



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

การศึกษาทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแมลงปั่นใย
(Insecta: Embioptera) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

Biological and Ecological Studies of the Webspinners

(Insecta: Embioptera) in the Lower Northern Thailand

ดร.พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ

สาขาวิชาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

นายศิลปชัย เสนารัตน์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน 2556

รหัสโครงการ 2556A14262005

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

การศึกษาทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแมลงปั่นใย
(Insecta: Embioptera) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย
Biological and Ecological Studies of the Webspinners
(Insecta: Embioptera) in the Lower Northern Thailand

ดร.พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ
สาขาวิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

นายศิลปชัย เสนารัตน์
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดย สำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษา
และพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ
สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลเหล่านั้น ที่กรุณาทำให้ผลงานวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณแหล่งทุนจากการสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษาและมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และ ผศ.ดร.วรรณีย์ จิรอังกูรสกุล ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณา อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ทำวิจัย

ขอขอบ คุณคุณนราธิป จันทร์สวัสดิ์ และคุณเอสร่า มงคลชัยชนะ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือ ร่วมเดินทางสำรวจและเก็บตัวอย่างในพื้นที่ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยเรื่องนี้จะสามารถเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจต่อไป

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ

กันยายน 2556

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็น ศึกษา ชนิด การกระจาย ลักษณะและ แหล่งอาศัย แมลงป่นไยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยศึกษาตัวอย่างจากภาคสนามในสังคมพืช ที่แตกต่างกันและตรวจสอบตัวอย่าง พบแมลงป่นไย 3 วงศ์ 5 สกุล 3 ชนิด และ 2 รูปแบบสัณฐาน วงศ์ Oligotomidae มี 3 ชนิด คือ *Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta* และ *Oligotoma saundersii* วงศ์ Ptilocerembiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Ptilocerembia* sp.1 และวงศ์ Teratembiiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Oligembia* sp.1

จากรูปแบบการกระจายสามารถแบ่งแมลงป่นไยออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร อาศัยได้ในหลายสังคมพืช ได้แก่ *Eosembia auripecta* กลุ่มที่ 2 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร มีความเจาะจงถิ่นอาศัย ได้แก่ *Aposthonia borneensis*, *Oligotoma saundersii* (พบเฉพาะในพื้นที่ชุ่มชื้น) และ *Ptilocerembia* sp. 1 (พบเฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติ) และกลุ่มที่ 3 คือ ชนิดที่พบ พบในป่าดิบเขาที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 800 เมตร ได้แก่ *Oligembia* sp.1

นอกจากนี้ ได้ทำการศึกษาดัง โครงสร้างพื้นฐาน ทางจุลกายวิภาคและมิอูขเคมีของระบบต่างๆ ภายในลำตัวของแมลงป่นไย ได้แก่ ระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์ โดยใช้เทคนิคทางด้านจุลกายวิภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้จัดเป็นรายงานวิจัยครั้งแรกของประเทศไทย

ABSTRACT

The species, distributional pattern, characteristics and habitats of webspinners in the lower northern Thailand were carried out. Data compiled from field works were done in various plant communities together with specimens' investigation. A total of three species and two morphospecies from five genera under three families of webspinners were recorded. There were three species of family Oligotomidae: *Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta* and *Oligotoma saundersi* and only one morphospecies in each family Ptilocerembiidae (*Ptilocerembia* sp.1) and family Teratembiidae (*Oligembia* sp.1).

Dealing with the known distributional pattern, the webspinners can be classified into three groups. The first one including those dwelling in several plant community types at the average level less than 800 m. The second one living in specific plant community types less than 800 m. The third one restricting to the hill evergreen forest averagely above 800 m high.

In addition, the basic histology and histochemistry of organ systems i.e. integumentary, nervous, muscular, circulatory, excretory, digestive and reproductive systems of webspinners were investigated by using the histological analysis. Herein, the results from this precursory histology are considered as the first report for Thailand in this time.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
อักษรย่อ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐานและกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ประวัติการจัดจำแนก	5
2.2 การกระจายตัวทางสัตวภูมิศาสตร์	8
2.3 ความรู้เกี่ยวกับแมลงป่นในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทย	12
2.4 การศึกษาทางด้านความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ	14
2.5 สัตววิทยา	15
2.6 วงจรชีวิต	21
2.7 แหล่งที่อยู่อาศัยทางชีววิทยา	23
2.8 อาหาร	24
2.9 การผสมพันธุ์	24
2.10 พฤติกรรมทางสังคม	25
2.11 ศัตรูธรรมชาติ	25
2.12 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	27
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	27
3.2 วิธีการศึกษา	28
บทที่ 4 ผลการศึกษา	37
4.1 ชนิดและการแพร่กระจายของแมลงป่นไยในภาคเหนือตอนล่าง	37
4.2 จุลกายวิภาคและมิยูซเคมีของแมลงป่นไยในภาคเหนือตอนล่าง	60
บทที่ 5 วิจัยรณผลการศึกษา	68
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา	71
บรรณานุกรม	91
ภาคผนวก	101
ประวัตินักวิจัยและคณะ	105

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบจำนวนวงศ์ต่างๆ ของแมลงบ้นไยที่ถูกค้นพบและจัดลำดับใหม่ จากนักวิจัยในอดีตถึงปัจจุบัน	7
2.2 แสดงจำนวนชั่วรุ่น ต่อ 1 หรือ 2 ปี ของแมลงบ้นไย 6 ชนิด	23
3.1 พิกัดตำแหน่งและความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ศึกษา	32
4.1 ความหลากหลายของแมลงบ้นไยของแต่ละระยะถิ่นอาศัย	54
4.2 การกระจายของแมลงบ้นไยพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ ของมนุษย์จากพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง	55
4.3 แหล่งอาศัยย่อยของแมลงบ้นไยที่พบในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง	56
4.4 ความคล้ายคลึงของชนิดแมลงบ้นไยที่พบในแต่ละถิ่นอาศัยจากทั้งป่าธรรมชาติ และพื้นที่การใช้ประโยชน์ของมนุษย์	58

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนที่แสดงการกระจายตัวทางสัตวภูมิศาสตร์	10
2.2 แผนที่แสดงการกระจายตัวของแมลงบั้งไยวงศ์ต่างๆ ในอันดับ Embioptera	11
2.3 แผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ในระดับวงศ์และชนิดของแมลงบั้งไย	15
2.4 แสดงแมลงบั้งไยตัวเต็มวัย	16
2.5 แสดงโครงสร้างภายนอกของต่อมสร้างไยที่ทาร์ไซปล้องแรกของขาคู่หน้า	17
2.6 แสดงรายละเอียดของเส้นปีกของแมลงบั้งไย	17
2.7 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ (terminalia) ของแมลงบั้งไย	18
2.8 แสดงลักษณะวัยต่างๆของแมลงบั้งไย <i>Pararhagadochir trachelia</i> (Navas)	19
2.9 แสดงลักษณะไซของแมลงบั้งไย	19
2.10 แสดงระบบประสาทของบริเวณส่วนอกและท้องแมลงบั้งไย	20
2.11 โครงสร้างของระบบสืบพันธุ์ของแมลงบั้งไย	21
2.12 แสดงการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงบั้งไย <i>Antipaluria urichi</i>	25
3.1 แผนที่จังหวัดต่างๆ ที่ใช้สำหรับการศึกษาแมลงบั้งไยโดยทั่วไป	29
3.2 พื้นที่ศึกษาโดยทั่วไปในป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ถูกรบกวนโดยมนุษย์	31
3.3 แสดงการเก็บตัวอย่างแมลงบั้งไยในพื้นที่ศึกษา	33
3.4 การเลี้ยงและการจัดจำแนกชนิดชนิดแมลงบั้งไยในห้องปฏิบัติการ	33
3.5 การศึกษาโครงสร้างของเนื้อเยื่อวิทยาของแมลงบั้งไย	35
4.1 แมลงบั้งไย <i>Aposthonia borneensis</i>	39
4.2 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้และเพศเมียของ <i>Aposthonia borneensis</i>	40
4.3 แมลงบั้งไย <i>Eosembia auripecta</i>	42
4.4 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้และเพศเมียของ <i>Eosembia auripecta</i>	43
4.5 แมลงบั้งไย <i>Oligotoma saundersii</i>	44
4.6 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้และเพศเมียของ <i>Oligotoma saundersii</i>	45
4.7 แมลงบั้งไย <i>Ptilocerembia</i> sp.1	47
4.8 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้และเพศเมียของ <i>Ptilocerembia</i> sp.1	48
4.9 แมลงบั้งไย <i>Oligembia</i> sp.1	50
4.10 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้และเพศเมียของ <i>Oligembia</i> sp.1	51
4.11 แสดงรูปแบบของปีก	53
4.12 แสดงลักษณะของแพนหางด้านซ้าย	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 แสดงจำนวนปุ่ม papilla ของปล้องทาร์โซที่ขาหลัง	53
4.14 แสดงลักษณะของแพนหางด้านซ้ายปล้องที่ 1 (LC_1) และลักษณะอื่นๆ	53
4.15 แสดงจำนวนชนิดของแมลงป่นโยที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติ และพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์จากพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง	55
4.16 กราฟสะสมชนิด (Species accumulation curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดและจำนวนตัว	57
4.17 การจัดกลุ่มถิ่นอาศัยของแมลงป่นโยพื้นที่โดยใช้จำนวนชนิดที่พบ	59
4.18 โครงสร้างและจุลกายพยาริของปมประสาท	60
4.19 โครงสร้างและจุลกายพยาริของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัว	62
4.20 โครงสร้างและจุลกายพยาริบริเวณทางเดินอาหาร	64
4.21 โครงสร้างและจุลกายพยาริอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมีย	66
4.22 โครงสร้างและจุลกายพยาริอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้	67

อักษรย่อ

อวัยวะสืบพันธุ์ (Explanation of terminalia symbols)

8 (T8, S8)	Eighth abdominal tergite / sternite
9 (T9, S9)	Ninth abdominal tergite / sternite
10L	Left hemitergites of tenth segment
10R	Right hemitergites of tenth segment
10LP	Left tergal process of tenth segment
10RP	Right tergal process of tenth segment
EP	Epiproct (somite 11)
GON	Gonopophysis internal sclerotic “rods” bordering the apex of the ejaculatory duct
H	Hyandrium (ninth sternite)
HP	Hyandrium process
LC ₁	First segment of left cercus
LC ₂	Second segment of left cercus
LCB	Left cercus-basipodite
LPPT	Left paraproct
LPPT-P	Process of left paraproct
MF	Medial flap
MS	Medial sclerite of somite 10
RC ₁	First segment of right cercus
RC ₂	Second segment of right cercus
RCB	Right cercus-basipodite
RPPT	Right paraproct

หัว (Head symbol)

SMT	Submentum
-----	-----------

ขา (Leg symbols)

fm	femur
tb	tibia

อักษรย่อ (ต่อ)

ts	tarsus
----	--------

ปีก (Wing symbols)

ABS (A)	Anal blood sinus (Anal)
C	Costa
CuA	Anterior cubitus
CuP	Posterior cubitus
CuBS	Cubital blood sinus
MA	Anterior Media
MP	Posterior Media
RA	Anterior radius
RBS	Radial blood sinus
RP	Posterior Radius
ScBS (Sc)	Subcosta blood sinus (Subcosta)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แมลงปั่นใยหรือแมลงชักใย (webspinners หรือ footspinners) จัดอยู่ในอันดับ Embioptera มีการกระจายตัวทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน (Ross, 2000) มีอยู่ประมาณ 2,000 ชนิดทั่วโลก แมลงปั่นใยสามารถผลิตเส้นใยได้จากต่อมผลิตเส้นใย (silk gland) ที่ตั้งอยู่บริเวณขาคู่หน้า เรียกว่า ทาไซ (tarsi) และมักอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มภายในอุโมงค์เส้นใย (gallery) ขาคู่หลังขยายใหญ่และแข็งแรง เมื่อเกิดการรบกวนจากศัตรู มันจะวิ่งถอยหลัง อย่างรวดเร็วและแกว่งตาย เพื่อหลีกเลียงศัตรู (พิสิษฐ์ และจริยา, 2551) แมลงปั่นใยมีนิสัยชอบที่ชื้น มักพบตามรอยแตกในดิน เปลือกไม้ และหิน เมื่ออากาศหนาวเย็นมักจะหลบตัวอยู่ใต้ดิน (Ross, 2000) สามารถพบแมลงปั่นใย ได้ทั้งในป่าธรรมชาติ เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบเขา ตลอดจนพื้นที่ชุมชนต่างๆ สวนสาธารณะ ไร่ร้าง และป่าทดแทน เป็นต้น (Ross, 2000; 2007) แมลงปั่นใยจัดเป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ โดยกินใบไม้แห้ง มอสส์ ไลเคนส์ และเปลือกไม้เป็นอาหาร (Ross, 2000; Poolprasert et al., 2011a, b; Poolprasert, 2012) ยังไม่พบหลักฐานว่าเป็นแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจ แต่มีรายงานว่า แมลงปั่นใยบางสกุล เข้าทำลายกล้วยไม้ในเรือนเพาะชำ (Ross, 1970) รวมทั้งยังทำลายตาดอกของสวนไม้ผลอาโวคาโด ในประเทศอิสราเอลอีกด้วย (Argaman and Mendel, 1991) ส่วนในประเทศไทย พบว่าแมลงปั่นใยอาศัยและสร้างเส้นใยอยู่ตามลำต้นยางพาราทำให้เกษตรกรเกิดความไม่สะดวกต่อการกรีดยางพารา (พิสิษฐ์ และจริยา, 2551)

การศึกษาความหลากหลาย การกระจายตัว และการศึกษาทางชีววิทยาต่างๆ เช่น พฤติกรรมทางสังคม การผสมพันธุ์ การเจริญเติบโต ศัตรูธรรมชาติ และนิเวศวิทยาของแมลงปั่นใยยังมีอย่างจำกัด ในอดีต (Ross, 2007) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญการศึกษาแมลงปั่นใยในอเมริกาได้เข้ามาทำการศึกษานิดและการกระจายตัวของแมลงปั่นใยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศไทยด้วย พบว่า แมลงปั่นใยในประเทศไทยมีความหลากหลายที่สูง แต่มีแมลงปั่นใยบางกลุ่มยังไม่สามารถแยกชนิดได้ ต่อมา Poolprasert et al. (2011a, b) ได้ทำการศึกษานุกรมวิธาน ของแมลงปั่นใยในประเทศไทย และได้พบแมลงปั่นใยชนิดใหม่เพิ่มเติม ทำให้ปัจจุบันบัญชีรายชื่อของแมลงปั่นใยมีเพิ่มมากขึ้นกว่าในอดีต โดยปัจจุบันพบว่า มีแมลงปั่นใยที่พบในประเทศไทยทั้งสิ้น 4 วงศ์ 7 สกุล 13 ชนิด และ 7 รูปแบบสัณฐาน (Poolprasert, 2011) และเมื่อเร็วๆ นี้ พบว่าวงศ์ Ptilocerambiidae เป็นวงศ์ใหม่ที่ถูกค้นพบ (Miller et al., 2012) แต่การศึกษาดังกล่าวเป็นเพียงการศึกษาในเรื่องทางอนุกรมวิธาน มีบางประเทศอย่างเช่น อาร์เจนตินา (Szumik, 1999) สหรัฐอเมริกา (Ross, 2000; Edgerly, 2004) ที่ทำการศึกษา

ทางด้านชีววิทยาต่างๆ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ จะต้องศึกษาเพิ่มถึงชีววิทยาต่างๆ เพื่อนำ ข้อมูลที่ศึกษาได้ไปใช้ในการศึกษาด้านอื่นๆ ต่อไป เช่น ชีวเคมีมาติกส์ เป็นต้น

การศึกษาในครั้งนี้จะดำเนินการในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วยความหลากหลายของ สังคมพืชชนิดต่างๆ (อักขรานุกรม ภูมิศาสตร์ประเทศไทย, 2545) ซึ่งเป็นสามารถเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญของแมลงป่นไย โดยเลือกพื้นที่สำรวจจากจังหวัด ต่างๆ เพื่อเป็นตัวแทนในการสำรวจจากจังหวัดจังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก ทั้งนี้แมลงป่นไยยังถือเป็นแมลงผู้ย่อยสลายพืชกลุ่มหนึ่งในระบบนิเวศน์ ซึ่งเป็นการช่วยให้ธาตุอาหารที่ถูกย่อยได้เวียนกลับคืนสู่ธรรมชาติต่อไป (Ross, 2000) ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จะให้ความสนใจในเรื่องของความหลากหลายของชนิด การแพร่กระจาย ความสัมพันธ์กับถิ่นที่อยู่อาศัย ชีวประวัติ และการเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยากับทางด้านเนื้อเยื่อวิทยาของแมลงป่นไยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งบริเวณนี้ยังไม่มีข้อมูลมาก่อน โดยจะเป็นข้อมูล ทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่สำคัญและเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาชนิดและการแพร่กระจายรวมทั้งความสัมพันธ์ของแมลงป่นไยกับถิ่นที่อยู่อาศัยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง
- 1.2.2 เพื่อศึกษาชีวประวัติของแมลงป่นไยที่พบในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง
- 1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะสัณฐานและโครงสร้างทางด้านเนื้อเยื่อวิทยาของแมลงป่นไยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

