULAR HAWK MOTH (*NEPHELE HESPERA*) (LEPIDOPTERA:

SPHINGIDAE)



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AG-M-065-236

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**LIFE HISTORY, INSECT NATURAL ENEMIES AND COLOR ATTRACTION OF THE
CREPUSCULAR HAWK MOTH (*NEPHELE HESPERA*) (LEPIDOPTERA:
SPHINGIDAE)**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2017

KMITL-2017-AG-M-065-236

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2016

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาว สุชีรา ค่านอรุณ
 วัน เดือน ปีเกิด 26 มิถุนายน 2536
 ที่อยู่ 100/50 หมู่ 12 ถนน กิ่งแก้ว ตำบล ราชาทะเว อำเภอบางพลี
 จังหวัด สมุทรปราการ 10540
 เบอร์โทร 087-0378797
 อีเมล win_air@hotmail.co.th
 ประวัติการศึกษา วท.บ. (เกษตรศาสตร์), 2557
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 งานวิจัยที่ตีพิมพ์
 สุชีรา ค่านอรุณ ภัทรภรณ์ หอมคง จรงค์ศักดิ์ พูนนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2558. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยไรแดงแอฟริกัน (*Eutetranychus africanus* (Tucker)). การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 14: 760-766.
 สุชีรา ค่านอรุณ และ สุวรินทร์ บำรุงสุข. 2560. ชีววิทยาของผีเสื้อหนอนหนามแดง *Nephele hespera* (F.) (Lepidoptera: Sphingidae). การประชุมวิชาการเกษตรพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ครั้งที่ 4.
 S. Danarun1, S. Bumroongsook and S. Tigvattananont. 2017. Color attraction of the crepuscular hawk moth (*Nephele hespera*) (Lepidoptera: Sphingidae). International Journal of Agricultural Technology. 13(3): 403-411.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ชีวประวัติ แมลงศัตรูธรรมชาติ และสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (<i>Nephele hespera</i>) (Lepidoptera : Sphingidae)
นักศึกษา	นางสาว สุชีรา คำนอรุณ
รหัสประจำตัว	58604014
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. สุวรินทร์ บำรุงสุข

บทคัดย่อ

หนามแดง (*Carissa carandas* Linn.) เป็นไม้ทรงพุ่มอยู่ในวงศ์ Apocynaceae มีน้ำยางสีขาว กิ่งก้านมีหนาม ดอกมีสีขาวหรือสีชมพูอ่อน หลอดกลีบดอกมีความยาว 2 เซนติเมตร ดอกมีกลิ่นหอมเพื่อดึงดูดแมลงเข้ามากินน้ำหวานและช่วยผสมพันธุ์ การปลูกหนามแดงเป็นการกำจัดแมลงศัตรูหนามแดงหลายชนิดได้แก่ แมลงวันผลไม้ แมลงกุ่มทอง ผีเสื้อหนอนม้วนใบ เพลี้ยแป้ง หนอนชอนใบ และผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง โดยเฉพาะหนอนผีเสื้อเหยี่ยวที่ระบาดและกัดกินใบของต้นหนามแดง

ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง *Nephele hespera* (F.) จัดอยู่ในอันดับ Lepidoptera วงศ์ Sphingidae เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของต้นหนามแดง ทำการศึกษาชีววิทยาของผีเสื้อชนิดนี้ในห้องปฏิบัติการ โดยทำการเลี้ยงหนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงด้วยใบอ่อนต้นหนามแดง ส่วนตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียเลี้ยงด้วยสารละลายน้ำผึ้งความเข้มข้น 25 % ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงจะวางไข่ฟองเดี่ยวๆ ใต้ใบของพืชอาหาร จำนวน 54-107 ฟอง/ตัว ระยะเวลาในการฟัก 2.67-3.00 วัน หนอนมี 5 วัย ความกว้างหัวกะโหลกเฉลี่ยของหนอนวัยที่ 1-5 มีค่า 0.7, 1.3, 2.44, 3.90 และ 4.64 มิลลิเมตรตามลำดับ ความยาวของคอร์ซัลสอร์น ของหนอนแต่ละวัยจากวัยที่ 1-5 เฉลี่ย 1.7, 2.81, 5.3, 6.13 และ 7.16 มิลลิเมตรตามลำดับ อายุคักแค้ 15-16 วัน ก่อนจะฟักเป็นตัวเต็มวัยและเริ่มจับคู่ผสมพันธุ์หลังจากนั้น การผสมพันธุ์เกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืน

การประเมินสีของดอกไม้ประดิษฐ์จำนวน 5 สี ได้แก่ สีเหลือง ขาว เขียว ชมพู และม่วงที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยว ผลการทดลองพบว่า ดอกไม้สีเขียวย่อมนเป็นสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมากที่สุด และดอกสีม่วงเป็นสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงน้อยที่สุด และผีเสื้อมีการดูดน้ำหวานจากดอกสีเหลืองมากที่สุด และดอกสีม่วงน้อยที่สุด

เปอร์เซ็นต์การถูกเบียนที่เกิดขึ้นในสภาพธรรมชาติในระยะไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวนามแดง ระหว่าง เดือน กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560 พบว่าเดือน ธันวาคม 2559 มีเปอร์เซ็นต์การถูกเบียน สูงสุด และในเดือน กุมภาพันธ์ 2560 มีเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนต่ำสุดและพบแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. มากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Life history, insect natural enemies and color attraction of the crepuscular hawk moth (<i>Nephele hespera</i>) (Lepidoptera: Sphingidae)
Author	Miss Sucheera Danarun
Student ID	58604014
Degree	Master of Science
Program	Agriculture
Year	2017
Advisor	Assoc. prof. Dr. Suvarin Bumroongsook

Abstract

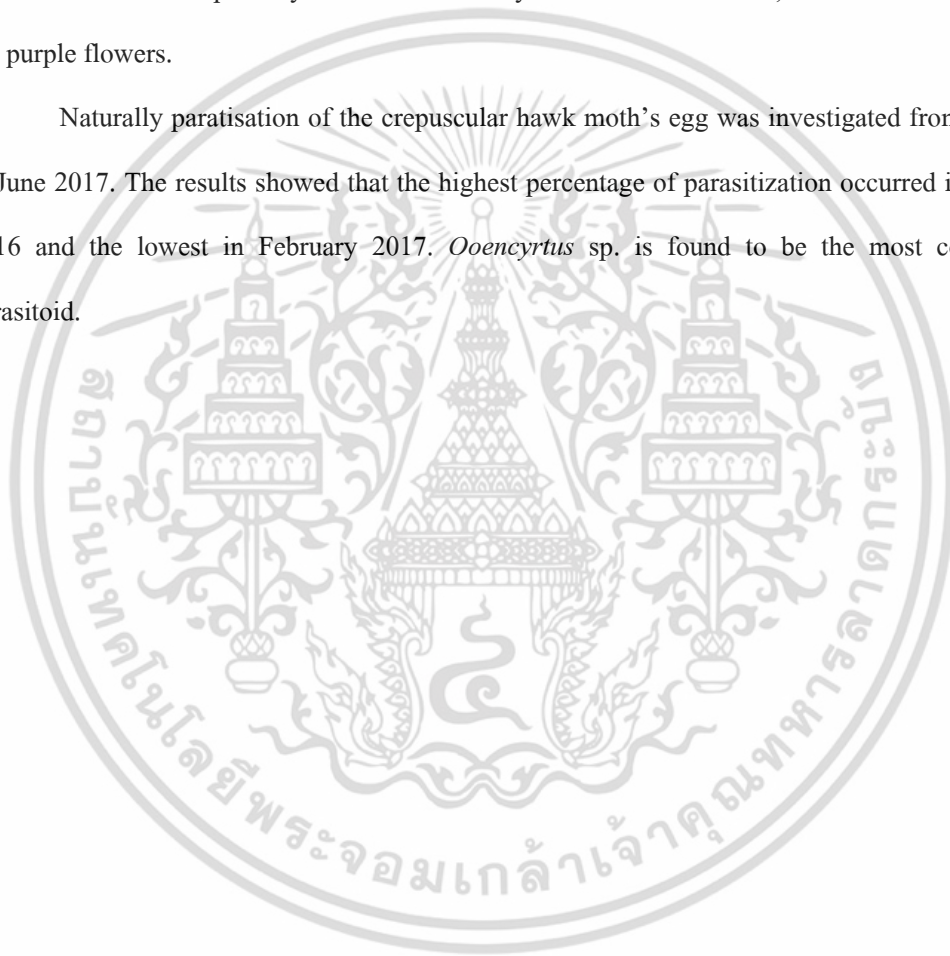
Karanda (*Carissa carandas* Linn.) is a shrub tree in the family Apocynaceae, having white latex and sharp spines on branches. It produces white or pale pink colored flowers, 2 centimetres long of corolla tube, having alluring fragrance at night to attract insect for nectar and pollination. Growing karanda trees commercially, there are various insect pests such as fruit flies, leaf eating weevils, leaf roller, mealy bug, leaf miner and hawk moth caterpillar. The hawk moth caterpillar infested and fed heavily on the leaves of karanda trees.

The crepuscular hawkmoths (*Nephele hespera* (F.)) are insects belonging to the order Lepidoptera in the family Sphingidae. They are considered one of the important insect pest of Karanda. The biological studies of this insect were conducted under the laboratory conditions using young leaves of karanda for rearing larval stages. Males and females were fed with 25 % of honey solution. The eggs were laid singly on the ventral surface of the host plant leaves. The number of egg laid per female was 54-107 eggs. The period of egg incubation was 2.67-3.00 days. There were five larval instars. The mean of head capsule width of larval instar 1-5 was 0.7, 1.3, 2.44, 3.90 and 4.64 mm, respectively and larval dorsal horn length was 1.7, 2.81, 5.3, 6.13 and 7.16 mm, respectively.

The pupal stage lasted 15-16 days before adult emergence and mating copulation occurred right after that. Mating took place at night.

The five colors different of artificial flowers (yellow, white, light green, pink and light green) that attracted the crepuscular hawk moth was evaluated. The result indicated that light green flower attract the hawk moth the most, and the purple one had the least visit. On the amount of nectar uptake, the hawk moth took up honey solution from the yellow flower the most, and the least amount from the purple flowers.

Naturally parasitisation of the crepuscular hawk moth's egg was investigated from July, 2016 to June 2017. The results showed that the highest percentage of parasitization occurred in December 2016 and the lowest in February 2017. *Ooencyrtus* sp. is found to be the most common egg parasitoid.



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จล่วงได้ดี โดยความช่วยเหลือของ รศ. ดร. สุวรินทร์ บำรุงสุข และ รศ. แสน
ติภพัฒนานนท์ ที่ให้ความรู้ในการทำวิจัยและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ประสพการณ์ที่ดีในการทำ
วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ เป็นที่ปรึกษาและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง
ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน
ตลอดจนผู้ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

สุชีรา คำนอรุณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 สถานที่ดำเนินการ.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหนามแดง.....	4
2.2 แมลงศัตรูหนามแดง.....	6
2.3 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	7
2.4 แมลงศัตรูธรรมชาติของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	10
2.5 สีที่ดึงดูดและปริมาณการดูดน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	15
3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....	15
3.1.1 เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง.....	15
3.1.2 การสำรวจชนิดศัตรูต้นหนามแดง.....	15
3.1.3 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง...	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.4 การศึกษาสีที่ดึงดูด และปริมาณการดูดน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยว หนามแดง.....	15
3.1.5 การสำรวจชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่ ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ.....	16
3.1.6 การศึกษาชีววิทยาและขยายพันธุ์ของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	16
3.2 วิธีการทดลอง.....	16
3.2.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง.....	16
3.2.2 การสำรวจชนิดศัตรูต้นหนามแดง.....	17
3.2.3 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง...	17
3.2.4 การศึกษาสีที่ดึงดูดและปริมาณการดูดน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยว หนามแดง.....	17
3.2.5 การสำรวจชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่ ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ.....	18
3.2.6 การศึกษาชีววิทยาและขยายพันธุ์ของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	18
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	19
4.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง.....	19
4.2 ชนิดศัตรูต้นหนามแดง.....	22
4.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	27
4.4 สีของดอกไม้ประดิษฐ์ที่ดึงดูด และปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนาม แดงลักษณะสัณฐานวิทยาของวงปากของผีเสื้อหนามแดง.....	47
4.5 ชนิดแมลงเบียนไข่ และเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพ ธรรมชาติ.....	52
4.6 การศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	56
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	74
5.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง.....	74
5.2 ชนิดศัตรูต้นหนามแดง.....	74

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 สัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	74
5.4 สีที่ดึงดูด และปริมาณการดูดกินน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	74
5.5 ชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ.....	75
5.6 ชีววิทยาของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	75
บรรณานุกรม.....	76
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก.....	82
ภาคผนวก ข.....	85
ภาคผนวก ค.....	93
ภาคผนวก ง.....	99
ภาคผนวก จ.....	104
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....	111
ชีววิทยาของผีเสื้อหนอนหนามแดง <i>Nephele hespera</i> (F.) (Lepidoptera: Sphingidae)	
Color Attraction of the Crepuscular Hawk Moth (<i>Nephele hespera</i>) (Lepidoptera: Sphingidae)	
ประวัติผู้เขียน.....	122

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 การเจริญเติบโตและพัฒนาการของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	33
4.2 ความยาวของ หนวด และ งวงปาก (มิลลิเมตร) เพศผู้ เมีย	40
4.3 ขนาด ของปีกคู่หน้า และคู่หลัง และ wingspan (มิลลิเมตร).....	40
4.4 ขนาดของดอกหนามแดง (<i>C. carandas</i>).....	49
4.5 ปริมาณการดูดน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	51
4.6 ขนาดของแตนเบียนไข่ที่พบในไข่ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	53
4.7 ระยะการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	66
4.8 ความยาวของ หนวด (มิลลิเมตร) ของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp. ตัวเต็มวัย	67
4.9 ความยาวและความกว้างของปีก (มิลลิเมตร) ของตัวเต็มวัย <i>Ooencyrtus</i> sp.....	67
4.10 โสสค์ของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	68

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 หนามแดง (<i>Carissa carandas</i> Linn).....	4
2.2 หนอนผีเสื้อเหยี่ยวหนาม (<i>Nephele hespera</i> (F.)).....	9
4.1 ดอกของต้นหนามแดง.....	20
4.2 ผลของหนามแดง (สีเขียว).....	20
4.3 ผลของหนามแดง (สีแดง).....	21
4.4 ผลของหนามแดง (สีแดงเข้ม).....	22
4.5 แมลงวันผลไม้ <i>Bactrocera correcta</i> (Bezzi).....	23
4.6 แมลงวันผลไม้ <i>B. dorsalis</i> (Hendel).....	24
4.7 ผีเสื้อหนอนม้วนใบ.....	24
4.8 หนอนบู้ง.....	25
4.9 หนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	25
4.10 แมลงค่อมทอง.....	26
4.11 เพลี้ยแป้ง.....	26
4.12 หนอนหอยหลังเต่า.....	27
4.13 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	28
4.14 หนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่.....	28
4.15 หนอนวัยแรก ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	29
4.16 หนอนวัยที่สอง ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	30
4.17 หนอนวัยที่สาม ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	30
4.18 หนอนวัยที่สี่ ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	31
4.19 หนอนวัยที่ห้า ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	32
4.20 dorsal horn ของหนอนฟอรัมสีน้ำตาลและสีเขียว.....	32
4.21 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ความกว้างของหัวกระโหลกและความยาวดอร์ซัลฮอร์น.....	33
4.22 ลักษณะฮอร์นของหนอนฟอรัมสีน้ำตาล.....	34
4.23 หนอนฟอรัมสีเขียววัยก่อนเข้าดักแด้ (Early prepupal stage).....	35
4.24 หนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่กำลังเข้าดักแด้.....	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.25 ดักแด้ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	36
4.26 ปลายท้อง ของดักแด้ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง	37
4.27 ดักแด้ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่ใกล้ฟัก.....	37
4.28 ฟินูลัม ของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศผู้.....	38
4.29 ฟินูลัม ของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศเมีย.....	39
4.30 ส่วนท้องของตัวเต็มวัยเพศผู้.....	39
4.31 tibial spurs ที่ขาคู่หลังของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	40
4.32 ตัวเต็มวัยของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีแถบลายที่ปีกคู่หน้า.....	41
4.33 ตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีจุดสีขาว 1 จุดที่ปีกคู่หน้า.....	42
4.34 ตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงไม่มีลวดลายที่ปีกคู่หน้า.....	42
4.35 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่ใบแก้ว.....	43
4.36 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่ก้านใบอ่อน.....	44
4.37 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่หนามของพืชอาหาร.....	44
4.38 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่ดอกตูม.....	45
4.39 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่ยอดอ่อน.....	45
4.40 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่ผลหนามแดง.....	46
4.41 หนอนวัยที่ 1-3 กัดกินใบอ่อนของต้นหนาม.....	46
4.42 หนอนวัยที่ 4 และ 5 ชอบกัดกินใบแก่ของต้น.....	47
4.43 ความยาววงปากตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศผู้.....	48
4.44 ความยาววงปากตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศเมีย.....	48
4.45 ดอกของต้นหนามแดง (<i>C. carandas</i>).....	49
4.46 ลักษณะการเกาะดอกไม้เพื่อคูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	50
4.47 ลักษณะการเกาะดอกไม้ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	50
4.48 ความถี่ในการแหวะที่ดอกไม้ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง.....	51
4.49 แตนเบียนไข่ อนาสตาตัส (<i>Anastatus</i> sp.).....	54
4.50 ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ (<i>Anastatus bifasciatus</i>).....	54

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.51 ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ (<i>Ooencyrtus</i> sp.).....	55
4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรหนอนกับแตนเบียนไข่ในปี พ.ศ. 2559-2560.....	55
4.53 จำนวนประชากรแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp เพศผู้เมีย ที่พบในแต่ละเดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560.....	56
4.54 แตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.กำลังวางไข่.....	57
4.55 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่โคนเบียน.....	58
4.56 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่โคนเบียนมีท่อหายใจยื่นออกมาจากผิวเปลือก ไข่.....	58
4.57 ไข่ของแตนเบียน <i>Ooencyrtus</i> sp.....	59
4.58 หนอนวัยแรกของแตนเบียน <i>Ooencyrtus</i> sp.....	59
4.59 หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียน <i>Ooencyrtus</i> sp.....	60
4.60 หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียน <i>Ooencyrtus</i> sp.อยู่ภายในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนาม แดง.....	60
4.61 ระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre-pupa) ของแตนเบียน <i>Ooencyrtus</i> sp.....	62
4.62 ดักแด้ ของแตนเบียน <i>Ooencyrtus</i> sp.....	62
4.63 ตัวเต็มวัยเพศเมียแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	63
4.64 ตัวเต็มวัยเพศผู้ของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	63
4.65 หนวดของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp. เพศผู้.....	64
4.66 ปีกคู่หน้าตัวเต็มวัยเพศผู้ของแตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	64
4.67 ขาคู่หน้าของตัวเต็มวัยเพศผู้แตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	65
4.68 ขาคู่กลางของตัวเต็มวัยเพศผู้แตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	65
4.69 ขาคู่หลังของตัวเต็มวัยเพศผู้แตนเบียนไข่ <i>Ooencyrtus</i> sp.....	66
4.70 ไข่ของผีเสื้อหนอนไหมไทร (<i>Trilocho varians</i>).....	68
4.71 หนอนวัยที่ 1 ของผีเสื้อหนอนไหมไทร (<i>Trilocho varians</i>).....	69
4.72 ไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล <i>Nilaparvata lugens</i> (Stal).....	69
4.73 ไรแดงหมอน (<i>Teranychus truncatus</i> Ehara).....	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.74 หนอนห่อใบวัย 1 <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenee).....	70
4.75 ไข่ของแมงมุมหญ้า <i>Agelenopsis</i> sp.....	71
4.76 ไข่ของด้วงหนอนนก (<i>Tenebrio molitor</i>).....	71
4.77 หนอนวัยแรกของด้วงหนอนนก (<i>Tenebrio molitor</i>).....	72
4.78 ไข่มวนแดงฝ้าย (<i>Dysdercus cingulatus</i> Fabricius).....	72
4.79 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (<i>Nephele hespera</i> F.).....	73
4.80 ไข่ของผีเสื้อหนอนแก้วส้ม (<i>Papilio demoleus malayanus</i> Wallace).....	73



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พืชในสกุล *Carissa* มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษของหนามแดงมีหลายชื่อ ได้แก่ Karanda, Christ's thorn และ Karamarda (Kumar *et al.*, 2013) สำหรับในประเทศไทยมี 3 สปีชีส์ คือ มะม่วงไม่รู้หำ หรือหนามแดง (*Carissa carandas* L.) หนามพรหมหรือจีแฮด (*C. spinarum* L.= *C. cochinchinensis*.) และหีบไม้งาม (*C. grandiflora*) ทั้ง 3 ชนิดนี้จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับต้นทม (ลีลาวดี) (ลีนา ผู้พัฒนาพงศ์ 2552; ลีนา ผู้พัฒนาพงศ์ และคณะ 2544; ปิยะ เฉลิมกลิ่น, 2550) หนามแดง เป็นไม้ทรงพุ่ม มีน้ำยางสีขาว กิ่งก้านมีหนาม ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ดอกออกที่ง่ามใบ สีขาว ดอกมีกลิ่นหอม ผลสดรูปไข่ เมื่อสุกมีสีแดงเข้มจนถึงดำ เนื้อนุ่ม มีหลายเมล็ด รสเปรี้ยว นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ผลสดรับประทานได้ (พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, 2550) พบต้นหนามแดงตามป่าเบญจพรรณทั่วไป (ลีนา ผู้พัฒนาพงศ์, 2552) หนามแดงเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นในประเทศไทย นิยมปลูกเป็นไม้ประดับตามบ้านเรือน เนื่องจากมีสรรพคุณที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย โดยมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และเป็นโภชนเภสัช (จุฑามาศ สื่อประสาร และคณะ, 2556)

ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงอยู่ในสกุล *Nephele* ซึ่งสกุลนี้ตั้งขึ้นโดย Hubner และจัดอยู่ในวงศ์ย่อย (Subfamily) Macroglossinae มีชื่อวิทยาศาสตร์ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงคือ *Nephele hespera* แมลงสปีชีส์นี้ตั้งขึ้นโดย Fabricius ในปี ค.ศ. 1775 ดังนั้นชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *N. hespera* มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Crepuscular hawk moth (*Nephele hespera*) (Pittaway and Kitching, 2000-2015) คำว่า crepia หมายถึง not clear ส่วน *Nephele* หมายถึง ความขุ่น ชื่อสปีชีส์ *hespera* (*hesperius, hespera, hesperum*) หมายถึง ตอนเย็น ผีเสื้อเหยี่ยวชนิดนี้มีชื่อพ้อง (synonym) ได้หลายชื่อเป็นต้นว่า *Sphinx hespera* F., 1775; *S. didyma* F., 1777 ; *S. quaterna* Eaper, 1794 ; *Perigonia oblitterana* Walker, 1865 (Pittaway and Kitching, 2000-2015) การเข้าทำลายของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ตัวเต็มวัยจะวางไข่ฟองเดี่ยวๆ ใต้ใบหรือที่หนามของพืชอาหาร จำนวน 54-107 ฟอง/ตัว ระยะเวลาในการฟัก 2-3 วัน และเมื่อหนอนฟักตัวออกมาจากตัวอ่อน จะเริ่มกัดกินใบอ่อนของพืช เมื่อมีการระบาดในปริมาณมากๆ จะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต แคระแกรน และไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ผีเสื้อเหยี่ยวชนิดนี้มีการศึกษาน้อยมากในประเทศไทยดังนั้นจึงทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีววิทยา และศัตรูธรรมชาติ แตนเบียนไข่ ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง รวมถึงสิ่งที่ดึงดูด เพื่อให้เป็นข้อมูลพื้นฐานตลอดจนการทำกับ

ดักดึงคูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงตัวเต็มวัยเพื่อช่วยควบคุมประชากรการระบาดของผีเสื้อชนิดนี้ในธรรมชาติ และเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรใช้กำจัดศัตรูพืชเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง
2. เพื่อศึกษาชนิดแมลงศัตรูต้นหนามแดง
3. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง
4. เพื่อศึกษาสีของดอกไม้จำลองจำนวน 5 สี ได้แก่ สีเขียว ขาว ม่วง ชมพู และ เหลือง ต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง *Nephele hespera* (F.)
5. เพื่อศึกษาปริมาณการดูดกินน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง
6. เพื่อศึกษาชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติ และเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนไข่ในผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงระยะไข่
7. เพื่อศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง *Nephele hespera* (F.)

1.3 สถานที่ดำเนินงาน

1. วัดจระเข้ตาย ตำบล บางคา อำเภอ ราชสาส์น จังหวัด ฉะเชิงเทรา 24120
2. วัดเทพนิมิต แขวง สีกัน เขต ดอนเมือง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10520
3. สวนสาธารณะ ตำบล ท่าทราย อำเภอ เมือง จังหวัด นนทบุรี 11000
4. 141 หมู่ 3 ตำบล บางหลวง อำเภอ สรรพยา จังหวัดชัยนาท 1715
5. วัดหัวคู่วาราม 36 หมู่ 1 ซอยสุวรรณ 5 อ่อนนุช แขวง ลาดกระบัง เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10520
6. หมู่บ้าน โกลเดินเพลส ถนน นลองกรุง 22 ซอย 8 แขวง ลำปลาทิว, แขวงลาดกระบัง เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
7. ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง
2. สักรวจชนิดแมลงศัตรูต้นหนามแดง
3. ศึกษาสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง
4. ศึกษาสีของดอกไม้ที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงและปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง
5. สักรวจชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ
6. ศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง
2. ทำให้ทราบถึงแมลงศัตรูของต้นหนามแดง
3. ทำให้ทราบถึงสัณฐานวิทยา และชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง
4. ทำให้ทราบถึงสีที่ดึงดูดและปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง
5. ทำให้ทราบถึงชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติ และเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในระยะไข่ในสภาพธรรมชาติ
6. ทำให้ทราบถึงชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหนามแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Carissa carandas* Linn.