พื้นที่ในการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างแมลงป่นไยในครั้งนี้ คือ แหล่งชุมชนและแหล่งธรรมชาติทั่วไปประกอบไปด้วยจังหวัด พิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก ซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2555 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 แล้วนำตัวอย่างแมลงที่เก็บจากพื้นที่กลับมายังห้องปฏิบัติการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เพื่อเลี้ยงศึกษาวงจรชีวิต แยกชนิด วิเคราะห์ความหลากหลายชนิดและความสัมพันธ์ตามถิ่นอาศัย รวมทั้งการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อวิทยา

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ปัจจัยทางชีวภูมิศาสตร์ต่างๆ เช่น การวางตัวของเทือกเขา และความต่อเนื่องของแหล่งที่อยู่อาศัย อีกทั้งสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันไปนั้นไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติต่างๆ และพื้นที่ที่

เกิดจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เช่น ป่าปลูกและพื้นที่เกษตรกรรม อาจส่งผลต่อการกระจายตัวและความหลากหลายของแมลงป๋นไยในพื้นที่ ซึ่งประชากรที่ถูกแยกออกจากกันด้วยปัจจัยทางภูมิศาสตร์เหล่านี้ อาจมีแนวโน้มที่จะมีความแตกต่างทางโครงสร้างและเนื้อเยื่อวิทยาของระบบต่างๆ ของแมลงป๋นไยแต่ละชนิดด้วย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์เพิ่มพูนหรือสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการของแมลงป๋นไยในประเทศไทย ทั้งทางด้านการแพร่กระจายตัวทางภูมิศาสตร์ ความสัมพันธ์กับถิ่นที่อยู่อาศัยหรือชนิดที่มีแหล่งอาศัยจำเพาะในพื้นที่นั้นๆ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการจัดการในพื้นที่ และสามารถใช้เป็นเป็นตัวกำหนดหรือช่วยพิจารณาในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ให้ยั่งยืนต่อไป สำหรับความหลากหลายชนิดที่มีการพบมากขึ้นจะรวบรวมเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ทั้งเพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงจากนักวิชาการและผู้สนใจในทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ นอกจากนี้ข้อมูลพื้นฐานทางด้านจุลกายวิภาคและจุลกายวิภาคเคมีของระบบต่างๆ ของแมลงป๋นไยไม่เพียงแต่เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านเนื้อเยื่อแต่ยัง อาจมีประโยชน์ในการประยุกต์เพื่อการศึกษาด้านที่เกี่ยวข้องต่อไป เช่น สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ เป็นต้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แมลงปั่นใยหรือแมลงชักใย (webspinners หรือ footspinners) จัดอยู่ในอันดับ Embiidina หรือ Embioptera มีการกระจายตัวทั้งในและเขตอบอุ่นและเขตร้อน (Ross, 1970, 2000a; 2007) เป็นแมลงขนาดเล็กถึงปานกลาง มีลักษณะเด่นที่เห็นได้ชัดเจน คือ มีต่อมผลิตใยที่ตั้งอยู่บริเวณ ขาคู่หน้า มักอาศัยรวมกันเป็นกลุ่มอยู่ภายในรังเส้นใย (gallery) (พิสิษฐ์ และ จริยา, 2551) ขาคู่หลังขยายใหญ่และแข็งแรง สามารถวิ่งถอยหลังได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการรบกวนจากศัตรู เพศเมียไม่มีปีกแต่เพศผู้มักมีปีก และสามารถพับปีกได้ขณะเดินถอยหลัง (พิสิษฐ์ และ จริยา, 2551) แมลงปั่นใยเป็นกลุ่มแมลงที่มีความซับซ้อนทั้งรูปร่างที่มีลักษณะ เป็นทั้งแมลงโบราณและแมลงกลุ่มใหม่ แมลงกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับแมลงปั่นใยในทางวิวัฒนาการมากที่สุดคือ ปลวก แมลงหางหนีบ และแมลงเกาะหิน ซึ่งเป็นแมลงในกลุ่ม “Polyneoptera” แมลงในกลุ่มนี้นั้นจะประกอบไปด้วย จิ้งหรีด ตั๊กแตน (crickets, grasshoppers: Orthoptera) ตั๊กแตนกิ่งไม้ ตั๊กแตนใบไม้ (walkingstick, leaf insects: Phasmatodea) ตั๊กแตนตำข้าว (mantis, praying mantis: Mantodea) แมลงหางหนีบ (earwigs: Dermaptera) แมลงสาบ (cockroaches: Blattodea) ปลวก (termites, white ants: Isoptera) แมนโตฟาสมาทิส (mantophasmatis: Mantophasmatodea) แมลงหิมะ (ice crawlers: Gylloblattodea) และปลวกจิ๋ว (zorapterans, angle insecta: Zoraptera) (Hening, 1981; Terry and Whiting, 2005; Ross, 1991) แมลงปั่นใยจะอาศัยอยู่รวมกันภายในรังอุโมงค์เส้นใย (gallery) สามารถพบแมลงปั่นใยได้ในเขตร้อน และเขตอบอุ่น ซึ่งมีการแพร่กระจายไปทั่วโลก อาจเกิดการแพร่กระจายโดยการติดไปกับพืชพรรณต่างๆในทางขนส่งหรือทางการค้าด้วยความบังเอิญ (Poolprasert *et al.*, 2011a; Ross, 2000a) มีแมลงปั่นใยประมาณ 400 ชนิดใน 15 วงศ์ (Engel and Grimaldi, 2006; Ross, 1970; Zsumik *et al.*, 2008; Miller *et al.*, 2012) ที่สามารถแยกชนิดได้ แล้วทั่วโลก อย่างไรก็ตาม คาดว่าน่าจะมีแมลงปั่นใย ทั่วโลกประมาณ 2,000 ชนิด (Ross, 2000a) ซึ่งยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมใน ด้านชีววิทยา วิวัฒนาการและความสัมพันธ์ สัตววิทยา สรีรวิทยา นิเวศวิทยา พฤติกรรมวิทยา สัตวภูมิศาสตร์ และชีววิทยาระดับโมเลกุล เป็นต้น

2.1 ประวัติการจัดจำแนก

การจัดหมวดหมู่ของแมลงป่นไย (Ross, 1970)

อาณาจักร (Kingdom) Animalia

ไฟลัม (Phylum) Arthropoda

ชั้น (Class) Insecta

ชั้นย่อย (Subclass) Pterygota

อันดับ (Order) Embioptera (Embiidina)

แมลงป่นไย จัดอยู่ใน ไฟลัม (Phylum) Arthropoda ชั้น (Class) Insecta หรือ Hexapoda, ชั้นย่อย (Subclass) Pterygota และอยู่ในอันดับ Embiidina Enderlein, 1909 หรือ Embioptera Shipley, 1904 ระยะหลังมีการใช้ชื่ออันดับแมลงป่นไย 2 ชื่อ ที่เป็นมาตรฐานและใช้กันมากที่สุด คือ Embioptera Shipley, 1904 และ Embiidina Enderlein, 1909

Ross (2000a) ได้ใช้ Embiidina (Embiidina Hagen, 1861) เป็นชื่ออันดับ (order) หลัก และมีความสำคัญมากกว่าการใช้ชื่อ Embiodea (Kusnezov, 1903) และ Embioptera (Shipley, 1904) เป็นชื่ออันดับ โดยให้ความเห็นว่าทั้ง 2 อันดับหลัง เป็นชื่อที่ไม่เหมาะสมกับการเรียก เป็นอันดับ ต่อมา Grimaldi and Engel (2005) และ Engel and Grimaldi (2006) ได้ให้ความเห็นว่า Embioptera มาจากภาษากรีกจากคำ 2 คำ คือ embio- ที่หมายถึง มีชีวิต และ -ptera ที่หมายถึง ปีก หรือเรียกได้ว่า มีการเคลื่อนไหวของปีก ซึ่งดูแล้วไม่ใช่ทุกชนิดของแมลงป่นไยที่จะมีลักษณะเช่นนั้น และยังคงกล่าวอีกว่าหากใช้ -ina ต่อท้ายชื่ออันดับ นั้นอาจจะหมายถึง ไทรปีย่อย (subtribe) มากกว่าจะเป็นอันดับ ซึ่งดูแล้ว ก็ไม่เหมาะสมเช่นกัน จึงเสนอให้ใช้ Embiodea เป็นอันดับแทน แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน Millers (2009) ได้เสนอที่จะใช้ Embioptera เป็นชื่ออันดับ โดยเห็นความเห็นว่า แมลงป่นไยโดยเฉพาะในกลุ่มของเพศเมียแม้จะไม่ปรากฏปีกให้เห็น หรือเพศผู้ที่มีปีกอาจจะบินได้ไม่เก่งเท่าไรก็ตาม แต่บนพื้นฐานแล้วถือว่าเป็นแมลงที่มีปีกด้วยกันมาก่อนในอดีต ซึ่งอาจจะมีการปรับตัวของเพศเมียด้วยเหตุผลบางประการ จนทำให้ไม่มีปีกในปัจจุบัน แต่คำเรียกชื่ออันดับ น่าจะเป็นหลักการเดียวกันกับแมลงอันดับอื่นๆ ใน ไฟลัม จึงขอเสนอใช้ Embioptera เป็นชื่ออันดับคงเดิม

อันดับ Embiidina เป็นหนึ่งในชื่ออันดับที่ใช้อย่างกว้างขวาง ซึ่งในอดีตมีการใช้ชื่ออันดับนี้มาก่อนโดย Hagen ในปี 1861 แต่เขาได้สะกดเป็น Embidina (และอ้างถึงโดย Enderlein (1903)) แต่อย่างไรก็ตาม Enderlein (1909) ได้คำโดยเติม -i เข้าไปอีกหนึ่งตัว จะทำให้กลายเป็นอันดับ Embiidina ที่ได้รับการใช้กันมาถึงปัจจุบัน (Ross, 2000a) ซึ่งในปี 1912 ก็ได้ชี้แจงถึงการใช้ชื่ออันดับที่เป็น Embiidina แทน Embidina ว่า หากใช้ชื่ออันดับเดิมตาม Hagen ในปี 1861 จะทำให้เกิดความเข้าใจว่ามันอยู่ในระดับวงศ์ (family) มากกว่า จึงคิดว่าน่าจะมีการปรับชื่อให้เป็น Embiidina ดีกว่า แต่การใช้ชื่อนี้ก็อาจจะเป็นเหตุผลของที่ Engel และ

Grimaldi (2006) พยายามจะเลี้ยงใช้ในปัจจุบัน ด้วยเหตุผลของพวกเขาดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการจำแนก วงศ์ที่แตกต่างกันไปในอัน Embiidina นี้ ซึ่งได้มีรายงานการจัดวงศ์โดย Davis (1940), Ross (1970, 2000a, 2003a, 2003b) และ Szumik (2004) ปัจจุบันได้จัดแมลงบั้งไ้ทั้งหมด 17 วงศ์ ด้วยกัน (ตารางที่ 2.1) บางวงศ์ถูกอธิบายลักษณะมาจากซากฟอสซิลหรือ อำพัน (วงศ์ Burmitembidae Zherikhin, 1980; วงศ์ Sorellembiidae Engel and Grimaldi, 2006; วงศ์ Sinembidae Huang and Nel, 2009) เพราะว่ายังมีแมลงบั้งไ้อยู่อีกหลายชนิดที่ยังรอการค้นพบและบรรยายลักษณะ จึงยากที่จะจัดชั้นลำดับของแมลงบั้งไ้ที่แท้จริงได้ในปัจจุบัน ชนิดของแมลงบั้งไ้ต่างๆ ในวงศ์ Clothodidae ซึ่งเป็นชนิดประจำถิ่น (endemic species) ที่สามารถพบได้ในทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้ และ หมู่เกาะอินดีสตะวันตก เป็นส่วนใหญ่ (Ross, 2000a) วงศ์ Embiidae เป็นวงศ์ใหญ่ วงศ์หนึ่งที่มีความหลากหลายสูงมาก พบทั้ง ซีกโลกตะวันออก และ ซีกโลกตะวันตก ซึ่งอาจจะต้องถูกแบ่งออกเป็นวงศ์ย่อย (subfamily) หรือไม่ก็แยกออกเป็นวงศ์ใหม่ต่อไป ได้อีก วงศ์ Anisembidae เป็นเป็นอีกวงศ์หนึ่งที่มีหลายๆ สมาชิกมากมาย รวมอยู่ และเป็นวงศ์ที่พบในอเมริกา กลาง และ ทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา สำหรับภูมิภาคเอเชีย นั้น สามารถพบแมลงบั้งไ้ได้หลายๆ วงศ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วงศ์ Oligotomidae ซึ่งเป็นวงศ์ที่มีการแพร่กระจายไปได้ทั่วโลก ซึ่งอาจจะติดไปกับการขนส่งหรือการค้าขายในอดีตนั่นเอง ในทวีป ออสเตรเลียยังมี แมลงบั้งไ้ในวงศ์ Ologotomidae อยู่หลากหลาย วงศ์ Embonychidae เป็นวงศ์ที่พบใน เอเชียตะวันออก และมี สมาชิกเพียงชนิดเดียวเท่านั้น พบเฉพาะในประเทศเวียดนาม (*Embonycha interrupta* Navas, 1917) มีเพียงไม่กี่ชนิดที่เป็นสมาชิกในวงศ์ Notoligotomidae (*Notoligotoma*) ที่พบใน ออสเตรเลีย แต่มีหลายชนิดที่อยู่ในวงศ์ Australembidae อาศัยอยู่ในทาง ตะวันออกของ ออสเตรเลีย และ แทสเมเนีย วงศ์ Teratembidae ถือได้ว่าเป็นวงศ์ที่ใหญ่วงศ์หนึ่ง ในทวีป อเมริกา ตอนใต้ และแอฟริกา เช่นกัน ซึ่ง มีเพียงไม่กี่ ชนิดที่พบได้ในทวีป เอเชีย อย่างไรก็ตาม ยังคงมีอีกหลายชนิดที่รอการค้นพบและบรรยายลักษณะ เป็นที่น่าแปลกใจว่า ในเกาะ มาดากัสการ์ซึ่งเป็นเขตทางตะออกเฉียงใต้ของทวีปนั้นไม่พบก ารปรากฏของแมลงบั้งไ้ที่เป็น ชนิดประจำถิ่น อยู่เลย (Ross, 1970) สำหรับวงศ์ Ptilocerembidae Miller and Edgerly, 2012 ถือได้ว่าเป็นวงศ์ใหม่ล่าสุดที่มีการค้นพบ ที่สามารถพบได้เพียงพบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีการย้ายสมาชิกมาจากวงศ์ Notoligotomidae (*Ptilocerembia roepkei* Friederichs, 1923) ที่พบในเกาะ หมู่จาวา สุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย โดยทำการจัดลำดับความสัมพันธ์ทางสาย วิวัฒนาการใหม่ ด้วยการทดสอบทางเทคนิคทางอณูชีวโมเลกุล (Miller et al., 2012)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบจำนวนวงศ์ต่าง ๆ ของแมลงบ้นไยที่ถูกค้นพบและจัดลำดับใหม่จากนักวิจัยในอดีตถึงปัจจุบัน

Davis (1940)	Ross (1970, 2001, 2003a, 2003b)	Szumik (2004)	Herein (with updates by author)
Order Embioptera	Order Embiidina	Order Embiodea	Order Embioptera
Suborder Protembioptera	Suborder Embioptera	Family "Clothodidae"	Family Andesembiidae Ross, 2003
Family Protembidae	Family Clothodidae	Suborder Neoembiodea	Family Anisembiidae Davis, 1940
Suborder Euembioptera	Family Embiidae	Family Sorellembiidae	Family Archembiidae Ross, 2001
Family Clothodidae	Subfamily Archembiinae (A)	Family Anisembiidae	Family Australembiidae Ross, 1963
Family Oligembiidae	Subfamily Scelembiinae (B)	Subfamily Anisembiinae	Family Burmitembiidae Zherikhin, 1980
Family Teratembiidae	Subfamily Microembiinae (C)	Subfamily Scolembiinae	Family Clothodidae Enderlein, 1909
Family Oligotomidae	Subfamily Embiinae	Subfamily Aporembiinae	Family Embiidae Burmeister, 1839
Family Notoligotomidae	Subfamily D	Subfamily Chorisembiinae	Family Embonychidae Navás, 1917
Family Anisembiidae	Subfamily E	Subfamily Platyembiinae	Family Notoligotomidae Davis, 1940
Family Embiidae	Subfamily F	Subfamily Cryptembiinae	Family Oligotomidae Enderlein, 1909
	Subfamily Pachylembiinae	Subfamily Chelicercinae	Family Paedembiidae Ross, 2006
	Family Notoligotomidae	Family Andesembiidae	Family Sinembiidae Huang and Nel, 2009
	Family Embonychidae	Family "Oligotomidae"	Family Sorellembiidae Engel and Grimaldi, 2006
	Family A	Family Teratembiidae	Family Teratembiidae Krauss, 1911
	Family B	Family Archembiidae	Family Ptilocerembiidae Miller and Edgerly, 2012
	Family Andesembiidae (C)	Family "Embiidae"	Family A* Adelosembiidae Ross
	Family Anisembiidae	Family Embonychidae	Family B* Peltembiidae, Ross
	Suborder A	Family Notoligotomidae	
	Family Australembiidae	Subfamily Notoligotominae	
	Family D (Burmitembia)	Subfamily Burmitembiinae	
	Suborder B	Subfamily Australembiinae	
	Family (<i>Enveja</i>)		
	Suborder C		
	Family Oligotomidae		
	Family E		
	Family Teratembiidae		

* หมายถึง วงศ์ใหม่ที่จะถูกตั้งโดย Dr. Edward Ross

2.2 การกระจายตัวทางสัตวภูมิศาสตร์

การแพร่กระจายของแมลงป่น ไยสามารถพบได้ทั่วโลกและมักพบ มากในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ซึ่งสามารถพบการแพร่กระจายตัวของแมลงป่นไยในวงศ์และชนิดต่างๆ โดย แบ่งตามสภาพสัตวภูมิศาสตร์ (Zoogeography) ของโลกโดยแบ่งได้เป็น 7 เขตใหญ่ ได้แก่ เขตพาลีอาร์คติก (Palearctic region), เขตนีอาร์คติก (Nearctic region), เขตนีออร์ทอปปิคอล (Neotropical region), เขตออสเตรเลีย (Australain region), เขตโอเรียนตอล (Oriental region), เขตเอธิโอเปีย (Afrotropic หรือ Ethiopian) และ เขตแปซิฟิก (Oceania หรือ Pacific) (Miller, 2009, Miller et al., 2012) โดยมีรายละเอียดแสดงถึงชนิดและการกระจายตัวแมลงป่นไยชนิดต่างๆ ดังกล่าว ดังนี้ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

1. เขตพาลีอาร์คติก (Palearctic region) เป็นเขตภูมิศาสตร์ที่ใหญ่ที่สุด เขตภูมิศาสตร์นี้ได้รวมทวีปยุโรปทั้งทวีป พื้นที่ของแอฟริกาที่อยู่เหนือทะเลทรายสะฮาราและพื้นที่ของเอเชียที่อยู่เหนือทิวเขาหิมาลัย สามารถพบวงศ์ได้ดังนี้ วงศ์ Embiidae (*Arabembia*, *Cleomia*, *Embia*, *Parembia* และ *Pseudembia*) วงศ์ Oligotomidae (*Aposthonia*, *Haploembia* และ *Oligotoma*) วงศ์ Paedembiidae (*Badkhyzembia* และ *Paedembia*) และ วงศ์ Sinembiidae (*Juraembia* และ *Sinembia*)

2. เขตนีอาร์คติก (Nearctic region) เขตภูมิศาสตร์นี้รวมทวีปอเมริกาเหนือและเกาะกรีนแลนด์ (บางครั้งเขตพาลีอาร์คติกกับนีอาร์คติก รวมกันเรียกว่า โฮลอาร์คติก (Holartic) ซึ่งเป็นเขตภูมิศาสตร์ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของโลก ทั้งนี้เนื่องจากสภาพพื้นที่ สภาพอากาศและพรรณไม้ของทั้งสองเขตนี้คล้ายคลึงกันพบวงศ์ดังนี้ วงศ์ Anisembiidae (*Anisembia*, *Chelicerca* และ *Dactylocerca*) วงศ์ Oligotomidae (*Haploembia* และ *Oligotoma*) และ วงศ์ Teratembiidae (*Diradius* และ *Oligembia*)

3. เขตนีออร์ทอปปิคอล (Neotropical region) เขตภูมิศาสตร์นี้รวมทวีปอเมริกาใต้เริ่มจากประเทศเม็กซิโกลงไปถึงอเมริกากลาง พื้นที่ราบของเม็กซิโกและหมู่เกาะอินดีส์ตะวันตก พบดังนี้ วงศ์ Andesembiidae (*Andesembia* and *Bryonembia*,) วงศ์ Anisembiidae (*Anisembia*, *Bulbocerca*, *Glyphembia* และ *Ectyphocerca*, *Mesembia*, *Phallosembia*, *Stenembia*, *Poinarembia*, *Exochosembia*, *Isosembia*, *Pogonembia*, *Saussurembia*, *Aporembia*, *Brasilembia*, *Chelicerca*, *Dactylocerca*, *Oncosembia*, *Pelerembia*, *Schizembia*, *Chorisembia*, *Cryptembia*, *Platyembia* และ *Scolembia*, *Microembia*) วงศ์ Archembiidae (*Ambonembia*, *Archaebia*, *Biguembia*, *Calamoclostes*, *Conicercembia*, *Dolonembia*, *Ecuadembia*, *Embolynta*, *Gibocercus*, *Amazonembia*, *Gibocercus*, *Litosembia*, *Malacosembia*, *Neorhagadochir*, *Ochrembia*, *Pachylembia*, *Pararhagadochir* และ *Xiphosembia*) วงศ์ Clothodidae (*Antipaluria*, *Chromaclothoda*, *Clothoda* และ

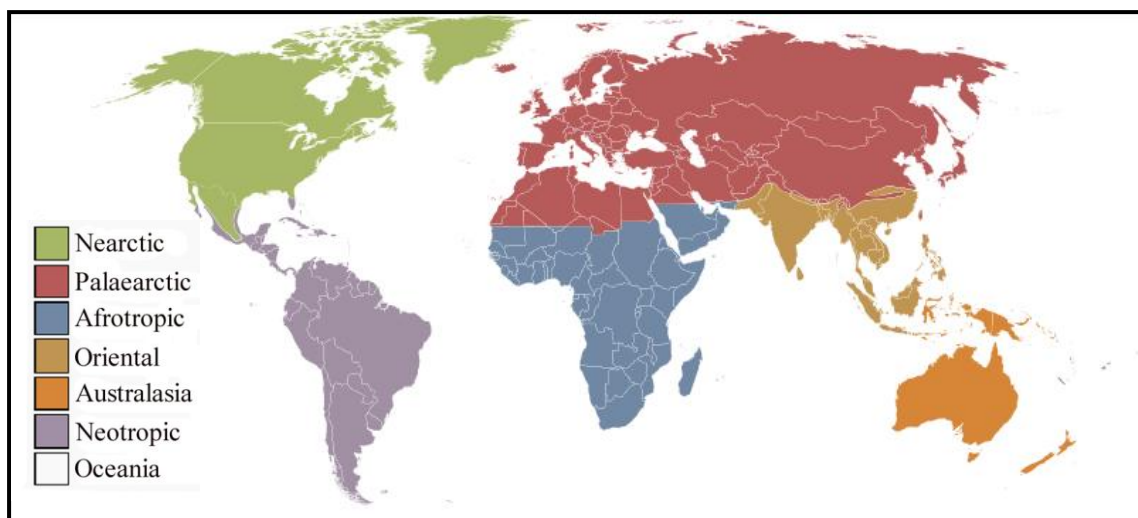
Cryptolothoda) วงศ์ Oligotomidae (*Oligotoma*) และ Family Teratembidae (*Diradius*, *Oligembia* และ *Teratembia*)

4. เขตออสเตรเลีย (Australain region) เขตภูมิศาสตร์นี้ครอบคลุมทวีปออสเตรเลีย ทัสมาเนียนิวซีแลนด์ นิวกีนี บางเกาะของประเทศอินโดนีเซียและหมู่เกาะแปซิฟิก พบวงศ์ดังนี้ วงศ์ Australembidae (*Australembi* และ *Metoligoma*) วงศ์ Notoligotomidae (*Notoligotoma*) และ วงศ์ Oligotomidae (*Aposthonia*)

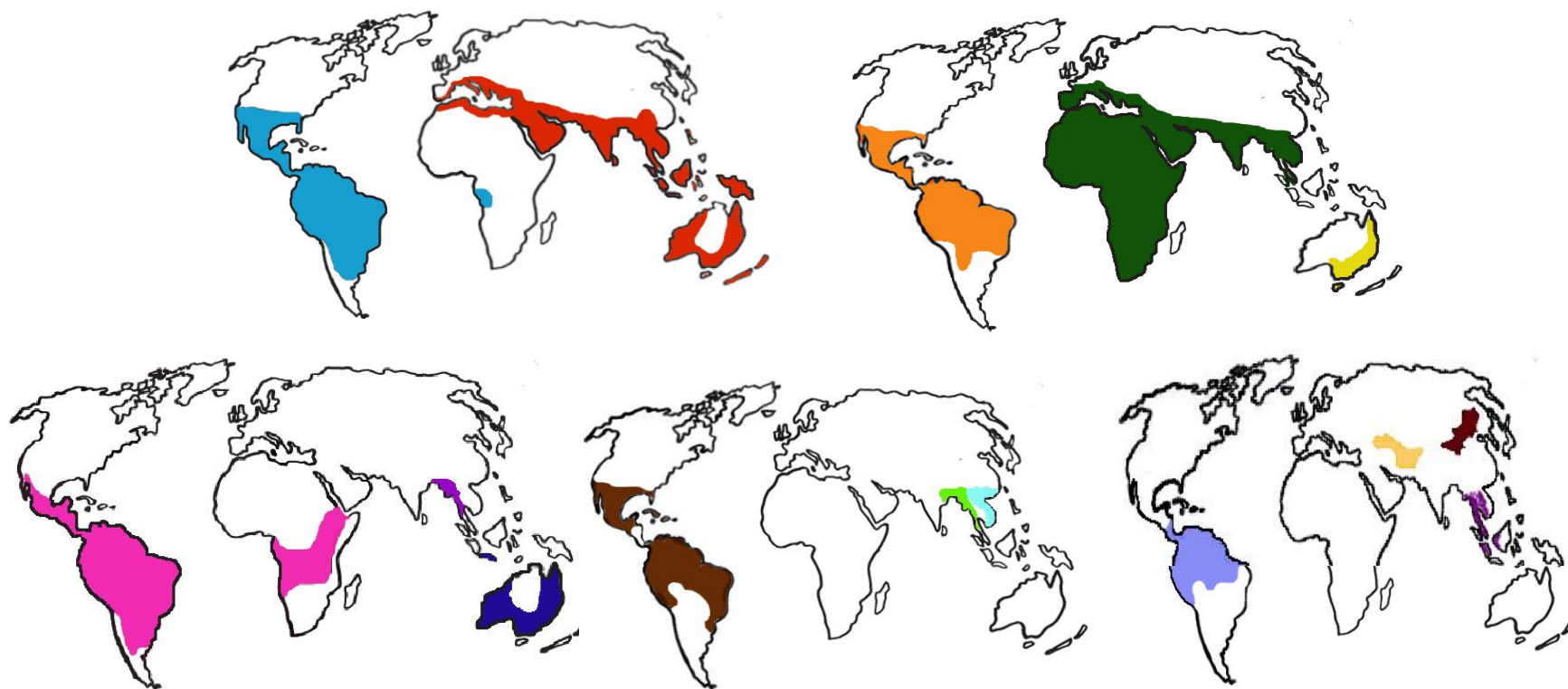
5. เขตโอเรียนตอล (Oriental region) เขตภูมิศาสตร์นี้ครอบคลุมตั้งแต่อินโดจีนตอนใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบได้ดังนี้ วงศ์ Burmitembidae (*Burmitembia*) วงศ์ Embiidae (*Embia* และ *Oedembia*) วงศ์ Embonychidae (*Embonycha*) วงศ์ Ptilocerembidae (*Ptilocerembia*) วงศ์ Oligotomidae (*Aphosthonia*, *Bulbosembia*, *Eosembia*, *Lobosembia* และ *Oligotoma*) และ วงศ์ Sorellembidae (*Sorellembia*)

6. เขตเอธิโอเปีย (Afrotropic หรือ Ethiopian) เขตภูมิศาสตร์นี้ครอบคลุมถึงทวีปแอฟริกาตั้งแต่ตอนใต้ของทะเลทรายซาฮาราและอาราเบียตอนใต้และเกาะมาดากัสการ์แมลงป่นใยซึ่งกระจายไปทั่วเขตนี้นี้มีวงศ์ Embiidae (*Acrosembia*, *Apterembia*, *Berlandembia*, *Chirembia*, *Dihibocercus*, *Dinembia*, *Donaconethis*, *Electroembia*, *Embia*, *Enveja*, *Leptembia*, *Machadoembia*, *Macrembia*, *Odontembia*, *Parachirembia* และ *Pseudembia*) วงศ์ Oligotomidae (*Oligotoma*) และ วงศ์ Teratembidae (*Paroligembia*)

7. เขตแปซิฟิก (Oceania หรือ Pacific) เขตภูมิศาสตร์นี้ครอบคลุมมหาสมุทรของโลก เป็นมหาสมุทรที่แยกมาจากเกาะเล็กๆ ในเขตภูมิศาสตร์จะพบวงศ์ Oligotomidae (*Oligotoma* และ *Aposthonia*) สำหรับสกุล *Oligotoma* ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดที่พบว่ามีแพร่กระจายอย่างแพร่หลายในเขตนี้นี้ คือ *Oligotoma humbertiana* และ *Oligotoma saundersii* ซึ่งเชื่อว่า เป็นการแพร่กระจายโดยการติดไปกับพืช พรรณทางการขนส่งของการค้าในอดีตร (Ross, 1951; 2000a; Poolprasert, 2012)



ภาพที่ 2.1 แผนที่แสดงการกระจายตัวทางสัตวภูมิศาสตร์



ภาพที่ 2.2 แผนที่แสดงการกระจายตัวของแมลงป่องวงศ์ต่างๆ ในอันดับ Embioptera (ที่มา: ดัดแปลงจาก Szumik *et al.*, 2008)

 Teratembiiidae	 Oligotomidae	 Embiidae	 Australembiidae	 Andesembiiidae
 Sorellembiidae	 Anisembiiidae	 Embonychidae	 Burmitembiiidae	 Clothodidae
 Paedembiiidae	 Sinembiiidae	 Archembiiidae	 Notoligotomidae	 Ptilocerembiiidae

2.3 ความรู้เกี่ยวกับแมลงปั้งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทย

Okajima (1926) ได้พบแมลงปั้งในชนิด *Aposthonia japonica* (Okajima, 1926) ในวงศ์ Oligotomidae จากญี่ปุ่น ซึ่งเป็นชนิดใหม่ของโลก นอกจากนั้นยังรายงานการพบแมลงปั้งในวงศ์นี้อีก 2 ชนิด ในสกุล *Oligotoma* คือ *O. latreillei* และ *O. saundersii*

ในปี 1978 Ross ได้ทำการศึกษาแมลงปั้งในประเทศไทย และพบว่า ชนิดของแมลงปั้งทั้งหมด ที่พบจัด อยู่ในวงศ์ Oligotomidae ซึ่งโดยสกุล ส่วนใหญ่ ที่พบ เป็นสกุลที่มีการแพร่กระจายเข้ามา ยกเว้น ชนิด *Aposthonia varians* (Navas, 1922) ซึ่งเป็นชนิดประจำถิ่น (endemic species) ของประเทศจีน

ต่อมาในปี 1991 Ross ได้บันทึกบัญชีรายชื่อของแมลงปั้งที่มีการค้นพบได้ทั่วโลก ซึ่งมีประเทศต่างๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (จีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน ไทย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย ลาว สิงคโปร์ และ อินโดนีเซีย) และวงศ์ที่มีการพบมากที่สุด คือ Oligotomidae ซึ่งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แมลงปั้งมีความหลากหลายเป็นอย่างมากซึ่งอย่างน้อยก็ประกอบไปด้วย 8 วงศ์ (Ross, 2007)

Yang (1991) ได้ศึกษาในกลุ่ม Oligotomids โดยการเก็บจากเขต Fujian ซึ่งได้พบว่ามี 2 ชนิดที่เป็นการรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย

Lee et al. (2002) ได้ศึกษาในชนิด *Oligotoma saundersii* (Westwood, 1837) ซึ่งก็เป็นการรายงานพบครั้งแรกในประเทศเกาหลีใต้ด้วย