ชื่อสามัญ: Karanda, Christ's thorn, Karamarda

ชื่ออื่น: มะม่วงหาวมะนาวโห่ มะม่วงไม่รู้หาวมะนาวไม่รู้โห่ หนามขี้แฮด มะนาวโห่

วงศ์: Apocynaceae

อันดับ: Gentianales

อาณาจักร: Plantae

มะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือหนามแดง เป็นผลไม้ พื้นบ้านของไทย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* Linn. อยู่ในวงศ์ Apocynaceae (ภาพที่ 2.1) เป็นไม้พุ่มยืนต้น สูงราว 2-5 เมตร ดอกสี มีสีชมพูหรือแดงอ่อน และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ออกดอก ตลอดปี ผลอ่อนจะมีสีชมพูอ่อนๆ และค่อยๆ เข้มขึ้น เป็นสีแดง จนกระทั่งสุกจึงกลายเป็นสีดำ เนื่องจากผล สุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่มีสีเข้มมาก จนถึงดำ พืชในสกุล *Carissa* ในประเทศไทยมี 3 สปีชีส์ คือ มะม่วงไม่รู้โห่ หรือ หนามแดง (*Carissa carandas* L.) หนามพรมหรือขี้แฮด (*C. spinarum* L.C= *C. cochinchinensis*.) และหีบไม้งาม (*C. grandiflora* (E. McCoy)) ทั้ง 3 ชนิดจัดอยู่ในวงศ์เดียวกับต้นลิ้นทม (ลิ้นา ผู้พัฒนาพงศ์, 2552; ลิ้นา ผู้พัฒนาพงศ์ และคณะ, 2544; ปิยะ เกลิมกลิ่น, 2550)



ภาพที่ 2.1 หนามแดง (*Carissa carandas* Linn.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีน้ำยางสีขาว กิ่งก้านมีหนาม ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ดอกช่อออกที่ง่ามใบ สีขาว ดอกมีกลิ่นหอม ผลสดรูปไข่ เมื่อสุกมีสีแดงเข้มจนถึงดำ เนื้อนุ่มมีหลายเมล็ด รสเปรี้ยว นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ผลสดรับประทานได้ (พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, 2550) ชื่อสามัญภาษาอังกฤษของหนามแดงมีหลายชื่อ ได้แก่ Karanda, Christ's thorn และ Karamarda (Kumar *et al.*, 2013) ตามปกติมีการพบต้นหนามแดงตามป่าเบญจพรรณทั่วไป (ลีนา ผู้พัฒนาพศ. 2552) หนามแดงเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นในท้องตลาด นิยมปลูกเป็นไม้ประดับตามบ้านเรือน เนื่องจากมีสรรพคุณที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และเป็น โภชนเภสัช (จุฑามาศ สื่อประสาร และคณะ. 2556) เป็นแหล่งของแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่สำคัญ และจากรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์พบว่า แอนโทไซยานินเป็นหนึ่งในกลุ่มของรงควัตถุที่มีศักยภาพในการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังซึ่งได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่ง ปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มรู้จัก และต้องการผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มากขึ้น เพราะทางวิชาการระบุว่าไม้ประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถต้านทานอาการหวัดได้ดี วงการแพทย์ได้นำไปใช้ในการรักษาโรคควบคู่กับยาแผนปัจจุบัน เพราะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วยและเป็นตัวช่วยป้องกันการเกิดโรคได้หลายโรค เช่น โรค มะเร็ง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคเก๊าท์ เป็นต้น มะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าในผักและผลไม้ เนื่องจากด้วยมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ โดยอาจจะเป็นการนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการแต่งสีและรส

ในปัจจุบันผู้บริโภคตระหนักถึงปัญหาด้านสุขภาพ มากขึ้น เนื่องจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้ประกาศในปี ค.ศ. 1997 ว่า โรคอ้วน (obesity) เป็นโรคระบาดแห่งสหัสวรรษ (The Millennium Disease) ซึ่งในปัจจุบันประชากรผู้ใหญ่ มากกว่า 1 พันล้านคนทั่วโลกมีน้ำหนักเกิน และอย่างน้อย 300 ล้านคนอยู่ในสภาวะโรคอ้วน (WHO, 2011) สาเหตุของโรคอ้วนเกิดจากการบริโภคอาหารกลุ่มที่ให้ พลังงานสูง กินอาหารที่ไม่มีประโยชน์ ร่วมกับขาดการ ออกกำลังกาย นอกจากนี้ โรคอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงหลัก ของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง คือ โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และ โรคมะเร็งบางชนิด (กมล เลิศรัตน์. 2550; Tsuda *et al.*, 2003) ทำให้ผู้บริโภคที่ตระหนักในปัญหาข้างต้นเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในการบริโภค โดยหันมาเพิ่มการบริโภคผัก และผลไม้หลายชนิด และหลีกหนีที่อุดมไปด้วยสาร ต้านอนุมูลอิสระสูง ในปัจจุบันมีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสรรพคุณของต้นหนามแดงอย่างแพร่หลาย ทำให้ต้นหนามแดงกำลังได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสนใจในสังคมมากขึ้นจึงทำให้มีราคาที่สูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นผลสุกที่ขายกันในราคาประมาณ กิโลกรัมละ 100-200 บาท ราคาถึงพันธุ์เริ่มต้นที่ 35 บาท และอาหารผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลสุก ทำให้มีเกษตรกรหันมานิยมปลูกต้นหนามแดงเพื่อการค้า แต่ปัญหาจากแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะหนอนผีเสื้อเหี่ยวหนามแดงที่เข้าทำลายใบ

2.2 แมลงศัตรูหนามแดง

แมลงเป็นศัตรูที่สำคัญของพืช ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต โดยจะพบแมลงที่เข้าทำลายสำคัญๆ ได้แก่ ผีเสื้อเหี่ยวหนามแดง แมลงวันผลไม้ แมลงค่อมทอง หนอนม้วนใบ เพลี้ยแป้ง และหนอนชอนใบ

1. ผีเสื้อเหี่ยวหนามแดง (*Nephele hespera*) เป็นผีเสื้อกลางคืน โดยตัวหนอนจะเข้าทำลายโดยการกัดกินใบอ่อน และใบแก่ของต้นหนามแดง ซึ่งถ้ามีการระบาดในปริมาณที่มาก จะทำให้พืชหยุดชะงักการเจริญเติบโต แคระแกรน เนื่องจากใบไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างเพียงพอ

2. แมลงวันผลไม้ ตัวเต็มวัยเพศเมียใช้อวัยวะวางไข่ (ovipositor) แทงเข้าไปในผลไม้ ตัวหนอนที่ฟักจากไข่จะอาศัยและซ่อนตัวอยู่ในผลไม้ ทำให้ผลเน่าเสียและร่วงหล่นลงพื้น ตัวหนอนจะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ในดินแล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้วางไข่ในผลไม้ที่ใกล้สุกและมีเปลือกบาง ในระยะเริ่มแรกจะสังเกตเห็นได้ยากอาจพบอาการช้ำบริเวณใต้ผิวเปลือก เมื่อหนอนโตขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ผลเน่าและและมีน้ำไหลเยิ้มออกทางรูที่หนอนเจาะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ ผลไม้ที่ถูกทำลายนี้มักจะมีโรคและแมลงชนิดอื่น ๆ เข้าทำลายซ้ำ ดังนั้นความเสียหายที่เกิดกับผลผลิตโดยตรงนี้จึงมีมูลค่ามหาศาลก่อให้เกิดปัญหาต่อเศรษฐกิจในระดับชาติเป็นอันมาก

3. แมลงค่อมทอง ตัวเต็มวัยจะกัดกินยอดอ่อน ลักษณะใบที่ถูกทำลายจะเว้า ๆ แหว่ง ๆ ถ้าระบาดรุนแรงจะเหลือแต่ก้านใบ และมีมูลถ่ายออกมาปรากฏให้เห็นตามบริเวณยอด สามารถทำลายพืชหลายชนิด พบระบาดเกือบทั้งปี แต่ปริมาณมากหรือน้อยเท่านั้น ช่วงที่ระบาดมากคือ ช่วงกุมภาพันธ์ - มีนาคม และ มิถุนายน - สิงหาคม

4. ผีเสื้อหนอนม้วนใบ ตัวเต็มวัยจะวางไข่ไว้ที่ใบอ่อนต้นหนามแดงเมื่อเมื่อฟักออกมา ตัวหนอนเหล่านี้จะกัดกินใบให้เกิดแหว่งเป็นรูพรุน หรือฉีกขาดอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะก้านใบเมื่อถูกหนอนกัดกินจนเป็นแผลขนาดใหญ่หรือกัดจนก้านกลางใบขาด ก็จะทำให้ใบต้องพับลงมาทั้งที่ใบอ่อนยังอยู่ในสภาพที่ยังม้วนอยู่ ต่อมาใบหนามแดงที่หักพับลงมานั้นก็จะเหี่ยวแห้งไป ซึ่งเป็นผลเสียหายต่อการเจริญเติบโตของต้นหนามแดง

5. เพลี้ยแป้ง วงศ์ Pseudococcidae อันดับ Hemiptera ลักษณะของเพลี้ยแป้งมีลำตัวเป็นข้อปล้อง รูปร่างกลมหรือยาวรี ส่วนหัวและขาอยู่ใต้ลำตัว มี 6 ขา ไม่มีปีก มีผงแป้งคลุมตัว ปากเป็นแบบดูดกิน ขยายพันธุ์ได้ทั้งโดยการใช้เพศและไม่ใช้เพศ ซึ่งเพศเมียไม่จำเป็นต้องได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้ มีทั้งประเภทออกลูกเป็นไข่ (Oviparous) หรือออกลูกเป็นตัว (Viviparous) ไข่ เพลี้ยแป้งมีไข่เป็นฟองเดี่ยว สีเหลืองอ่อน ยาวรี บรรจุอยู่ในถุงไข่ซึ่งมีเส้นใยคล้ายสำลีหุ้มไว้ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย ดูดกินน้ำเลี้ยงจากบริเวณกิ่ง ใบ ช่อดอก ผลอ่อน ผลแก่ มีมดเป็นพาหะ ช่วยพาไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ส่วนของพืชที่ถูกทำลายจะแคระแกรนและเกิดราสีดำ เพลี้ยแป้งสามารถกินพืชได้หลากหลายชนิด จึงทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโต ทำให้ใบไม้ผิดปกติหรือร่วง ทำให้ใบเหลือง และในบางครั้งอาจทำให้ต้นไม้ตายได้ โดยที่เพลี้ยแป้งผลิตน้ำหวานจำนวนมากซึ่งจะใช้เคลือบที่ต้นไม้และพื้นผิวโดยรอบด้วยชั้นที่เหนียวว่องวืดตัวเมียของเพลี้ยแป้งของต้นส้มสามารถออกไข่ได้ประมาณ 600 ฟอง ซึ่งจะถูกวางในถุงคลุมไข่ ไข่จะฟักออกมามากภายใน 10 วันเป็นตัวนิมฟ์ตัวเล็ก ๆ ซึ่งจะเคลื่อนไปมาบนต้นไม้และตามหาแหล่งอาหาร มันสามารถแพร่พันธุ์ได้มากสูงสุด 6 ครั้งต่อปี

6. หนอนขนอบ ฝีเสื้อจะบินมาวางไข่เดี่ยวๆ บนใบและใต้ใบ บริเวณใกล้เส้นกลางใบ จากนั้น 3-5 วัน จะฟักตัวออกจากไข่ หนอนจะเจาะแวกซ์ หรือ ผิวเคลือบใบ แล้วค่อยๆ สอดตัวเข้าคืบคลานกัดกินเนื้อเยื่อใบไป 5-10 วัน จนกลายเป็นลายเส้น ใบจนบิดเบี้ยวผิดปกติ หงิกงอ ขอบใบม้วนเข้าหาเส้นกลางใบ ส่งผลให้ต้นแคระแกร็น ไม่ติดผล นอกจากนี้จุดที่หนอนขนอบเจาะไว้ ยังเป็นช่องทางให้เชื้อโรค เชื้อราและแบคทีเรียอีกด้วย

2.2 ฝีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ฝีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*N. hespera*) อยู่ในสกุล *Nephele* ซึ่งสกุลนี้ตั้งขึ้นโดย Hubner และจัดอยู่ในวงศ์ย่อย (Subfamily) Macroglossinae เป็นฝีเสื้อกลางคืน ตัวเต็มวัยคล้ายตัวเต็มวัยฝีเสื้อวงศ์หนอนกระทู้ (Noctuidae) ลักษณะทั่วไปมีตาขาวใหญ่สีน้ำตาลเข้ม เล็บยึด แพลต (labial palp) ที่ส่วนหน้าปกคลุมด้วยขน ด้านบนปกคลุมด้วยขนสีเขียว ด้านล่างปกคลุมด้วยขนสีขาว ด้านบนหัว ออก และท้อง ปกคลุมด้วยขนสีเขียวด้านล่างอกและท้องมีสีค่อนข้างขาว หนวด วงปาก มีสีน้ำตาล ด้านบนของปีกหน้าโดยทั่วไปปกคลุมด้วยขนละเอียดสีเขียวมีแถบตามขวางปีก 3 แถบ แต่ละแถบมีขอบด้านข้างไม่สม่ำเสมอ แถบแรกอยู่ใกล้ฐานปีกเรียก Antemedial fascia หรือ Antemedial band แถบที่ 2 อยู่ถัดออกไป เรียก มิเดียล แฟซเซีย (medial fascis) หรือ มิเดียล แบนด์ (medial band) เป็นแถบแนวกลาง และ แถบที่ 3 อยู่ค่อนข้างปลายปีกเรียก postmedial fascia หรือ postmedial band เป็นแถบใกล้บริเวณปลายปีก แถบนี้จะมีเส้นขอบแถบทางส่วนหลัง (posterior) เด่นชัด เส้นนี้จะเว้าลึกเข้าไปข้างในเรียกเส้นนี้ว่า postmedial line หรือ subterminal line ด้านบน (dorsal) ของปีกหน้า บริเวณใกล้แนวกลางปีกตรง

มีเดียด แบนด์ จะมีเครื่องหมายสีขาวลักษณะเป็นจุดมีขนาดต่างกัน 3 จุด อยู่ใกล้ชิดกัน บางตัวอาจพบ 2 จุดอยู่ใกล้ชิดกัน บางตัวอาจมีจุดขนาดเล็กมาก 1 จุด ขณะเดียวกันบางตัวอย่าง มีเดียด แบนด์ ไม่มีเครื่องหมายจุดขาวแต่อย่างใด ลักษณะดังกล่าวนี้พบได้ที่ตัวเต็มวัยทั้ง 2 เพศ นำมาใช้แยกเพศไม่ได้ เป็นผีเสื้อกลางคืน ขนาดค่อนข้างใหญ่ เพศผู้ขนาดลำตัวยาว 31-40 มิลลิเมตร เพศเมียขนาดลำตัว ลำตัวมีความยาว 33-39 มิลลิเมตร ไข่ มีสีเขียวค่อนข้างกลมใสผิวเงาเรียบเนียน ขนาด 1.4 x 1.6 มิลลิเมตร วางเป็นพองเดี่ยวๆที่ใต้ใบหรือที่หนามของพืชอาหาร เมื่อฟักเป็นหนอน มี 5 วัย หนอนมีสองสี คือ หนอนสีเขียว (green form) และหนอนสีน้ำตาล (brown form) มีแถบสีเหมือนตาหนึ่งคู่ที่บริเวณส่วนหัวตอนบน หัวมีลักษณะกลมเหลี่ยม ฐานริมฝีปากบนมีลักษณะโค้งเข้าหนึ่งในสามของริมฝีปากบน มีความยาวเกือบครึ่งหนึ่งของหัวกะโหลก มีแถบสีขาวเป็นรูปสามเหลี่ยมที่ปล้องที่ 4 ถึง 6 ส่วนหางหรือฮอร์นมืดดำ ลำตัวมีสีเขียว และสีน้ำตาล หนอนวัยสุดท้ายเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความยาว 70 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2.2) ดักแด้มีความยาว 66 มิลลิเมตร ดักแด้มีปลอกหุ้มที่วงปาก (tongue-sheath) รูหายใจและครีเมสเตอร์ (cremaster) เมื่อเวลาผ่านไปสีจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นจนถึงดำ ตัวเต็มวัยมีลักษณะลำตัวเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลอมเขียว ความยาวของลำตัวโดยเฉลี่ย มีวิงสแปน (wingspan) 70-86 มิลลิเมตร มีจุดสีน้ำเงิน (silver spot) ขนาดใหญ่ 2 จุด และ จุดขนาดเล็กมาก 1 จุด ด้านบนของปีกหน้า (forewing upperside) หรือไม่มีจุดเลย ในทั้งสองเพศ ปีกหน้าด้านใต้ประกอบด้วยเส้นปีก postmedian และ submarginal ขนานกัน หลังปีกสีเหลืองเข้มแกมน้ำตาล หรือ สีแดงเข้มแกมน้ำตาล และบางตำแหน่งของปีกมีสีเข้ม ส่วนท้องด้านบนบริเวณด้านข้างมีสีดำในท้องปล้องที่ 3 ถึง 7 ความแตกต่างที่ใกล้กันมากในทั้งหมดของสายพันธุ์ *Nephele* ของปลายขา (hindtibial spurs) ด้านหลังขาส่วน tarsal (basitarsal) มีการพัฒนาที่น้อยกว่าของสายพันธุ์ *Nephele* ในแอฟริกา ตัวเต็มวัยเมื่อฟักตัว ปลายท้องจะโค้งขึ้นเล็กน้อย (Pittaway and Kitching, 2000-2015) พบได้ตลอดทั้งปี ตั้งแต่พื้นที่ราบต่ำขึ้นไปจนถึงภูเขาที่มีความสูง 1,700 เมตร (Inoue *et al.*, 1997)

หลังจากที่ผีเสื้อตัวเต็มวัยผ่านการผสมพันธุ์แล้ว ผีเสื้อตัวเมียจะบินเสาะหาดันพืชที่เหมาะสมเพื่อที่จะทำการวางไข่ เพื่อเป็นอาหารของตัวหนอนที่จะฟักออกมา (Barrett and Burns, 1951) การเลือกพืชอาหารจะเกิดขึ้นระหว่างที่มีการวางไข่ (Barros and Zucoloto, 1999) การค้นหาพืชอาหารเกิดขึ้นเนื่องจากการกระจายตัวของพืชอาหารและการปรับตัวของแมลงเอง (Visser, 1988) กระบวนการค้นหาและยอมรับพืชอาหารสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียดต่อนั้นก็จะลงสู่พื้นผิวของอาหาร และขั้นสุดท้ายก็จะสัมผัสกับพื้นผิวของอาหารนั้น (Renwick and Radke, 1988) สารประกอบเคมีในใบพืชอาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ซึ่งสารประกอบเคมีที่แตกต่างกันนี้มีอิทธิพลต่อการเลือกที่จะวางไข่ของผีเสื้อตัวเมีย (Carter and Feeny, 1999) รูปร่างของใบ

ที่แตกต่างกันนั้นเป็นสิ่งกระตุ้นสำคัญที่มีผลต่อผีเสื้อตัวเมีย (Rauscher. 1985) การเลือกพืชอาศัยเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นทางพันธุกรรม สรีระ และประสบการณ์ในการวางไข่ที่ผ่านมาของตัวเมีย (Bossart and Sciber. 1999) ด้วยสัญชาตญาณพิเศษของผีเสื้อตัวเมียเมื่อแตะปลายท้องในท่าที่จะวางไข่สัมผัสกับใบพืชก็จะรู้ได้ทันทีว่า ไข่ใบพืชที่เป็นอาหารของตัวหนอนที่จะฟักออกมาหรือไม่ เมื่อพบใบพืชชนิดที่ต้องการก็จะยึดส่วนท้องออกเล็กน้อย แล้วจึงค่อยๆ ปล่อยไข่ออกมา ผีเสื้อส่วนใหญ่จะวางไข่ได้ใบพืช แต่ก็มีผีเสื้อบางชนิดที่วางไข่ไว้บนใบพืช ผีเสื้อกลางคืนมักจะวางไข่เป็นกลุ่มและมีขนจากลำตัวปกคลุมไว้ ขณะที่ผีเสื้อวางไข่จะขับสารเหนียวๆ ออกมาเพื่อให้ไข่ยึดติดกับใบไม้ (เกรียงไกร สุวรรณภักดี. 2540) ระยะหนอนเป็นระยะที่เข้าทำลายพืช (ภาพที่ 2.2) ผีเสื้อหลายชนิดที่กินใบไม้เป็นอาหารวางไข่บนพื้นผิวที่มีสีเขียวหรืออาศัยกลิ่นของสารเคมีที่สะสมในต้นไม้เป็นเครื่องบ่งสถานที่วางไข่ (พงษ์เทพ อัครธนกุล. 2525)

มีรายงานพบผีเสื้อชนิดนี้ที่อินเดีย ศรีลังกา พม่า ลาว เนปาล เวียดนาม ทิเบต มาเลเซีย ไทย และที่เกาะชวา สุมาตราของอินโดนีเซีย (Inoue *et al.*, 1997; Pittaway and Kitching., 2000-2015) และ (Vieira *et al.*, 2012) ยังได้รายงานการพบของแมลงชนิดนี้ในเนปาล ภูฏาน ตอนใต้ของจีน คาบสมุทรมมาเลเซียสุมาตรา นอกจากนี้ยังได้รับการบันทึกจากทางใต้ของปาปัวนิวกินีและหมู่เกาะ Dauan Warraber และทางตอนเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ประเทศออสเตรเลียจากการสำรวจความอุดมสมบูรณ์ของผืนป่าในคาบสมุทรมหาสมุทรแอตแลนติก บริเวณป่าฝนที่ Serra do Japi



ภาพที่ 2.2 หนอนผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*Nephela hespera* (F.))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แมลงศัตรูธรรมชาติของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ในธรรมชาติผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีศัตรูธรรมชาติคอยควบคุมปริมาณให้อยู่ในสภาพสมดุลตามธรรมชาติ (natural balance) ซึ่งแมลงศัตรูธรรมชาติในที่นี้ หมายถึงแมลงล่า (predator) และแมลงเบียน (parasite) แมลงตัวห้ำแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ ชนิดแรกพวกที่มีความว่องไว กระตือรือร้นในการออกหาเหยื่อ พวกนี้มักจะมีอวัยวะที่ดัดแปลงไปเพื่อช่วย ในการจับเหยื่อ เช่น มีขาที่ยาวสำหรับจับเหยื่อ เช่น ตั๊กแตนตำข้าว บางชนิดมีตาใหญ่เพื่อเพิ่มความสามารถในการมองเห็นเหยื่อได้ชัดเจน เช่น แมลงปอ และต่อ เป็นต้น อีกชนิดเป็นพวกที่กินเหยื่ออยู่กับที่ เช่น ค้างคาวลายกินเพลี้ยอ่อนซึ่งไม่มีอวัยวะดัดแปลงพิเศษแต่อย่างใด แมลงตัวห้ำที่มีปากแบบกัดกินจะกัดเหยื่อเป็นชิ้นๆ แล้วเคี้ยวกินเป็นอาหารเช่น ตั๊กแตนตำข้าว และต่อ เป็นต้น ส่วนตัวห้ำที่มีปากแบบแทงดูดจะแทงปากเข้าไปดูดกินของเหลวต่าง ๆ ในตัวแมลงจนแห้งเหลือแต่ซากแล้วทิ้งไป เช่น มวนเพศฆมาต แมลงบางชนิดเป็นแมลงตัวห้ำทั้งในระยะเวลาที่เป็นตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เช่น ต่อ และด้วงดิน แต่แมลงบางชนิดเป็นตัวห้ำเฉพาะตอนที่เป็นตัวอ่อน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะกินน้ำหวานหรือเกสรดอกไม้แทน เช่น แมลงวันดอกไม้ และบางชนิดก็เป็นแมลงตัวห้ำในช่วงที่เป็นตัวเต็มวัย ในขณะที่เป็นตัวอ่อนจะกินซากสัตว์เป็นอาหาร เช่น แมลงวันหัวบุบ เป็นต้น แมลงตัวเบียน (parasites) หมายถึง แมลงที่พัฒนาการเจริญเติบโตระยะไข่ระยะตัวหนอน ในแมลงอาศัย (host) 1 ตัว และอาจจะเข้าดักแด่ภายในหรือภายนอกแมลงอาศัย เช่น แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา (*Trichogramma* sp.) เป็นแมลงที่มีขนาดเล็กมาก เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีขนาดลำตัว ยาวประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นโดยทั่วไปคือ มีตาสีแดง หนวดเป็นปล้องหักพับแบบข้อศอกปีกเป็นแผ่นกว้าง บริเวณเส้นปีกมีขนอ่อนเรียงเป็นแถวชัดเจน ในระยะไข่ ตัวอ่อนและดักแด่ จะเจริญเติบโตอยู่ภายในไข่ของแมลงอาศัย โดยจะวางไข่ในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ทำให้ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเปลี่ยนเป็นสีดำและไม่ฟักเป็นหนอน (รัตนา ชนะพงษ์ และคณะ. 2559)

2.4.1 แตนเบียนไข่ ตรีโคแกรมมา (*Trichogramma* spp.)

ชื่อสามัญ แตนเบียนไข่ตรีโคแกรมมา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Trichogramma confusum* ชื่อวงศ์ Trichogrammatidae อันดับ Hymenoptera แตนเบียนไข่ตรีโคแกรมมา เป็นแมลงที่มีขนาดเล็กมาก เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีขนาดลำตัว ยาวประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร ลักษณะเด่น โดยทั่วไปคือ มีตาสีแดง หนวดเป็นปล้องหักพับแบบข้อศอกปีกเป็นแผ่นกว้าง บริเวณเส้นปีกมีขนอ่อนเรียงเป็นแถวชัดเจน ในระยะไข่ ตัวอ่อนและดักแด่ จะเจริญเติบโตอยู่ภายในไข่ของแมลงอาศัย โดยจะวางไข่ในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ทำให้ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเปลี่ยนเป็นสีดำและไม่ฟักเป็นหนอน (รัตนา ชนะพงษ์ และคณะ. 2559) ศัตรูพืชที่ถูกแตนเบียนไข่ตรีโคแกรมมาทำลาย ได้แก่ ไข่หนอนกออ้อย ไข่หนอนกอข้าว ไข่หนอนเจาะสมอฝ้าย และไข่หนอนกระทู้ เป็นต้น ตัวเมียของแตนเบียนไข่ตรีโคแกรมมา จะ

วางไข่ไว้ในไข่ของแมลงศัตรูพืชทำให้ไข่ไม่ฟักออกเป็นตัว แต่จะฟักออกเป็นแตนเบียนไข่ทริโคแกรมมา ทำให้ในช่วงศัตรูพืชระบาดจะช่วยลดปริมาณไข่ของแมลงศัตรูพืชลงได้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์ การใช้แตนเบียนไข่ทริโคแกรมมาจึงเป็นการช่วยลดการใช้สารเคมี และยังไม่มีการพินาศค้างในผลผลิต ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ลักษณะการเข้าทำลายของแตนเบียนไข่ทริโคแกรมมา ตัวเมียจะใช้ส่วนของอวัยวะเพศเจาะแทงเข้าไปตามส่วนบนของไข่หนอนผีเสื้อ ไข่ 1 ฟอง สามารถมีแตนเบียนไข่ได้ 1-4 ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของอาหารภายในไข่ของหนอนผีเสื้อ ส่วนปากของตัวอ่อนแตนเบียนไข่มีลักษณะคล้ายตะขอ 2 อัน โคนซึ่งเข้าหากันจะเจาะกินของเหลวภายในส่วนของคัพภะ ตัวอ่อนจะมีอยู่ 3 ระยะ หลังจากนั้นจะฟักและหัดตัว จะสังเกตเห็นว่าไข่ของผีเสื้อที่ถูกแตนเบียนทำลายภายในระยะเวลา 3 วัน หลังจากการวางไข่ ไข่ของหนอนผีเสื้อจะเปลี่ยน เป็นสีดำเข้มและจะไม่ฟักเป็นตัวหนอน (ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดเชียงใหม่, 2017ก)

2.4.2 แตนเบียนไข่ *Anastatus bifasciatus*

ชื่อสามัญ *Anastatus bifasciatus* อันดับ Hymenoptera วงศ์ Eupelmidae เป็นที่รู้จักกันในชื่อ *Cynips bifasciata* Fonscolombe, *Eupelmus bifasciatus* Foerster และ *Eupelmus bifasciatus* Wachtl ตัวเมียลำตัวยาวประมาณ ความยาว 2.2 ถึง 3 มิลลิเมตร ลำตัวสีดำ ปีกคู่หน้าสีน้ำตาลเทา มีรอยพาดขวางสีน้ำตาลเข้มตรงส่วนกลางปีก ส่วนท้องปล้องแรก ๆ มีรอยพาดขวางสีนวลมองด้วยตาเปล่า จะมีลักษณะคล้ายมดดำเพศเมียจะมีส่วนท้องขยายใหญ่ ส่วนปลายสุดของปล้องท้องจะมีอวัยวะวางไข่ยื่นออกมา ตัวเมียแตนเบียน *Anastatus* ใช้เวลาสำหรับการวางไข่แตกต่างกันไปจาก 2 ถึง 15 นาที จากระยะไข่ไปถึงตัวเต็มวัยใช้ระยะเวลาประมาณสามสัปดาห์สำหรับการพัฒนาทั้งหมดโดยเพศเมียมีอายุเฉลี่ย 19.5 วัน เพศผู้มีอายุเฉลี่ย 8.7 วัน เข้าทำลายแมลงศัตรูพืชในช่วงที่เป็นไข่โดยแตนเบียน อนุสตาตัส จะวางไข่ลงในไข่ของผีเสื้อเหี้ยหวานามแดง เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอน จะเจริญเติบโตอยู่ภายในไข่ของผีเสื้อเหี้ยหวานามแดง จนกระทั่งเข้าดักแด้และฟักออกเป็นตัวเต็มวัย จึงออกจากไข่ โดยแตนเบียนเพศเมีย 1 ตัวสามารถเข้าเบียนไข่ของ Host ได้วันละประมาณ 4.53 ฟอง หรือ 25.67 ฟอง ตลอดอายุของมัน (พิมลพร นันทะ, 2545)

2.4.3 แตนเบียนไข่ *Anastatus* sp.

ชื่อสามัญ แตนเบียนไข่อานาสตาตัส ชื่อวิทยาศาสตร์ *Anastatus* sp. nr. *japonicus* ชื่อวงศ์ Eupelmidae อันดับ Hymenoptera แตนเบียนชนิดนี้นับว่าเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีบทบาทมากชนิดหนึ่งในการช่วยทำลายไข่มวนลำไย (*Tessaratoma papillosa*) ได้เป็นจำนวนมากโดยพบว่าแตนเบียนสามารถทำลายไข่มวนลำไยในช่วงที่ระบาดได้มากที่สุดถึง 79% ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลี้ยงขยายปริมาณแตนเบียนชนิดนี้ให้ได้จำนวนมากพอและนำไปปล่อยในสวนผลไม้ที่มีแมลงศัตรูพืชระบาดและยังลด

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารฆ่าแมลงและไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและสภาพแวดล้อมรวมทั้งแมลงศัตรูพืชไม่สามารถสร้างความต้านทานได้เลย ตัวเต็มวัยมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 1.3-1.9 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีดำ ปีกคู่หน้ามีสีใส มีความกว้างประมาณ 0.4-0.6 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 0.9-1.1 มิลลิเมตร ลักษณะการทำลาย แตนเบียนไซออนาสตาตัสเพศเมียจะใช้ส่วนของอวัยวะวางไข่แทงลงไปไนไข่ของมวนลำไยเพื่อวางไข่ จากนั้นตัวอ่อนของแตนเบียนจะอาศัยอยู่ในไข่ของมวนลำไย โดยดูดกินของเหลวภายในไข่ของมวนลำไย ระยะตัวอ่อนและดักแด้ของ แตนเบียนจะเจริญเติบโตอยู่ในไข่นั้น จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยก็จะเจาะไข่ออกมาแตนเบียนไซออนาสตาตัส 1 ตัว สามารถทำลายไข่ของมวนลำไยได้ประมาณ 92 ฟอง โดยแตนเบียนเพศเมียสามารถวางไข่ได้มากถึง 25 วัน มีระยะการวางไข่นาน 21-32 วัน (เฉลี่ย 25 วัน) ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุเฉลี่ย 30 วัน (ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดเชียงใหม่, 2017ข)

2.4.4 แตนเบียนไข่ Pteromalidae

อยู่ในวงศ์ Pteromalidae อันดับ Hymenoptera เป็นแตนเบียนภายนอก (ectoparasitoid) ของแมลงศัตรูในโรงเก็บหลายชนิด (พรทิพย์ วิสารทานนท์ และคณะ, 2548; Hayashi *et al.*, 2004 Ghimire and Phillips, 2007) หนอนของแตนเบียน *A. calandrae* จะเบียนระยะหนอนของแมลงศัตรูในโรงเก็บที่กัดกินและเจริญเติบโตอยู่ในเมล็ดธัญพืช วงจรชีวิตของแตนเบียน *A. calandrae* บนหนอนแมลงอาศัย 2 ชนิด ใช้เวลาที่ใกล้เคียงกันคือประมาณ 10-11 วัน ลักษณะรูปร่างของแต่ละระยะของแตนเบียน *A. calandrae* มีลักษณะดังนี้ไข่ของแตนเบียน *A. calandrae* มีลักษณะยาวรี โดยมีส่วนปลายด้านหนึ่งมนกว้างและปลายอีกด้านหนึ่งจะค่อยเรียวเล็กและด้านปลายมนเล็กน้อย ไข่มีสีขาวใส แตนเบียน *A. calandrae* เพศเมียวางไข่ไว้อยู่ข้างๆ ลำตัวของหนอนด้วงวงข้าวโพด (*S. zeamais*) หนอนของแตนเบียน *A. calandrae* ที่อายุ 1 วัน จะมีรูปร่างคล้ายกระสวย ขนาดลำตัวเล็ก เห็นปล้อง (segments) ชัดเจน ไม่ปรากฏส่วนหัวให้เห็นได้ชัดเจน ไม่มีขา หนอนแตนเบียนชนิดนี้อาจจะใช้ส่วนปากและหรือลำตัวยึดติดกับลำตัวของหนอนด้วงวงข้าวโพด เพื่อดูดกินของเหลวจากตัวหนอนด้วงวงข้าวโพด หนอนของแตนเบียน *A. calandrae* จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียน *A. calandrae* มีหัวป้านมนมากกว่าปลายท้องและปล้องเห็นได้ชัดเจน ตัวหนอนของแตนเบียน *A. calandrae* จะหลุดออกจากหนอนด้วงวงข้าวโพด *S.zeamais* ซึ่งเป็นระยะที่หนอนด้วงวงข้าวโพด ถูกดูดกินของเหลวภายในลำตัวจนแห้ง ก่อนที่หนอนแตนเบียน *A. calandrae* จะเข้าดักแด้หนอนจะขับถ่ายของเสียออกมาเป็นก้อนสีเขียวดักแด้ของแตนเบียน *A. calandrae* เป็นแบบ exarate สามารถเห็นรยางค์ต่างๆ ได้ชัดเจน ในช่วงสี่วันแรกดักแด้มีสีขาวครีม หลังจากนั้น อีกหนึ่งวัน ส่วนหัวและอกของดักแด้จะเปลี่ยนเป็นสีดำ หลังจากเข้าดักแด้เจ็ดวัน ลำตัวของดักแด้แตนเบียน *A. calandrae* จะเปลี่ยนเป็นสีดำทั้งลำตัว ลักษณะ

ของตัวเต็มวัยเพศเมียของแตนเบียน *A. calandrae* และเพศผู้จะมีลักษณะคล้าย กัน ยกเว้นส่วนปลาย ท้องของตัวเมียจะแหลมกว่าตัวผู้และเห็นอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ตัวเต็มวัยเพศเมียจะมีขนาดใหญ่ กว่าเพศผู้ นอกจากนั้น metasoma ของแตนเบียนเพศผู้จะมีแถบสีขาว (นุริดา ณรงค์เปลี่ยน และคณะ. 2554)

2.4.5 แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. อยู่ใน วงศ์ Encyrtidae อันดับ Hymenoptera แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* เป็น polyphagus parasitoids ซึ่งสามารถเบียนไข่แมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด มีการใช้แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* ในการควบคุมทางชีวภาพ (Noyes and Hayat, 1984) เป็นศัตรูที่สำคัญและพบมากที่สุด ใน pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) (Battisti *et al.*, 1990; Masutti *et al.*, 1993; Tiberi *et al.*, 1994; Zhang *et al.*, 2005; Binazzif *et al.*, 2013; Samra *et al.*, 2015) ตัวเต็มวัยเพศเมียมีความยาวลำตัว 0.47-0.81 มิลลิเมตร เพศผู้มีความยาวลำตัว 0.41-0.63 มิลลิเมตร ใช้เวลาตั้งแต่เริ่มเบียนจนฟักออกเป็นตัวเต็มวัยใช้ระยะเวลาประมาณ 9-12 วัน

2.5 สิที่ดึงดูดและปริมาณการดูดน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ผีเสื้อเหยี่ยว เป็นแมลงผสมเกสรที่สำคัญในภูมิภาคเขตร้อน (Johnson and Martins. 2013) และมีความจำเป็นต่อหลายระบบนิเวศซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลิ่นดอกไม้เป็นสิ่งสำคัญที่จะเป็นสื่อกลางในการถ่ายโอนระหว่างพืชเกสร (Kessler *et al.*, 2015) มีผีเสื้อเพียงไม่กี่ชนิดที่มีการพัฒนาวง เพื่อดูดกินน้ำหวานในดอกไม้ที่มีก้านดอกเล็ก เพื่อให้ได้น้ำหวาน โดยการรับกลิ่นด้วยต่อมรับกลิ่นที่อยู่ปลายวงของผีเสื้อเหยี่ยวชนิดนี้ (Bauder *et al.*, 2010) ในการวิวัฒนาการร่วมกันจะเห็นได้ว่าพืชบางชนิด เช่น กล้วยไม้แว่นดำ (*Vanda falcata*) มีการพัฒนาในลักษณะรูปทรงของก้านดอกให้ยาวขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของแมลงและเป็นการเพิ่มโอกาสในการผสมเกสรอีกทางหนึ่งด้วย (Suetsugu *et al.*, 2015) ในการหาอาหารของผีเสื้อเหยี่ยว มักจะตรวจสอบดอกไม้ในการหาอาหาร โดยการดูถึงลักษณะสีหรือสิ่งเร้าอย่างเช่นกลิ่นของดอกไม้ รวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ ที่จะเป็นตัวบ่งบอกในการเลือกดูดน้ำหวานจากดอกไม้ต่างๆ แต่สิ่งเร้าที่มีผลมากที่สุดสำหรับการดูดน้ำหวาน คือกลิ่นของดอกไม้ (Riffell and Alarcon. 2013) *Ipomopsis aggregata* เป็น สายพันธุ์ ของ พืช ดอก ใน ตระกูล ต้น ฟ ล อ ก (Polemoniaceae) มีการเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีชมพูจนเกือบขาว จะมีแมลงที่มาผสมเกสรคือผีเสื้อเหยี่ยว ซึ่งสังเกตได้ว่าช่วงที่ดอกไม้ลักษณะที่เหมาะสมคือ ดอกที่มีสีอ่อน อันเนื่องมาจาก ผีเสื้อเหยี่ยวเป็นผีเสื้อกลางคืน (Paige and Whitham. 1985) การถ่ายละอองเรณูเป็นการใช้ความหลากหลายของตัวชี้้นทางประสาทสัมผัสเมื่อได้เลือกดอกไม้ ที่แสดงถึงปริมาณและคุณภาพของน้ำหวาน รูปร่างดอกไม้เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องในปัจจุบันนี้ ที่แสดงถึงการวิวัฒนาการระหว่าง ผีเสื้อเหยี่ยวและดอกไม้

ความสำคัญของรูปร่างดอกไม้ที่เกิดจากผลกระทบจากการผสมเกสร การเลือกรูปร่างของดอกไม้ในการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยว คือรูปร่างดอกหลอดยาวกลีบแคบ อย่างไรก็ตามสิ่งเร้าประเภทกลิ่นของดอกไม้ก็ยังคงมีความสำคัญต่อการหารอาหารของผีเสื้อเหยี่ยวในการชี้นำให้เข้าไปถึงดอกไม้ได้ ส่วนสิ่งเร้าในลักษณะของรูปร่างของดอกไม้ที่ผีเสื้อรับรู้ เป็นสิ่งสำคัญขั้นสุดท้ายก่อนที่ผีเสื้อจะคลายวงเพื่อดูดน้ำหวาน กลไกของพฤติกรรมหารอาหาร โดยใช้ความสามารถและความต้องการของผีเสื้อเหยี่ยว ยาสูบ (*M. sexta*) ในการมองเห็นดอกไม้สีอ่อน นอกเหนือไปจากลักษณะดอกไม้อื่น ๆ ที่มองเห็นได้เช่น สีและขนาด ดอกไม้ยังแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของร่องรอยในกลีบดอกไม้ และรูปร่างของดอกไม้ในแต่ละแบบของแต่ละชนิดที่แตกต่างกันออกไปเช่น *N. longiflora* มีลักษณะก้านดอกที่ถี่ยาว หน้าดอกมีลักษณะเป็น 5 แฉกปลายแหลม ดอกสีขาว ซึ่งมีความเหมาะสมต่อผีเสื้อเหยี่ยวมากกว่า ชนิด *N. forgetiana* ที่มีลักษณะค่อนข้างสั้นและใหญ่ ดอกสีชมพู 5 แฉกปลายมน (Gaskett *et al.*, 2012)

จุดประสงค์งานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของต้นหนามแดง ผีเสื้อ *N. heapera* ศัตรูธรรมชาติตลอดจนสีที่ดึงดูดและปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง เนื่องจากผีเสื้อเหยี่ยวเป็นแมลงสำคัญที่ช่วยในการผสมเกสรของดอกไม้ และดอกไม้บางชนิดก็มีความสัมพันธ์กับผีเสื้อเหยี่ยว โดยดอกไม้บางชนิดจะผสมเกสรได้ด้วยผีเสื้อเหยี่ยวชนิดเดียวเท่านั้นและในงานวิจัยเรื่องสีที่ดึงดูดยังสามารถนำไปใช้ในเรื่องของการลดปริมาณการระบาดของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงต่อไป

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1.1 เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง

1. ต้นหนามแดง
2. กล่องพลาสติกขนาด 18x27x10 เซนติเมตร
3. ไม้บรรทัด

3.1.2 การสำรวจชนิดแมลงศัตรูต้นหนามแดง

1. ถ้วยพลาสติก
2. กรรไกร
3. กระดาษบันทึกผลการทดลอง
4. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (รุ่น DS-Fi2, ยี่ห้อ Nikon)
5. จานแก้ว (petri dish) (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร)

3.1.3 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหี่ยวหนามแดง

1. จานแก้ว (petri dish) (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร)
2. ถ้วยพลาสติก
3. พู่กัน
4. กรรไกร
5. สำลี

6. กรงเลี้ยงผีเสื้อ ขนาด 40-60-40 เซนติเมตร

7. สารละลายน้ำฟุ้งความเข้มข้น 25%

8. กระดาษบันทึกผลการทดลอง

9. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (รุ่น DS-Fi2, ยี่ห้อ Nikon)

3.1.4 การศึกษาสีที่ดึงดูด และปริมาณการดูดกินน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหี่ยวหนามแดง

1. แท่นโฟม
2. หลอดดูดน้ำ 6 สี ได้แก่ สีเขียวอ่อน ขาว ม่วง ชมพู เหลือง และเขียวเข้ม
3. กรงเลี้ยงผีเสื้อ ขนาด 40-60-40 เซนติเมตร
4. สารละลายน้ำฟุ้งความเข้มข้น 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กระจกย่นที่ผลการทดลอง
6. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (รุ่น DS-Fi2, ยี่ห้อ Nikon)
7. กรรไกร
8. ดอกหนามแดง 30 ดอก
9. ตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวเพศผู้ เมีย อย่าง 30 ตัว

3.1.5 การสำรวจชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ

1. ถ้วยพลาสติก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18x27x10 เซนติเมตร)
2. พู่กัน
3. กรรไกร
4. สำลี
5. สารละลายน้ำฟุ้งความเข้มข้น 25%
6. กระจกย่นที่ผลการทดลอง
7. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (รุ่น DS-Fi2, ยี่ห้อ Nikon)

3.1.6 การศึกษาชีววิทยาและขยายพันธุ์ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

1. จานแก้ว (petri dish) (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร)
2. พู่กัน
3. สารละลายน้ำฟุ้งความเข้มข้น 25%
4. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (รุ่น DS-Fi2, ยี่ห้อ Nikon)
5. เข็มเย็บไข่แมลง
6. กระจกย่นที่ผลการทดลอง

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง

เก็บตัวอย่างใบ หนาม ดอก และผล ของต้นหนามแดงในภาคสนามมาวัดขนาดในห้องปฏิบัติการ

ใบ: บันทึกลักษณะสีของยอดอ่อนและใบอ่อน ส่วนใบแก่ พิจารณาการเรียงใบ (leaf arrangement) รูปร่างใบ (leaf shape) ลักษณะของโคนใบ (leaf base) ลักษณะปลายใบ (leaf apex) และลักษณะผิวใบ (surface feature) ทำการวัดความกว้างและความยาวของใบแก่ รวมทั้งความยาวของก้านใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาม: บันทึกรูปแบบของหนาม และวัดขนาดของหนามแก่

ดอก: บันทึกแบบของช่อดอกหนามแดงที่เก็บได้จากภาคสนามดอกย่อย (floret) แต่ละดอกนำมาส่องดูใต้กล้อง บันทึกลักษณะของดอกย่อย มีการวัดขนาดของหลอดกลีบดอก (corolla tube) ขนาดของกลีบดอก วัดความยาวก้านดอกย่อย บันทึกส่วนที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์ ได้แก่ เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย นอกจากนี้บันทึกช่วงเวลาการบานของดอกและอายุของดอก

ผล: บันทึกรูปแบบของผล สี ในผลอ่อน ผลแก่ และผลสุก บันทึกขนาดของผล นอกจากนี้รวมถึงรูปร่างของเมล็ด จำนวนเมล็ด ผล และขนาดของเมล็ด

3.2.2 การสำรวจชนิดแมลงศัตรูต้นหนามแดง

สำรวจตามส่วนต่างๆของต้นหนามแดง ได้แก่ ใบ ก้าน กิ่ง ใบอ่อน ดอก และผล พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างแมลงที่ได้ไปที่ห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปจำแนกชนิดของแมลงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อแมลงที่ได้เป็นระยะตัวอ่อน จะทำการเลี้ยงในห้องเลี้ยงแมลงเพื่อให้ได้ตัวเต็มวัยแล้วจึงนำไปจำแนกอีก พร้อมทั้งจดบันทึกและถ่ายรูป

3.2.3 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

การศึกษาในภาคสนาม เก็บไข่และหนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง โดยเก็บไข่ที่ใบอ่อน ยอดอ่อน หรือที่หนามอ่อนของต้นหนามแดงมาใส่ในจานแก้ว ส่วนผีเสื้อเหยี่ยวหากพบที่ต้น จะเก็บใส่ในกล่องพลาสติก ทั้งไข่และหนอนนำมาเลี้ยงในห้องเลี้ยงแมลง เลี้ยงจนเป็นตัวเต็มวัย และให้ผสมพันธุ์ หลังจากที่ได้ผสมพันธุ์แล้ว นำไข่ที่ได้มาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง บันทึกสีและผิวของไข่ รวมทั้งรูปร่างไข่ หนอนของผีเสื้อทุกวัยมีการวัดขนาดลำตัว ความยาวคอร์ซัลฮอร์น (dorsal horn) บันทึกสีของหนอนและลักษณะต่างๆที่ปรากฏให้เห็นที่ลำตัว วัดความกว้างของหัวกะโหลกในแต่ละวัย สำหรับดักแด้บันทึกลักษณะทั่วไปของดักแด้ คือความยาวดักแด้ ความยาว และความกว้างของปลอกหุ้มวงปากดักแด้ (proboscis sheath) และขนาดของครีเมสเตอร์ (cremaster) นอกจากนี้บันทึกตำแหน่งช่องเปิดอวัยวะสืบพันธุ์ของดักแด้เพศผู้และเพศเมีย

สำหรับตัวเต็มวัย บันทึกลักษณะทั่วไปของตัวเต็มวัย เช่นสีของลำตัว สีที่ด้านบน และด้านล่างของปีกหน้าและปีกหลัง วัดขนาด ความยาวลำตัว วงปาก ขนาดของวิงสเปน (wingspan) ความกว้างและยาวของปีกหน้าและปีกหลัง

3.2.4 การศึกษาสีที่ดึงดูดและปริมาณการดูดน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

หลังจากที่ผีเสื้อฟักออกจากดักแด้ใหม่ก็นำผีเสื้อมาใส่ในกรงขนาด 40x60x40 เซนติเมตร พร้อมใส่ดอกไม้ประดิษฐ์ที่มีความยาวก้านดอก 4 เซนติเมตร จำนวน 5 สี ได้แก่ สีขาว ชมพู ม่วง เหลือง และเขียว กลีบดอกไม้ประดิษฐ์ทำโดย ตัดหลอดตามแนวยาวของหลอดเพียงด้านเดียว ให้กลีบเป็น

สีที่เหลื่อมพื้นผ้าและตัดขอบให้เป็นริ้วๆ จากนั้นม้วนหลอดให้เป็นท่อแล้วนำไปเสียบที่ปลายหลอดที่เตรียมไว้เพื่อทำเป็นดอกไม้ และนำไปวางบนแท่นโพนให้แต่ละสีมีระยะห่างที่เท่ากัน ภายในดอกไม้ประดิษฐ์ใส่สารละลายน้ำฟีนีลปริมาณ 1.1 ซีซี ทำการบันทึกปริมาณน้ำหวานที่ลดลงภายในเวลา 24 ชั่วโมงและ สีที่ดึงดูดผีเสื้อเป็นสีแรก

3.2.5 การสำรวจชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ

ทำการเก็บตัวอย่างไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติที่มีการลงทำลายตรวจนับจำนวนไข่ทั้งหมดที่เก็บได้แยกไข่ที่ถูกเบียนและ ไข่ที่ถูกเบียน ใส่ในจานแก้ว (petri dish) (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร) จนกระทั่งตัวเต็มวัยของแตนเบียนออกมา นับจำนวนของแตนเบียน *Ooencyrtus* sp ทำการเก็บข้อมูลที่ วัดจระเข้ตาย วัดหัวคู่วาราม วัดเทพนิมิต สวนสาธารณะ และหมู่บ้าน โกลเด็นเพลส เป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560 ข้อมูลที่ได้จะใช้สำหรับวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างแตนเบียน *Ooencyrtus* sp. กับประชากรผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง และเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียน *Ooencyrtus* sp.

3.2.6 การศึกษาชีววิทยาและขยายพันธุ์ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

การศึกษชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

นำไข่ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่ได้จากการของแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัยมาส่งใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (รุ่น DS-Fi2, ยี่ห้อ Nikon) และทำการตรวจสอบการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp พร้อมจดบันทึก เพศของแตนเบียนที่ฟักออกมาจากไข่ และระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียตาย

การเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

โดยนำไข่ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่ถูกเบียนในธรรมชาติใส่จานแก้ว (petri dish) เมื่อตัวเต็มวัยของแตนเบียนไข่ฟักออกมา และให้สารละลายน้ำฟีนีล 25% เป็นอาหารแก่ตัวเต็มวัยและปล่อยให้แตนเบียนผสมพันธุ์กัน จากนั้นก็นำไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง นำมาให้แตนเบียนไข่ทำการเบียนในจานแก้วเป็นเวลา 24 ชม.

โฮสต์ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

โดยทำการปล่อยให้ตัวเต็มวัยเพศเมียแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. ลงไปในไข่และหนอนวัยแรกของผีเสื้อและแมลงชนิดต่างๆ เช่น มวนแดงฝ้าย ดั้วหนอนนก ผีเสื้อหนอนไหม ไทร เพลี้ยแป้ง ลิขมพู่ หนอนห่อใบ ไรแดงหม่อน แมงมุมหญ้า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม และผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ฝ้ายสังเกดแตนเบียนไข่ในการเบียนไข่ของแมลงชนิดต่างๆพร้อมจดบันทึก

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง

ลักษณะทั่วไปของต้นหนามแดง

ต้น: เป็นไม้ทรงพุ่มสูง 2-3 เมตร อายุหลายปี ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขา ที่ลำต้นและกิ่งมีหนามแหลมยาวและแข็ง มีหนามอยู่เดี่ยว หรือเป็นกระจุก ลักษณะหนามมี 2 แบบ คือ หนามที่เป็นอันเดียว (simple thorn) และหนามที่เป็นง่าม (forked thorn) หนามอ่อนจะมีสีแดง เมื่ออายุมากขึ้นหรือหนามแก่ขึ้นจะเป็นสีเขียว และมีส่วนปลายเป็นสีแดง หนามแก่มีความยาว 8.00-24.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 15.50 ± 5.10 มิลลิเมตร)

ใบ: ใบเป็นใบเดี่ยว แบบวงรีกว้าง (broadly elliptic) หรือรูปขอบขนาน (oblong) ปลายใบมน เส้นกลางใบของใบแก่ชัดเจนสีขาว โคนใบป้าน (obtuse) หรือ เรียวเล็กน้อยการเรียงใบที่กิ่งเป็นแบบตรงข้าม (opposite) ใบอ่อน ยอดอ่อน มีสีค่อนข้างแดง ใบแก่มีความกว้าง 21.00-42.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 30.53 ± 7.04 มิลลิเมตร) และยาว 30.00-77.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 57.50 ± 12.11 มิลลิเมตร) ใบมีก้านใบสั้น ก้านใบยาว 2.50-5.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.82 ± 0.63 มิลลิเมตร)

ดอก: ออกดอกเป็นช่อ บริเวณปลายยอด ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจุก ช่อดอกย่อยเป็นแบบ cyme คือ ดอกช่อที่มีดอกย่อยเพียง 3 ดอกเท่านั้น และออกมาจากแกนกลางที่จุดเดียวกันหรือ เหลื่อมกันเล็กน้อย ดอกย่อย (floret) แต่ละดอกมีสีขาว (ภาพที่ 4.1) กลีบดอกตอนล่าง เชื่อมติดกันเป็นหลอด กลีบดอก ตอนปลายดอกแยกเป็น 5 กลีบ หลอดกลีบดอกมีสีชมพู มีความยาว 16.00-21.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 19.20 ± 1.16 มิลลิเมตร) กลีบดอกแต่ละกลีบมีปลายเรียวแหลมกลีบดอกจุดที่กว้างที่สุดคือ 4.50-7.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.67 ± 0.59 มิลลิเมตร) และกลีบดอกมีความยาว 8.50-12.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 10.57 ± 1.03 มิลลิเมตร) ก้านดอกย่อย ยาว 2.50-6.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.81 ± 0.98 มิลลิเมตร) ดอกของหนามแดงเป็นแบบสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย อยู่ในดอกเดียวกัน เกสรเพศผู้ติดกับกลีบหลอดดอก เกสรเพศผู้มี 5 อัน และมีวงเดียว วางอยู่แนวเดียวกัน เกสรตัวผู้มีก้านอับเรณู สั้นมาก เกสรตัวเมียมี 1 อัน อยู่ต่ำกว่าเกสรตัวผู้ ก้านเกสรตัวเมียยาว 9.50-10.00 มิลลิเมตร

ผล: ผลมีลักษณะกลม หรือกลมรี (ภาพที่ 4.2) ผลมีเนื้อหลายเมล็ดแนวของผลมีความยาว 19.00-27.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 21.60 ± 1.85 มิลลิเมตร) และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 16.00-20.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 17.47 ± 1.36 มิลลิเมตร) ผลอ่อนมีสีขาวและจะเปลี่ยนสีเป็นสีแสดตามลำดับ (ภาพที่ 4.3-4.4)



ภาพที่ 4.1 ดอกของต้นหนามแดง



ภาพที่ 4.2 ผลอ่อนของหนามแดง (สีขาว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างในผลมี 3-9 เมล็ด/ผล ขนาดของเมล็ดกว้าง 5.50-7.50 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 6.30±0.51 มิลลิเมตร) และ ยาว 7.50-9.50 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 8.47±0.51 มิลลิเมตร)

ฤดูดอกบาน: มีดอกได้ตลอดทั้งปีแต่จะพบมากเดือนมีนาคม-เมษายน ดอกส่งกลิ่นหอมอ่อนๆ ตลอดทั้งวัน บานประมาณ 3 วัน ดอกบานช่วงเวลา 19.00-20.00 น. หลังจากดอกบาน 3 วันไปแล้ว กลีบดอกจะแห้ง และ ร่วงจากช่อดอกจะเห็นเฉพาะเกสรตัวเมียติดอยู่

จากข้อมูลการศึกษาข้างต้นได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์ (2011) ที่ได้ระบุลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ของต้นหนามแดงว่า หนามแดงเป็นไม้ทรงพุ่ม รอเลื้อย หรือไม้ต้นขนาดเล็ก สูงถึง 5 เมตร มียางสีขาว ใบเดี่ยว ออกตรงข้าม รูปขอบขนาน ใบมีความกว้าง 1.50-4.00 เซนติเมตร ยาว 3.00-7.00 เซนติเมตร ปลายมน หรือเว้ามน ดอกออกเป็นช่อ ยาวประมาณ 3.50-5.50 เซนติเมตร กลีบดอกสีขาว หรือสีชมพู โคนเชื่อมเป็นหลอด มีความยาว 16.00-21.50 มิลลิเมตร ปลายแยกผล รูปไข่ กว้าง 12.00-17.00 มิลลิเมตร ยาว 15.00-23.00 มิลลิเมตร มีสีแดงชมพู ถึงสีดำ การกระจายพันธุ์ เป็นพืชที่ปลูกที่คาดว่ามีการนำเข้ามาในอินเดีย พบในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย ศรีลังกา พม่า จีน และไทย



ภาพที่ 4.3 ผลแก่ของหนามแดง(สีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ผลแก่ของหนามแดง (สีแดงเข้ม)

4.2 ชนิดศัตรูต้นหนามแดง

จากการสำรวจพบแมลงที่เป็นศัตรูของต้นหนามแดง หลายชนิด (species) ดังนี้
แมลงที่เข้าทำลายผลสุกของต้นหนามแดง

1. หนอนแมลงวันทอง *Bactrocera correcta* (Bezzi) (ภาพที่ 4.5) และหนอนแมลงวันทอง *B. dorsalis* (Hendel) (ภาพที่ 4.6)

แมลงที่เข้าทำลายใบของหนามแดง

2. หนอนม้วนใบสีม *Archips micaceana* วงศ์ Tortricidae จะพบการเข้าทำลายของหนอนม้วนใบในบริเวณใบแก่ของต้นหนามแดง (ภาพที่ 4.7)

3. หนอนบู่ *Euproctis fraterna* Moore วงศ์ Erebidae หนอนบู่ชนิดนี้จะเข้าทำลายโคนก้านใบอ่อนของต้นหนามแดง (ภาพที่ 4.8)

4. หนอนผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*Nephele hespera*) เป็นผีเสื้อกลางคืน โดยตัวหนอนวัย 1-4 จะเข้ากัดกินใบอ่อนของต้นหนามแดง และหนอนวัย 5 จะเข้ากัดกินใบแก่ของต้นหนามแดง (ภาพที่ 4.9)

5. แมลงก่อมทอง *Hypomeces squamosus* (F.) ตัวเต็มวัยจะกัดกินยอดอ่อน ใบอ่อน ของต้นหนามแดง ถือเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของหนามแดงมากที่สุด (ภาพที่ 4.10)

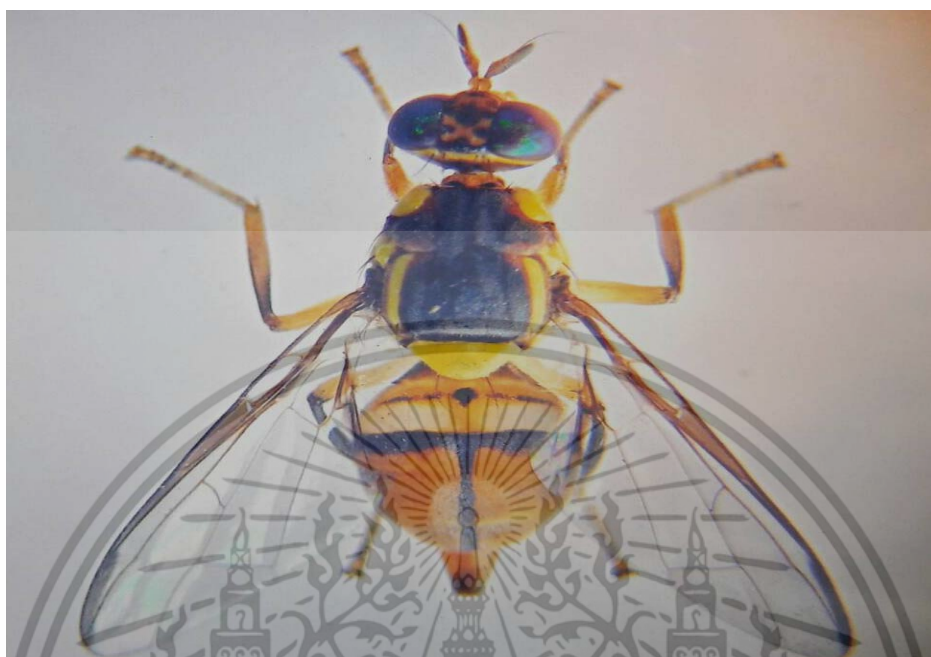
6. เพลี้ยแป้ง วงศ์ Pseudococcidae อันดับ Hemiptera ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย ดูดกินน้ำเลี้ยงจากบริเวณกิ่ง ใบ ช่อดอก ผลอ่อน ผลแก่ มีมดเป็นพาหะ ช่วยพาไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ส่วนของพืชที่ถูกทำลายจะแคะแกระและเกิดราสีดำ เพลี้ยแป้งสามารถกินพืชได้หลากหลายชนิด จึงทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโต ทำให้ใบไม้ผิดรูปหรือร่วง ทำให้ใบเหลือง และในบางครั้งอาจทำให้ต้นไม้ตาย (ภาพที่ 4.11)

7. หนอนหอยหลังเต่า *Thosea siamica* Holloway อยู่ในวงศ์ Limacodidae หนอนรูปไข่ ส่วนบนลำตัวจะนูนขึ้นมากคล้ายหลังเต่า ลำตัวปกคลุมด้วยหนามมีพิษ โดยทั่วไปลำตัวมีสีเขียวอ่อน มีเส้นสีขาวปนเหลือง ปลอดภัยตามขวางความยาวลำตัว 1 เส้น (ภาพที่ 4.12)