สำหรับการศึกษาแมลงปั้งในประเทศไทยซึ่งประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตรอยต่อของเขตสัตวภูมิศาสตร์ย่อยอินโดจีน (Indo-china) และ ซูดานิก (Sudaic) ของเขตโอเรียนทอล (oriental region) เป็นผลให้ประเทศไทยเองมีความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตที่สูง แมลงปั้งในประเทศไทยนั้นยังไม่มีหลักฐานที่แน่ชัดของจำนวนวงศ์และชนิด จากหลักฐานการศึกษาพบว่าปี 1885 Hagen ได้สำรวจพบแมลงปั้งชนิด *Aposthonia borneensis* ที่จังหวัดน่านของประเทศไทย (Ross, 1999) ในปี 2000 Ross ได้รายงานการแพร่กระจายตัวของแมลงปั้ง *Aposthonia ceylonica* (Enderlein, 1912) ต่อมา Ross (2007) ได้เข้ามาศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงปั้งในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย และพบว่า แมลง ปั้ง ส่วนมากที่มีการค้นพบในประเทศไทยเป็นชนิดใหม่ของโลก อาทิ เช่น

Bulbosembia thailandica Ross, 2007, *Eosembia aequicercata* Ross, 2007 *Eosembia auripecta* Ross, 2007 และ *Lobosembia mandibulata* Ross, 2007 ต่อมา Poolprasert and Edgerly (2011) ได้สำรวจความหลากหลายชนิดของแมลงปั้งในเขตภาคเหนือของประเทศไทยและค้นพบแมลงปั้งชนิดใหม่เพิ่มเติม คือ *Eosembia apterosa* Poolprasert and Edgerly, 2011 และในปีเดียวกัน Poolprasert et al. (2011a, b) ได้ค้นพบชนิดใหม่อีก 3 ชนิดด้วยกัน คือ *Aposthonia problita* Poolprasert, Sitthicharoenchai, Butcher and Lekprayoon, 2011, *Eosembia lamunae* Poolprasert, Sitthicharoenchai, Lekprayoon and Butcher, 2011 และ

Eosembia paradornia Poolprasert, Sitthicharoenchai, Lekprayoon and Butcher, 2011
 นอกจากนี้ Poolprasert (2012) ได้รายงานการค้นพบแมลงป่นใยในสกุล *Oliogotoma* ทั้ง 3
 ชนิด ได้แก่ *O. humbertiana* (Saussure, 1896), *O. nigra* (Hagen, 1885) และ *O. saundersii*
 (Westwood, 1837) ถือเป็นรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย อีกด้วย ซึ่งคาดว่าจะยังมีอีก
 หลายวงศ์และสกุลที่ยังรอการค้นพบและศึกษาในรายละเอียด

บัญชีรายชื่อแมลงป่นใยของประเทศไทย

อันดับ Embioptera Shipley, 1904

วงศ์ Embiidae Burmeister, 1836

Genus ***Oedembia*** Ross, 2007

Oedembia sp.1

Oedembia sp.2

วงศ์ Ptilocerembiidae Miller and Edgerly, 2012

Genus ***Ptilocerembia*** Friederichs, 1923

Ptilocerembia sp.1

Ptilocerembia sp.2

Ptilocerembia sp.3

Ptilocerembia sp.4

วงศ์ Oligotomidae Enderlein, 1909

Genus ***Aposthonia*** Krauss, 1911

Aposthonia borneensis (Hagen, 1885)

Aposthonia ceylonica (Enderlein, 1912)

Aposthonia problita Poolprasert, Sitthicharoenchai, Butcher & Lekprayoon, 2011

Genus ***Bulbosembia*** Ross, 2007

Bulbosembia thailandica Ross, 2007

Genus ***Eosembia*** Ross, 2007

Eosembia aequicercata Ross, 2007

Eosembia auripecta Ross, 2007

Eosembia apterosa Poolprasert and Edgerly, 2011

Eosembia lamumae Poolprasert, Sitthicharoenchai, Lekprayoon & Butcher, 2011

Eosembia paradorni Poolprasert, Sitthicharoenchai, Lekprayoon & Butcher, 2011

Genus ***Lobosembia*** Ross, 2007

Lobosembia mandibulata Ross, 2007

Genus *Oligotoma* Westwood, 1837

Oligotoma humbertiana (Saussure, 1896)

Oligotoma nigra (Hagen, 1885)

Oligotoma saundersii (Westwood, 1837)

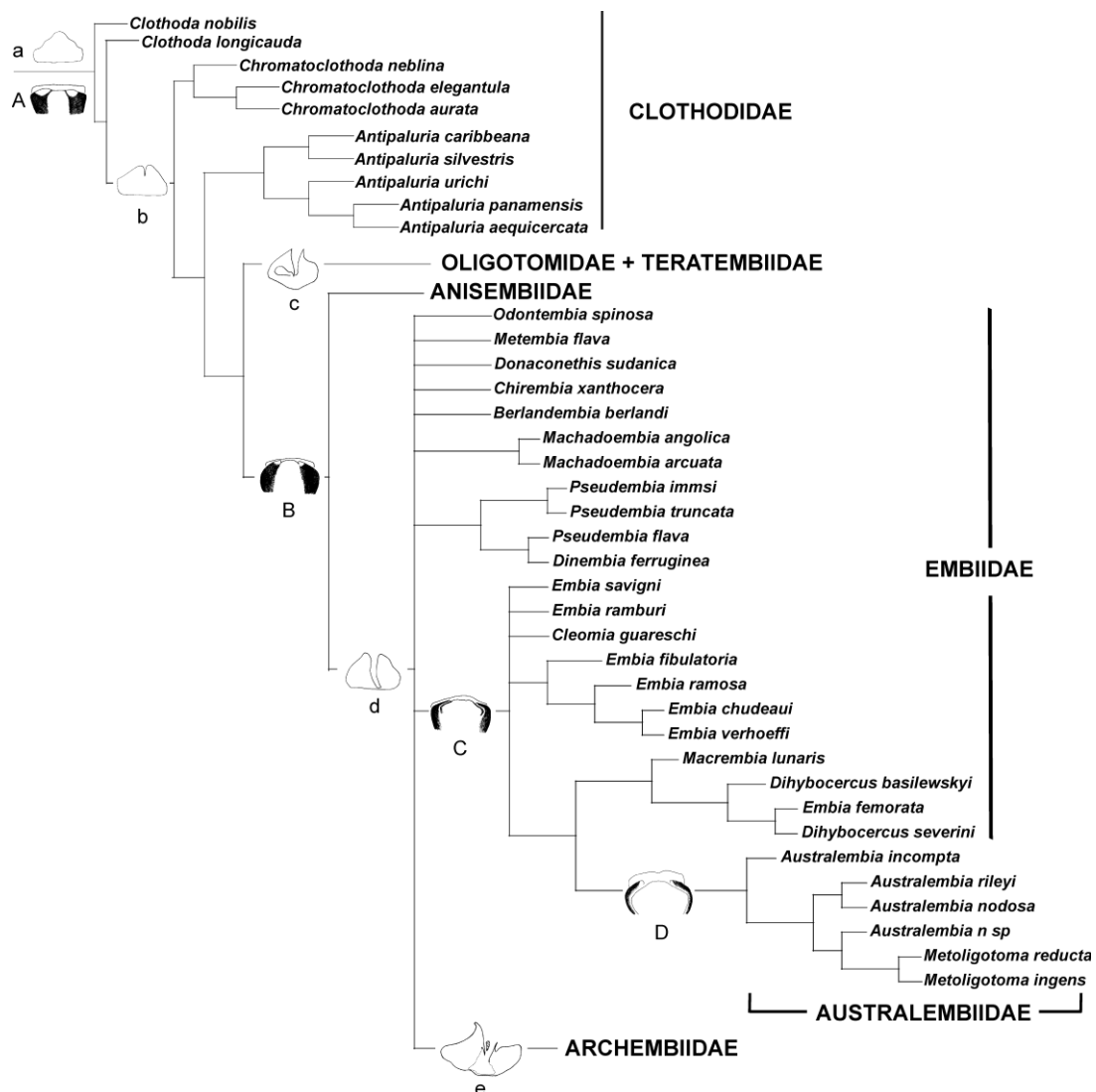
วงศ์ Teratembidae Krauss, 1911

Genus *Oligembia* Westwood, 1837

Oligembia sp.1

2.4 การศึกษาทางความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ

การศึกษาทางความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (Phylogeny หรือ Phylogenetic relationships) เป็นการศึกษาที่ต้องใช้องค์ความรู้ทางชีววิทยา ทั้งหมดเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นหลักฐานภายนอกและภายในพฤติกรรม สรีรวิทยา นิเวศวิทยา การกระจายตัว ชีวเคมี และอนุพันธุศาสตร์ เพื่อที่จะข้อมูลต่างๆ เหล่านี้มารวบรวมและวิเคราะห์ว่าความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนั้น มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร สำหรับประวัติการศึกษาทางด้านวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ของแมลงป่นไยนั้น ในอดีตถึงปัจจุบันนี้มีตัวอย่างของงานวิจัยทางด้านนี้ เช่น Szumik et al. (2008) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของแมลงป่นไยของวงศ์ต่างๆ ได้แก่ วงศ์ Andeambiidae, Anisambiidae, Archambiidae, Australembidae, Clothodidae, Embidae, Notoligotomidae, Oligotomidae และ Teratembidae โดยใช้วิธีจัดจำแนกตามสายพันธุ์ องค์บรรพบุรุษ (Cladistic analysis) ซึ่งใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ร่วมกับการ ลำดับเบสของชิ้นส่วนยีน 16S, 18S กับ 28S rDNA และ COI มาเป็นลักษณะในการจัดกลุ่ม โดยพบว่า มี 4 วงศ์ คือ วงศ์ Anisambiidae, Australembidae, Oligotomidae และ Teratembidae เป็นสายวิวัฒนาการเดี่ยวหรือมีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน (Monophyly) ในขณะที่ วงศ์ Notoligotomidae และ Archambiidae มีลักษณะเป็นที่ไม่ได้มีสายวิวัฒนาการจากบรรพบุรุษร่วมกัน (Paraphyletic) (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ในระดับวงศ์และชนิดของแมลงป๋นไย
(ที่มา: Szumik et al., 2008)

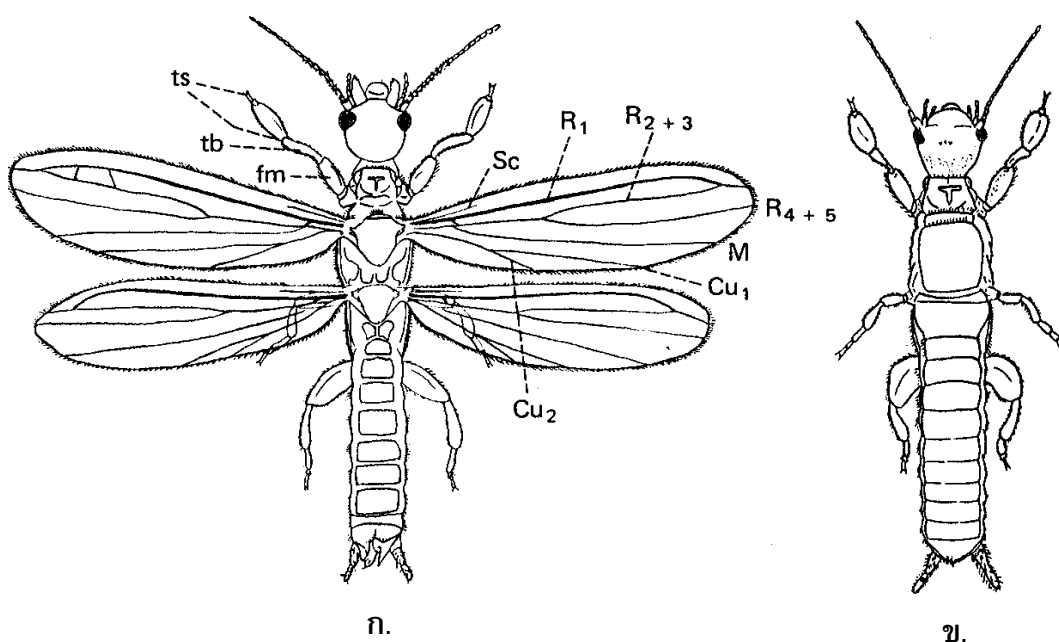
2.5 สัณฐานวิทยา

โดยทั่วไปแมลงป๋นไย จะมีการเจริญเติบโตแบบถดถูปร่างไม่สมบูรณ์หรือการเจริญเติบโตแบบที่ละน้อย (incomplete หรือ gradual metamorphosis) ที่ประกอบไปด้วย 3 ระยะหลักๆ คือ ไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย

กายวิภาควิทยาภายนอก

ตัวเต็มวัย

แมลงป่อนี้มีขนาดเล็กถึงกลางมีความยาวของลำตัวยาวประมาณ 0.5-20 มิลลิเมตร ตัวเรียวเป็นรูปทรงกระบอก มีสีน้ำตาลหรือสีดำ ประกอบไปด้วยส่วนหัว ส่วนอกที่มี 3 ปล้อง และส่วนท้องที่มี 10 ปล้อง ที่ปลายส่วนท้องจะมีแพนหาง 1 คู่ แต่ละข้างจะมี 2 ปล้องและไวต่อการสัมผัส เพศเมียจะไม่มีปีกส่วนเพศผู้ มักจะมีปีกที่มีลักษณะเป็นเยื่ออ่อนนุ่ม ยึดหยุ่นและสามารถพับได้ (ภาพที่ 2.4)

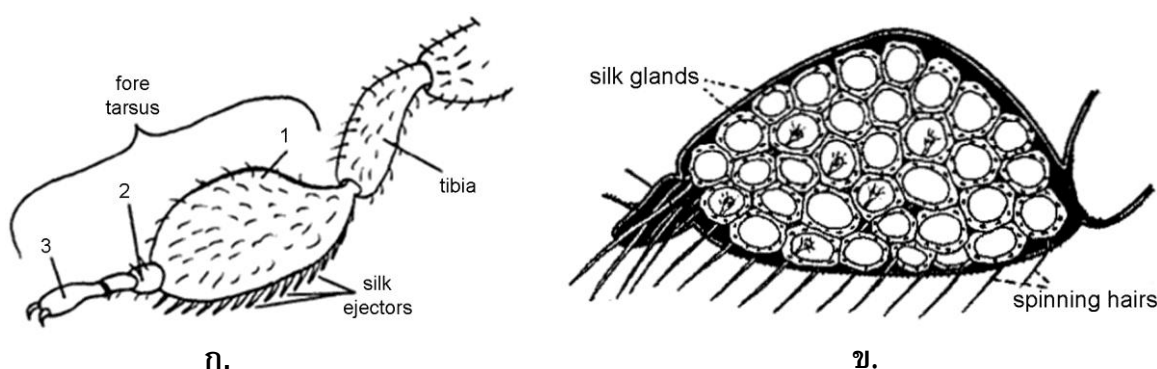


ภาพที่ 2.4 แสดงแมลงป่อนี้ตัวเต็มวัย ด้านหลัง: ก) เพศผู้ ข) เพศเมีย (ที่มา: Ross, 1989)

หัว: หัวมีการพัฒนาเป็นอย่างดี และคล้ายกันในทุกๆ ระยะของแต่ละชนิด ปากยื่นไปข้างหน้า (prognathous) ตาประกอบเป็นรูปไต (reniform หรือ kidney form) หน่วยสัมผัส (antenna) มีจำนวน 1 คู่ ซึ่งลักษณะเรียวยาวเป็นแบบเส้นด้าย (filiform type) มีจำนวนปล้องของหน่วยได้ตั้งแต่ 12-32 ปล้อง ไม่มีตาเดี่ยว (ocelli) มีตาประกอบ (compound eyes) 1 คู่ ซึ่งมีขนาดใหญ่ในตัวเต็มวัยเพศผู้ส่วนในตัวเต็มวัยเพศเมียและตัวไม่เต็มวัยมีขนาดเล็ก ปากเป็นแบบกัด ประกอบด้วย ริมฝีปากบน (labrum) 1 ชิ้น ริมฝีปากล่าง (labial) 1 ชิ้น ฟัน (maxilla) 1 คู่ กราม (mandible) 1 คู่ ซึ่งในบางชนิดมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างเพศ ทำให้ลักษณะการกินอาหารของทั้งสองเพศไม่เหมือนกัน

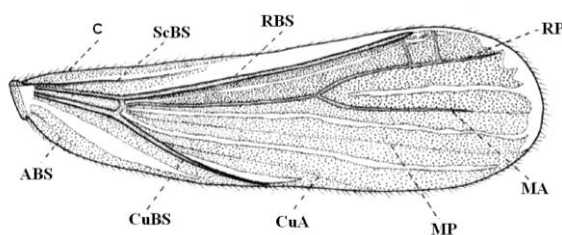
อก: ส่วนอกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ออกปล้องแรก (prothorax) มีขนาดเล็ก ออกปล้องที่สอง (mesothorax) และออกปล้องที่สาม (metathorax) มีขนาดใกล้เคียงกัน

ขา: ขาคู่แรก (fore legs) และขาคู่หลัง (hind legs) ของแมลงบั้งไยมีขนาดใหญ่และสั้น ในขณะที่ขาคู่กลาง (middle legs) มีขนาดเล็กแต่สั้น ปลายขามีทาร์ไซ (tarsi) 3 ปล้อง (ภาพที่ 2.5a) ปล้องแรกของขาคู่หน้า (fore basitarsi) มีขนาดใหญ่เป็นที่ยึดของต่อมสร้างใย ปลายทาร์ไซปล้องสุดท้ายมีเล็บ (claw) จำนวน 2 อัน การสร้างใยจะใช้ขาคู่หน้า ต่อมไยอยู่ในทาร์ไซคู่หน้า โดยบนผิวของทาร์ไซปล้องที่หนึ่งและปล้องที่สองมีท่อปล่อยเส้นใย (silk ejectors) เป็นท่อกลวงที่ดัดแปลงเชื่อมกับท่อเล็กที่ไปเปิ ดกับต่อมที่กลวงซึ่งอยู่ประมาณฝ่าเท้าปล้องแรกที่ขยายใหญ่ ต่อมกลวงแบ่งเป็นห้องสำหรับผลิตของเหลว (ภาพที่ 2.5b) จำนวนห้องใน *Embolynta batesi* มีเกินกว่า 200 ห้อง (Ross, 2000a)



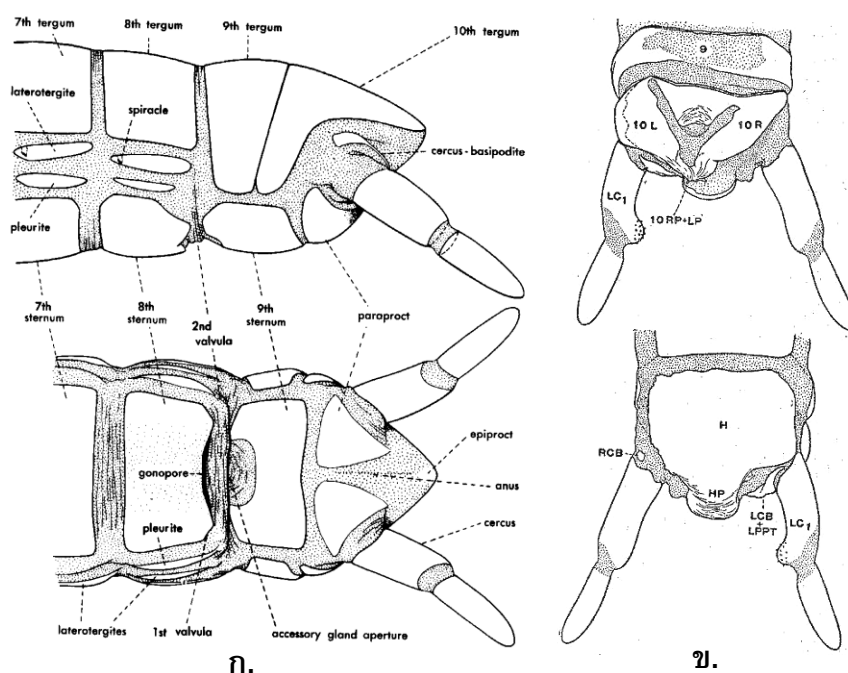
ภาพที่ 2.5 แสดงโครงสร้างภายนอก (ก.) และภายใน (ข.) ของต่อมสร้างใยที่ทาร์ไซปล้องแรกของขาคู่หน้า (ที่มา: ดัดแปลงจาก Ross, 1955, 2000a)

ปีก: เพศเมียทุกตัวและเพศผู้บางตัวไม่มีปีก แมลงบั้งไยเพศผู้มีปีก 2 คู่ ที่อกปล้องที่สองและที่สาม ยกเว้นในบางชนิดที่พบว่าไม่มีปีกคู่หน้าเพียงคู่เดียว เช่น แมลงบั้งไยใน สกุล *Oligembia* (วงศ์ Teratembidae) ที่พบในประเทศบราซิล ปีกจะเป็นเยื่ออ่อนนุ่ม ยืดหยุ่นและสามารถพับงอได้ มีเส้นปีกไม่มากแต่ก็ใช้เป็นลักษณะในการจำแนก โดยเฉพาะเส้นปีก MA (anterior media) โดยเส้นปีกจะมีแอ่งรับเลือด (blood sinus) เพื่อช่วยในการบิน



ภาพที่ 2.6 แสดงรายละเอียดของเส้นปีกของแมลงบั้งไย (ที่มา: Ross, 1991)

ท้อง : ส่วนท้องมีจำนวน 10 ปล้อง ลักษณะค่อนข้างแบนในตัวเต็มวัยเพศผู้ แต่มีลักษณะค่อนข้างกลม ในตัวเต็มวัยเพศเมียและตัวไม่เต็มวัย รยางค์ที่ปลายส่วนท้องหรือแพนหาง (cerci) มี 1 คู่ แต่ละข้างมีจำนวน 2 ปล้อง ซึ่งทั้งสองข้างมีลักษณะสมมาตรกันในตัวเต็มวัยเพศเมีย (ภาพที่ 2.7ก) และตัวไม่เต็มวัยส่วนตัวเต็มวัยเพศผู้แพนหางทั้งสองข้างมีลักษณะไม่สมมาตร (ภาพที่ 2.7ข) ในบางชนิดแพนหางข้างซ้ายอาจลดรูปเหลือเพียง 1 ปล้อง อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของแมลงป่อนโยเพศผู้เป็นข้อมูลที่สำคัญมากในการจัดจำแนกชนิด

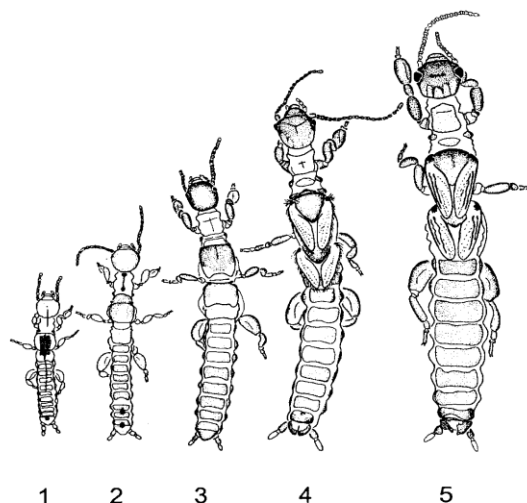


ภาพที่ 2.7 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ (terminalia) ของแมลงป่อนโย ก.) เพศเมีย ด้านข้าง (lateral view) และด้านท้อง (ventral view) และ ข.) เพศผู้ ด้านบน (dorsal view) และ ด้านล่าง (ventral view) (ที่มา: ดัดแปลงจาก Ross, 1944 และ 2000a)

ตัวไม่เต็มวัย (ตัวอ่อน)

การเจริญและพัฒนาการของแมลงป่อนโยจัดอยู่ในกลุ่มแมลงที่มีการถอดรูปไม่สมบูรณ์ หรือแบบที่ละเล็กละน้อย (incomplete หรือ gradual metamorphosis) แบบพอโรเมตาบอลิส (paurometabolous) จำนวนวัย (instar) ในระยะตัวไม่เต็มวัยมากกว่า 2 วัย แต่ส่วนมากที่พบมักมี 5 วัย (ภาพที่ 2.8) (Ananthasubramanian, 1957; Ananthasubramanian and Ananthakrishnan, 1960; Bradoo, 1967; Bradoo and Joseph, 1970; Mills, 1932; Szumik, 1999) Szumik (1999) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของแมลงป่อนโยชนิด *Pararhagadochir trachelia* (Navas) ในประเทศอาร์เจนตินาพบว่า การเจริญเติบโตของตัวไม่เต็มวัยมี 5 วัย ซึ่งใน

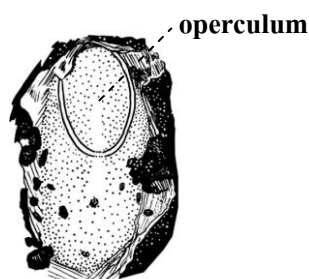
แต่ละวัยมีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน จะพบการเปลี่ยนแปลงโดยมีการพัฒนาของตู่ปากอย่างเห็นได้ชัดเจนเฉพาะในเพศผู้ช่วงตั้งแต่วัย 3 เป็นต้นไปเท่านั้น (McLachlan, 1877, 1879)



ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะวัยต่างๆของแมลงป่นไย *Pararhagadochir trachelia* (Navas)
(ที่มา: Szumik, 1999)

ไข่

ไข่มีขนาดเล็กและทอในรูปแบบโค้งมน และมีฝาเปิด (operculum) ที่มีค่อนข้างขนาดใหญ่ (ภาพที่ 2.9) มีสีขาวครีม (Melander, 1903; Ross, 2000) ขนาดเฉลี่ย 1 มิลลิเมตร มีความยาว 0.5 มิลลิเมตร (Imms, 1913) ไข่ของแมลงป่นไยทุกชนิดจะค่อนข้างแตกต่างกัน (Edgerly et al., 2007) พื้นผิวของเยื่อหุ้มมีทั้งเป็นเหลี่ยมหรือ เม็ดหรือทั้งสองอย่าง ไข่ออกจากช่องคลอดที่มีเพอคิวลัมภายในและมีการฟักที่แนบมาตามปกติกับสารตั้งต้นของการฟักไข่อ่อนระหว่างตัวของเปลือกและเพอคิวลัม (Stefani, 1956) ที่พบบ่อย จะวางไข่ในแหล่งที่อยู่อาศัยของมันเอง

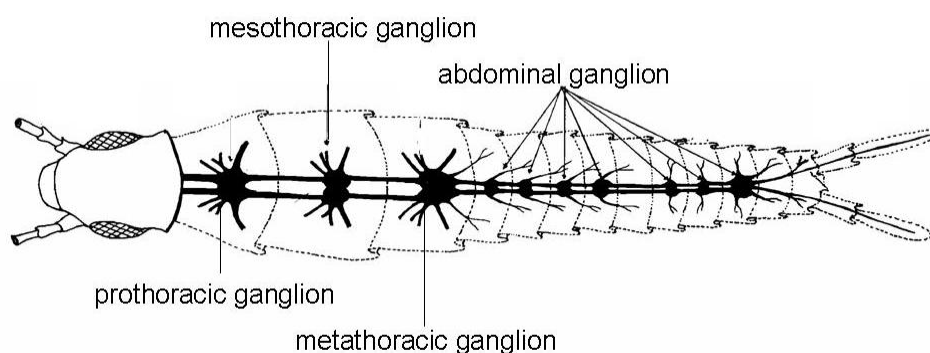


ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะไข่ของแมลงป่นไย (ที่มา: Edgerly et al., 2007)

กายวิภาควิทยาภายใน

ระบบทางเดินอาหาร: ทางเดินอาหารเป็นท่อทอดยาวจากช่องปากไปถึงทวารหนักซึ่งวางตัวคู่ขนาน และอยู่ใต้ของ ปมประสาทส่วนนอกและท้อง บริเวณปลายทวารหนักจะพบ rectal papilla 6 ปม และพบท่อขับถ่ายของเสียประมาณ 20-30 ท่อ ในตัวเต็มวัย (Melander, 1903; Ross, 1991) ในกระเพาะ (proventriculus) มีลักษณะเฉพาะมีการพับตัวแผ่นค่อนข้างแบนเพื่อเป็นที่รับอาหาร (Lacombe, 1965)

ระบบประสาท: ประกอบด้วยปมประสาทส่วนนอกที่ค่อนข้างใหญ่ 3 ปม และปมประสาทส่วนท้องอีก 7 (ภาพที่ 2.10) โดยปมประสาทส่วนท้องจะสิ้นสุดที่ปล้องท้องปล้องที่ 8 ซึ่งมีเพียงปล้องท้องปล้องที่ 5 เท่านั้น ที่ไม่พบปมประสาท (Melander, 1903)



ภาพที่ 2.10 แสดงระบบประสาทของบริเวณส่วนนอกและท้องแมลงปิ่นใบ (Lacombe, 1971)

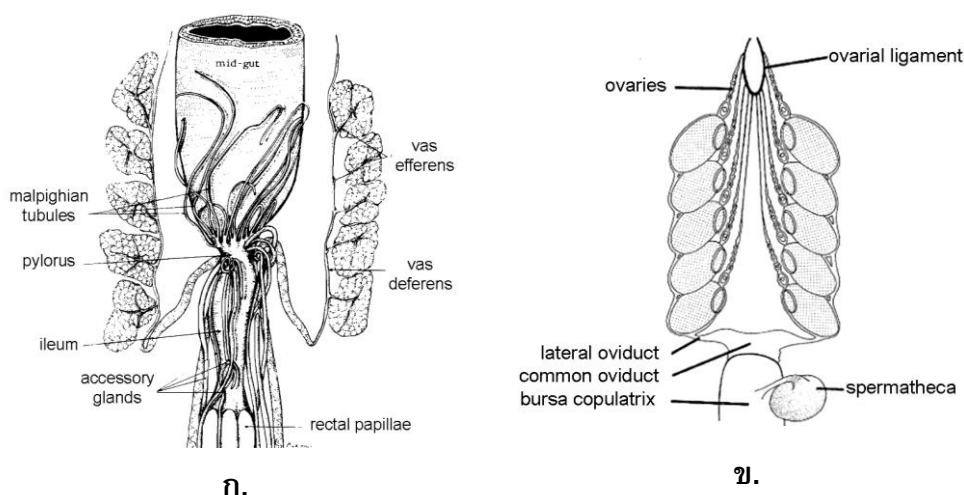
ระบบท่ออากาศ: ประกอบไปด้วยรูหายใจ (spiracle) บริเวณส่วนนอก 2 คู่ คือส่วนนอกปล้องที่ 2 และ 3 (Meso-และ metathorax) และอีก 8 คู่ จะพบที่ บริเวณ 8 ปล้องแรกของปล้องท้อง พบว่ามีเพียงรูหายใจบริเวณอกปล้องที่ 3 เท่านั้น ที่ทำหน้าที่ในการหายใจออก ส่วนรูหายใจอื่นจะทำหน้าที่ในการหายใจเข้า และหลายๆ โครงสร้างในรูหายใจนั้นจะช่วยปกป้องส่วนของหัวใจ (atrium) อีกด้วย (Barth and Lacombe, 1955)

ระบบไหลเวียนเลือด : เป็นระบบที่เรียบง่าย โดยมีระบบการไหลเวียนเลือดเป็นแบบเปิด (open circulatory system) โดยมีท่อส่งเลือดอยู่ทางด้านบนลำตัว (dorsal vessel) ซึ่งทอดตัวยาวไปข้างหน้าจากปล้อง ท้องปล้องที่ 9 ไปจนถึงหัวกะโหลก โดยหลอดเลือดด้านบนลำตัวจะมีช่องออสเตียม (ostium) 1 คู่ และลิ้นปิดเปิด (valve) ที่ช่วยในการส่งผ่านของระบบเลือดไปในระบบไหลเวียนเลือด (Melander, 1903)

ระบบขับถ่าย: ระบบนี้จะประกอบไปด้วยท่อขับถ่าย (malpighian tubes), เยื่อหุ้มหัวใจ (pericardial cells) และไขมัน (fat body) เยื่อหุ้มหัวใจจะอยู่รอบๆ ท่อเลือดบนด้านหลังลำตัวตลอดจนถึงช่องเปิดของหลอดเลือดแดง (aorta) (Melander, 1903) ส่วนของไขมันเป็นชั้นอัด

แน่นอนอยู่ในส่วนทั้งด้านบนและด้านล่างของลำตัว ในเพศผู้จะมีการพัฒนาได้ดีกว่าในเพศเมีย ไขมันในร่างกายเป็นรูปแบบชั้นที่มีขนาดพอดีและหน้าท้องของร่างกาย ใน บริเวณส่วนท้องของเพศผู้นั้นจะถูกพัฒนามากกว่าในเพศเมีย (Lacombe, 1963)

ระบบสืบพันธุ์: ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ประกอบด้วยอวัยวะ 5 คู่ (ภาพที่ 2.11 ก) โดยต่อมmetameric deposition ที่ทำหน้าที่ในการหลั่งฮอร์โมน หลอดเก็บหรือท่อพักอสุจิ 2 หลอด ท่อนำอสุจิ (ejaculatory duct) 1 ท่อ ต่อมเสริมหรือต่อมสร้างอาหารเลี้ยงอสุจิ (accessory gland) มีจำนวนและขนาดที่แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดซึ่งจะเปิดออกในส่วนหน้าของท่อนำอสุจิ (Lacombe, 1971) สำหรับอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย ประกอบด้วยรังไข่ที่ไม่มีเซลล์ฟี่เลี้ยง (panoistic ovary) 5 คู่ ที่เชื่อมติดกับท่อนำไข่ด้านข้าง (lateral oviduct) ทั้ง 2 ข้าง (ภาพที่ 2.11 ข) (Niwa *et al.*, 1993; Ross, 2000) ซึ่งหน้าหลักของระบบสืบพันธุ์ก็คือ เป็นที่สำหรับปฏิสนธิระหว่างไข่และอสุจิและไข่ที่ได้รับการผสมแล้วก็จะถูกวางลงบนพื้นผิวของวัตถุต่างๆ (Lacombe, 1971)