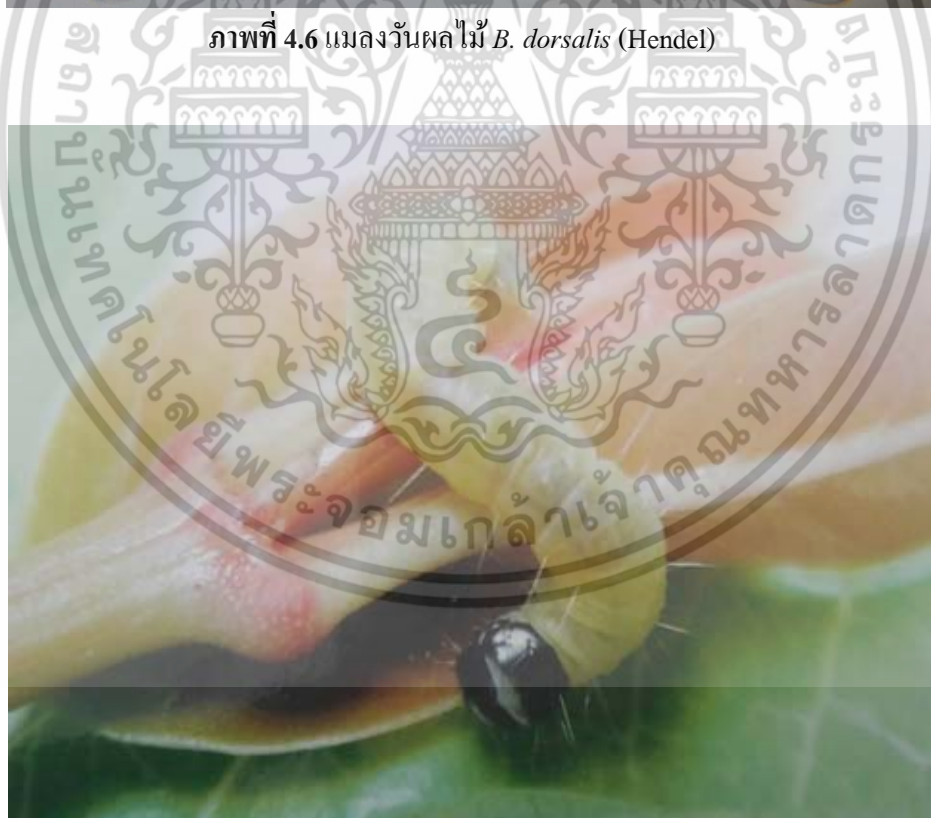


ภาพที่ 4.5 แมลงวันผลไม้ *Bactrocera correcta* (Bezzi)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* (Hendel)



ภาพที่ 4.7 ฝีเสื้อหนอนม้วนใบ

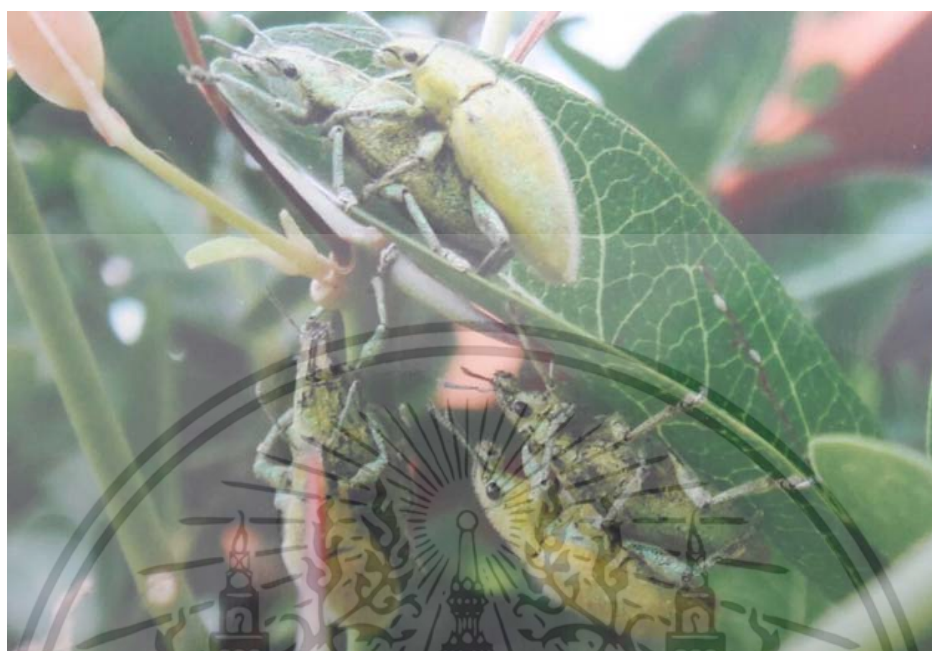
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 หนอนบู่

ภาพที่ 4.9 หนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

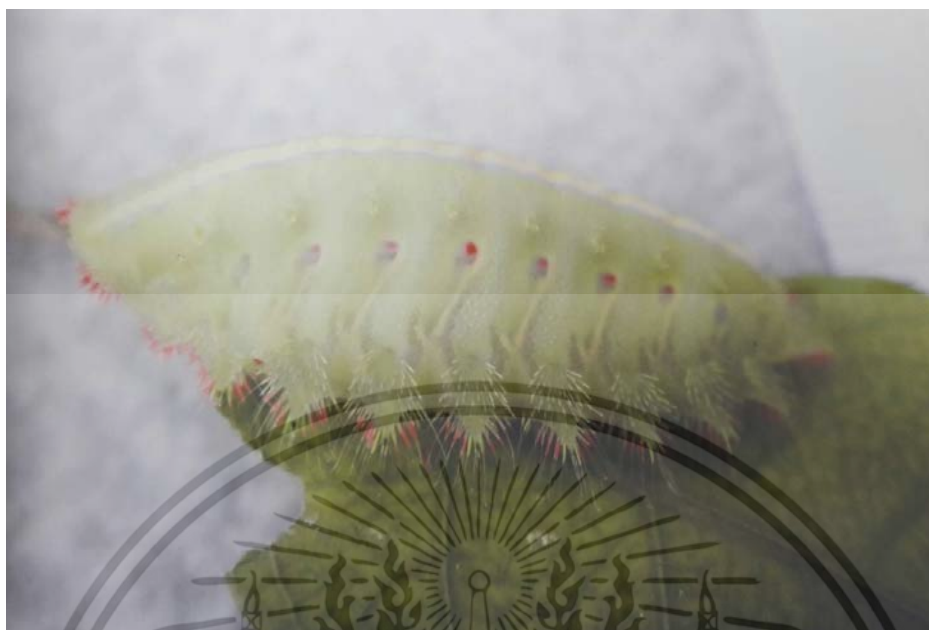


ภาพที่ 4.10 แมลงค่อมทอง



ภาพที่ 4.11 เพลี้ยแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 หนอนหอยหลังเต่า

4.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง *Nephela hespera* (F.)

ไข่: ไข่มีลักษณะกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.40-1.60 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.40 มิลลิเมตร) ผิวของไข่เรียบ สะท้อนแสง (ภาพที่ 4.13)

หนอน: หนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงโดยทั่วไปมีขาจริงที่อก 3 คู่ และมีขาเทียมที่ท้องปล้องที่ 3-6 และท้องปล้องสุดท้ายปล้องละ 1 คู่ ด้านบนของท้องปล้องที่ 8 มีฮอร์น (horn) 1 อัน หนอนผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมี 2 สี (dichromatic) หรือหนอนมี 2 ฟอรัม (form) กล่าวคือหนอนฟอรัมสีเขียว (green larval form) และหนอนฟอรัมสีน้ำตาล (brown larval form) หนอนมี 5 วัย แต่ละวัยมีขนาดและลักษณะทั่วไปดังต่อไปนี้

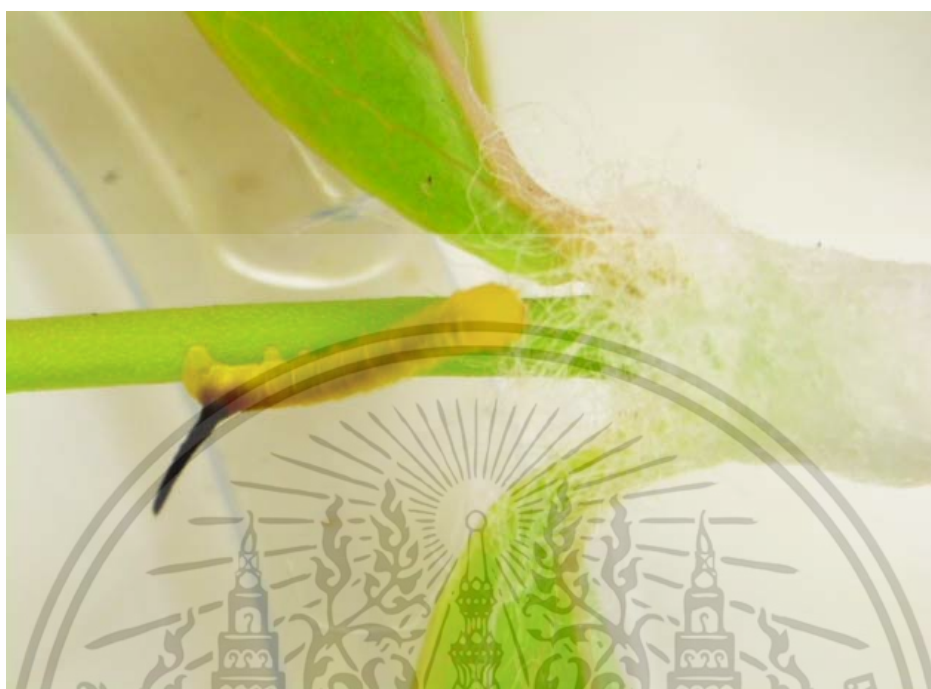
หนอนวัยแรก ลำตัวมีขนาดเล็กมีความยาว 4.00-10.00 มิลลิเมตร หัวกะโหลกกว้าง 0.84 ± 0.04 มิลลิเมตร คอรัชด์ฮอร์น มีความยาว 2.47 ± 0.10 มิลลิเมตร หนอนวันนี้ หัว ออก ท้อง ขาจริงและขาเทียมมีสีเหลืองอ่อน ฮอร์นดำ ปลายฮอร์นแยกเป็น 2 แฉก ฐานฮอร์นมีสีน้ำตาลแดง หนอนเมื่ออายุมากขึ้นอกกับท้องมีสีเขียวปนเหลือง (ภาพที่ 4.14-4.15)



ภาพที่ 4.13 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ภาพที่ 4.14 หนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 หนอนวัยแรกของฝัเสื้อเหี่ยวหนามแดง

หนอนวัยสอง ลำตัวยาว 8.50-16.00 มิลลิเมตร หัวกะโหลกกว้าง 1.28 ± 0.03 มิลลิเมตร ดอร์ซัลซอร์น มีความยาว 3.90 ± 0.27 มิลลิเมตร ซอร์นยาวตรงมีสีน้ำตาลเข้มดำ มีปลายซอร์นแยกเป็น 2 แฉก หนอนมี 2 ฟอรัม คือ หนอนฟอรัมสีเขียว ด้านข้างลำตัวมีแถบสีขาวตามความยาวลำตัว แถบขาวนี้เริ่มต้นประมาณท้องปล้องที่ 3 และขยายไปถึงฐานซอร์น มีข้างละ 1 แถบ ส่วนฟอรัมน้ำตาลมีลักษณะคล้ายกับฟอรัมสีเขียว เพียงแต่ หัว ออก และท้องมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 4.16)

หนอนวัยสาม ลำตัวยาว 14.00-26.00 มิลลิเมตร หัวกะโหลกกว้าง 2.00 ± 0.10 มิลลิเมตร ดอร์ซัลซอร์น มีความยาว 6.19 ± 0.42 มิลลิเมตร ซอร์นมีลักษณะยาวตรงมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ พื้นผิวรอบซอร์นปกคลุมด้วยหนามขนาดเล็ก หนอนวัยนี้มี 2 ฟอรัม คือฟอรัมสีเขียวกับฟอรัมสีน้ำตาล หนอนฟอรัมสีเขียว หัว ออก และท้องมีสีเขียวอ่อน มีแถบสีขาวด้านข้างก่อนไปทางด้านบนของลำตัว ตรงปลายของหนอนวัยนี้ จะเห็นแถบสีขาวแนวเฉียง ด้านข้างท้องปล้องที่ 1 และ 2 แถบทั้ง 2 ไม่ค่อยเด่นชัด ส่วนหนอนฟอรัมสีน้ำตาล หัว ออก และท้องมีสีน้ำตาล ด้านข้างท้องปล้องที่ 7-8 มีแถบขาวกว้างเด่นชัดมาก มีลักษณะค่อนข้างรูปสามเหลี่ยม ขาจริง และขาเทียม มีสีน้ำตาล (ภาพที่ 4.17)



ภาพที่ 4.16 หนอนวัยที่สองของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ภาพที่ 4.17 หนอนวัยที่สามของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนอนวัยสี่ ลำตัวยาว 22.00-40.00 มิลลิเมตร หัวกะโหลกกว้าง 3.21 ± 0.10 มิลลิเมตร คอรัซัลฮอร์น มีความยาว 6.19 ± 0.42 มิลลิเมตร ลักษณะทั่วไปของหนอนฟอรัมน้ำตาล หัว ออก และด้านบนของท้องมีสีน้ำตาล ด้านข้างท้องมีสีน้ำตาลเข้ม คอรัซัลฮอร์นมีสีน้ำตาลเข้ม และมีปลายฮอร์นสีน้ำตาลปนเหลือง ฮอร์นปกคลุมด้วยหนามขนาดเล็กจำนวนมาก ฮอร์นมีลักษณะ โค้งขึ้นเล็กน้อย มีเส้นสีน้ำตาลเข้ม 1 เส้น อยู่แนวกลางตามความยาวลำตัว เส้นนี้เริ่มจากส่วนหน้าของอกปล้องแรกขยายออกไปถึงฐานฮอร์น ขาเทียมมีสีน้ำตาลเข้ม มีเส้นสีขาวด้านข้างลำตัวข้างละ 1 เส้น โดยเริ่มจากประมาณท้องปล้องที่ 4 ถึงฐานฮอร์น ขาจริงมีสีน้ำตาลเข้มปนขาว ท้องปล้องที่ 7 มีเครื่องหมายก่อนไปทางรูปสามเหลี่ยม เครื่องหมายนี้มีสีน้ำตาลปนขาว ขณะเดียวกันด้านข้างท้องมีสีน้ำตาลปนขาว ต่อเนื่องกับเครื่องหมายสามเหลี่ยมดังกล่าว ด้านข้างท้องปล้องที่ 1-3 มีแถบขาวแคบแนวเฉียงข้างละ 2 แถบ แถบแรกไม่ค่อยชัด ขณะที่แถบที่ 2 ปรากฏให้เห็นเด่นชัด (ภาพที่ 4.18)

หนอนวัยห้า ลำตัวยาว 40.00-75.00 มิลลิเมตร หัวกะโหลกกว้าง 4.86 ± 0.15 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4.19) คอรัซัลฮอร์น มีความยาว 7.60 ± 0.53 มิลลิเมตร หนอนวัยนี้จะเห็นคอรัซัลฮอร์นขนาดใหญ่ชัดเจน ทั้งหนอนฟอรัมสีเขียวและหนอนฟอรัมสีน้ำตาล (ภาพที่ 4.20) (ตารางที่ 4.1) (ภาพที่ 4.21)



ภาพที่ 4.18 หนอนวัยที่สี่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



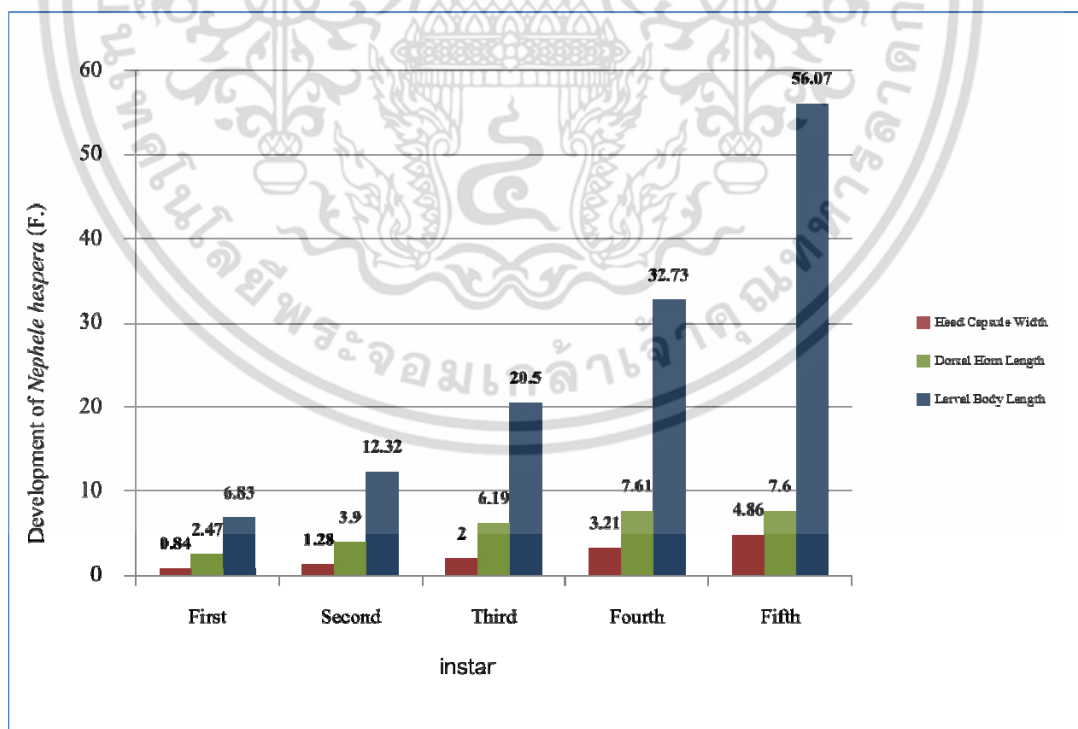
ภาพที่ 4.19 หนอนวัยที่ห้าของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ภาพที่ 4.20 ดอร์ซัลฮอร์น (dorsal horn) ของหนอนฟอร์มสีน้ำตาลและสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การเจริญเติบโตและพัฒนาการของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ระยะ	การเจริญเติบโต (วัน)	ความยาวลำตัว (มิลลิเมตร)	ความกว้างหัวกะโหลก (มิลลิเมตร)	ความยาวของ Caudal horn (มิลลิเมตร)
ไข่	2.67± 3.00			
หนอนวัย 1	1.67± 0.08	6.83±1.91	0.84±0.04	2.47±0.10
หนอนวัย 2	1.92± 0.08	12.32±2.32	1.28±0.03	3.90±0.27
หนอนวัย 3	1.99± 0.08	20.50±3.50	2.00±0.10	6.19±0.42
หนอนวัย 4	3.43± 0.21	32.73±5.66	3.21±0.10	7.61±0.60
หนอนวัย 5	7.05± 0.50	56.07±10.29	4.86±0.15	7.60±0.53
ดักแด้	11.83± 13.92			
ตัวเต็มวัย				
เพศผู้	8.45± 1.10			
ตัวเต็มวัย				
เพศเมีย	11.90±1.58			



ภาพที่ 4.21 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ความกว้างของหัวกะโหลกและความยาวดอร์ซัลฮอร์น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนองฟอร์มมีน้ำตาล หัว ออก และท้องมีสีน้ำตาล สอรั้นมีสีดำ (ภาพที่ 4.22) ปกคลุมด้วยหนาม ขนาดเล็กจำนวนมากสีดำ ปลายสอรั้นเรียวยแหลม ด้านข้างท้องปล้องที่ 7 มีเครื่องหมายรูปสามเหลี่ยม ใหญ่มีสีค่อนไปทางขาว ขณะเดียวกัน ด้านข้างท้องปล้องที่ 8 มีสีค่อนไปทางขาวต่อเนื่องกับ เครื่องหมายสามเหลี่ยมของท้องปล้องที่ 7 เอนิธ เพทท มีสีน้ำตาล ขาเทียมมีสีน้ำตาล ขาจริงมีสีดำปน ขาว ด้านข้างลำตัวของท้องปล้องที่ 1-3 มีแถบเฉียง หรือ แถบเส้นทแยงมุมสีขาว ข้างละ 2 แถบ แนวนวนาน แถบเฉียงแรกไม่ชัดเจน รูหายใจมีลักษณะกลมรี วางอยู่ในแนวตั้ง ขอบรูหายใจ และ filter apparatus มีสีน้ำตาลเข้ม

หนองฟอร์มสีเขียว หัว ออกและท้องมีสีเขียว สอรั้นมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ และปลายสอรั้นเรียวย แหลม ขาจริงมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำปนขาว anal plate มีสีเขียว ขาเทียมสีเขียว มีแถบขาวแคบด้านข้างท้อง จากท้องปล้องที่ 4 ถึงฐานสอรั้น ด้านข้างท้องปล้องที่ 1-3 มีแถบเฉียงสีขาวแนวนาน ข้างละ 2 แถบ (ภาพที่ 4.23)



ภาพที่ 4.22 ลักษณะสอรั้นของหนองฟอร์มมีสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 หนอนฟอรัมสีเขียวยักษ์ก่อนเข้าดักแด้ (Early prepupal stage)

ดักแด้: ดักแด้มีขนาดใหญ่ สีน้ำตาล มีความยาว 42.00-47.00 มิลลิเมตร รูปร่างใจด้านข้างท้องมีลักษณะกลมรี วางอยู่ในแนวตั้ง รูปร่างใจมีสีน้ำตาลเข้ม ด้านข้างท้องมีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าด้านล่างท้อง ครีเมสเตอร์มีลักษณะแบน มีสีน้ำตาลเข้ม ปลายครีเมสเตอร์มีหนาม 2 อัน ข้างละ 1 อัน โดยแต่ละอันมีปลายชี้ออกด้านข้าง ส่วนหน้าของดักแด้มีปลอกหุ้มวงปากลักษณะแบนยื่นออกจากส่วนหัว (ภาพที่ 4.24-4.27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 หนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่กำลังเข้าดักแด้



ภาพที่ 4.25 ดักแด้ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.26 ปลายท้อง ของคักเค็ฝี่เลื้อเหี้ยวหนามแดง



ภาพที่ 4.27 คักเค็ฝี่เลื้อเหี้ยวหนามแดงที่ใกล้ฟัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกลักษณ์ของเพศผู้ (Description of male)

ตัวเต็มวัยเพศผู้มี ฟรีนูลัม (frenulum) 1 เส้นมีสีน้ำตาลที่ฐานปีก (ภาพที่ 4.28) ส่วนแอนทีเรีย (anterior) ของปีกหลัง หนดเป็นแบบ Ciliate ลำตัวมีความยาว 31.00-40.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 35.10 ± 2.37 มิลลิเมตร) ingspan มีความยาว 58-74 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 67.47 ± 3.82 มิลลิเมตร) มีความยาววงปาก 42.00-51.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 46.03 ± 2.33 มิลลิเมตร) หนดมีความยาว 14.50-17.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 15.49 ± 0.59 มิลลิเมตร) ปีกคู่หน้ามีความกว้าง 12.00-14.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 13.13 ± 0.52 มิลลิเมตร) และมีความยาว 30.00-34.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 31.87 ± 0.97) ปีกหลังมีความกว้าง 10.00-13.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 11.68 ± 0.69 มิลลิเมตร) และมีความยาว 18.00-21.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 19.58 ± 0.87 มิลลิเมตร)

เอกลักษณ์ของเพศเมีย (Description of female)

ตัวเต็มวัยเพศเมียมี ฟรีนูลัม (frenulum) มีหลายเส้น สีน้ำตาล (ภาพที่ 4.29) หนดเป็นแบบ เส้นค้ำ (filiform) โดยผิวหนวดจะเรียบไม่มีเส้นแวงขน ลำตัวมีความยาว 33.00-39.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 35.00 ± 1.40 มิลลิเมตร) ingspan มีความยาว 64.00-75.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 69.70 ± 3.24 มิลลิเมตร) มีความยาววงปาก 42.00-48.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 44.63 ± 2.08 มิลลิเมตร) หนดมีความยาว 12.50-16.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 13.55 ± 0.75 มิลลิเมตร) ปีกคู่หน้ามีความกว้าง 12.50-14.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 13.47 ± 0.54 มิลลิเมตร) และมีความยาว 30.00-35.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 32.57 ± 1.28 มิลลิเมตร) ปีกหลังมีความกว้าง 10.00-13.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 11.68 ± 0.78 มิลลิเมตร) และมีความยาว 18.50-21.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 19.98 ± 0.81 มิลลิเมตร) ส่วนท้องของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีแถบสีดำเรียง 6 แถว (ภาพที่ 4.30) ที่ขาคู่หลังของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงจะเห็น tibial spurs ชัดเจน (ภาพที่ 4.31) (ตารางที่ 4.2-4.3)



ภาพที่ 4.28 ฟินูลัมของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศผู้

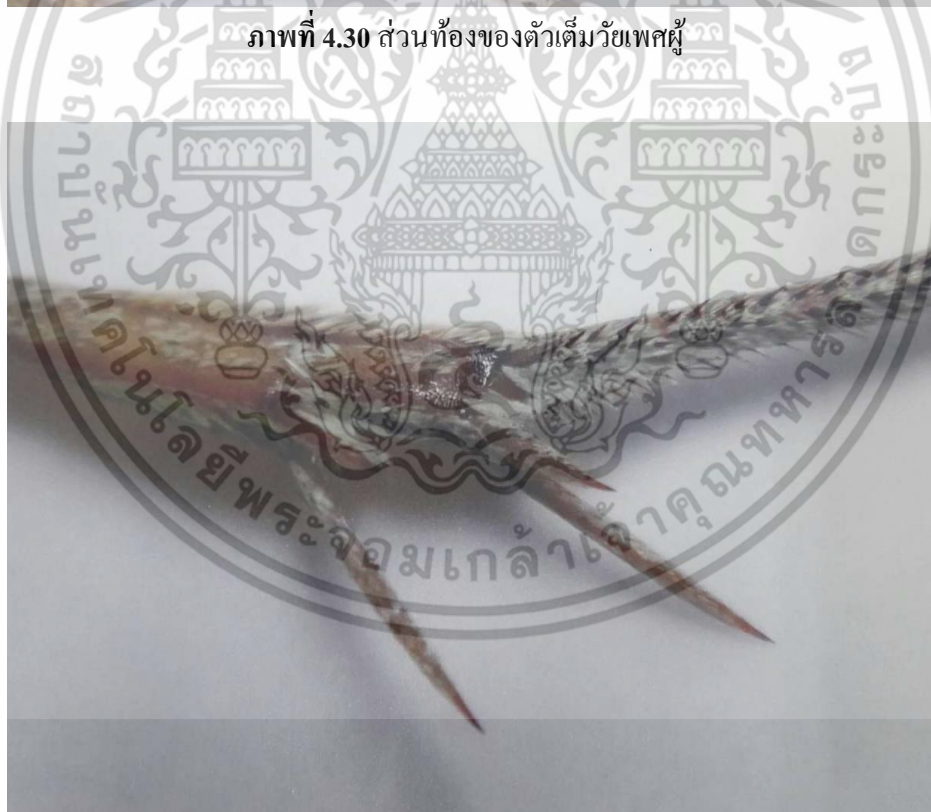


ภาพที่ 4.29 ฟินูลัมของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.30 ส่วนท้องของตัวเต็มวัยเพศผู้



ภาพที่ 4.31 ทิเบียล สเปอ (tibial spurs) ที่ขาหลังของตัวเต็มวัยสีเสื่อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2 ความยาวของ หนวด และ งวงปาก (มิลลิเมตร)

เพศ	ความยาวลำตัว	ความยาวหนวด	ความยาวงวงปาก
ผู้	35.10±2.37	15.49±0.59	46.03±2.33
เมีย	35.00±1.40	13.55±0.75	44.63±2.08

ตารางที่ 4.3 ขนาดของปีกคู่หน้า และคู่หลัง และ wingspan (มิลลิเมตร)

เพศ	ปีกคู่หน้า		ปีกคู่หลัง		วิงส์แพน
	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว	
ผู้	13.13±0.52	31.87±0.97	11.68±0.69	19.58±0.87	67.47±3.82
เมีย	13.47±0.54	32.57±1.28	11.68±0.78	19.98±0.81	69.70±3.24

ชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง *N. hespera*

ตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงหลังจากที่ผสมพันธุ์แล้วจะวางไข่ตอนกลางคืน 54-107 ฟอง/ตัว ในสภาพธรรมชาติจะพบไข่ ที่ช่อดอกตูม ใบอ่อน หนามอ่อน ใบแก่ และผลอ่อน อายุไข่ 2.67-3.00 วัน หนอนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมี 5 วัย เมื่อหนอนเจริญเติบโตเต็มที่ ในสภาพธรรมชาติจะทิ้งตัวลงดินเพื่อเข้าดักแด้ หนอนวัยก่อนเข้าดักแด้ตอนปลายในห้องเลี้ยงแมลงสามารถเข้าดักแด้โดยไม่มีอะไรมาปกคลุมลำตัวในที่นี่หมายถึง ปลอกหุ้มดักแด้ (cocoon) อายุดักแด้ 11.83-13.92 วัน ตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ตอนกลางคืนช่วงเวลา 21.00-24.00 น. อายุตัวเต็มวัยเพศผู้อายุ 7-11 วัน เพศเมีย 9-14 วัน (ภาพที่ 4.32-4.34)

ข้อมูลจากการศึกษาชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงพบว่าระยะการเจริญเติบโตผีเสื้อเหยี่ยวชนิดนี้ มีความสอดคล้องกับ ผีเสื้อเหยี่ยวแสงจันทร์ โดยลักษณะการวางไข่วางใต้ใบพืช หนอนมี 5 วัย และมีความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหาร ผีเสื้อเหยี่ยวจัดอยู่ในวงศ์ สฟิงค์ยิดี (Sphingidae) (แสน ดิก วัฒนานนท์ และสุรินทร์ บำรุงสุข, 2559) และผีเสื้อเหยี่ยวบางชนิดมีพืชอาหารได้หลายชนิดเช่น ผีเสื้อเหยี่ยวหัวกะโหลก (Hedrick and Daniel, 2006)



ภาพที่ 4.32 ตัวเต็มวัยของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีแถบลายที่ปีกคู่หน้า



ภาพที่ 4.33 ตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีจุดสีขาว 1 จุดที่ปีกคู่หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.34 ตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงไม่มีลวดลายที่ปีกคู่หน้า