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างของระบบสืบพันธุ์ของแมลงบ้าน (ก.) เพศผู้ และ ข.) เพศเมีย
(ที่มา: Lacombe, 1971; Niwa *et al.*, 1993)

2.6 วงจรชีวิต

วงจรชีวิตของ แมลงบ้าน เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete metamorphosis) การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นภายในรังอุโมงค์เส้นใย ในระหว่างที่ผสมพันธุ์เพศผู้จะยึดเพศเมียด้วยกราม หลังจากผสมพันธุ์แล้วเพศผู้จะจากไป ซึ่งเพศผู้เมื่อมีการผสมพันธุ์แล้วจะหยุดกินอาหาร และอาจถูกเพศเมียจับกินเป็นอาหารหลักจากผสมพันธุ์ได้ เพศเมียจะวางไข่ไว้ในรังอุโมงค์เส้นใยเป็นกลุ่ม ตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย แต่ไม่มีปีก และอวัยวะ

สืบพันธุ์ยังไม่สมบูรณ์ (Ross, 2000b) แมลงบ้นไยเพศเมียจะวางไข่จำนวนมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับแต่ละชนิด Ananthasubramanian and Ananthakrishnan (1960) เชื่อว่าเพศเมียจะวางไข่ได้ไม่จำกัดจำนวน เช่น 6-15 ฟอง ในแมลงบ้นไยชนิด *Oligotoma minuscula*, 15-24 ฟอง ใน *O. humbertiana* Bradoo (1967) ทำการศึกษาและคำนวณจากจำนวนไข่ของเพศเมียแต่ละตัว ซึ่งในช่วงชีวิตของมัน ก็แตกต่างกันจาก โดยพบการวางไข่ได้ตั้งแต่ 41-74 ฟอง พบจำนวนรวมไข่ทั้งหมดของ *O. greeniana* ตั้งแต่ 77-208 ฟอง (Bradoo and Joseph, 1970) นอกจากนี้ Ling (1934a) ยังกล่าวว่าในเพศเมียแต่ละตัวของ *O. humbertiana* อาจวางไข่ได้ไม่เกินกว่า 10 ฟองต่อครั้ง

โดยปกติแมลงบ้นไยเพศเมียจะ วางไข่ไว้ ทางพื้นของ เส้นใย เพศเมียบางชนิด เช่น *Oligotoma melanura* จะสร้างรังอุโมงค์เส้นใยขนาดใหญ่ และแมลงบ้นไยเพศเมียจะเคี้ยวอาหาร แล้วนำเศษอาหาร มาปกคลุมรังอุโมงค์เส้นใยเพื่อป้องกันอันตรายจากศัตรูธรรมชาติ (Ross, 1944) แมลงบ้นไยเพศเมียจะวางไข่ฝังไว้ในเปลือกไม้ หรือวางติดกับเศษใบไม้ (Roepke, 1919; Kaltenbach, 1968) แมลงบ้นไยเพศเมียจะวางไข่ไว้เป็นฟองเดี่ยว ในรังอุโมงค์เส้นใยก็ได้ เพศเมียจะคอยดูแลปกป้องไข่ นอกจากนี้ยังจะคอยปกป้องและเลี้ยงดูตัวอ่อนที่ฟักออกมาในช่วงระยะแรกๆ อีกด้วย

หลังจากที่ไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อน แมลงบ้นไยเพศเมียตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่ร่วมกับตัวอ่อน เช่นใน *Aposthonia ceylonica* (Bradoo, 1967), *Anisembia Texana* (Mills, 1932), *Embia major* (Imms, 1913) และ *Oligotoma humbertiana* (Ling, 1934a, 1934b) แมลงบ้นไยเพศเมียจะเอาใจใส่ดูแลตัวอ่อนในช่วงเวลาสั้นๆ ก่อนที่ตัวอ่อนจะเข้าสู่วัยที่ 4 Bradoo and Joseph (1970) รายงานว่า อัตราส่วนเพศโดยรวมทั้งระหว่างจำนวนตัวของเพศผู้และเพศเมียที่ฟักออกจากไข่มาสำหรับ *Oligotoma greeniana* เท่ากับ 57: 46 ซึ่งได้มาจากการทดลอง 5 ครั้ง ในห้องปฏิบัติการ Bradoo (1967) พบว่ามี *Aposthonia ceylonica* เพศผู้ตัวเต็มวัย เพียง 7 ตัว ต่อเพศเมียตัวเต็มวัย 28 ตัว ที่ได้มาจากการเก็บตัวอย่างภาคสนาม ม ยังพบว่าแมลงบ้นไยส่วนมากจาก 203 ตัว ของ *Anisembia texana* ถูกเก็บมาซึ่งเป็นตัวไม่เต็มวัยทั้งหมดแต่ว่า ข้อมูลไม่ไ้ถูกนำเสนอ Ananthasubramanian (1957) ได้เลี้ยงแมลงบ้นไย *Oligotoma humbertiana* และได้เพศผู้ 40 ตัว ต่อเพศเมีย 31 ในห้องปฏิบัติการ

แมลงบ้นไยเพศผู้ เมื่อเจริญไปเป็นตัวเต็มวัยจะไม่กินอาหาร และจะบินออกจากรังเดิม ไปหาเพศเมียตัวใหม่เพื่อทำการผสมพันธุ์ เพศผู้ตัวเต็มวัยจะมีอายุอยู่ได้ประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วตาย หรือบางครั้งอาจถูกเพศเมียจับกินเป็นอาหาร (Ross, 2000a) วงจรชีวิตของแมลงบ้นไยแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 1 ปี ได้ 2 รุ่น ไปจนกระทั่ง 5 รุ่นต่อปี (ตารางที่ 2.2)

นอกจากนี้ แมลงบ้นไยบางชนิดสามารถออกลูกโดยไม่ต้องผสมพันธุ์ (parthenogenesis) ซึ่งตัวอ่อนจะพัฒนามาจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสม เช่น *Haploembia solier* (Rambur, 1842) เป็นชนิดที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในแถบเมดิเตอร์เรเนียน

(Fontana, 2002; Ross, 1957, 1960) แมลงบั้งใบเพศเมียมักจะป้องกันไข่ และตัวอ่อนของมัน บางชนิดจะทำการ นำเศษอาหาร หนที่เป็นส่วนของพืชอาหารชนิดต่างๆ มาปกคลุมไข่ของมัน หรือบางชนิดอาจจะป้องกันไข่ด้วยรยางค์ ยไข่มารวไว้ภายใต้ตุ่มมอดเส้นใย (Edgerly, 1987, 1988, 2002; Poolprasert และ Edgerly, 2011; Ross, 2000b)

ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนชั่วรุ่น ต่อ 1 หรือ 2 ปี ของแมลงบั้งใบ 6 ชนิด

ชนิด	สถานที่	จำนวนชั่วรุ่น (/ปี)				อ้างอิง
		1/2ปี	1/ปี	2/ปี	4-5/ปี	
<i>Anisembia texana</i>	แท็กซัส		X			Miller, 1932 Melander, 1903
<i>Aposthonia ceylonica</i> *	อินเดีย				X	Bradoo, 1967
<i>Aposthonia japonica</i>	ญี่ปุ่น			X		Okajima, 1926
<i>Embia major</i> **	อินเดีย		X			Imms, 1913
<i>Embia taurica</i>	โครเอเชีย	X				Kusnezov, 1904
<i>Eosembia aequicercata</i> ***	ไทย		X			Ross, 2007
<i>Eosembia auripecta</i> ***	ไทย		X			Ross, 2007

* วงจรชีวิตแต่ละชนิดจะสูงสุดภายใน 27 วัน

** เพศเมียจะมีอายุอยู่ถึง 6 เดือนครึ่งหลังจากการวางไข่

*** ตัวเต็มวัยในปีต่อไปจะเติบโตเต็มที่ใน ช่วงต้นเดือนกุมภาพันธ์ แต่ช่วง เดือน เมษายน-เดือนมิถุนายน จะมีพบตัวเต็มวัยมากสูงสุด

2.7 แหล่งที่อยู่อาศัยทางชีววิทยา

แหล่งอาศัยทั่วไปของแมลงบั้งใบ ประกอบไปด้วยป่าดงดิบชื้น ป่าดงดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ทุ่งหญ้าเขตร้อน เขตทะเลทราย และกึ่งแห้งแล้ง รวมทั้งถิ่นที่อยู่อาศัยที่ถูกรบกวนโดยมนุษย์ เช่น ไร่ร้าง ป่าทดแทน สวนผลไม้ สวนสาธารณะเป็นต้น (Ross, 2000) ซึ่งแมลงบั้งใบมีนิสัยชอบที่ชื้นมักไม่ชอบแสง จะอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มในทางเดินที่มีหลังคาที่สร้างด้วยเส้นใย ส่วนมากมักพบตามใต้เปลือกไม้ รอยแตกในดิน และหิน เมื่อมีอากาศหนาวเย็นมักจะอาศัยอยู่ใต้ดิน สามารถพบแมลงบั้งใบได้ทั้งในเขตร้อน และเขตอบอุ่นรวมทั้งพบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ที่สามารถพบแล้วอย่างน้อย 4 วงศ์ ได้แก่ Embiidae, Ptilocerembiidae Teratembiidae และ Oligotomidae (พิสิษฐ์ และจรรยา, 2551; Miller et al, 2012)

ในประเทศไทยแมลงบั้งใบ อาศัยอยู่ในใบไม้ในช่วงฤดูแล้ง แต่เมื่อมีความชื้นแมลงบั้งใบจะย้ายจากรังที่ถูกครอบคลุม เส้นใยไปหาอาหารพวกไลเคนส์เพื่อใช้เป็นอาหาร ความชื้นจากที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงหรือรอบ ๆ จะกระตุ้นให้แมลงบั้งใบย้ายออกจากรังที่อยู่อาศัยและบนต้นไม้ ในทางตรงกันข้ามในสถานที่แห้งแมลงบั้งใบจะรอ ปรากฏฝนเพื่อไปอาศัยอยู่ตามใบไม้

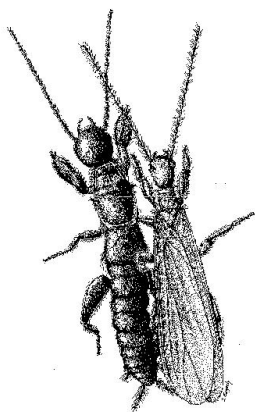
ต่อมา Poolprasert et al., (2011) ได้ทำการศึกษาอนุกรมวิธานของแมลงบั้งใบในประเทศไทย และได้พบแมลงบั้งใบชนิดใหม่เพิ่มเติมทำให้ปัจจุบันบัญชีรายชื่อของแมลงบั้งใบมีมากขึ้นกว่าในอดีต โดยปัจจุบันพบว่า มีแมลงที่พบในประเทศไทยทั้งสิ้น 4 วงศ์ 8 สกุล 13 ชนิด และ 7 รูปแบบสัณฐาน และพบว่าวงศ์ Ptilocerembiidae Miller and Edgerly, 2012 เป็นวงศ์ใหม่ที่ถูกค้นพบ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ (Miller et al., 2012) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงความหลากหลายในบางพื้นที่ของประเทศไทยยังถูกจำกัดอยู่ซึ่งคาดว่าจะยังมีอีกหลายสกุลและชนิดที่ยังรอคอยการค้นพบอยู่

2.8 อาหาร

แมลงบั้งใบส่วนใหญ่ จะกินเปลือกไม้ มอสส์ ไลเคนส์และใบไม้แห้ง (Edgerly, 2004; Ross, 1970, 2000) แมลงบั้งใบเพศเมื่อโตเต็มวัยแล้วจะไม่กินอาหาร และจะตายลงในที่สุดหลังการผสมพันธุ์เสร็จ (Ross, 2000) แมลงบั้งใบมักจะ ไม่ค่อยออกจากอุโมงค์เส้นใย จะมีการรวมตัวอาศัยอยู่กันเป็นกลุ่มและจะเคลื่อนที่หรือย้ายรังไปตามแหล่งอาหารใหม่ ไม่พบหลักฐานว่าในในลำไส้ของระบบย่อยอาหารว่ามีสิ่งมีชีวิตอื่นที่อาศัยอยู่ด้วยแบบภาวะอิงอาศัย (symbiosis) (Ross, 1970, 2000a) ทั้งนี้ Ross (2000a) ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีกับการใช้ใบไธสสำหรับการเลี้ยงเพิ่มปริมาณจำนวนของแมลงบั้งใบในห้องปฏิบัติการ

2.9 การผสมพันธุ์

การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นภายในรังเส้นใย โดยเพศผู้จะทำการค้นหาเพศเมีย เมื่อมีเพศเมียที่ยอมรับและพร้อมที่จะผสมพันธุ์แล้ว เพศผู้จะทำการเข้าไปในรังโดยการกัดเส้นใยเพื่อเข้าไปในรัง จากนั้นตัวผู้จะใช้กรามเพื่อจับยึดเพศเมียเอาไว้ แล้วทำการสั่นลำตัวของตัวเองอย่างรวดเร็ว พร้อมกับการสั่นหัวไปด้วย (ภาพที่ 2.12) ซึ่งกรามที่พบในเพศผู้นั้นมีลักษณะเฉพาะเพื่อให้เหมาะสมกับการยึดจับเพศเมีย (Ross, 1970) หากเพศเมียไม่ยอมให้ผสมพันธุ์ อาจเกิดการขบไล่หรือต่อสู้กันได้ ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับการต่อสู้เพื่อปกป้องไข่หรือตัวอ่อน บ่อยครั้งจะพบภาวะการเป็นปฏิปักษ์ (antagonisms) ต่อกันระหว่างเพศผู้ด้วยกันด้วย (Ross, 2000a)



ภาพที่ 2.12 แสดงการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงปั้งไฟ *Antipaluria urichi*
(ที่มา: Edgerly, 2004)

2.10 พฤติกรรมทางสังคม

แมลงปั้งไฟจะอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มแบบสังคมโบราณหรือกึ่งสังคม (primitive หรือ semi-social) แต่ไม่พบการแบ่งชั้นวรรณะ (Ross, 1991) อาศัยอยู่รวมกันภายในรังอุโมงค์เส้นใย (Edgerly, 1987A, B, 1988) แมลงปั้งไฟเพศเมียตัวเต็มวัยจะมีพฤติกรรมเฝ้าไข่ และตัวอ่อนในระยะแรกๆ (Ross, 1970, 2000b) แมลงปั้งไฟเพศผู้จะไม่มีการแสดงออกพฤติกรรมดังกล่าว

การดูแลเอาใจใส่ไข่ และตัวอ่อน ของแมลงปั้งไฟเพศเมียพบได้ในทุกชนิด เช่น *Anisembia Texana* (Mills, 1932), *Antipaluria urichi* (Edgerly, 1987), *Oligotoma greeniana* (Bradoo และ Joseph, 1970), *Aposthonia Ceylonica* (Bradoo, 1967) *Embia* ใหญ่ (Imms, 1913) และ *Oligotoma humberiana* (Ananthasubramanian, 1957) บางครั้งมักพบเพศเมียที่ชอบอาศัยอยู่ตามลำพัง (solitary) กับตัวอ่อน เช่น *Oligotoma humberiana* และ *Embia major* เป็นต้น เพศบางชนิดก็สามารถอยู่ตามลำพังหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (solitary หรือ communal) เพื่อดูแลตัวอ่อนในรังร่วมกัน เช่น *Oligotoma saundersii* และ *Aposthonia ceylonia* แต่เพศเมียบางชนิดนั้นชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (communal) เช่น *Anisembia texana* และ *Antipaluria urichi*

2.11 ศัตรูธรรมชาติ

ตัวห้ำ (predators) และตัวเบียน (parasitoids) เป็นศัตรูธรรมชาติ และจุลชีพสาเหตุของโรคต่างๆ ตัวห้ำ ส่วนใหญ่ นั้นจะประกอบไปด้วยสัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก (small vertebrates) ได้แก่ มด (ants: Formicidae) แมงมุม (spiders) ไร (chigger mites: Thombiculidae) ตัวอ่อนหิ่งห้อย (fire flies: Lampyridae) ตัวงมโนมมิด (monommids: Monommidae) มวนโปลกิโอฟิลิด (Plokiophilids: Plokiophilidae) ตัวอ่อนของแมลงวันห้ำ

(grass flies: Leptogastridae) แมลงวันงู (snakfly: Rhabdidae) และแมลงวันก้นขน (tachinids: Tachinidae) นอกจากนี้ ตัวเบียนภายใน (endoparasitoids) ได้แก่ แตนเบียนบราโคนิด (braconids: Braconidae) แตนเบียนซีโลโอนิด (scelionids: Scelionidae) และตัวเบียนไข่ (egg parasitoids) ตัวเบียนภายนอก (exotoparasitoids) ได้แก่ แตนเบียนสเคลอโรกิบบิต (sceleiogibbids: Sceleiogibbidae) นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคสู่แมลงป๋นไย เช่น รา ไวรัส แบคทีเรีย รวมไปถึงโปรโตซัว และไส้เดือนฝอย (พิสิษฐ์ และ จริยา , 2551; Ross, 2000a)

2.12 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

Ross (1991) กล่าวว่าแมลงป๋นไยไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ แต่ ประเทศแถบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และ เกาะ ฮาวายนั้น มีรายงานว่ามี แมลงป๋นไยบางชนิดในสกุล *Aposthonia* และ *Oligotoma* เข้าทำลาย รากกล้วยไม้บางชนิดในเรือนเพาะชำ (Ross, 1970) อีกทั้งยังเข้าทำลายตาดอกของสวน อาโวคาโด ในทางตะวันตกของประเทศอิสราเอล อีกด้วย (Argaman and Meldel, 1991) อย่างไรก็ตาม สำหรับในประเทศไทยนั้น พบว่าแมลงป๋นไยบางชนิดมัก จะสร้างรังอยู่ตามลำต้นยางพารา ทำให้เกษตรกร เกิดความ ไม่สะดวกในการกรีดยางพารา (พิสิษฐ์ และจริยา, 2551)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

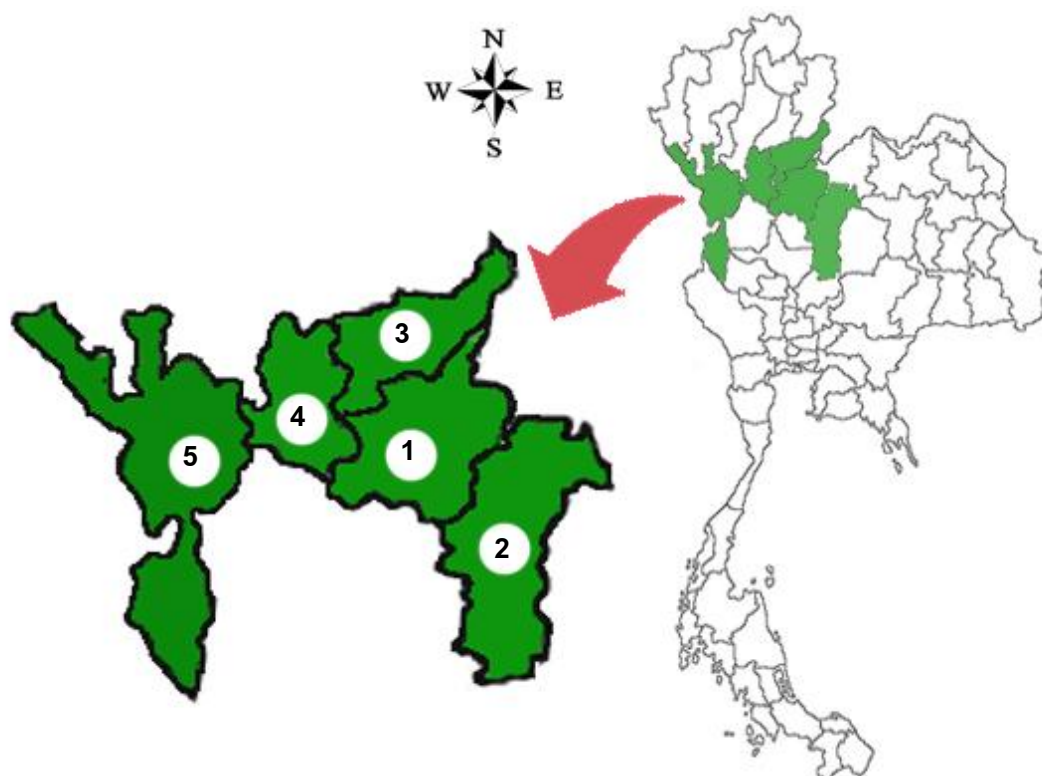
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องบอกตำแหน่งภูมิศาสตร์ (GPS)
2. ขวดแก้ว (vial) ขนาด 30 ml
3. ขวดพลาสติก หรือกล่องพลาสติก
4. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital camera)
5. ปากกาและดินสอ
6. สมุดไว้สำหรับจดบันทึกข้อมูล
7. ปากคีบ (Forceps)
8. เข็มเย็บ (Needle)
9. สไลด์และกระจกปิดสไลด์ (Slide and cover slide)
10. กรรไกร
11. พู่กัน
12. หลอดหยด (Dropping)
13. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope)
14. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereoscopic microscope)
15. เตาอบ (Oven 37-60 °C)
16. เครื่องตัดชิ้นเนื้อเยื่อ (Rotary microtome)
17. มีดตัดชิ้นเนื้อเยื่อ (Microtome knife)
18. เครื่องอุ่นสไลด์ (Slide warmer)
19. เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)
20. แม่พิมพ์สำเร็จรูป (Base Mold)
21. ตัวฝังเนื้อเยื่อ (Embedding ring)
22. กล่องใส่สไลด์ (Slide box)
23. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
24. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
25. ปีกเกอร์ (Beaker)
26. กระดาษชำระ
27. ฟอर्मาลีน (38-40 % formalin)

28. เอทิลแอลกอฮอล์ (70%-95% ethanol)
29. เอ็น-บิวทานอล (N-butanol) หรือ แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ (absolute alcohol)
30. ไซลีน (Xylene)
31. พาราฟิน แวกซ์ (Paraffin wax / Paraplast)
32. กลีเซอรอล (Glycerol)
33. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl)
34. กรดน้ำส้มชนิดเข้มข้น (Glacial acetic acid)
35. โหลแชสไลด์ (Coupling Jar)
36. เปอร์เมาท์ (Permount)
37. สีย้อมฮีมาทอกซิลิน และอีโอซิน (Hematoxylin and eosin: H&E)
38. สีย้อม เพอร์ไอไดค แอซิด ชิฟ (Periodic-acid Schiff: PAS)
39. น้ำกลั่น

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 พื้นที่ทำการศึกษ ทำการสำรวจและกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่างเลือกพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (พื้นที่ชุมชน) จากจังหวัดพิษณุโลก และพื้นที่ในจังหวัดใกล้เคียง ประกอบไปด้วยจังหวัดเพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก ตามลำดับ (ภาพที่ 3.1) ซึ่งจังหวัดต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ถือเป็น กลุ่มจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง ที่มีทรัพยากรสัตว์ป่าและพรรณพืชที่หลากหลาย



ภาพที่ 3.1 แผนที่จังหวัดต่างๆ ที่ใช้สำหรับการศึกษาแมลงป่นไยโดยทั่วไป

1) พิษณุโลก 2) เพชรบูรณ์ 3) อุตรดิตถ์ 4) สุโขทัย และ 5) ตาก

สภาพทั่วไปของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ ประกอบด้วย (อักขรานุกรม ภูมิศาสตร์ประเทศไทยม , 2545)

1) ป่าเต็งรัง พบขึ้นอยู่ในระดับความสูงประมาณ 400 เมตร ชนิดไม้สำคัญที่พบได้แก่ รัง เหียง กราด พลวง เต็ง มะม่วงป่า ตับเต่าตัน ส้านใหญ่ มะกั้ม จั้วป่า มะขามป้อม ฯลฯ พืชพื้นล่างได้แก่ หญ้าเพ็ก หญ้าคา หญ้าขน บุก กวาวเครือ กระเจียว ไพล เป็นต้น

2) ป่าดิบแล้ง พบกระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 500 เมตร ขึ้นไป ชนิดไม้สำคัญที่พบได้แก่ ยอป่า เต็งตานี มะหาด ยางโดน ยางนา แคทราย กระบาก มะกล่ำต้น ขี้ฮ้าย ก่อข้าว กฤษณา ฯลฯ

3) ป่าสนเขา ขึ้นอยู่ในที่สูง 700 - 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล ลักษณะเป็นป่าโปร่งสลับท่งหญ้า มีสนสองใบ เหียง เหมือนดอ เหมือนคน ส้านใหญ่ ชะมวง ตับเต่าตัน ฯลฯ ขึ้นอยู่ พืชพื้นล่างเป็นหญ้าขน หญ้าคมบาง หญ้าคา พง บุก กระเจียว และเฟิน เป็นต้น

4) ป่าดิบชื้น พบในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 800 เมตรขึ้นไป และตามร่องน้ำ หรือที่ลาดเขาที่มีความชุ่มชื้นสูง ชนิดไม้สำคัญที่พบได้แก่ ก่อตลับ ตาเสือ มะไฟ ตำดง ชะมวง มะกอก ยมหอม ยางโดน กระบากลัก จำปาป่า ตะเคียนหิน อบเชย พญาไม้ ฯลฯ พืช

พื้นล่างและพืชอิงอาศัยได้แก่ ข้าหลวงหลังลาย ชายผ้าสีดา มะพร้าวกลุ่ม ม้ากระทืบโรง หวาย เฟิน และพืชในตระกูลขิงข่า เป็นต้น

5) ป่าเบญจพรรณ พบขึ้นอยู่ในระดับความสูง 400-700 เมตรจากระดับน้ำทะเล พันธุ์ไม้ที่สำคัญได้แก่ ประดู่ แดง ตะแบกเปลือกบาง กระบาก ช่อ ปอสำโรง เก็ดดำ ตีนนก แต้ว พลับพลา ชิงชัน พะยุง โมกมัน ฯลฯ พืชพื้นล่างเป็นพวกไผ่ ชนิดต่างๆ กลอย กระทือ ว่านมหากาฬ โตไม่รู้ล้ม เป็นต้น

6) ป่าดิบเขา พบขึ้นอยู่ในที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตรขึ้นไปชนิดไม้สำคัญที่พบเป็นไม้เด่นได้แก่ หว่าหิน ก่อหิน ก่อเดือย ก่อตาหมู หว่าดง ทะโล้ ตำแยต้น กระดุกไก่อ สนสองใบ ฯลฯ พืชพื้นล่างเป็นพวกมอส เฟิน เกววัลย์ หวาย และว่านชนิดต่างๆ

นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็นทุ่งหญ้า ซึ่งเป็นพื้นที่โล่งกว้างใหญ่ ประกอบด้วยหญ้าชนิดต่างๆ มีไม้ใหญ่ขึ้นอยู่ในสภาพแคระแกร็นประกอบด้วย เหมือดคน ส้านใหญ่ เหียง มะขามป้อม พืชพื้นล่างเป็นพวกหญ้าขน หญ้าคมบาง หญ้าคา พง กระเจียว กลอย บุก ก้ามกุ้ง ก้ามปู ว่านมหากาฬ ข้าป่า อบเชยเถา คราม และเป้ง เป็นต้น อีกทั้งพื้นที่บางส่วนได้เกิดการปรับเปลี่ยนเพื่อใช้ทำกิจกรรมหรือการประกอบอาชีพของผู้คนในพื้นที่ เช่นเรือกสวนไร่นา สวนธารณะ เป็นต้น สภาพพื้นที่ที่ทำการสำรวจชนิดและการกระจายตัวแมลงป่นไยในครั้งนี้แสดงให้เห็นดังภาพที่ 3.2

3.2.2.1 การเก็บและบันทึกข้อมูล

ในแต่พื้นที่ศึกษาทั้งที่เป็นป่าธรรมชาติและพื้นที่ชุมชนที่เป็นเป็นตัวแทน (ตารางที่ 3.1) หลังจากแบ่งสภาพพื้นที่และตรวจสอบสภาพพื้นที่แล้ว จากนั้นทำ การสำรวจโดยตรง (direct searching) แต่ละส่วนจะกำหนดเส้นทางการสำรวจ (line transect) 1 เส้น ระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร (แต่ละเส้นสำรวจจะมีระยะสำรวจตลอดเส้นทางทั้งทางด้านซ้ายและขวาประมาณด้านละ 2 เมตร) เพื่อให้สะดวกต่อการสำรวจแมลงป่นไยอาจใช้เส้นเดินศึกษาทำธรรมชาติเป็นทางสำรวจได้ (ภาพที่ 3.3ก) แต่ละเส้นสำรวจจะทำการเดินหาโดยตรงตามแหล่งอาศัยย่อยที่มีโอกาสที่จะเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงป่นไย ซึ่งสังเกตจากแหล่งที่มีมอสส์ ไลเคนส์ เปลือกไม้ และ ใบไม้แห้ง ซึ่งเป็นอาหารของแมลงป่นไยที่อยู่ในบริเวณที่พบ เช่น เปลือกของต้นไม้ (ที่มักมีรอยแตก) รอยแตกตามก้อนหิน และตามเศษซากใบไม้แห้ง ตัวอย่างที่พบจะเก็บด้วยมือ (hand collecting) และอุปกรณ์ช่วยต่างๆ (ภาพที่ 3.3ข) ประกอบด้วย เครื่องดูดแมลงขนาดเล็ก คีมหนีบ พู่กัน สิว และถาด หรือขวด พลาสติก ทำการบันทึกรูปแบบของรัง สีของใยไหม ลักษณะแหล่งอาศัยทางนิเวศ และระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลและตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยมี GPS เป็นเครื่องมือในการบันทึกพิกัด สำหรับแมลงป่นไยที่อยู่ในระยะไข่หรือตัวอ่อนจะนำกลับมาเลี้ยงและติดตามผลต่อไปในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 3.2 พื้นที่ศึกษาโดยทั่วไปในป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ถูกรบกวนโดยมนุษย์ ก) ป่าเต็งรัง ข) ป่าดิบแล้ง ค) ป่าสนเขา ง) ป่าดิบชื้น จ) ป่าเบญจพรรณ ฉ) ป่าดิบเขา ช) สวนมะม่วง ซ) สวนสาธารณะ

ตารางที่ 3.1 พิกัดตำแหน่งและความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ศึกษา

สถานที่เก็บตัวอย่าง		ข้อมูลการสำรวจ	
จังหวัด	อำเภอ	พิกัด (GPS)	สภาพพื้นที่
พิษณุโลก	เมือง	16°49.290'N, 100°15.345'E, 123 m	สวนมะม่วง
	เมือง	16°49.310'N, 100°15.302'E, 109 m	สวนสาธารณะ
	ชาติตระการ	17°30.183'N, 100°67.498'E, 344 m	ป่าดิบแล้ง
	ชาติตระการ	17°70.515'N, 100°95.232'E, 329 m	เบญจพรรณ
	เนินมะปราง	16°34.621'N, 100°38.802'E, 203 m	ป่าดิบแล้ง
	วังทอง	16°87.224'N, 100°83.206'E, 303 m	เต็งรัง
	วังทอง	16°80.069'N, 100°46.379'E, 358 m	เบญจพรรณ
	นครไทย	16°52.466'N, 100°49.672'E, 1,133 m	ป่าดิบเขา
	นครไทย	16°52.464'N, 100°49.665'E, 501 m	เต็งรัง
เพชรบูรณ์	เขาค้อ	17°00.276'N 100°59.672'E, 1153 m	ป่าดิบเขา
	เขาค้อ	16°57.795'N, 100°88.471'E, 586 m	ป่าดิบชื้น
	หล่มสัก	16°46.462'N, 101°14.323'E, 129 m	ป่าดิบแล้ง
อุตรดิตถ์	พิชัย	17°17.085'N, 100°01.209'E, 63 m	สวนสาธารณะ
สุโขทัย	เมือง	17°00.974'N, 099°42.272'E, 87 m	สวนสาธารณะ
	เมือง	17°00.956'N, 099°42.353'E, 91 m	สวนมะม่วง
ตาก	แม่สอด	16°45.838'N 098°54.543'E, 943 m	ป่าดิบเขา
	แม่สอด	16°45.370'N, 098°57.056'E, 518 m	ป่าสนเขา
	เมือง	16°42.475'N 098°34.291'E, 196 m	สวนมะม่วง
	เมือง	16°46.545'N 099°00.456'E, 123 m	สวนสาธารณะ



ภาพที่ 3.3 แสดงการเก็บตัวอย่างแมลงป่นไยในพื้นที่ศึกษา ก) เส้นสำรวจ และ ข) การเก็บตัวอย่างแมลงป่นไยด้วยมือ (hand collecting/picking)



ภาพที่ 3.4 การเลี้ยงและการจัดจำแนกชนิดชนิดแมลงป่นไยในห้องปฏิบัติการ ก) การเลี้ยงในขวดพลาสติกและใช้ผักสลัดเป็นอาหาร ข) การตรวจสอบชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

3.2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างและการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