ลักษณะการเข้าทำลายต้นหนามแดง

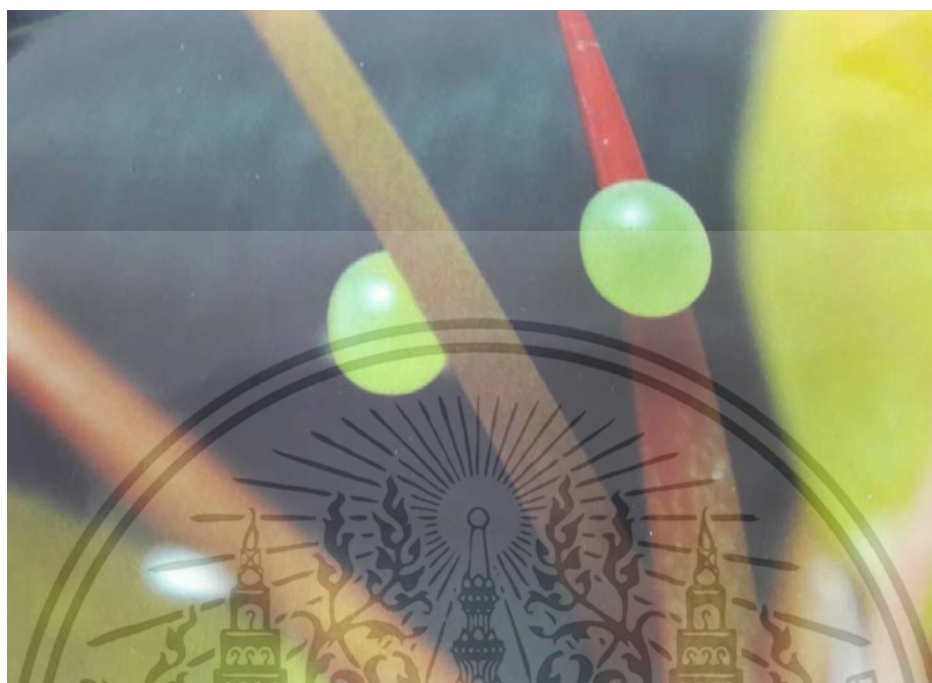
ตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงจะวางไข่เป็นการเข้าทำลายของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ตัวเต็มวัยจะวางไข่ฟองเดี่ยวๆ ตามใบอ่อน ใบแก่ ยอดอ่อน ใบอ่อนดอกเหี่ยว หรือที่หนามของพืชอาหาร (ภาพที่ 4.35-4.40) จำนวน 57-107 ฟอง/ตัว หนอนวัย 1-3 ส่วนใหญ่จะกัดกินใบอ่อนเป็นอาหาร ส่วนวัย 4-5 จะชอบใบแก่ (ภาพที่ 4.41-4.42) ระยะเวลาในการฟัก 2-3 วัน และเมื่อหนอนฟักตัวออกมาตัวอ่อน จะเริ่มกัดกินใบอ่อนของพืชเมื่อมีการระบาดมากจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต แคระแกรน และไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้



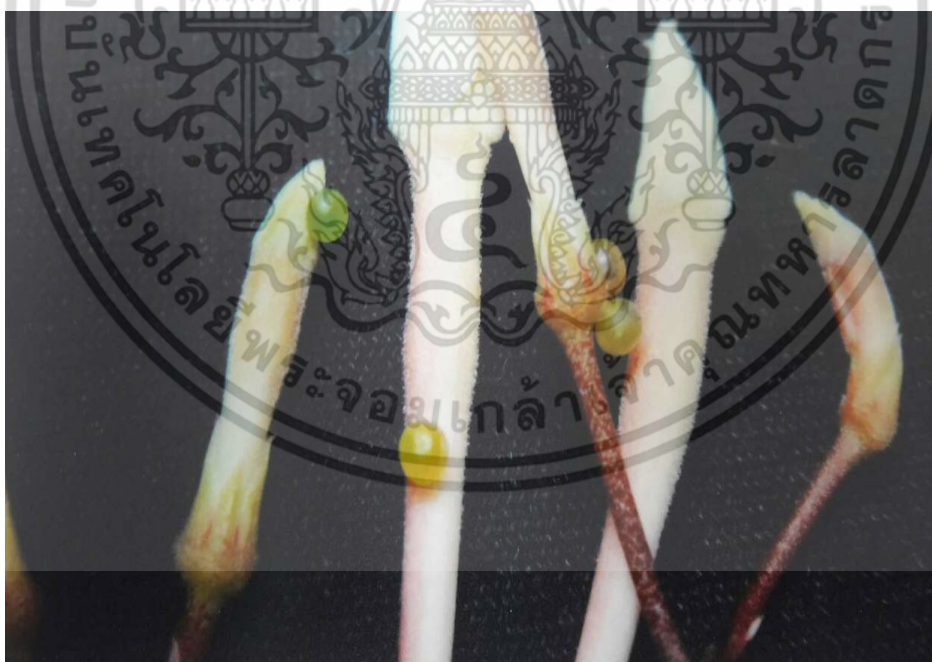
ภาพที่ 4.35 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่ใบแก้ว

ภาพที่ 4.36 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงวางไข่ที่ก้านใบอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

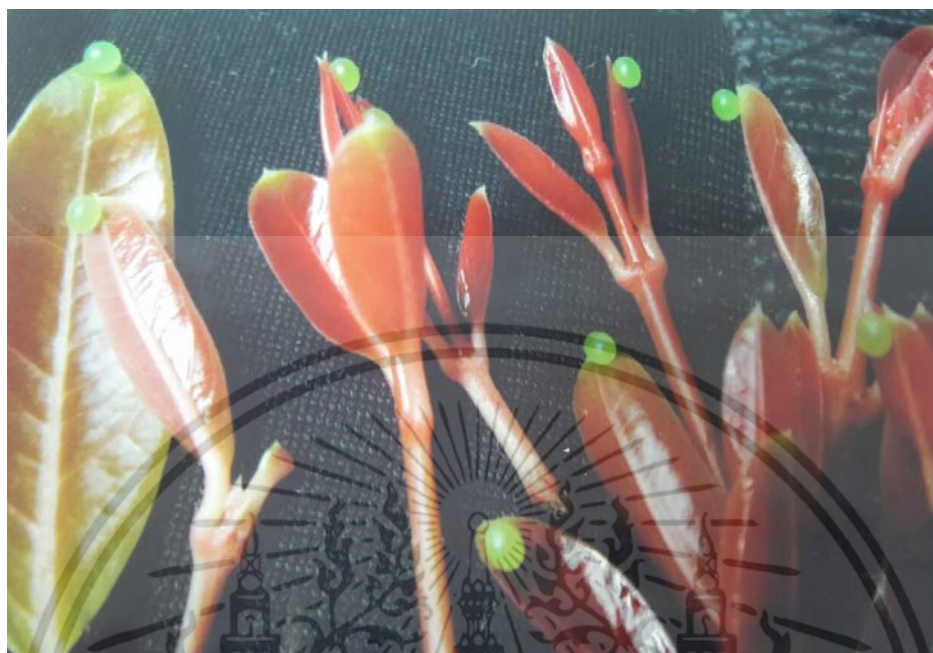


ภาพที่ 4.37 ฝีเสื้อเหี้ยวหนามแดงวางไข่ที่หนามของพืชอาหาร



ภาพที่ 4.38 ฝีเสื้อเหี้ยวหนามแดงวางไข่ที่ดอกตูม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.39 ผีเสื้อเหี้ยวหนามแดงวางไข่ที่ยอดอ่อน



ภาพที่ 4.40 ผีเสื้อเหี้ยวหนามแดงวางไข่ที่ผลหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.41 หนอนวัยที่ 1-3 กัดกินใบอ่อนของต้นหนามแดง



ภาพที่ 4.42 หนอนวัยที่ 4 และ 5 ชอบกัดกินใบแก่ของต้นหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

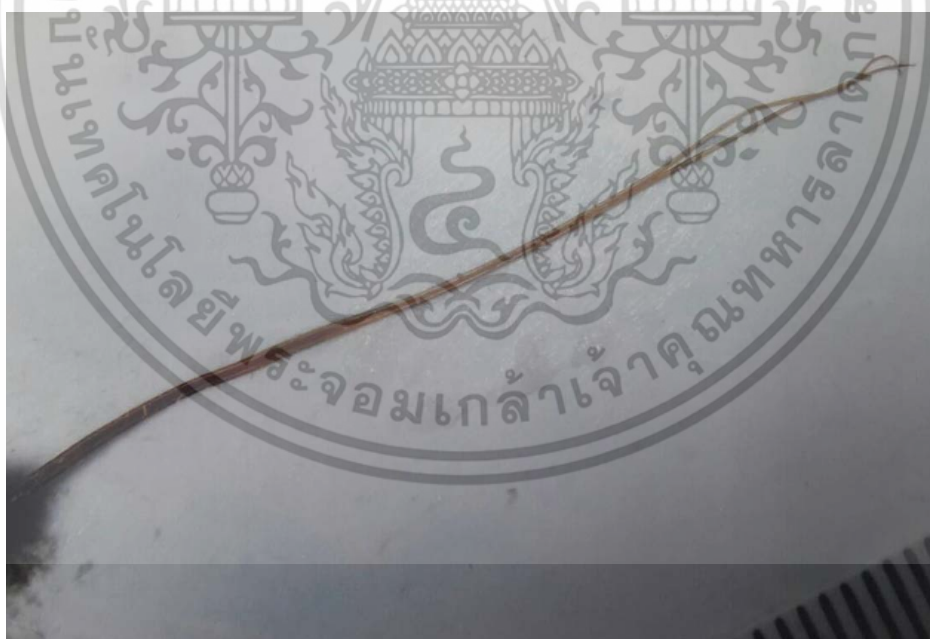
4.4 สีของดอกไม้ประดับที่ดึงดูด และปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ลักษณะสัณฐานวิทยาของวงปากของผีเสื้อหนามแดง *N. hespera*

ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง มีปากแบบวงงคูด ริมฝีปากล่างที่เจริญเป็น ท่อกลวงยาวคล้ายสายยาง หรือวงสามารถม้วนหดเป็นวงกลม คล้ายขดลวด เก็บไว้ระหว่างใต้ตาทั้งสองข้าง ที่ปลายวงปากมี อวัยวะรับรู้เรื่องรส โดยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงจะมีวงปากยาว มากกว่าความยาวของลำตัว เพื่อดูดกิน น้ำหวานจากดอกไม้ที่มีลักษณะรูปทรงเป็นกรวยลึก

เพศผู้: ความยาววงปาก 42.00-51.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 46.03 ± 2.33 มิลลิเมตร) (ภาพที่ 4.43)

เพศเมีย: มีความยาววงปาก 42.00-48.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 44.63 ± 2.08 มิลลิเมตร) (ภาพที่ 4.44)

พืชอาหาร: ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงบินเข้ามากินน้ำหวานจากดอกไม้ที่มีสีเขียอ่อน และสีขาว มากที่สุด โดยสีขาวเป็นสีของดอกต้นหนามแดง ซึ่งกลีบดอกของหนามแดงมีสีขาว มีกลิ่นหอม กลีบดอกกว้าง 4.50-7.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.67 ± 0.59) ยาว 8.50-12.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 10.57 ± 1.03 มิลลิเมตร) หลอด กลีบดอกมีสีชมพู มีความยาว 16.00-21.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 19.20 ± 1.16 มิลลิเมตร) และก้านดอกต้น หนามแดง มีความยาว 2.50-6.00 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.81 ± 0.98 มิลลิเมตร) (ภาพที่ 4.45) (ตารางที่ 4.4)



ภาพที่ 4.43 ความยาววงปากตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศผู้



ภาพที่ 4.44 ความยาววงปากตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศเมีย



ภาพที่ 4.45. ดอกของต้นหนามแดง (*C. carandas*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ขนาดของดอกหนามแดง (*C. carandas*)

ส่วนของดอก	ขนาด(มิลลิเมตร)	
	กว้าง	ยาว
ก้านดอก	-	3.81±0.98
หลอดกลีบดอก	-	19.20±1.16
กลีบดอก	5.67±0.59	10.57±1.03

สีของดอกไม้ที่ดึงดูดผีเสื้อเหี่ยวหนามแดง

ทำการศึกษาลักษณะที่ดึงดูดผีเสื้อเหี่ยว และปริมาณการดูดน้ำหวานจากดอกไม้ประดิษฐ์จำนวน 5 สี ได้แก่ สีเหลือง ขาว เขียว ชมพู และม่วง ในกรงขนาด 40x60x40 เซนติเมตร ภายในดอกไม้ประดิษฐ์ใส่สารละลายน้ำผึ้งความเข้มข้น 25 % ปริมาณ 1.10 มิลลิลิตร ปลอผีเสื้อเหี่ยวหนามแดงลงในกรง ผีเสื้อเหี่ยวหนามแดงบินเข้าไปดูดกินน้ำหวานสี เขียวอ่อน มากที่สุด รองลงมา ขาว เหลือง ชมพู และ สีม่วงเป็นสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหี่ยวได้น้อยที่สุด ซึ่งมีความสอดคล้องกับ (Riffell and Alarcon. 2013) ซึ่งได้ระบุว่าในช่วงเวลากลางคืนดอกไม้สีขาวดอกไม้ หรือสีที่อ่อนของกลีบดอกไม้ จะสะท้อนแสงได้ดี ในช่วงสเปกตรัมแสง 400 ถึง 800 นาโนเมตร ซึ่งทำให้ผีเสื้อเหี่ยวสามารถมองเห็นดอกไม้ได้ดีกว่า สีที่ทึบ และ (Paige and Whitham, 1985) *Ipomopsis aggregata* เป็นสายพันธุ์ของพืชดอกในตระกูลต้นพลอก (polemoniaceae) มีการเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีชมพูจนเกือบขาว ทำให้ผีเสื้อเหี่ยวมาผสมเกสร ซึ่งสีของดอกที่เหมาะสมคือ ดอกที่มีสีอ่อน อันเนื่องมาจาก ผีเสื้อเหี่ยวเป็นผีเสื้อกลางคืน (ภาพที่ 4.46-4.48)

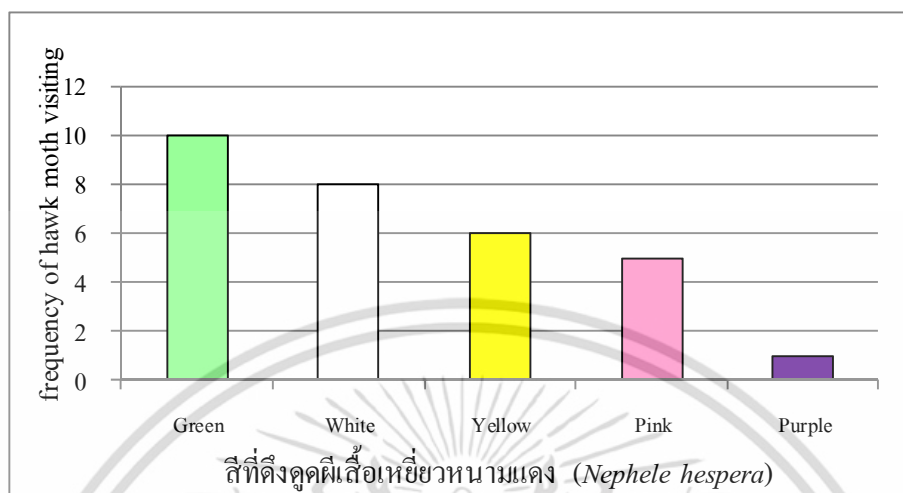


ภาพที่ 4.46 ลักษณะการเกาะดอกไม้เพื่อดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง



ภาพที่ 4.47 ลักษณะการเกาะดอกไม้ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.48 ความถี่ในการแวะที่ดอกไม้ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

จากการศึกษาปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง โดยทำการปล่อยตัวเต็มวัย 1 ตัว ในกรงขนาด 40x60x40 เซนติเมตร ภายในกรงมีดอกไม้ประดิษฐ์ใส่สารละลายน้ำผึ้งความเข้มข้น 25 มิลลิตร ปริมาณ 1.10 มิลลิตร จำนวน 5 สี ได้แก่ สีขาว ชมพู ม่วง เหลือง และเขียว เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจเช็คสารละลายน้ำผึ้ง 25% ที่ใส่ลงไปภายในดอกไม้ประดิษฐ์ ขนาด 1.1 มิลลิเมตร พบว่า ผีเสื้อมีอัตราการดูดน้ำหวานดังนี้ สีเหลือง 0.57 ± 0.08 มิลลิตร สีขาว 0.60 ± 0.15 มิลลิตร สีเขียว 0.64 ± 0.12 มิลลิตร สีชมพู 0.55 ± 0.00 มิลลิตร และสีม่วง 0.51 ± 0.00 มิลลิตร (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการดูดน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

สีของดอกไม้ประดิษฐ์	ปริมาณสารละลายน้ำผึ้ง 25% ¹ (มิลลิตร)	Range
เหลือง	$0.53 \pm 0.08c$	0.5-0.7
ขาว	$0.60 \pm 0.15ab$	0.5-0.9
เขียวอ่อน	$0.64 \pm 0.12a$	0.5-0.9
ชมพู	$0.55 \pm 0.00bc$	0.5-0.7
ม่วง	$0.51 \pm 0.00c$	0.5-0.7
%C.V.	17.96	

¹อักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$ ANOVA โดย LSD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ชนิดแมลงเบียนไข่ และเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ

จากการสำรวจชนิดแตนเบียนศัตรูธรรมชาติของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในระยะไข่พบแมลงเบียน 4 ชนิด ได้แก่

1. แตนเบียนไข่ ทริโครแกรมมา (*Trichogramma* spp.)

ตัวเต็มวัยเพศผู้ ลำตัวมีความยาว 0.37 ± 0.04 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.05 ± 0.02 มิลลิเมตร ปีกหน้ามีความกว้าง 0.19 ± 0.03 มิลลิเมตร และความยาว 0.33 ± 0.06 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.05 ± 0.02 มิลลิเมตร และความยาว 0.23 ± 0.02 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.6)

ตัวเต็มวัยเพศเมียมี ลำตัวมีความยาว 0.35 ± 0.05 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.06 ± 0.01 มิลลิเมตร ปีกหน้ามีความกว้าง 0.19 ± 0.03 มิลลิเมตร และความยาว 0.36 ± 0.04 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.07 ± 0.02 มิลลิเมตร และความยาว 0.26 ± 0.03 มิลลิเมตร ซึ่ง นุชรีย์ ศิริ และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา (2546) กล่าวว่าตัวเต็มวัย แตนเบียนไข่ทริโครแกรมมา ตัวมีขนาดเล็ก (0.3 - 0.4 มิลลิเมตร) สีน้ำตาลเหลือง ตาสีแดง มีปีกแบบ membrane หนวดรูปกระบอก เพศผู้ ส่วนปลายหนวดมีเส้นขนยาวและมีปริมาณมากกว่าเพศเมีย ซึ่งมีอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ยาว

2. แตนเบียนไข่ อนาสตาตัส (*Anastatus* sp.)

ตัวเต็มวัยเพศผู้ ลำตัวมีความยาว 1.57 ± 0.04 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.75 ± 0.03 มิลลิเมตร ปีกหน้ามีความกว้าง 0.43 ± 0.01 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.77 ± 0.03 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.17 ± 0.01 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.57 ± 0.02 มิลลิเมตร

ตัวเต็มวัยเพศเมียมี ลำตัวมีความยาว 1.53 ± 0.17 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.86 ± 0.06 มิลลิเมตร ปีกหน้ามีความกว้าง 0.52 ± 0.07 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.94 ± 0.11 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.25 ± 0.06 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.77 ± 0.14 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4.49)

3. แตนเบียนไข่ *Anastatus bifasciatus*

ตัวเต็มวัยเพศผู้ ลำตัวมีความยาว 1.79 ± 0.10 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.47 ± 0.07 มิลลิเมตร ปีกหน้ามีความกว้าง 0.48 ± 0.06 มิลลิเมตร และมีความยาว 1.06 ± 0.02 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.22 ± 0.03 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.72 ± 0.09 มิลลิเมตร

ตัวเต็มวัยเพศเมียมี ลำตัวมีความยาว 2.03 ± 0.11 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.84 ± 0.06 มิลลิเมตร ปีกหน้ามีความกว้าง 0.47 ± 0.02 มิลลิเมตร และมีความยาว 1.31 ± 0.06 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.24 ± 0.02 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.89 ± 0.10 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4.50)

4. แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

ตัวเต็มวัยเพศผู้ ลำตัวมีความยาว 0.51 ± 0.05 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.25 ± 0.04 มิลลิเมตร ปีกหน้ามีความกว้าง 0.26 ± 0.04 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.56 ± 0.10 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.11 ± 0.01 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.39 ± 0.06 มิลลิเมตร

ตัวเต็มวัยเพศเมีย ลำตัวมีความยาว 0.60 ± 0.09 มิลลิเมตร หนวดมีความยาว 0.34 ± 0.03 มิลลิเมตร ปีกหน้า กว้าง 0.32 ± 0.04 มิลลิเมตร และยาว 0.72 ± 0.11 มิลลิเมตร ปีกหลังมีความกว้าง 0.13 ± 0.02 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.45 ± 0.08 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4.51) (ตารางที่ 4.6)

แตนเบียนทั้ง 4 ชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับประชากรของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้นจำนวนของแตนเบียนจะเพิ่มขึ้นด้วย (ภาพที่ 4.52) แสดงให้เห็นว่าในสภาพแปลงที่มีผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงลงทำลายก็จะพบแตนเบียนไข่ คอยควบคุมอยู่ แตนเบียนไข่ที่พบมากที่สุดและพบได้ตลอดทั้งปี คือแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. จะพบความหนาแน่นของประชากรแตนเบียนไข่สูงที่สุด เดือนธันวาคม รองลงมา เดือนกันยายน และเดือนมีนาคม และ ความหนาแน่นของประชากรต่ำที่สุด คือเดือนกุมภาพันธ์

ตารางที่ 4.6 ขนาดในหน่วยมิลลิเมตรของแตนเบียนไข่ที่พบในไข่ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

แตนเบียนไข่	เพศ	ความยาว		ปีกคู่หน้า		ปีกคู่หลัง	
		ลำตัว	หนวด	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว
<i>Trichogramma</i> sp.	ผู้	0.37 ± 0.04	0.05 ± 0.02	0.19 ± 0.03	0.33 ± 0.05	0.05 ± 0.02	0.23 ± 0.02
	เมีย	0.35 ± 0.05	0.06 ± 0.01	0.19 ± 0.03	0.36 ± 0.04	0.07 ± 0.02	0.26 ± 0.03
<i>Anastatus</i> sp.	ผู้	1.57 ± 0.04	0.75 ± 0.03	0.43 ± 0.01	0.77 ± 0.03	0.17 ± 0.01	0.57 ± 0.02
	เมีย	1.53 ± 0.17	0.86 ± 0.06	0.52 ± 0.07	0.94 ± 0.11	0.25 ± 0.06	0.77 ± 0.14
<i>Anastatus</i>	ผู้	1.79 ± 0.10	0.47 ± 0.07	0.48 ± 0.06	1.06 ± 0.02	0.22 ± 0.03	0.72 ± 0.09
<i>bifasciatus</i>	เมีย	2.03 ± 0.11	0.84 ± 0.06	0.47 ± 0.02	1.31 ± 0.06	0.24 ± 0.02	0.89 ± 0.10
<i>Ooencyrtus</i> sp.	ผู้	0.51 ± 0.05	0.25 ± 0.04	0.26 ± 0.04	0.56 ± 0.10	0.11 ± 0.01	0.39 ± 0.06
	เมีย	0.60 ± 0.09	0.34 ± 0.03	0.32 ± 0.04	0.72 ± 0.11	0.13 ± 0.02	0.45 ± 0.08



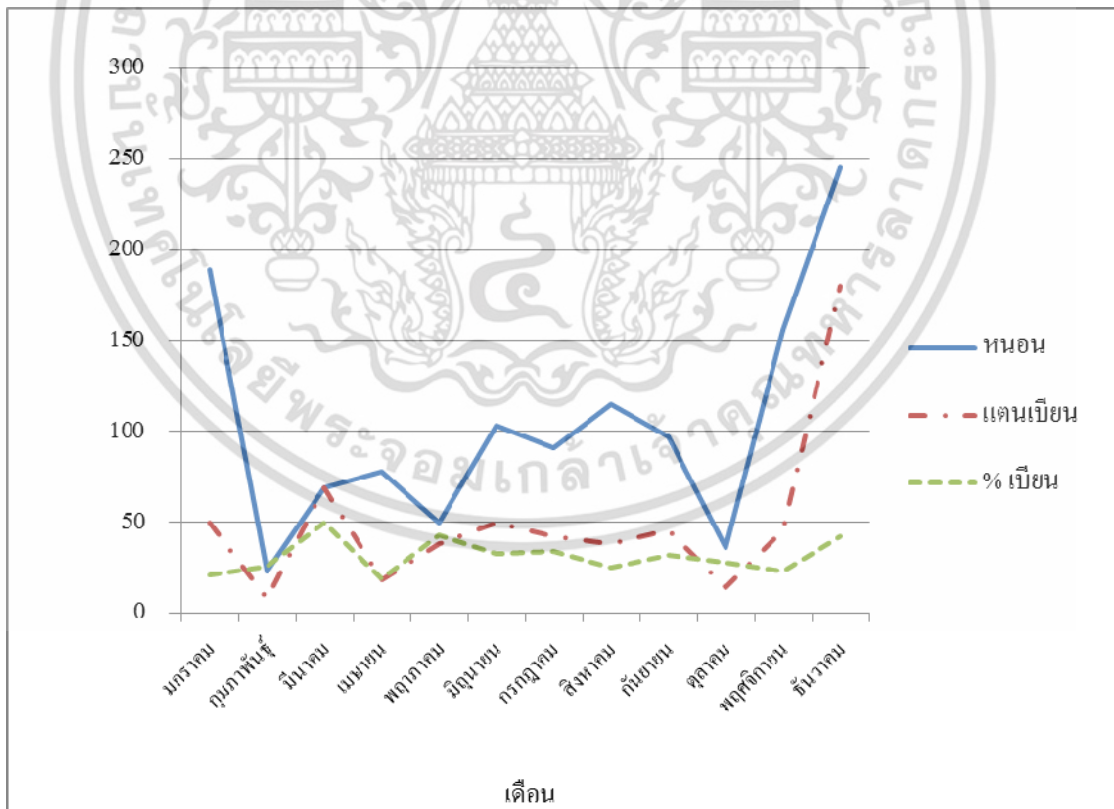
ภาพที่ 4.49 แตนเบียนไข่ อนาสตาตัส (*Anastatus* sp.)

ภาพที่ 4.50 ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ (*Anastatus bifasciatus*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.51 ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ (*Ooencyrtus* sp.)

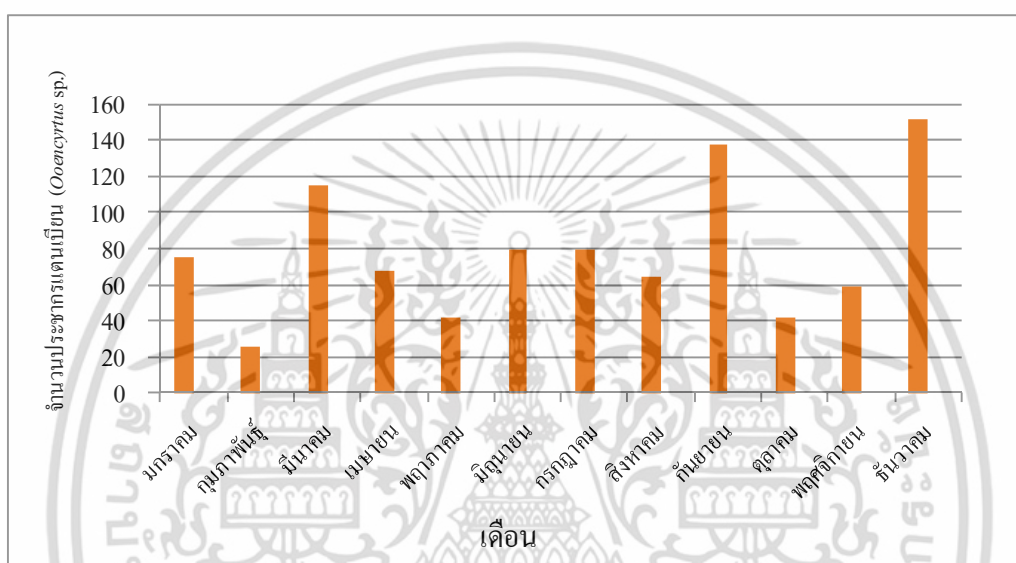


ภาพที่ 4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรหนอนกับแตนเบียนไข่ในปี พ.ศ. 2559-2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชากรของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

สำหรับประชากรของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. จากการเก็บตัวอย่างในสภาพธรรมชาติ พบว่าเปอร์เซ็นต์การเบียน *Ooencyrtus* sp. มากที่สุดเท่ากับ 152 ตัว ในเดือนธันวาคม และต่ำสุดเท่ากับ 26 ตัว ในเดือนกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 4.53)



ภาพที่ 4.53 จำนวนประชากรแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. เพศผู้เมีย ที่พบในแต่ละเดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

4.6 การศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

โดยการนำตัวเต็มวัยเพศเมียของแตนเบียนไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วปล่อยลงไปในจานแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ภายในจานแก้วที่มีไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง และสารละลาย น้ำหวาน 25% แตนเบียนเพศเมียจะบินไปที่ไข่และเริ่มเบียนไข่ (ภาพที่ 4.54) ระยะเวลาที่แตนเบียนไข่ ใช้ในการวางไข่ 5.45-58.56 นาที (เฉลี่ย 22.87 ± 16.39 นาที) หลังจากนั้นปล่อยแตนเบียนไว้ 24 ชม. ไข่จะมีสีที่เปลี่ยนไปจากสีเขียว จะเริ่มมีจุดสีดำ ที่บริเวณผิวไข่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ที่เปลือกไข่ จะสังเกตเห็นท่ออากาศสีขาวยื่นออกมาจากผิวเปลือกไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (ภาพที่ 4.55-4.56)

ไข่: ไข่รูปร่างลักษณะกลมรี มีสีขาว มีส่วนของก้านไข่ (stalk) ใช้สำหรับหายใจ ก้านนี้จะยึดติด เปลือกไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงกับไข่ของแตนเบียน มีความยาว 0.23-0.30 มิลลิเมตร (เฉลี่ย

0.26±0.02 มิลลิเมตร) ไข่มีความยาว 0.15-0.22 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.17±0.02 มิลลิเมตร). มีความกว้าง 0.1-0.13 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.11±0.01 มิลลิเมตร). ระยะฟักไข่ใช้เวลาประมาณ 1 วัน (ภาพที่ 4.57)

หนอน: หนอนของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. เป็นแบบ hymenopteriform มีลักษณะของผีเสื้อหางใบไม้ (Giuseppino, 2013-2014) ได้ทำการศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus pityocampae* ซึ่งระบุว่าหนอนของแตนเบียนชนิดนี้มี 5 วัย เกณฑ์ที่ใช้ในการแยกวัยแต่ละวัยคือ ความยาวของ Mandible ซึ่งมีความยาวแตกต่างกันในแต่ละวัย

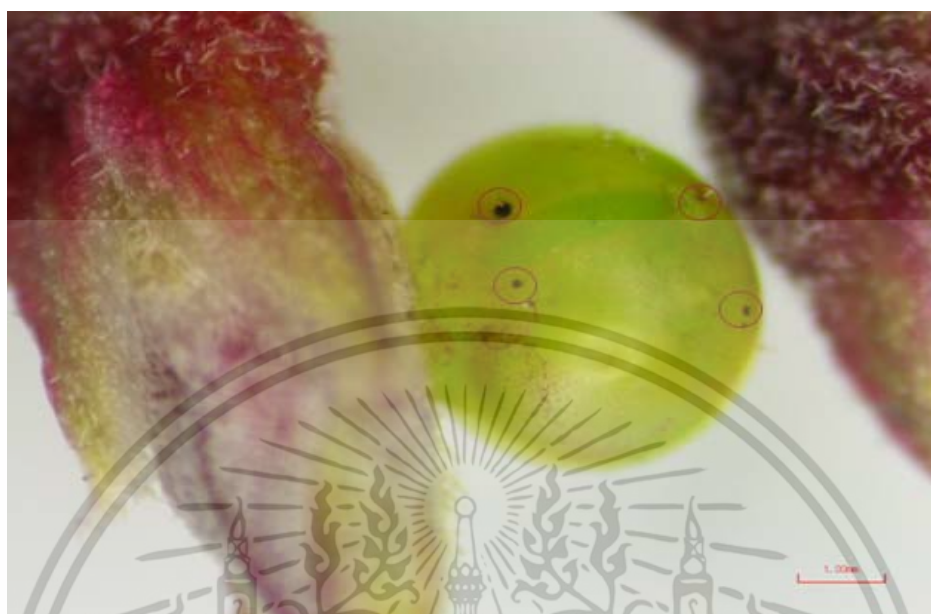
หนอนวัยแรกที่ฟักออกจากไข่ มีส่วนของก้านติดอยู่เพื่อใช้ในการหายใจ เพราะภายในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีของเหลวอยู่ภายในก้านมีความยาว 0.24-0.45 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.36±0.09 มิลลิเมตร) ลำตัวมีความยาว 0.23-0.47 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.33±0.06 มิลลิเมตร). ความกว้าง 0.12-0.24 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.19±0.04 มิลลิเมตร) ใช้เวลาประมาณ 1 วัน (ภาพที่ 4.58)

หนอนวัยสุดท้ายก่อนเข้าดักแด้ หนอนวันนี้ส่วนมากจะไม่ค่อยมีส่วนของก้านติดอยู่เนื่องจากภายในของไข่ไม่มีของเหลวอยู่ สามารถมองเห็นหนอนวัยนี้จากเปลือกไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (ภาพที่) ก้านมีความยาว 0.27-0.37 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.33±0.05 มิลลิเมตร) ลำตัวมีความยาว 0.86-1.27 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.05±0.14 มิลลิเมตร). ความกว้าง 0.39-0.66 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.51±0.07 มิลลิเมตร) ใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน (ภาพที่ 4.59-4.60)



ภาพที่ 4.54 แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. กำลังวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.55 ไข่งของผีเสื้อเหี้ยวหนามแดงที่โดนเบียน



ภาพที่ 4.56 ไข่งของผีเสื้อเหี้ยวหนามแดงที่โดนเบียนมีท่อหายใจ (ในเครื่องหมายวงกลม) ขึ้น
ออกมาจากผิวเปลือกไข่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.57 ไข่ของแตนเบียน (*Ooencyrtus* sp.)

ภาพที่ 4.58 หนอนวัยแรกของแตนเบียน (*Ooencyrtus* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.59 หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียน (*Ooencyrtus* sp.)

ภาพที่ 4.60 หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียน (*Ooencyrtus* sp.) อยู่ภายในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยว
หนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะก่อนเข้าดักแด้: ระยะนี้หนอนจะมีสีขาว มีลักษณะอ้วนและกลม จะอยู่นิ่งเพื่อเตรียมจะเข้าสู่ระยะดักแด้ ระยะนี้หนอนแต่นเบียนจะไม่ติดกับก้านหายใจ ลำตัวมีความยาว 1.55-1.65 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.60 ± 0.07 มิลลิเมตร) ความกว้าง 1-1.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.05 ± 0.07 มิลลิเมตร). ใช้เวลาประมาณ 1 วัน (ภาพที่ 4.61)

ดักแด้: ดักแด้เป็นแบบ exarate ก็อจะเห็นส่วนของระยางค์ เช่นหนวด ขา ชัดเจนแต่นเบียนชนิดนี้จะเข้าดักแด้ภายในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ลำตัวสีดำ หนวดและขามีสีเหลืองอ่อน มีความยาว 0.67-1.11 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.86 ± 0.12 มิลลิเมตร) ความกว้าง 0.35-0.64 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.49 ± 0.07 มิลลิเมตร) ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 6-7 วัน(ภาพที่ 4.62)

ตัวเต็มวัย: ตัวเต็มวัยเพศเมียมีลำตัวค่อนข้างอ้วนสั้น ส่วนของหัวหรือสันกะโหลกรวมทั้งอกมีสีดำ ปลายท้องมีสีเหลือง ออกปล้องที่ 1 กับออกปล้องที่ 2 เห็น scutellum เค้นอยู่ตรงกลางตามยาว ขามี Tarsus สีส่วน ลำตัวมีความยาว 0.47-0.81 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.60 ± 0.09 มิลลิเมตร). มีความกว้างปีกคู่หน้า 0.24-0.39 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.32 ± 0.04 มิลลิเมตร). ความยาวปีกคู่หน้า 0.52-0.90 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.72 ± 0.11 มิลลิเมตร). ความกว้างปีกคู่หลัง 0.10-0.18 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.13 ± 0.02 มิลลิเมตร) ความยาวปีกคู่หลัง 0.30-0.60 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.45 ± 0.08 มิลลิเมตร) หนวด มี 3 ปล้องมีลักษณะอ้วนเป็นส่วนที่ใช้รับความรู้สึก มีความยาว 0.30-0.41 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.34 ± 0.03 มิลลิเมตร) ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุประมาณ 13-31 วัน (ภาพที่ 4.63) เพศผู้มีลำตัวเล็กกว่าเพศเมียมีลำตัวสีดำ ลำตัวมีความยาว 0.41-0.63 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.51 ± 0.05 มิลลิเมตร) มีความกว้างปีกคู่หน้า 0.20-0.35 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.26 ± 0.04 มิลลิเมตร) ความยาวปีกคู่หน้า 0.40-0.68 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.56 ± 0.10 มิลลิเมตร) ความกว้างปีกคู่หลัง 0.08-0.13 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.11 ± 0.01 มิลลิเมตร) ความยาวปีกคู่หลัง 0.29-0.48 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.39 ± 0.06 มิลลิเมตร) หนวดมี 3 ส่วน เป็นเส้นกลมๆ มีลักษณะอ้วนเป็นส่วนที่ใช้รับความรู้สึก มีความยาว 0.20-0.38 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.25 ± 0.04 มิลลิเมตร) (ภาพที่ 4.64-4.69) ลักษณะของหนวดจะแตกต่างจากของเพศเมียอย่างชัดเจน หนวดจะมีขนฟูเห็นเด่นชัด ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุประมาณ 4-19 วัน ซึ่งสอดคล้องกับ อคูลย์รัตน์ แคล้วกลาด และวิวัฒน์ เสือสะอาด (2548).; Mani and Thontadarya (1988) ได้รายงานวงจรชีวิตของแต่นเบียน *A. dactylopii* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Encyrtidae เหมือนกันว่าใช้ระยะเวลาทั้งสิ้นประมาณ 15 วันระยะการเจริญเติบโตของแต่นเบียน *A. dactylopii* ในวัยต่าง ๆ (ตารางที่ 4.7-4.9)



ภาพที่ 4.61 ระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre-pupa) ของแตนเบียน (*Ooencyrtus* sp.)

ภาพที่ 4.62 ดักแด้ของแตนเบียน (*Ooencyrtus* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.63 ตัวเต็มวัยเพศเมียแตนเบียนไข่ (*Ooencyrtus* sp.)

ภาพที่ 4.64 ตัวเต็มวัยเพศผู้ของแตนเบียนไข่ (*Ooencyrtus* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.65 หัวของแตนเบียนไข่เพศผู้ (*Ooencyrtus* sp.)

ภาพที่ 4.66 ปีกคู่หน้าตัวเต็มวัยของแตนเบียนไข่เพศผู้ (*Ooencyrtus* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.67 ขาคู่หน้าของตัวเต็มวัยเพศผู้แตนเบียนไข่ (*Ooencyrtus* sp.)



ภาพที่ 4.68 ขาคู่กลางของตัวเต็มวัยเพศผู้แตนเบียนไข่ (*Ooencyrtus* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.69 ขาคู่หลังของตัวเต็มวัยเพศผู้แตนเบียนไข่ (*Ooencyrtus* sp.)

ตารางที่ 4.7 ระยะการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

Stages	กว้าง (มิลลิเมตร)	ยาว (มิลลิเมตร)	ความยาวทอหายใจ (มิลลิเมตร)	Range (วัน)
ไข่	0.11±0.01	0.17±0.02	0.26±0.02	1
หนอนวัยแรก	0.19 ±0.04	0.33±0.06	0.36±0.09	1
หนอนวัยสุดท้าย	0.51±0.07	1.05±0.14	0.33±0.05	1-2
ระยะก่อนเข้า ดักแด้	1.05±0.07	1.60±0.07	-	1
ดักแด้	0.49±0.07	0.86±0.12	-	6-7
ตัวเต็มวัยเพศผู้	-	0.51±0.05	-	4-19
ตัวเต็มวัยเพศเมีย	-	0.60±0.09	-	13-31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.8 ความยาวลำตัว และหนวด (มิลลิเมตร) ของแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัย (*Ooencyrtus* sp.)

เพศ	ความยาวลำตัว	ความยาวหนวด
ผู้	0.51±0.05	0.25±0.04
เมีย	0.60±0.09	0.34±0.03

ตารางที่ 4.9 ความยาว และความกว้าง ของปีก (มิลลิเมตร) ของแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัย (*Ooencyrtus* sp.)

เพศ	ปีกคู่หน้า		ปีกคู่หลัง	
	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว
ผู้	0.26±0.04	0.56±0.10	0.11±0.10	0.39±0.06
เมีย	0.32±0.04	0.72±0.11	0.13±0.02	0.45±0.08

โฮสต์ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

จากการทดสอบการเบียนของแตนเบียนไข่ต่อแมลงศัตรูพืช ได้แก่ มวนแดงฝ้าย ดั้วหนอนนก ผีเสื้อหนอนไหมไทร เพลี้ยแป้งสีชมพู หนอนห่อใบ ไรแดงหมอน แมงมุมหญ้า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม และผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง พบว่าแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. ไม่เบียนไข่ของมวนแดงฝ้าย ดั้วหนอนนก ผีเสื้อหนอนไหมไทร แมงมุมหญ้า ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และไม่เบียนตัวอ่อนวัยแรกของ ไรแดงหมอน เพลี้ยแป้งสีชมพู หนอนห่อใบ ผีเสื้อหนอนไหมไทร ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม และแมงมุมหญ้า (ตารางที่ 4.10 และภาพที่ 70-80) ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ อุดลย์รัตน์ แคล้วกลาด และวิวัฒน์ เสือสะอาด. (2548) ที่ได้ศึกษาแตนเบียน *Anagyrus dactylopii* (Howard) เป็นแตนเบียนที่สำคัญของเพลี้ยแป้ง *Nipaecoccus viridis* (Newstead) และ อยู่ในวงศ์เดียวกับแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

ตารางที่ 4.10 โสสต์ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

ชนิดแมลง	เบียน		ไม่เบียน	
	ระยะไข่	ตัวอ่อนวัย 1	ระยะไข่	ตัวอ่อนวัย 1
มวนแดงฝ้าย (<i>Dysdercus cingulatus</i> Fabricius)			✓	
ด้วงหนอนนก (<i>Tenebrio molitor</i>)			✓	✓
ผีเสื้อหนอนไหมไทร (<i>Trilocha varians</i>)			✓	✓
เพลี้ยแป้งสีชมพู (<i>Saccharicoccus sacchari</i> Cockerell)				✓
หนอนห่อใบ (<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenee))				✓
ไรแดงหม่อน (<i>Teranychus truncatus</i> Ehara)			✓	✓
แมงมุมหญ้า (<i>Agelenopsis</i> sp.)			✓	✓
เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (<i>Nilaparvata lugens</i> (Stal.))			✓	
ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (<i>Nephele hespera</i> F.)	✓			
ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม (<i>Papillio demoleus malayanus</i> Wallace)			✓	✓



ภาพที่ 4.70 ไข่ของผีเสื้อหนอนไหมไทร (*Trilocha varians*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.71 หนอนวัยที่ 1 ของผีเสื้อหนอนไหมไทร (*Trilocho varians*)



ภาพที่ 4.72 ไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stal.))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.73 ไรแดงหม่อน (*Teranychus truncatus* Ehara)



ภาพที่ 4.74 หนอนห่อใบวัย 1 (*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.75 ไข่ของแมงมุมหญ้า (*Agelenopsis* sp.)

ภาพที่ 4.76 ไข่ของด้วงหนอนนก (*Tenebrio molitor*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.77 หนอนวัยแรกของด้วงหนอนนก (*Tenebrio molitor*)



ภาพที่ 4.78 ไช้มวนแดงฝ้าย (*Dysdercus cingulatus* F.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.79 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*Nephele hespera* F.)



ภาพที่ 4.80 ไข่ของผีเสื้อหนอนแก้วส้ม (*Papillio demoleus malayanus* Wallace)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอก ต้นหนามแดงพบว่าหนามแฉกมีความยาวเฉลี่ย 15.50 ± 5.10 มิลลิเมตร ใบแฉกมีความกว้างเฉลี่ย 30.53 ± 17.04 มิลลิเมตร และมีความยาวเฉลี่ย 57.50 ± 12.11 มิลลิเมตร ก้านใบยาวเฉลี่ย 3.82 ± 0.63 มิลลิเมตร หลอดดอกมีความยาวเฉลี่ย 19.20 ± 1.16 มิลลิเมตร กลีบดอกกว้างเฉลี่ย 5.67 ± 0.59 มิลลิเมตร และมีความยาวเฉลี่ย 10.57 ± 1.03 มิลลิเมตร ก้านดอกย่อย มีความยาวเฉลี่ย 3.81 ± 0.98 มิลลิเมตร ผล มีความยาวเฉลี่ย 21.60 ± 1.85 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 17.47 ± 1.36 มิลลิเมตร เมล็ดมีความกว้างเฉลี่ย 6.30 ± 0.51 มิลลิเมตร และมีความยาวเฉลี่ย 8.47 ± 0.51 มิลลิเมตร

5.2 ชนิดศัตรูต้นหนามแดง

แมลงศัตรูของต้นหนามแดงพบว่ามีหลายชนิด เช่น แมลงวันผลไม้ แมลงก่อมดทอน ผีเสื้อหนอนม้วนใบ เพลี้ยแป้ง หนอนชอนใบ และ ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง เข้าทำลายส่วนต่างๆของต้นหนามแดงแต่ศัตรูที่สำคัญต่อต้นหนามแดงมากที่สุดคือ ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง เพราะหนอนของผีเสื้อชนิดนี้จะกินใบอ่อนและใบแก่ของต้นหนามแดงทำให้เกิดความเสียหายต่อต้นหนามแดงมากที่สุด

5.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.4 ± 1.6 มิลลิเมตร ระยะเวลาอนมี 5 วัน โดยความยาวลำตัว ความกว้างหัวกะโหลกและความยาวของคอร์ซัลซอร์นมีขนาดเพิ่มทุกครั้งที่หนอนเปลี่ยนวัย และมีความยาวมากที่สุดในวัยที่ 5 ก่อนเข้าดักแด้ เป็นเวลา 12.83-13.82 วัน ก่อนออกมาเป็นตัวเต็มวัยในเวลากลางคืนโดยเพศเมียจะมีชีวิตที่ยาวกว่าเพศผู้

5.4 สัตว์ที่ดึงดูด และปริมาณการดูดกินน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

จากการศึกษาสัตว์ที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยว จากดอกไม้ประดิษฐ์จำนวน 5 สี ได้แก่ สีเหลือง ขาว เขียว ชมพู และม่วง ในกรงขนาด $40 \times 60 \times 40$ สีเขียวดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงบินเข้าไปดูดกินน้ำหวานมากที่สุด รองลงมา ขาว เหลือง ชมพู และสีม่วงเป็นสีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวได้น้อยที่สุด ปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงพบว่าผีเสื้อมีการดูดน้ำหวานจากดอกสีเหลืองมากที่สุด และจากดอกสีม่วงน้อยที่สุด

5.5 ชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ

จากการศึกษาชนิดศัตรูธรรมชาติของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในระยะไข่พบแมลงเบียน 4 ชนิด ได้แก่ แตนเบียนไข่ ตรีโครแกรมมา (*Trichogramma* spp.) แตนเบียนไข่ อนาสตาดัส (*Anastatus* sp.) แตนเบียนไข่ *Anastatus bifasciatus* และแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. ซึ่ง *Ooencyrtus* sp. จะเป็นแตนเบียนไข่ที่พบตลอดปีและพบว่ามีประสิทธิภาพทำลายไข่ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

5.6 ชีวิตวิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

จากการศึกษาพบว่าตัวเต็มวัยเพศเมีย ใช้เวลาในการวางไข่ 5.45-58.56 นาที ระยะไข่จนเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลา 15-34 วัน เพศผู้มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย และพบแตนเบียนชนิดนี้มากในเดือนธันวาคม และพบน้อยที่สุดเดือนกุมภาพันธ์ เป็นแตนเบียนไข่ที่สำคัญช่วยลดการระบาดของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง ซึ่งควรอนุรักษ์ไว้เพื่อใช้ในการลดประชากรของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

บรรณานุกรม

- กมล เลิศรัตน์. 2550. “พันธุ์พืชยุคใหม่เพื่อชีวิตที่ยืนยาวอย่างเป็นสุข”. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกรียงไกร สุวรรณภักดี. 2540. ฝึลื้อ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สารคดี.
- จุฑามาศ สื่อประสาร ทานตะวัน พิรัชย์และ ศิริพร เรียบร้อย. 2556. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซ-ยานินจากผลหนามแดง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 51: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2011. หนามแดง. 22 มิถุนายน 2560. [Online] Available: http://www.qsbg.org/Database/Botanic_Book%20full%20option/search.asp?txtsearch=%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%81%E0%B8%94%E0%B8%87.
- นุชรีย์ ศิริ และทัศนีย์ แจ่มจรรยา 2546 “เทคนิคการเพาะเลี้ยงศัตรูธรรมชาติและการควบคุมหนอนกออ้อยโดยชีววิธี”. เอกสารประกอบการฝึกอบรม ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 61 หน้า.
- นุชิดา ณรงค์เปลี่ยน พรทิพย์ วิสารทนนท์ และ วีรวรรณ อมรศักดิ์. 2554. “วงจรชีวิตของแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) บนด้วงงวงข้าวโพด”. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. กรุงเทพฯ
- ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2550. “ไม้ดอกหอม.” กรุงเทพฯ: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่งจำกัด (มหาชน), 351 หน้า.
- พงษ์เทพ อัครชนกุล. 2525. “ความรู้ทั่วไปเรื่องพฤติกรรมแมลง”. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- พงษ์ศักดิ์ พลเสนา (ผู้รวบรวม). 2550. “พืชสมุนไพรในสวนป่าสมุนไพรเขาหินซ้อน”. ปราจีนบุรี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจตนารมณัฏณ์, 301 หน้า.
- พรทิพย์ วิสารทนนท์ กุสุมา นวลวัฒน์ บุษรา จันท์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช วรรณิการ์ เฟื่องคุ้ม จิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ ลักษณะ ร่มเย็น และ ภาวินี หนูชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภักย์. 2548. “แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด”. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- พิมลพร นันทะ. 2545. “ศัตรูธรรมชาติหัวใจของ IPM”. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- รัตนานชะพงษ์ จันทวัฒน์ จันทรบุตร และสุพินชา จิตชื่น. 2529. “การเลี้ยงขยายแตนเบียน *Apanteles flavipes* ของหนอนกออ้อย”. วารสารกสิกรรมและสัตววิทยา. 8(5): 165-172.
- ลีนา ผู้พัฒนาพงศ์. 2522. “สมุนไพรรักษาโรคผิวหนัง”. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด นิเวศธรรมดาการพิมพ์ 180 หน้า.
- ลีนา ผู้พัฒนาพงศ์ ก่องกานดา ชยาทฤต และ ชีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2544. “ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย” พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: บริษัทประชาชนจำกัด.
- ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดเชียงใหม่. 2017ก. “แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา”. 22 มิถุนายน 2560. [Online] Available: <http://www.pmc08.doae.go.th/tanbeantricoderma.htm>.
- ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดเชียงใหม่. 2017ข. “แตนเบียนไข่อนาสตาตัส”. 22 มิถุนายน 2560. [Online] Available: <http://www.pmc08.doae.go.th/anastatus.htm>.
- แสน ตักวัฒนานนท์ และ สุวรินทร์ บำรุงสุข. 2559. “ชีววิทยาของผีเสื้อเหยี่ยวแสงจันทร์ *Hippotion velox* (F.) (Lepidoptera : Sphingidae)” หน้า 93-98. การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14.
- อดุลย์รัตน์ แคล้วคลาด และวิวัฒน์ เตือสะอาด. 2548. “ชีววิทยาของแตนเบียน *Anagyrus dactylopii* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยแป้ง” หน้า 156-162. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43.
- Barrett, C. and Burns, A. N. 1951. “**Butterflies of Australia and New Guinea**”. Morris and Walker PTY. Ltd., Australia.
- Barros, H.C.H. and Zucoloto, F. S. 1999. “Performance and host preference of *Ascia monuste* (Lepidoptera, Pieridae)”. **Journal of Insect Physiology** 45: 7-14.
- Battisti, A. Ianne, P., Milani, N. and Zanata, M. 1990: Preliminary accounts on the rearing of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hym., Encyrtidae). — **Journal of Applied Entomology**. 110: 121–127.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bauder, J. A. S., Lieskonig, N. R and Krenn, H. W 2010. “The extremely long-tongued Neotropical butterfly *Eurybia lycisca* (Riodinidae): Proboscis morphology and flower handling”. **Arthropod Structure and Development** 6: 122-127.
- Binazzif, F., Benassai, D., Peverieri, S.G. and Roversi, P.F. 2013. “Effects of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera:Coreidae) egg age on the indigenous parasitoid *Ooencyrtus pityocampae* Mercet (Hymenoptera: Encyrtidae)”. — *Redia* 96:79–84.
- Bossart, J. L. and Scriber, J. M 1999. Preference variation in the polyphagous tiger swallowtail butterfly (Lepidoptera: Papilionidae). *Environmental Entomology* 28(4): 628-637.
- Battisti, A., Ianne P., Milani, N. and Zanata, M. 1990. “Preliminary accounts on the rearing of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet)(Hym., Encyrtidae)”. **Journal of Applied Entomology**. 110: 121–127.
- Carter, M. and Feeny, P. 1999.”Host-plant chemistry influences oviposition choice of the spicebush swallowtail butterfly”. **Journal of Chemical Ecology**. 25(9): 1999-2009.
- Gaskett, A. C., Kaczorowski, R. L., Raguso, R. A., Seliger, A. R and Wigsten, S. K. 2012. “Corolla shape vs. size in flower choice by a nocturnal hawkmoth pollinator”. **Functional Ecology** 26: 577–587.
- Ghimire, M.N. and Phillips, T.W 2007. “Suitability of five species of stored-product insects as hosts for development and reproduction of the parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae)”. **Journal of Economic Entomology**. 100(5): 1732-1739.
- Hayashi, T., Nakamura, S., Visarathanonth, P., Uraichuen, J. and Kengkanpanich, R.(eds.) 2004. **Stored Rice Insect Pests and Their Natural Enemies in Thailand**. Funny Publ. Co. Ltd., Bangkok.
- Inoue, H., Kennett, R. D. and Kitching, I. J. 1997. “**Moths of Thailand, Volume Two-Sphingidae**”. Chok Chai Press, Bangkok. 149 pp.
- Johnson, S. D. and Martins, D. J. 2013. “Interactions between hawkmoths and flowering plants in East Africa : polyphagy and evolutionary specialization in an ecological context”. **Biological Journal of the Linnean Society** 110: 199–213.

- Kessler, D. Kallenbach, M. Diezel, C. Rothe, E. and Murdock, M. 2015. “**How scent and nectar influence floral antagonists and mutualists**”. [Online] Available. <https://elifesciences.org/content/4/e07641>
- Kumar, S., Gupta, P. and V. Gupta, K.L. 2013. “A critical review on karamarda (*Carissa carandas* Linn.)” **International Journal of pharmaceutical and Biological Archives**. 4(4): 637-642.
- Mani, M. and Thontadraya, T.S. 1988. Studies on the safety of different pesticides to the grape mealybug natural enemies, *Anagyrus dactylopii* (Howard) and *Scymnus coccivora* Ayyar. **Indian Journal of Plant Protection**. 16: 205-210.
- Masutti L., Battisti, A., Milani, N., Zanata, M. and Zanazzo, G.1993. “In vitro rearing of *Ooencyrtus pityocampae* (Hym.,Encyrtidae), an egg parasitoid of *Thaumetopoea pityocampa* (Lep., Thaumetopoeidae)”. **Entomophaga** 38: 327–333.
- Noyes J.S. and Hayat, M. 1984: “A review of the genera of Indo-Pacific Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea)”. **Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)** 48: 131–395.
- Paige, K. N. and Whitham, T. G. 1985. “Individual and population shifts in flower color by scarlet gilia: a mechanism for pollinator tracking”. **Science** 227 (4684): 315-317.
- Pittaway, A. R. and Kitching, I. J. 2000-2015. “**Sphingidae of the Eastern Palaearctic**”. [Online] Available <http://tpittaway.tripod.com/china/china.htm> (11 November 2015).
- Rausher, M. D. 1985. “Variability for host preference in insect populations: mechanistic and evolutionary models”. **Journal of Insect Physiology** 31(11): 873-889.
- Renwick, J. A. A. and Radke, C. D. 1988. “Sensory cue in host selection for oviposition by the cabbage butterfly, *Pieris rapae*”. **Journal of Insect Physiology**. 34(3): 251-257.
- Riffell, J. A. and Alarcon, R. 2013. “Multimodal floral signals and moth foraging decisions”. **Plos one** 8(8):1-15.
- Samra S., Ghanim M., Protasov, A. and Mendel, Z. 2015. “Development, reproduction, host range and geographical distribution of the variegated caper bug *Stenozygum coloratum* (Hemiptera:Heteroptera: Pentatomidae)”. **European Journal of Entomology**. 112: 362–372.
- Suetsugu, K., Tanaka, K, Okuyama, Y. and Yukawa, T. 2015. “Potential pollinator of *Vanda falcata*

- (Orchidaceae): Theretra hawkmoths (Lepidoptera:Sphingidae) are visitors of long spurred orchid.” **European Journal of Entomology** 5: 393-397.
- Tiberi, R., Niccili, A. and Sacchetti, P. 1994. “Parassitizzazione delle uova di *Thaumetopoea pityocampa*: Modificazioni consequenziali potenziamento artificiale di *Ooencyrtus pityocampae*.” In: 763–766. **Atti XVII Congresso nazionale Italiano di Entomologia, Udine 13–18 giugno.**
- Tsuda, T., Horio, F., Uchida, K., Aoki, H. and Osawa, T. 2003. “Dietary cyanidin 3-O- β -D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice.” **Journal of Nutrition** 133:2125-2130.
- Vieira, K.C.R., Moraes, S. D. S., Chiquetto-Machado, P. I. and Duarte, M. 2012. “Crepuscular and nocturnal hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) from a fragment of Atlantic rainforest in the state of São Paulo.” **Southeastern Brazil. BioOne** 98(1):342-348
- Visser, J. H. 1988. “Host-plant finding by insects: Orientation, sensory input and search patterns.” **Journal of Insect Physiology**. 34(3): 259-268.
- Who, 2011. **Obesity and overweight.** [Database on internet].WHO Media Centre (US). <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/obesity/en/>. Accessed Oct. 25, 2016.
- Zhang, Y Z., L. W. Huang, D.W. 2005: “A taxonomic study of Chinese species of *Ooencyrtus* (Insecta: Hymenoptera: Encyrtidae).” **Zoological Studies**. 44: 347–360.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นหนามแดง

ตารางภาคผนวกที่ ก1 แสดงความยาวก้านใบ ความยาว กว้างใบ และความยาวหนามแก่ (มิลลิเมตร)

	ความยาวก้านใบ	ความกว้างใบ	ความยาวใบ	ความยาวหนามแก่
1	3.5	6	45	19
2	5	30	75	24
3	4.5	33	71	22
4	3.6	33	70	9
5	4.5	42	65	8
6	3.5	31	62	14
7	3	30	73	21
8	3.5	31	74	9
9	4.5	39	52	8
10	4	28	61	9
11	3.5	39	60	15
12	4	34	51	19
13	4	32	54	16
14	3.5	27	60	9
15	3.5	30	55	17
16	3.5	31	65	15
17	3	34	50	14
18	3.2	27	61	12
19	4	26	56	10
20	4.2	38	45	19
21	2.5	21	30	8
22	4.5	38	77	18
23	4.5	26	49	24
24	4	31	62	21
25	3	22	34	17
26	4	26	61	14
27	5	32	66	22
28	3	25	59	16
29	4.5	23	46	21
30	3.5	21	36	15
Rangl	2.5-5.0	21-42	30-77	8.00-24.00
Mean±SD	3.82±0.63	30.53±7.04	57.5±12.11	15.5±5.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ก2 แสดงความยาวก้านดอกย่อย หลอดกลีบดอก และความกว้าง ขาว กลีบดอก (มิลลิเมตร)

serial number	ความยาวก้านดอกย่อย	หลอดกลีบดอก	กลีบดอก	
			กว้าง	ยาว
1	5.5	20	4.8	8.5
2	3	18	4.7	9
3	3	18	4.5	8.5
4	4	19	4.5	9
5	2.5	16	5.5	10
6	3.5	17	6	11
7	3.2	19	6	10.5
8	5.5	20	5.5	9
9	3.5	21	6	11
10	6	20	5.5	11
11	4.5	19	6	10
12	4.5	20	6	10
13	3.5	20	6.2	11
14	4.5	19	5.5	10.5
15	3	18	6.5	11
16	4.5	19	6	10.5
17	3	18	5.5	11
18	4	18	5	10
19	2.5	19	5.3	9.5
20	4.5	20	5.5	11
21	4.5	20	5.5	11
22	3	20	5.5	12
23	3.2	19	6	11
24	3.5	21	5.5	12
25	3	20	6.2	11
26	2.5	21	6	12
27	4	19	6.5	11
28	5	20	6	12
29	2.5	19	7	11
30	4.8	19	5.5	12
Range	2.5-6	16-21	4.5-7	8.5-12
Mean±SD	3.81±0.98	19.20±1.16	5.67±0.59	10.57±1.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ก3 ขนาดของผล ขนาดของเมล็ด และ จำนวนเมล็ดต่อผล (มิลลิเมตร)

ผลที่	ขนาดของผล		ขนาดของเมล็ด		จำนวนเมล็ดต่อผล
	เส้นผ่าศูนย์กลาง	ยาว	กว้าง	ยาว	
1	20	27	6.5	8	8
2	18	24	6.5	9	5
3	19	24	6	9	4
4	18	23	6.5	8.5	8
5	19	24	6.5	8	8
6	17	23	5.5	8.5	3
7	20	22	6.5	8.5	4
8	18	21	5.5	7.5	7
9	17	22	7	8	6
10	15	19	6.5	8.5	3
11	19	21	5.5	8	7
12	19	23	7.5	9.5	8
13	20	21	6	9.5	3
14	17	21	6	8.5	7
15	17	21	6.5	9.5	9
16	17	24	7	8.5	6
17	18	23	6.5	8	4
18	17	20	6.5	9	8
19	16	20	5.5	8.5	4
20	17	21	6	8.5	6
21	16	20	6.5	8.5	4
22	16	19	6	8	3
23	16	19	6	8	4
24	17	20	7	8	6
25	16	20	6.5	8.5	4
26	17	22	5.5	8.5	5
27	16	21	6.5	8	7
28	18	20	6.5	9	4
29	16	21	5.8	8.5	9
30	18	22	6.5	8	8
Range	16-20	19-27	5.5-7.5	7.5-9.5	3.0-9.0
Mean±SD	17.47±1.36	21.60±1.85	6.30±0.51	8.47±0.51	5.73±1.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาผีเสื้อเหี้ยวหนามแดง

ตารางภาคผนวกที่ ข1 ขนาดของไข่ หนอน และคักเต้ ของผีเสื้อเหี้ยวหนามแดง (มิลลิเมตร)

No	Egg diam, mm	Larval body length (mm)					Pual length
		1 Stinstar	2ndinstar	3rdinstar	4thinstar	5thinstar	
1	1.4	4	8.5	15	30	75	42
2	1.5	4	13	24	40	60	45
3	1.4	7.5	14	24	25	65	46
4	1.4	7	15	17	35	40	46
5	1.5	10	9.5	24	35	45	45
6	1.5	6.5	12	25	40	60	47
7	1.4	9	14	18	38	75	45
8	1.4	5.5	9.5	17	36	70	45
9	1.5	8	11	19	37	57	46
10	1.5	7.5	10	20	23	60	45
11	1.6	9	15	25	25	60	45
12	1.5	7	10	14	35	40	45
13	1.6	4	11	16	40	50	42
14	1.6	9	9.5	24	38	65	45
15	1.5	4	8.5	19	35	50	43
16	1.4	7	10	18	35	65	42
17	1.4	4	10	20	24	60	44
18	1.5	9.5	11	18	35	55	45
19	1.5	8.5	13	19	34	40	46
20	1.4	7.5	14	20	35	50	43
21	1.6	5.5	15	22	22	45	44
22	1.5	4	13	26	30	60	42
23	1.5	6	14	15	40	45	47
24	1.4	10	15	20	36	75	43
25	1.4	5.5	11	19	32	50	46
26	1.4	8	14	21	25	60	44
27	1.5	7.5	16	24	27	55	43
28	1.5	6.5	14	24	35	45	46
29	1.4	5.5	13	22	35	55	45
30	1.5	8	16	26	25	50	42
Mean±SD	1.47±0.07	6.83±1.91	12.32±2.32	20.50±3.50	32.73±5.66	56.07±10.29	44.47±1.55
Range	1.40-1.60	4.0-10	8.5-16.0	14-26	22-40	40-75	42-47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข2 ขนาดความกว้างหัวกะโหลกและ ความยาวของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (มิลลิเมตร)

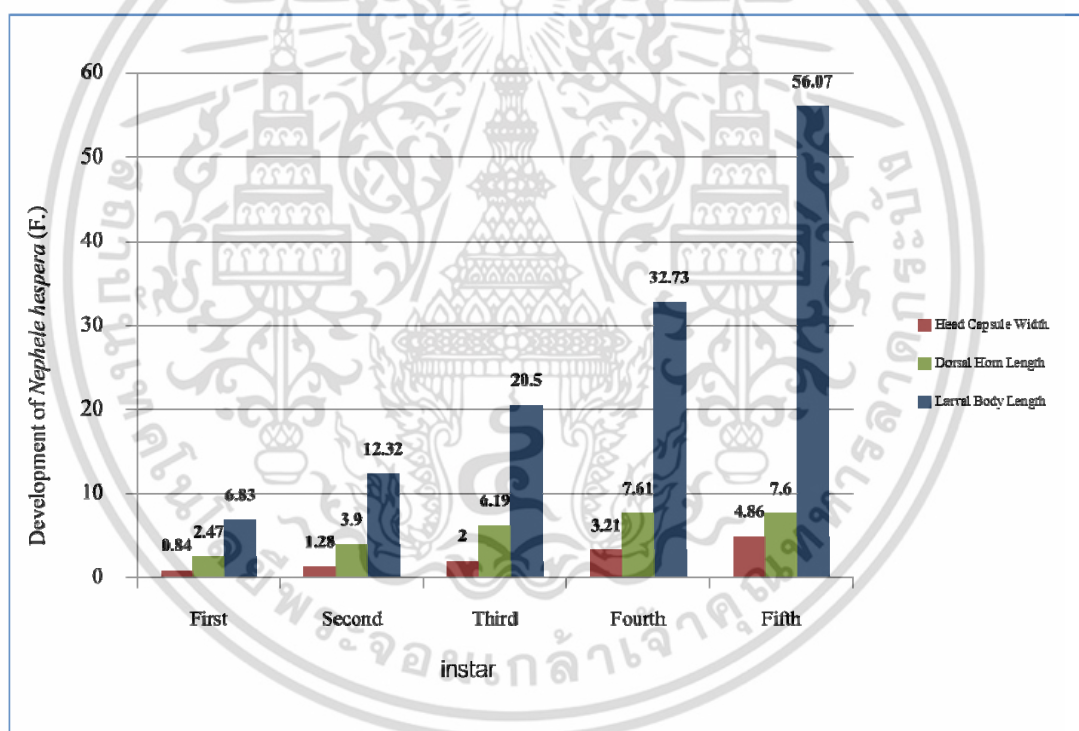
No.	1 st instar		2 nd instar		3 rd instar		4 th instar		5th instar	
	HC	DH	HC	DH	HC	DH	HC	DH	HC	DH
1	0.79	2.5	1.3	3.7	2	6.5	3.3	8.5	4.8	8
2	0.8	2.6	1.2	3.3	1.95	5.8	3.1	7	4.8	7.5
3	0.85	2.6	1.2	3.4	2	5.5	3.2	7.5	4.7	8
4	0.8	2.5	1.2	4	1.9	6	3.1	7.2	4.75	7.5
5	0.79	2.6	1.3	3.6	1.95	6	3.1	7.5	4.6	8
6	0.8	2.6	1.3	4.6	1.95	6	3.1	7	5	8
7	0.9	2.6	1.25	4	1.9	7	3.2	7.5	4.8	7.5
8	0.8	2.4	1.3	4	1.9	6	3.1	7.5	5	7
9	0.85	2.4	1.25	4.2	1.8	6	3.1	6.5	5.1	7
10	0.79	2.5	1.3	4.2	1.85	7	3.2	9	5.2	8
11	0.9	2.4	1.3	3.9	2.1	6.5	3.1	7.6	4.9	8.5
12	0.8	2.4	1.25	4	2.2	6.5	3.2	7	4.7	7.5
13	0.85	2.5	1.3	4	2.1	6	3.2	8.5	4.5	7.5
14	0.8	2.6	1.3	3.9	2.1	6	3.4	7	4.8	8
15	0.85	2.5	1.3	4.1	2	5.8	3.3	7.5	5	7.5
16	0.9	2.4	1.28	3.6	2.2	5.5	3.2	9	4.8	6.5
17	0.85	2.5	1.3	3.9	1.95	6	3.2	8	4.9	7
18	0.85	2.3	1.3	3.9	2	6.5	3.3	6.5	4.8	7.5
19	0.85	2.4	1.29	3.4	2.1	6	3.2	7.5	4.8	7
20	0.8	2.3	1.3	3.7	2	6.5	3.3	7.5	5	6.5
21	0.85	2.4	1.3	4	2	7	3.2	8	4.9	7.5
22	0.85	2.4	1.29	4	2	6	3.4	7.5	4.8	7.5
23	0.9	2.4	1.29	4	2.1	6.5	3.3	7.5	4.8	8
24	0.8	2.5	1.3	4	2	5.5	3.2	8	4.9	7.5
25	0.8	2.4	1.3	4	2.1	6	3.2	7.5	5	8
26	0.85	2.5	1.29	4	2	6.5	3.3	8	4.9	8
27	0.9	2.4	1.3	3.9	2	6	3.2	7.5	5	7
28	0.85	2.4	1.25	4	1.9	6.5	3.3	7.5	5.1	7.5
29	0.8	2.6	1.3	3.6	1.95	6	3.1	8	4.7	8.5
30	0.85	2.5	1.3	4	2.1	6.5	3.2	7.5	4.8	8.5
Mean±SD	0.84±0.04	2.47±0.10	1.28±0.03	3.9±0.27	2±0.1	6.19±0.42	3.21±0.1	7.61±0.6	4.86±0.15	7.6±0.53
Range	0.79-0.9	2.3-2.6	1.2-1.3	3.3-4.6	1.8-2.2	5.5-7	3.1-3.4	6.5-9	4.5-5.2	6.5-8.5

HC= head Capsule DH= dorsal horn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข3 ขนาดความกว้างหัวกะโหลกและ ความยาวฮอร์นของผีเสื้อเหี่ยวหนามแดง (มิลลิเมตร)

Instar	n	Head capsule width (mm)		Dorsal horn	
		Mean±SD	Range	Mean±SD	Range
1 st	30	0.84±0.04	0.79-0.90	2.47±0.1	2.3-2.60
2 nd	30	1.28±0.03	1.20-1.30	3.90±0.27	3.3-4.60
3 rd	30	2.0±0.1	1.80-2.20	6.19±0.42	5.5-7.00
4 th	30	3.21±0.1	3.10-3.40	7.61±0.6	6.5-9.00
5 th	30	4.86±0.15	4.50-5.20	7.60±0.53	6.5-8.50



รูปภาคผนวกที่ 1 ขนาดความกว้างหัวกะโหลกและ ความยาวฮอร์นของผีเสื้อเหี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข4 ขนาดของปลอกหุ้มวงปากและกรีเมสเตอร์ของดักแด้ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (มิลลิเมตร)

No	Proboscis Shenth		Cremaster		
	Width	Length	Width		Length
			Base	Terminal	
1	5.5	6.7	2.1	1.1	3.2
2	5.3	6.8	2	1.05	3.15
3	5.4	7	2.1	1.1	3
4	5.5	6.5	2	1.1	2.8
5	5.6	7.2	2.1	1.1	3.1
6	6.5	7.5	2.2	1.3	3
7	5.6	7.5	2.2	1.2	3
8	5.5	7.5	2	1.1	2.9
9	5.4	7	2	1.05	3
10	5.7	7.1	2.2	1.2	3.1
11	5.4	6.5	2	1.1	3
12	5.3	7	1.9	1	2.9
13	5.5	6.7	2.1	1.1	3
14	5.4	6.8	2	1.1	3.1
15	5.7	7	2.1	1.2	2.9
16	5.5	7	2.1	1.1	3
17	5.6	7.1	1.9	1.2	3
18	5.5	7	2	1.1	2.9
19	5.5	6.4	1.8	1.1	3
20	5.5	6.5	2.1	1.05	2.8
21	5.2	7	2.1	1.05	2.9
22	5.3	7	2.1	1.1	2.9
23	5.6	7.5	2	1.15	3.1
24	6	7.5	2.1	1.1	3
25	6.2	7.8	2.1	1.2	2.9
26	6.1	7	2	1.1	2.8
27	6	7.7	2.1	1.1	2.9
28	6	8	2	1.2	3.5
29	5.7	7	2.1	1	3
30	5.5	7	2.2	1.1	2.8
Range	5.2-6.5	6.4-8.0	1.8-2.2	1.0-1.3	2.8-3.5
Mean±SD	5.62±0.30	7.08±0.40	2.06±0.10	1.12±0.07	2.99±0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข5 ขนาดความยาวของลำตัว ริงค์สแพน ปาก หนวด และความยาวความกว้างปีก คู่หน้าและคู่หลัง ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงเพศผู้ (มิลลิเมตร)

No	Body length	Wingspan	Proboscis Length	Antennal length	Forewing		Hindwing	
					Width	Length	Width	Length
1	35	65	46	15.5	13.0	32	12.0	19.0
2	34	58	48	15.0	12.5	32	11.0	18.0
3	39	74	45	16.0	13.0	31	11.0	19.0
4	40	68	47	16.5	14.0	32	13.0	20.0
5	33	65	44	14.5	12.5	31	11.0	19.0
6	38	72	42	15.0	14.0	34	12.0	21.0
7	34	70	50	16.0	13.0	31	12.0	20.0
8	40	64	43	15.0	13.0	32	12.0	19.0
9	35	70	47	15.0	13.0	32	11.0	19.0
10	37	65	44	15.5	13.0	31	12.0	19.0
11	35	66	47	15.0	13.0	31	11.0	20.0
12	31	68	45	15.5	13.0	31	12.0	19.0
13	37	67	50	16.0	13.5	32	12.0	21.0
14	36	65	44	15.0	12.0	30	11.0	19.0
15	32	68	46	15.5	13.5	31	11.5	20.0
16	34	74	47	15.0	14.0	33	12.0	20.5
17	35	68	46	15.25	13.0	32	11.0	20.0
18	36	70	47	16.0	13.0	32	11.0	20.0
19	35	67	45	15.0	13.0	33	12.0	19.0
20	36	63	48	15.5	13.0	32	12.5	21.0
21	35	66	47	15.0	13.0	32	12.0	19.0
22	32	62	45	15.0	13.0	31	12.0	20.0
23	36	71	49	16.0	13.5	33	13.0	20.0
24	33	70	43	15.5	13.0	31	12.5	21.0
25	36	73	51	17.0	14.0	34	12.0	20.0
26	31	67	44	15.0	12.0	31	11.0	18.0
27	35	63	47	16.0	13.5	32	12.0	20.0
28	34	72	43	16.5	14.0	33	12.0	20.0
29	32	63	43	15.0	13.0	31	10.0	18.0
30	37	70	48	16.0	13.0	33	11.0	19.0
Range	31-40	58-74	42-51	14.5-17	12-14	30-34	10-13	18-21
mean	35.10±2.37	67.47±3.82	46.03±2.33	15.49±0.59	13.13±0.52	31.87±0.97	11.68±0.69	19.58±0.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข6 ขนาดในหน่วยมิลลิเมตรของผีเสื้อเหยี่ยวนามแดงเทศเมีย (มิลลิเมตร)

No	Body length	Wingspan	Proboscis length	Antennal length	Forewing		Hindwing	
					Width	Length	Width	Length
1	36	72	45	13.5	13.0	33	11.0	20
2	35	69	43	13.0	13.0	31	11.0	21
3	37	68	48	13.0	13.0	31	11.0	19
4	35	70	45	13.5	14.0	33	11.5	21
5	33	64	42	13.0	14.0	32	11.0	20
6	35	70	42	13.5	13.0	32	10.0	19
7	33	65	43	13.0	13.0	30	12.5	21
8	34	65	43	13.0	13.0	31	11.0	19
9	36	66	45	14.0	14.0	33	12.0	20
10	35	72	47	14.5	14.0	34	12.0	21
11	34	73	45	13.5	14.0	34	13.0	20
12	34	71	42	14.0	13.0	33	12.0	20
13	35	75	47	14.0	14.0	34	12.5	21
14	39	74	48	13.0	14.0	35	12.0	21
15	34	69	43	13.0	13.0	32	11.0	20
16	36	73	48	14.0	14.0	34	13.0	20
17	38	73	47	13.0	14.0	34	13.0	20
18	35	65	44	13.0	13.0	33	12.0	20
19	34	67	42	14.0	13.0	32	12.0	19
20	35	70	43	16.0	13.5	32	11.0	19
21	35	70	43	13.0	13.0	32	11.0	20
22	33	72	45	14.0	14.0	31	12.0	19
23	35	69	42	12.5	12.5	31	11.0	19
24	37	69	44	13.0	14.0	34	12.0	21
25	35	74	46	14.5	13.5	34	13.0	21
26	36	70	44	13.0	14.0	32	12.0	19
27	34	66	43	12.5	13.0	32	11.0	20
28	35	75	47	14.5	14.0	34	12.0	21
29	33	65	45	14.0	12.5	31	11.0	18.5
30	34	70	48	14.0	14.0	33	11.0	20
Range	33-39	64-75	42-48	12.5-16	12.5-14	30-35	10.0-13	18.5-21.0
Mean±SD	35.00±1.44	69.7±3.24	44.63±2.08	13.55±0.75	13.47±0.54	32.57±1.28	11.68±0.78	19.98±0.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข7 ขนาดของหนอนผีเสื้อเหี้ยวหนามแดงในแต่ละวัย (มิลลิเมตร)

sl.no.	1 st instar	2 nd instar	3 rd instar	4 th instar	5 th instar
1	1.58	2	2	3.33	6.63
2	1.83	2.04	2.04	3.38	6.67
3	1.63	2	2	3.33	6.75
4	1.75	1.96	2.08	3.29	6.58
5	1.67	1.83	1.92	3.33	7.58
6	1.63	1.92	2	3.42	6.75
7	1.67	1.83	2.04	3.33	7.42
8	1.58	1.92	2.08	3.25	6.5
9	1.63	1.83	2	3.5	6.67
10	1.63	1.92	2.04	3.29	6.58
11	1.67	1.83	1.96	3.08	6.67
12	1.67	1.88	2.08	3.25	7.71
13	1.63	1.83	2.13	3.42	6.58
14	1.63	1.92	2	3.42	6.75
15	1.58	1.92	1.83	3.42	6.63
16	1.67	1.83	1.92	3.5	6.58
17	1.63	1.92	1.92	3.42	6.5
18	1.58	1.83	2	3.21	6.67
19	1.58	1.88	2.08	3.42	7.58
20	1.63	1.96	1.83	4.13	6.63
21	1.67	1.83	1.92	3.5	7.67
22	1.58	1.92	2	3.42	7.5
23	1.63	2	2.13	3.58	7.58
24	1.75	1.92	2	3.42	7.67
25	1.75	1.92	2.08	3.5	7.58
26	1.79	1.83	1.83	3.54	7.75
27	1.63	2	1.92	3.5	7.42
28	1.83	2.08	1.92	3.25	7.71
29	1.79	2	2.08	3.5	6.5
30	1.75	2.08	2	4.08	7.58
Mean±SD	1.67±0.08	1.92±0.08	1.99±0.08	3.43±0.21	7.05±0.50
Range	1.58-1.83	1.83-2.08	1.83-2.13	3.08-4.13	6.5-7.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข8 ระยะการเจริญเติบโตของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงไข่ (มิลลิเมตร)

No	Egg stage	Larval stage	Prepupal stnge	Pupal stage	Adult longe	
					Male	Female
1	2.88	15.54	2.04	12.29	8	13
2	2.75	15.96	2.00	12.42	9	12
3	2.83	15.71	2.08	12.67	8	12
4	2.75	15.66	2.08	12.25	9	10
5	2.83	16.33	2.04	11.83	9	10
6	2.88	15.72	2.00	12.75	8	9
7	2.92	16.29	1.92	11.88	10	14
8	2.92	15.33	2.00	12.71	8	14
9	3.00	15.63	2.00	12.67	7	12
10	2.88	15.46	2.79	12.67	9	11
11	2.92	15.21	1.88	11.83	7	13
12	2.92	16.59	2.00	12.71	9	14
13	2.83	15.59	3.08	11.88	8	13
14	2.92	15.72	2.08	12.75	8	12
15	2.83	15.38	1.96	12.83	10	13
16	2.92	15.5	3.00	12.67	8	10
17	3.00	15.39	1.92	12.75	7	13
18	2.96	15.29	2.00	13.79	9	10
19	2.92	16.54	2.04	12.83	7	10
20	2.67	16.18	2.00	12.88	11	13
21	2.83	16.59	2.42	12.67		
22	2.88	16.42	2.00	13.92		
23	3.00	16.92	2.08	12.71		
24	2.67	16.76	1.92	12.79		
25	2.92	16.83	1.96	11.83		
26	2.96	16.74	2.00	12.88		
27	2.67	16.47	2.83	12.88		
28	3.00	16.79	1.96	11.83		
29	2.83	15.87	3.00	12.63		
30	2.67	17.49	2.33	12.75		
Mean±SD	2.87±0.10	16.06±0.61	2.18±0.36	12.60±0.50	8.45±0.10	11.90±0.58
Range	2.67-3.00	15.21-17.49	1.88-3.08	11.83-13.92	7.00-11.00	9.00-14.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

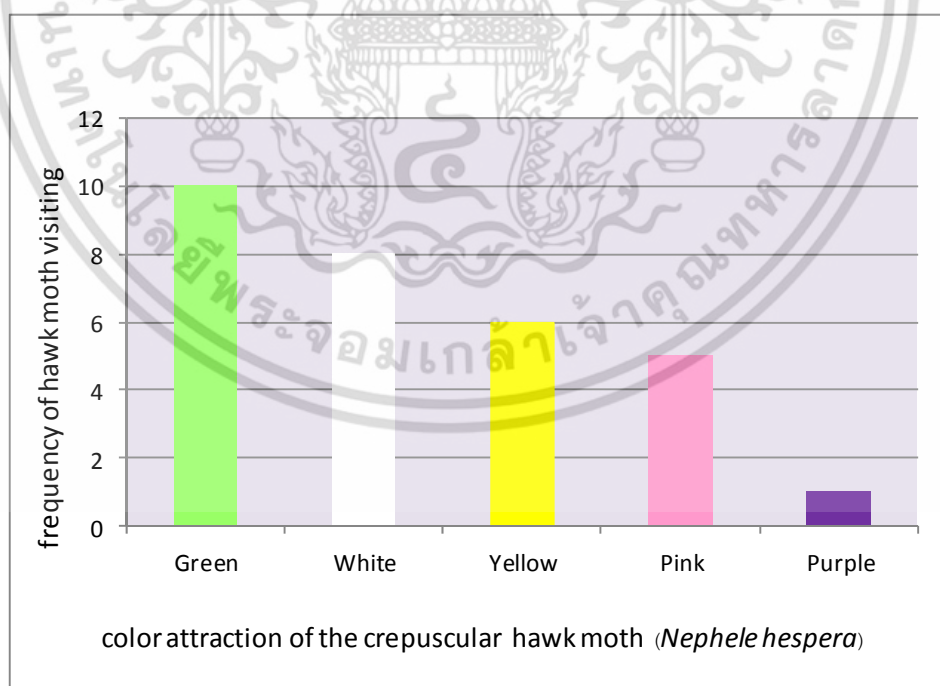
สีที่ดึงดูด และปริมาณการดูดกินน้ำหวานของตัวเต็มวัยผีเสื้อเหยี่ยว หนามแดงการศึกษาสีของดอกไม้ที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

ตารางภาคผนวกที่ ค1 จำนวนประชากรแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp เพศผู้ เมีย ที่พบในแต่ละเดือน
ตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 17	สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 25	สีเหลือง	0.6
สีเขียว	0.6		สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.4
สีขาว	0.6		สีขาว	0.2		สีขาว	0.2
สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6
สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6
สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 18	สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 26	สีเหลือง	0.6
สีเขียว	0.6		สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.4
สีขาว	0.6		สีขาว	0.6		สีขาว	0.6
สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6
สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6
สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 19	สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 27	สีเหลือง	0.6
สีเขียว	0.6		สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.6
สีขาว	0.6		สีขาว	0.4		สีขาว	0.6
สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6
สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6
สีเหลือง	0.4	ซ้ำที่ 20	สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 28	สีเหลือง	0.4
สีเขียว	0.6		สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.2
สีขาว	0.4		สีขาว	0.4		สีขาว	0.4
สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6
สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6
สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 21	สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 29	สีเหลือง	0.6
สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.6
สีขาว	0.6		สีขาว	0.6		สีขาว	0.6
สีชมพู	0.4		สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.6
สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเหลือง	0.4	ซ้ำที่ 22	สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 30	สีเหลือง	0.2
สีเขียว	0.6		สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.6
สีขาว	0.6		สีขาว	0.4		สีขาว	0.4
สีชมพู	0.6		สีชมพู	0.4		สีชมพู	0.6
สีม่วง	0.4		สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6
สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 23	สีเหลือง	0.6			
สีเขียว	0.4		สีเขียว	0.4			
สีขาว	0.6		สีขาว	0.2			
สีชมพู	0.4		สีชมพู	0.6			
สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6			
สีเหลือง	0.6	ซ้ำที่ 24	สีเหลือง	0.6			
สีเขียว	0.2		สีเขียว	0.6			
สีขาว	0.4		สีขาว	0.2			
สีชมพู	0.4		สีชมพู	0.6			
สีม่วง	0.6		สีม่วง	0.6			



รูปภาคผนวกที่ 2 สีที่ดึงดูดผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*Nephele hespera*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค2 ปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*Nephele hespera*)

ลำดับ	ปริมาณการดูดน้ำหวาน				
	เหลือง	ขาว	เขียว	ชมพู	ม่วง
1	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6
2	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6
3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
4	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6
5	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6
6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6
7	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6
8	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6
9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
10	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
11	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
12	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6
13	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6
14	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4
15	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6
16	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6
17	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6
18	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6
19	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6
20	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6
21	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6
22	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6
23	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6
24	0.6	0.2	0.6	0.6	0.6
25	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6
26	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6
27	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
28	0.4	0.4	0.2	0.6	0.6
29	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
30	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6
Range	0.4-0.6	0.2-0.6	0.2-0.6	0.4-0.6	0.4-0.6
Mean±SD	0.57±0.08	0.51±0.15	0.47±0.12	0.55±0.09	0.59±0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Statistix 8.0
5:44:31 PM

4/22/2017

Completely Randomized AOV for VALUE

Source	DF	SS	MS	F	P
TMT	4	0.30427	0.07607	7.33	0.0000
Error	145	1.50567	0.01038		
Total	149	1.80993			

Grand Mean 0.5673 CV 17.96

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	34.5	4	0.0000
Cochran's Q	0.4118		
Largest Var / Smallest Var	8.3036		

Component of variance for between groups 0.00219
Effective cell size 30.0

TMT	Mean
1	0.5333
2	0.6000
3	0.6367
4	0.5533
5	0.5133

Observations per Mean 30
Standard Error of a Mean 0.0186
Std Error (Diff of 2 Means) 0.0263

Statistix 8.0
5:45:02 PM

4/22/2017,

LSD All-Pairwise Comparisons Test of VALUE by TMT

TMT	Mean	Homogeneous Groups
3	0.6367	A
2	0.6000	AB
4	0.5533	BC
1	0.5333	C
5	0.5133	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0263
Critical T Value 1.976 Critical Value for Comparison 0.0520

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค3 ปริมาณการดูดน้ำหวานของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง (*Nephele hespera*)

สีของดอกไม้ประดิษฐ์	ปริมาณสารละลายน้ำผึ้ง 25% ¹	
	(มิลลิลิตร)	Range
สีเหลือง	0.53±0.08c	0.5-0.7
สีขาว	0.60±0.15ab	0.5-0.9
สีเขียวอ่อน	0.64±0.12a	0.5-0.9
สีชมพู	0.55±0.00bc	0.5-0.7
สีม่วง	0.51±0.00c	0.5-0.7
%C.V.	17.96	



รูปภาพผนวกที่ 3 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงดูดกินน้ำหวานจากดอกไม้ประดิษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 4 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงดูดน้ำหวานจากดอกไม้ประดิษฐ์ (dorsal view)



รูปภาคผนวกที่ 5 ผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงดูดกินน้ำหวานจากดอกไม้ประดิษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ชนิดแมลงเบียนศัตรูธรรมชาติและเปอร์เซ็นต์การถูกเบียนระยะไข่
ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงในสภาพธรรมชาติ

ตารางภาคผนวกที่ ง1 ขนาด (mm) ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. เพศผู้

No	Body length	Antennal length	Forewing		Hindwing	
			Width	Length	Width	Length
1	0.56	0.25	0.25	0.63	0.11	0.42
2	0.57	0.24	0.29	0.62	0.13	0.44
3	0.46	0.28	0.2	0.66	0.11	0.37
4	0.49	0.22	0.34	0.68	0.11	0.45
5	0.41	0.28	0.25	0.61	0.1	0.43
6	0.45	0.23	0.28	0.63	0.12	0.42
7	0.53	0.25	0.33	0.67	0.13	0.41
8	0.54	0.26	0.35	0.52	0.11	0.42
9	0.51	0.21	0.23	0.59	0.1	0.48
10	0.55	0.23	0.22	0.65	0.11	0.47
11	0.51	0.3	0.31	0.61	0.12	0.46
12	0.51	0.33	0.28	0.56	0.12	0.35
13	0.49	0.27	0.27	0.68	0.11	0.45
14	0.41	0.38	0.28	0.57	0.12	0.35
15	0.42	0.21	0.29	0.57	0.11	0.32
16	0.54	0.25	0.3	0.74	0.13	0.37
17	0.51	0.26	0.29	0.6	0.11	0.38
18	0.55	0.24	0.32	0.57	0.11	0.45
19	0.51	0.25	0.25	0.58	0.13	0.41
20	0.45	0.23	0.2	0.43	0.1	0.4
21	0.47	0.22	0.24	0.44	0.1	0.38
22	0.55	0.24	0.23	0.47	0.12	0.35
23	0.45	0.24	0.22	0.47	0.12	0.29
24	0.49	0.28	0.27	0.46	0.12	0.29
25	0.56	0.26	0.23	0.46	0.08	0.36
26	0.63	0.2	0.26	0.51	0.11	0.3
27	0.59	0.21	0.2	0.44	0.12	0.45
28	0.49	0.22	0.22	0.41	0.1	0.32
29	0.53	0.23	0.23	0.43	0.11	0.35
30	0.49	0.21	0.21	0.4	0.1	0.34
Range	0.41-0.63	0.20-0.38	0.20-0.35	0.40-0.68	0.08-0.13	0.29-0.48
Mean±SD	0.51±0.05	0.25±0.04	0.26±0.04	0.56±0.10	0.11±0.01	0.39±0.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ๖๒ ขนาด (mm) ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. เพศเมีย

No	Body length	Antennal length	Forewing		Hindwing	
			Width	Length	Width	Length
1	0.63	0.35	0.29	0.81	0.15	0.46
2	0.61	0.35	0.36	0.9	0.1	0.44
3	0.71	0.34	0.28	0.52	0.11	0.3
4	0.71	0.31	0.24	0.61	0.11	0.56
5	0.71	0.3	0.35	0.74	0.11	0.49
6	0.58	0.34	0.38	0.81	0.15	0.57
7	0.59	0.31	0.32	0.77	0.12	0.48
8	0.62	0.34	0.32	0.62	0.18	0.35
9	0.48	0.31	0.33	0.59	0.14	0.37
10	0.56	0.34	0.35	0.66	0.14	0.4
11	0.51	0.35	0.24	0.77	0.12	0.54
12	0.67	0.33	0.25	0.69	0.16	0.5
13	0.59	0.41	0.26	0.56	0.12	0.37
14	0.59	0.35	0.32	0.84	0.1	0.54
15	0.51	0.32	0.39	0.84	0.12	0.51
16	0.88	0.3	0.3	0.67	0.1	0.38
17	0.71	0.34	0.37	0.76	0.15	0.46
18	0.66	0.35	0.32	0.8	0.16	0.49
19	0.81	0.41	0.39	0.79	0.15	0.6
20	0.56	0.35	0.35	0.74	0.12	0.5
21	0.59	0.33	0.33	0.69	0.1	0.38
22	0.53	0.31	0.34	0.81	0.16	0.55
23	0.54	0.32	0.38	0.82	0.15	0.5
24	0.5	0.3	0.29	0.52	0.12	0.41
25	0.52	0.35	0.35	0.56	0.1	0.38
26	0.49	0.38	0.36	0.74	0.16	0.5
27	0.56	0.37	0.35	0.79	0.15	0.47
28	0.57	0.34	0.32	0.87	0.13	0.37
29	0.47	0.32	0.34	0.75	0.17	0.51
30	0.53	0.31	0.27	0.63	0.13	0.41
Range	0.47-0.81	0.30-0.41	0.24-0.39	0.52-0.90	0.10-0.18	0.30-0.60
Mean±SD	0.60±0.09	0.34±0.03	0.32±0.04	0.72±0.11	0.13±0.02	0.45±0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 ขนาดในหน่วยมิลลิเมตร ของแตนเบียนไข่ *Anastatus bifasciatus* เพศผู้

No	Body length	Antennal Length	Forewing		Hindwing	
			Width	Length	Width	Length
1	1.91	0.42	0.44	1.08	0.23	0.81
2	1.87	0.45	0.42	1.08	0.26	0.73
3	1.65	0.41	0.46	1.02	0.22	0.87
4	1.65	0.44	0.6	1.05	0.25	0.57
5	1.76	0.42	0.52	1.03	0.24	0.73
6	1.9	0.56	0.47	1.05	0.23	0.63
7	1.82	0.44	0.46	1.08	0.21	0.74
8	1.78	0.6	0.48	1.07	0.15	0.71
Range	1.76-1.91	0.41-0.6	0.42-0.6	1.02-1.08	0.15-0.26	0.57-0.87
Mean±SD	1.79±0.10	0.47±0.07	0.48±0.06	1.06±0.02	0.22±0.03	0.72±0.09

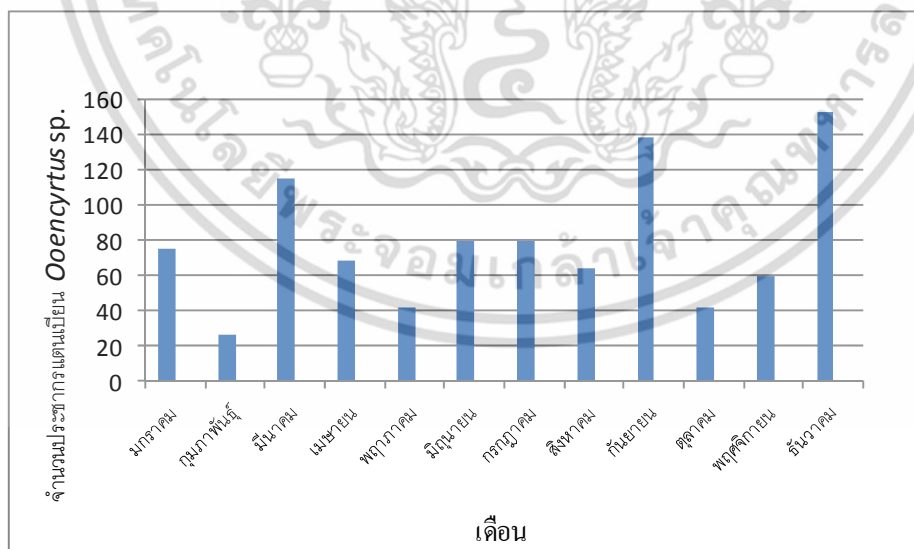
ตารางภาคผนวกที่ 34 ขนาดในหน่วยมิลลิเมตรของแตนเบียนไข่ *Anastatus bifasciatus* เพศเมีย

No	Body Length	Antennal Length	Forewing		Hindwing	
			Width	Length	Width	Length
1	2.1	0.86	0.48	1.32	0.27	0.85
2	2.2	0.86	0.42	1.31	0.26	0.82
3	2.03	0.94	0.46	1.29	0.25	0.87
4	2.06	0.81	0.45	1.32	0.25	1.04
5	2.05	0.82	0.48	1.32	0.24	1.02
6	2.02	0.81	0.47	1.17	0.23	0.8
7	1.82	0.73	0.46	1.34	0.21	0.81
8	2.06	0.82	0.48	1.39	0.25	1.01
9	1.92	0.87	0.51	1.3	0.21	0.81
Range	1.82-2.06	0.73-0.94	0.42-0.51	1.17-1.39	0.21-0.27	0.81-1.04
Mean±SD	2.03±0.11	0.84±0.06	0.47±0.02	1.31±0.06	0.24±0.02	0.89±0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ๕ จำนวนประชากรแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. ตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

เดือน	<i>Ooencyrtus</i> sp.
มกราคม	75
กุมภาพันธ์	26
มีนาคม	115
เมษายน	68
พฤษภาคม	42
มิถุนายน	79
กรกฎาคม	79
สิงหาคม	64
กันยายน	138
ตุลาคม	42
พฤศจิกายน	59
ธันวาคม	152

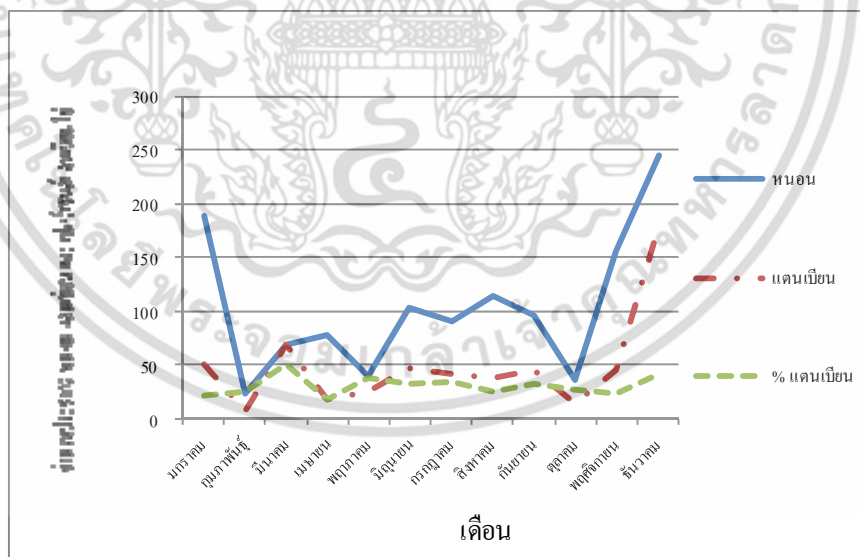


รูปภาคผนวกที่ 6 จำนวนประชากรแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. ตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 จำนวนประชากรแตนเบียนไข่ ทั้ง 4 ชนิด ที่พบในแต่ละเดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

เดือน	ไข่เบียน	ไข่ไม่เบียน	ไข่ทั้งหมด	<i>Ooencyrtus</i> sp.		<i>Anatatus b.</i>		<i>Anatatus</i> sp.		<i>Trichogramma</i>	
				ผู้	เมีย	ผู้	เมีย	ผู้	เมีย	ผู้	เมีย
มกราคม	50	189	239	19	56	3	7	-	8	-	-
กุมภาพันธ์	8	23	31	4	22						
มีนาคม	69	69	138	40	75	-	1	-	2	-	-
เมษายน	18	78	96	14	54	-	-	-	-	-	-
พฤษภาคม	38	50	88	12	30	-	-	-	2	10	34
มิถุนายน	50	103	153	23	56	-	-	-	2	-	-
กรกฎาคม	42	91	123	21	58	-	-	-	-	-	-
สิงหาคม	38	115	153	12	52	-	-	-	-	-	12
กันยายน	46	97	143	23	115	-	-	-	-	-	-
ตุลาคม	14	36	50	15	27	-	-	-	-	-	-
พฤศจิกายน	46	156	202	17	42	-	-	-	-	13	25
ธันวาคม	180	245	425	66	86	-	-	-	-	107	282



รูปภาคผนวกที่ 7 จำนวนประชากรแตนเบียนไข่ ทั้ง 4 ชนิด ที่พบในแต่ละเดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
ชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

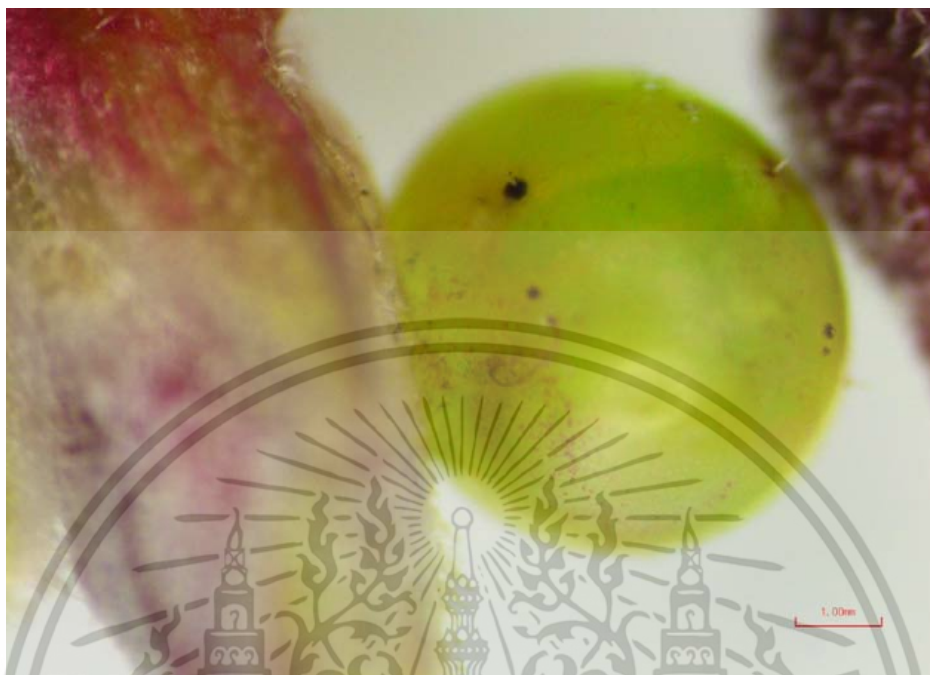


รูปภาคผนวกที่ 8 แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. กำลังวางไข่ในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง



รูปภาคผนวกที่ 9 แตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp. กำลังวางไข่ในไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 10 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่โคนเบียนมีจุดสีดำ



รูปภาคผนวกที่ 11 ไข่ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดงที่โคนเบียนมีจุดสีดำและมีท่อหายใจยื่นออกมาจากผิวเปลือกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 12 ไข่ของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

รูปภาคผนวกที่ 13 หนอนวัยแรกของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 14 หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp.

รูปภาคผนวกที่ 15 หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp ที่เห็นจากภายนอกไข่
ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 16 หนอนวัยสุดท้ายของแตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp ที่เห็นจากภายนอกไข่
ของผีเสื้อเหยี่ยวหนามแดง

รูปภาคผนวกที่ 17 ระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre-pupa) ของแตนเบียน *Ooencyrtus* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 18 คักแด้งองแตนเบียง *Ooencyrtus* sp

รูปภาคผนวกที่ 20 ตัวเต็มวัยเพศเมียแตนเบียงไข่ *Ooencyrtus* sp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 21 ตัวเต็มวัยเพศผู้เตนเบียนไข่ *Ooencyrtus* sp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color Attraction of the Crepuscular Hawk Moth (*Nephele hespera*) (Lepidoptera: Sphingidae)

Danarun S.^{1*}, S. Bumroongsook¹ and S. Tigvattananont²

¹Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand; ²17 Ngamwongvan Rd., Thasai Subdistrict, Muang District, Nonthaburi, Thailand

Danarun S., S. Bumroongsook and S. Tigvattananont (2017). Color Attraction of the Crepuscular Hawk Moth (*Nephele hespera*) (Lepidoptera: Sphingidae). International Journal of Agricultural Technology 13(3): 403-411.

The crepuscular hawk moth (*Nephele hespera*) belongs to the family Sphingidae, subfamily Macroglossinae. Hawk moths is known as a pollinator in nature. It is a stenophagous organism which the larva feed only young karunda leaves (*Carissa carandas* L.). The objectives of this study is to investigate the color and structure of karunda flowers (n=30), crepuscular hawk moths' proboscis, and the color of artificial flowers attraction and amount of 25% honey solution uptake of the hawk moths. The results showed that karunda's flowers were white color with a tubular shaped flowers (averaged 19.20±1.16 mm long). The proboscis length of the male and female hawk moth was 46.03±2.33 and 44.03 ± 2.08 mm, respectively. The uptake of honey solution from violet, yellow, pink, white and chartreuse green of artificial flowers was 0.51±0.04, 0.53±0.08, 0.55±0.09, 0.60±0.15 and 0.64±0.12 ml/adult, respectively. The frequency visit of adult hawk moths to various colors of artificial flowers was presented in order from high to low was as follows: chartreuse green, white, yellow, pink and violet.

Keywords: *Nephele hespera*, *Carissa carandas* L, Color attraction, proboscis

Introduction

Crepuscular hawk moths are significant pollinators in tropical regions (Johnson and Martins, 2013) and the flower scent is an important factor which served as a mediatory tool during pollen is transferred between flowers (Kessler *et al.*, 2015) These moths have the long and flexible proboscis with olfactory receptor at the end of their proboscis (Bauder *et al.*, 2010) for sucking the nectar. Hethe spur that is longer could perfectly satisfy the demand of insects and additionally increase the opportunities of pollination in another ways (Suetsugu *et al.*, 2015).

The stimuli for host selection of foraging crepuscular hawk moth was stimulus of flower scent including their behaviors which determine their

* Corresponding author: Danarun S.; Email: win_air@hotmail.co.th

selection. Flowers'scent is the most effective stimuli of flowers for attracting the insects. (Riffell and Alarcon, 2013). Ipomopsis is a flowering plants changing it color from red to pink-white. The crepuscular hawk moth consume it nectar as a pollination. The appropriate flower color for these moths is light color (Paige and Whitham, 1985). Flowers emitted varieties sense and nectar to attract pollinators. Moreover, shape of flowers exhibit the coevolution between the moths and the flowers. The moth like the deep spurs and narrow petals flowers. The scents and shape of flowers play an important role as attracting the moth. Apart from these mentioned, the patterns and shapes of their petals should be taken into account (Gaskett *et al.*, 2012).

The purposes of this research is to deliberately study about the structure of karanda flower, colors which is attracting the crepuscular hawk moth and the amounts of honey solution consuming by the moth. This insect is one of the main pollinator in the ecosystems. There are few studies on this species of hawk moth.

Materials and methods

The structure of the Carissa carandas L

C. carandas were collected and measured the flower sizes.

Proboscis of N. hespera

Take 30 samples of males and females to measure the length of proboscis.

Study on the color attraction of the crepuscular hawk moth and Amount of nectar uptake by the adults crepuscular hawk moth

After the hawk moth hatched out of the pupa, it was transferred to a rearing cage (40x60x40 cm). Inside the cage, 5 artificial flowers: white, pink, violet, yellow and chartreuse green were embedded with equal distance on the circumference(6 cm diameter) stage. The flower has 4 cm corolla tube filled up with 1.1 ml of 25% honey solution. The flower color that the moth selected and the amount of honey solution uptake was recorded.

Results and Discussions

The structure of the Karanda flower

Flower: The inflorescence is a bunch. The cyme sub-inflorescence is a bouquet of flowers with 3 white color flowers. The lower petals are attached to the tube. The petals at the end of the flowers are divided into 5 petals. The petals are pink with the length of 16.00-21.00 mm (average 19.20 ± 1.16 mm), which is a half time the proboscis length of the hawk moth. The petals of each petal have the broadest margin of 4.50-7.00 mm (5.67 ± 0.59) and petals 8.50-12.00 mm (average 10.57 ± 1.03). The pedicel is 2.50- 6.00 mm (average 3.81 ± 0.98) (Table 1) (Figure 1). It is a complete flower with both male and female stamens in the same flower. And five stamens attached to the flower petals. The anthers filament is very short and one pistil is lower than the stamens. The stamen is 9.50-10.00 mm long. The *C. carandas* is considered to be the only host plant of the crepuscular hawk. It is evident that plants have evolved together with insects (Suetsugu *et al.*, 2015). *Vanda falcata* grows in the longer shape of flower stem to response to the insect's mouthpart and increase the chances of pollination. In addition, the smell of flowers is important to attract the population of butterflies. Orchid flowers in the evening release floral fragrance. (Taneda *et al.*, 2009), which induces uterine pollination. In addition to finding food of butterflies, they use color or stimuli such as the smell of flowers and learning behavior (Riffell and Alarcon, 2013). Only a few hawk moth are developed to suck in a long stem flower to obtain the nectar (Bauder *et al.*, 2010).

A proboscis of N. hespera

The proboscis of male is slightly longer than the females. Male's proboscis length was 42-51 mm (average 46.03 ± 2.33 mm) (Figure 2). 42-48 mm (average 44.03 ± 2.08) female's proboscis (Figure 3). The adult of the *N. hespera* is a noctuidae with large eyes. The evolution of the selection of food plants by the study found that the *N. hespera* with a Proboscis length of 8 half the length of the petal of the *C. carandas*. The results of this study are consistent with research (Darwin, 1862; Johnson & Steiner, 1997; Alexandersson & Johnson, 2002; Johnson *et al.*, 2002; Borrell, 2005; Pauw *et al.*, 2009; Krenn, 2010). Hawk moths have evolved in adaptation to acquire food resources, such as nectar, flowers hidden in deep petal vesicles.

The color attraction of the crepuscular hawk moth and amount of nectar uptake

Color attraction to hawk moth and amount of nectar uptake by the adults crepuscular hawk moth from 5 artificial flowers: yellow, white, chartreuse green, pink and violet. in a rearing cage size 40x60x40 cm. It was found that the hawk moth sucked honey solution from artificial flowers during the night and early in the morning. From the observation, the hawk moth acquired the honey solution in two positions: one landing on the flowers and use its proboscis to take up the solution (Figure 4-5) and the other is hovering and fluttering, then extend its proboscis to get the honey solution.

Amount of nectar uptake by the *N. hespera*, The highest volume uptake was found from chartreuse green artificial flower 0.64 ± 0.12 ml, followed by white, pink, yellow and violet flowers 0.6 ± 0.15 , 0.55 ± 0.09 , 0.53 ± 0.08 and 0.51 ± 0.05 ml, respectively (Table 2). The similar results were illustrated in Figure 6, the most frequent visit of the karanda hawk moth to artificial flowers was chartreuse green. This indicated that color of flower effect on this hawk moth host selection. However, the smell of sweet nectar in flowers is an important stimulus to attract butterflies as well. In addition to finding food of *N. hespera*, both color and smell of flowers including learning behaviour are the choice decision of nectar uptake from the flowers (Riffell and Alarcon, 2013). During the night, the white or soft flower reflects well in the 400 to 800 nm spectrum, which attract to hawk moth more than the solid colors (Paige and Whitham, 1985).

Table 1. Floret sizes in mm of the karanda

Pedicel length	Corolla tube length	Petal	
		Width	Length
3.81±0.98	19.20±1.16	5.67±0.59	10.57±1.03



Figure 1. Flowers of the karanda



Figure 2 A male proboscis of the crepuscular hawk moth (46.03 ± 2.33 mm long)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Figure 3 A proboscis length of adult female *N. hespera* (44.03 ± 2.08 mm long)



Figure 4 The hawk moth using its proboscis for honey solution uptake



Figure 5 Landing position of crepuscular hawk moths

Table 2. Amount of nectar uptake by the crepuscular hawk moth

Color of artificial flowers	Amount of 25% honey solution uptake ¹ (ml)	Range(ml)
Yellow	0.53±0.08c	0.5-0.7
White	0.60±0.15ab	0.5-0.9
green	0.64±0.12a	0.5-0.9
Pink	0.55±0.00bc	0.5-0.7
violet	0.51±0.00c	0.5-0.7
%C.V.	17.96	

¹Means with the same letter are not significantly different from each other (P>0.05 ANOVA followed by LSD)

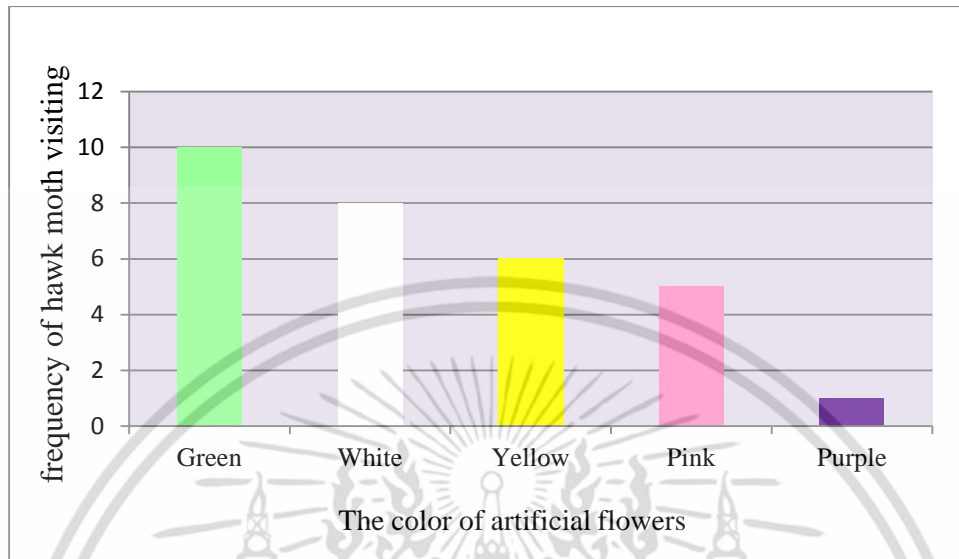


Figure 6. Frequency of hawk moth visiting associated with the color

References

- Alexandersson R, Johnson SD. (2002). Pollinator-mediated selection on flower-tube length in a hawkmoth-pollinated *Gladiolus* (Iridaceae) *Proceedings of the Royal Society of London B*. 269:631–636.
- Bauder, J. A. S., N. R. Lieskonig, and H. W. Krenn. (2010). The extremely long-tongued Neotropical butterfly *Eurybia lycisca* (Riodinidae): Proboscis morphology and flower handling. *Arthropod Structure and Development* 6: 122-127.
- Borrell BJ. Long tongues and loose niches (2005). *Evolution of euglossine bees and their nectar flowers. Biotropica*.;37:664–669.
- Darwin, C. (1862). *On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised by insects and on the good effects of intercrossing*. John Murray; London.
- Gaskett, AC., R. L. Kaczorowski, R. A. Raguso, A. R. Seliger and S. K. Wigsten. (2012). Corolla shape vs. size in flower choice by a nocturnal hawkmoth pollinator. *Functional Ecology* 26: 577–587.
- Johnson, SD. and Martins DJ. (2013). Interactions between hawkmoths and flowering plants in East Africa : polyphagy and evolutionary specialization in an ecological context. *Biological Journal of the Linnean Society* 110: 199–213.
- Johnson SD, Edwards TJ, Carbutt C and Potgieter C. (2002). Specialization for hawkmoth and long-proboscid fly pollination in *Zaluzianskya* section *Nycterinia* (Scrophulariaceae) *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2002;138:17–27.
- Johnson SD and Steiner KE. (1997). Long-tongued fly pollination and evolution of floral spur length in the *Disa draconis* complex (Orchidaceae) *Evolution*. 51:45–53.
- Kessler D., Kallenbach M, Diezel C., Rothe E. and Murdock M. (2015). How scent and nectar influence floral antagonists and mutualists. [Online] Available.<https://elifesciences.org/content/4/e07641>

- Krenn HW (2010). Feeding mechanisms of adult Lepidoptera: structure, function, and evolution of the mouthparts. *Annual Review of Entomology*.55:307–327.
- Paige KN. and Whitham TG (1985). Individual and population shifts in flower color by scarlet gilia: a mechanism for pollinator tracking. *Science*227(4684): 315-317.
- Pauw A, Stofberg J, Waterman RJ. (2009). Flies and flowers in Darwin's race. *Evolution*. 63: 268 –279.
- Taneda A., Funato Y., Adachi M. and Negishi H. (2009): Changes in floral volatiles of *Neofinetia falcata* (Orchidaceae) in a day cycle by HS-SPME-GC-MS. — *Biosci. Biotechnol. Agrochem. (Suppl.)* 84: 302.
- Riffell JA. and Alarcon R (2013). Multimodal floral signals and moth foraging decisions. *Plos one* 8(8):1-15.
- Suetsugu K., Tanaka K, Okuyama Y and Yukawa T. (2015). Potential pollinator of *Vanda falcata* (Orchidaceae): *Theretra* hawkmoths(Lepidoptera:Sphingidae) are visitors of long spurred orchid. *European Journal of Entomology* 5: 393-397.

(Received 9 March 2017, accepted 30 April 2017)



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาว สุชีรา คำนอรุณ
 วัน เดือน ปีเกิด 26 มิถุนายน 2536
 ที่อยู่ 100/50 หมู่ 12 ถนน กิ่งแก้ว ตำบล ราชาทะเว อำเภอบางพลี
 จังหวัด สมุทรปราการ 10540
 เบอร์โทร 087-0378797
 อีเมล win_air@hotmail.co.th
 ประวัติการศึกษา วท.บ. (เกษตรศาสตร์), 2557
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 งานวิจัยที่ตีพิมพ์
 สุชีรา คำนอรุณ ภัทรภรณ์ หอมคง จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2558. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยไรแดงแอฟริกัน (*Eutetranychus africanus* (Tucker)). การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 14: 760-766.
 สุชีรา คำนอรุณ และ สุวรินทร์ บำรุงสุข. 2560. ชีววิทยาของผีเสื้อหนอนหนามแดง *Nephele hespera* (F.) (Lepidoptera: Sphingidae). การประชุมวิชาการเกษตรพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ครั้งที่ 4.
 S. Danarunl, S. Bumroongsook and S. Tigvattananont. 2017. Color attraction of the crepuscular hawk moth (*Nephele hespera*) (Lepidoptera: Sphingidae). International Journal of Agricultural Technology. 13(3): 403-411.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้