3.2.3.1 การเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

ทำการเก็บ กลุ่มไย และตัวอ่อนพบในพื้นที่ กลับมาพร้อมกับพืชอาหาร ได้แก่ เปลือกไม้ มอสส์ โลเคนส์ หรือเศษใบไม้แห้ง ไยและตัวอ่อนนำ เลี้ยงในขวด พลาสติก โดยแยกตามพื้นที่ที่ศึกษาและให้อาหารที่มีตามสภาพธรรมชาติ ดังกล่าวข้างต้น หรือ ใช้ใบผักกาด หรือ ผักสลัด มาใช้เป็นอาหารของแมลงป่นไย แทน (ภาพที่ 3.4ก) ทำการเปลี่ยนผักสลัดในทุกๆ 2-3 วัน โดยเก็บเก็บขวดเลี้ยงแมลงป่นไยนั้นจะทำ การเก็บในที่อุณหภูมิที่มีความเย็นและร่มเงามากพอพร้อมกับรักษาให้มีความชื้นอยู่เสมอ ตัวอย่างแมลงป่นไยที่เก็บมาเลี้ยงนั้น จะนำเก็บกลับมา

ให้มากพอเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อเลี้ยงให้ได้เพศผู้เพราะ เพศผู้มีลักษณะที่เฉพาะและสำคัญต่อการวินิจฉัยชนิด

3.2.3.2 การจัดจำแนกชนิดและการจัดคำบรรยายรายละเอียด

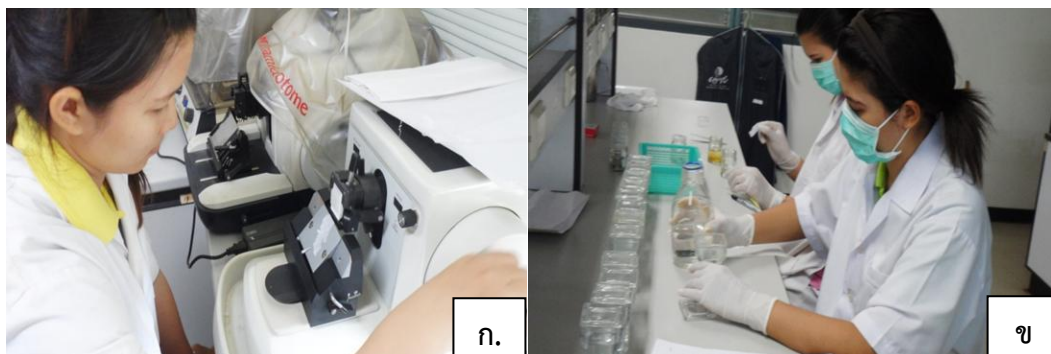
ตรวจสอบชนิดของแมลงบ้นไยภายใต้จุลทรรศน์สเตอริโอ (ภาพที่ 3.4ข) โดยศึกษา ลักษณะสำคัญของแต่ละวงศ์ สกุล และชนิด รวมทั้งทำการวัดสัดส่วนตัวอย่างต่างๆ ที่ใช้จำแนก ได้แก่ อวัยวะเพศผู้ (male genitalia หรือ male terminalia) รูปแบบของปีก (เส้นปีก MA หรือ anterior media มีหรือไม่มีการแตกแขนง) papillae (ตุ่มที่ปรากฏบนปล้องทาร์โซของขาหลัง) รวมทั้งบริเวณสีต่าง ๆ ที่มี ทั้งส่วนหัว ออก และท้อง สำหรับเพศเมีย สามารถใช้ลักษณะลวดลายที่ปรากฏบนหน้าท้องปล้อง (sternite) ที่ 8 และ 9 ในการจัดจำแนกกลุ่มได้ จากนั้น จัดทำคำบรรยายลักษณะโดยละเอียดของแต่ละวงศ์ สกุล และชนิด พร้อมแสดงรูปภาพหรือรูปถ่ายประกอบคำบรรยาย โดยใช้เอกสารในการแยกชนิด ตามลักษณะสัณฐานวิทยา จาก Poolprasert and Edgerly (2011), Poolprasert *et al.* (2011a, b), Poolprasert (2012) และ Ross (2007) เป็นหลัก จากนั้นทำการบรรยายลักษณะ และ ทำบัญชีราย (checklist) ชื่อชนิดของแมลงบ้นไยที่พบในพื้นที่ที่ศึกษา หากตัวอย่างที่สำรวจมีมากพอ จะทำการส่งไปเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์หลักๆ ของประเทศไทย ทั้งการเลี้ยงและการจัดจำแนกแมลงบ้นไย ทำการศึกษา ภาณ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) จังหวัดพิษณุโลก

3.2.3 การศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อวิทยา

เลือกตัวอย่างที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างมาสลับและทำให้ตาย ด้วยวิธีแช่น้ำแข็ง (Wilson *et al.*, 2009) หรือดองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70% ตัดแมลงออกเป็น 3 ส่วน คือ หัว ออกและท้อง แช่ในน้ำยารักษาสภาพเนื้อเยื่อ (fixative)

3.2.3.1 การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อตรวจสอบทางมิถุนวิทยา

นำตัวอย่างแมลงที่เก็บไว้ใน Davidson's fixative เป็นเวลา 36 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อเยื่อมาผ่านกระบวนการเตรียมสไลด์ถาวรตามวิธีมาตรฐานของ paraffin method (Humuson, 1979) ตัด serial cross section หนา 10 μm (ภาพที่ 3.5ก)แล้วย้อมสี hematoxylin & eosin (Humuson, 1979) Masson's trichrome (Sheehan and Hrapchak, 1980) และ Periodic acid Schiffs (PAS) (Troyer, 1980) (ภาพที่ 3.5ข) เพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อดูโครงสร้างของระบบต่างๆ ภายในลำตัวแมลง



ภาพที่ 3.5 การศึกษาโครงสร้างของเนื้อเยื่อวิทยาของแมลงป่นไย ก) กระบวนการตัดเนื้อเยื่อด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อเยื่อ (Rotary microtome) ข) กระบวนการย้อมสี hematoxylin & eosin (H&E) และ periodic-acid Schiff (PAS)

3.2.4 การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล

เปรียบเทียบจำนวนชนิดของแมลงป่นไยในถิ่นอาศัยแต่ละชนิดแต่ละชนิด คำนวณหาค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity indices)

3.2.4.1 ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener's Index (H') ตามวิธีของ Ludwig and Reynolds (1988)

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\ln p_i)$$

เมื่อ H' คือ ความหลากหลายของ Shannon – Wiener's Index

S คือ จำนวนชนิด

p_i คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต ($i = 1, 2, 3, \dots$) ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

3.2.4.2 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) จากสูตร Mulder *et al.* (2004)

$$E = H' / \ln S$$

เมื่อ E คือ ค่าความสม่ำเสมอ

3.2.4.3 ดัชนีความเด่น (Simpson's index: D) ตามวิธีของ Simpson (1949)

$$D = 1 - \sum (p_i^2)$$

เมื่อ p_i คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนตัวอย่างสิ่งมีชีวิต ($i = 1, 2, 3, \dots$) ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

3.2.4.4 ค่าความคล้ายคลึง (Similarity index: S_s) โดยใช้สมการของ Sorensen (Krebs, 1972) นำข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏของแมลงบ้นไยในแต่ละชนิดป่าซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ความคล้ายคลึงกัน } (S_s) = 2a / (2a + b + c)$$

เมื่อ S_s = ความคล้ายคลึงกันของแมลงบ้นไยในแต่ละพื้นที่

a = จำนวนชนิดแมลงบ้นไยที่พบทั้งในพื้นที่ A และ B

b = จำนวนชนิดแมลงบ้นไยที่พบในพื้นที่ B

c = จำนวนชนิดแมลงบ้นไยที่พบในพื้นที่ A

เปรียบเทียบชนิดแมลงบ้นไยที่พบเพื่อนำมาจัดกลุ่มชนิด (Cluster analysis) โดยใช้ดัชนีความคล้ายคลึงของ Sorensen จัดกลุ่มโดยใช้วิธี Sorensen distance (McCune and Mefford, 2006) โดยจากการวิเคราะห์นี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ PC-ORD สำหรับ Windows Version 5.10 (McCune and Mefford, 2006)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ชนิดและการแพร่กระจายของแมลงป่นใยในภาคเหนือตอนล่าง

การศึกษานี้เป็นศึกษา ชนิด การกระจาย ลักษณะและแหล่งอาศัยแมลงป่นใยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยศึกษาตัวอย่างจากภาคสนามในสังคมพืชที่แตกต่างกันและตรวจสอบตัวอย่าง พบแมลงป่นใย 3 วงศ์ 5 สกุล 3 ชนิด และ 2 รูปแบบสัณฐาน วงศ์ Oligotomidae มี 3 ชนิด คือ *Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta* และ *Oligotoma saundersii* วงศ์ Ptilocerembiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Ptilocerembia* sp.1 และวงศ์ Teratembidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Oligembia* sp.1 โดยลักษณะสัณฐานวิทยาของแมลงป่นใยแต่ละชนิดในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างเป็นดังนี้

บัญชีรายชื่อแมลงป่นใยในภาคเหนือตอนล่าง

อันดับ Embioptera Shipley, 1904

วงศ์ Ptilocerembiidae Miller and Edgerly, 2012

Genus ***Ptilocerembia*** Friederichs, 1923

Ptilocerembia sp.1

วงศ์ Oligotomidae Enderlein, 1909

Genus ***Aposthonia*** Krauss, 1911

Aposthonia borneensis (Hagen, 1885)

Genus ***Eosembia*** Ross, 2007

Eosembia auripecta Ross, 2007

Genus ***Oligotoma*** Westwood, 1837

Oligotoma saundersii (Westwood, 1837)

วงศ์ Teratembidae Krauss, 1911

Genus ***Oligembia*** Westwood, 1837

Oligembia sp.1

วงศ์ Oligotomidae Enderlein, 1909

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีหรือไม่มีปีก ขนาดลำตัวยาวประมาณ 5-20 มิลลิเมตร ปีกมีเส้น MA (anterior media) ไม่แตกแขนง (unforked) ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่มลักษณะคล้ายถุง papilla (-ae) 1-2 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มี MF (medial flap) ที่แยกออกจาก 10R (right hemitergite of tenth segment) ด้านซ้ายของแพนหางปล้องแรก (LC₁; basal segment of left cercus) มีลักษณะโป่งขยายใหญ่ (lobed) หรือตรง (unlobed) ไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 5-22 มิลลิเมตร ไม่มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

สกุล *Aposthonia* Krauss, 1911

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 5-12 มิลลิเมตร ปลายหนวดสีขาว เส้น MA (anterior media) ที่ปีกไม่แตกแขนง (unforked) ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มีความกว้างของ 10L (left hemitergite of tenth segment) เท่าๆกับ ด้าน 10R (right hemitergite of tenth segment) ด้านซ้ายของแพนหางปล้องแรก (LC₁) มีลักษณะเรียว (slender) และโป่งขยายใหญ่ (expanded) ไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 8-15 มิลลิเมตร ไม่มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

Aposthonia borneensis (Hagen, 1885)

(ภาพที่ 4.1ก-4.1ค, 4.2ก-4.2ข)

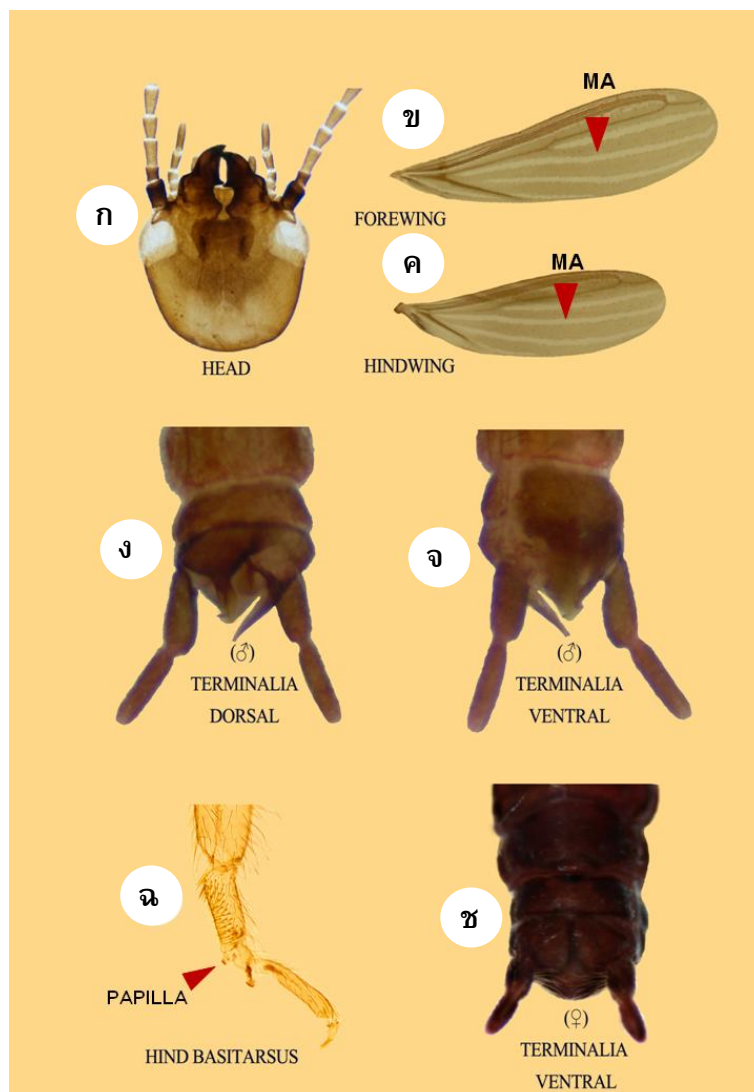
ลักษณะโดยทั่วไป: ตัวเต็มวัยเพศผู้ ขนาดยาว ประมาณ 6-8 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลเข้มตลอดตัวและมีสีส้มจางที่ด้านท้ายของส่วนหัว หนวดเรียวยาวแบบเส้นด้าย แต่มีความยาวไม่เกินครึ่งของความยาวลำตัว มี 19 ปล้อง ปีกสีน้ำตาล มีเส้น MA ไม่แตกแขนง ขาคู่หลังที่ทาร์ไซปล้องแรกทางด้านล่างมี papilla 1 ปุ่ม แพนหางทางด้านซ้ายของเพศผู้ไม่ลดรูปแต่จะลักษณะแตกต่างจากด้านขวา โดยปล้อง LC₁ มีการขยายออกเล็กน้อยไม่มีหนามและปลายของส่วน LCB (left cercus basipodite) มีลักษณะเป็นตะขอ (hook) ที่เรียกว่า LPPT (left paraprot) โดยโค้งงอไปทางด้านซ้าย แผ่นปิดด้าน ล่างของส่วนท้องปล้องสุดท้าย (H: hypandrium) มีแขนงยื่นยาวเลยปลายส่วนท้องออกมาอย่างชัดเจน

เพศเมียมีความยาวลำตัวประมาณ 9-10 มิลลิเมตร หนวดสั้นกว่าเพศผู้มี 16 ปล้อง มีน้ำตาตลอดตัวยกเว้นส่วนนอกจะมีสีส้มจางและบริเวณข้อต่อที่ปล้องขาแต่ละปล้องเป็นเหลืองสีจาง แพนหาง (cerci) ทั้ง 2 ข้างสมมาตรกัน (symmetry)

ชีววิทยา: ในการสำรวจพบ *Apostonia borneensis* อาศัยสร้างรังอุโมงค์เส้นใยอยู่ตามเปลือกไม้ของต้นไม้ที่ให้ร่มเงาในบริเวณพื้นที่สาธารณะ ไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น



ภาพที่ 4.1 แมลงปั่นใย *Apostonia borneensis* (ก) เพศผู้ (ข) เพศเมีย (ค) รังเส้นใย



ภาพที่ 4.2 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้ (ก-ฉ) และเพศเมีย (ช) ของ *Aposthonia borneensis*

สกุล *Eosembia* Ross, 2007

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้อาจมีหรือไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 12-18 มิลลิเมตร ปลายหนวดสีขาว เส้น MA (anterior media) ที่ปีกไม่แตกแขนง (unforked) ปล้องทarsi (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papillae 2 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มีความกว้างของ 10L (left hemitergite of tenth segment) เท่าๆ กับ ด้าน 10R (right hemitergite of tenth segment) ด้านซ้ายของแผ่นหางปล้องแรก (LC_1) มีลักษณะเรียว (slender) และโป่งขยายใหญ่ (expanded) ไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) 10LP (left tergal process of tenth segment)

มีลักษณะเป็นเหมือนไม้พาย (spatulate) เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 13-20 มิลลิเมตร ไม่มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ นอกจากปลายหนวดเป็นสีขาวและส่วนนอกมีสีส้มแดงถึงเหลือง

***Eosembia auripecta* (Ross, 2007)**

(ภาพที่ 4.3ก-4.3ค, 4.4ก-4.4ข)

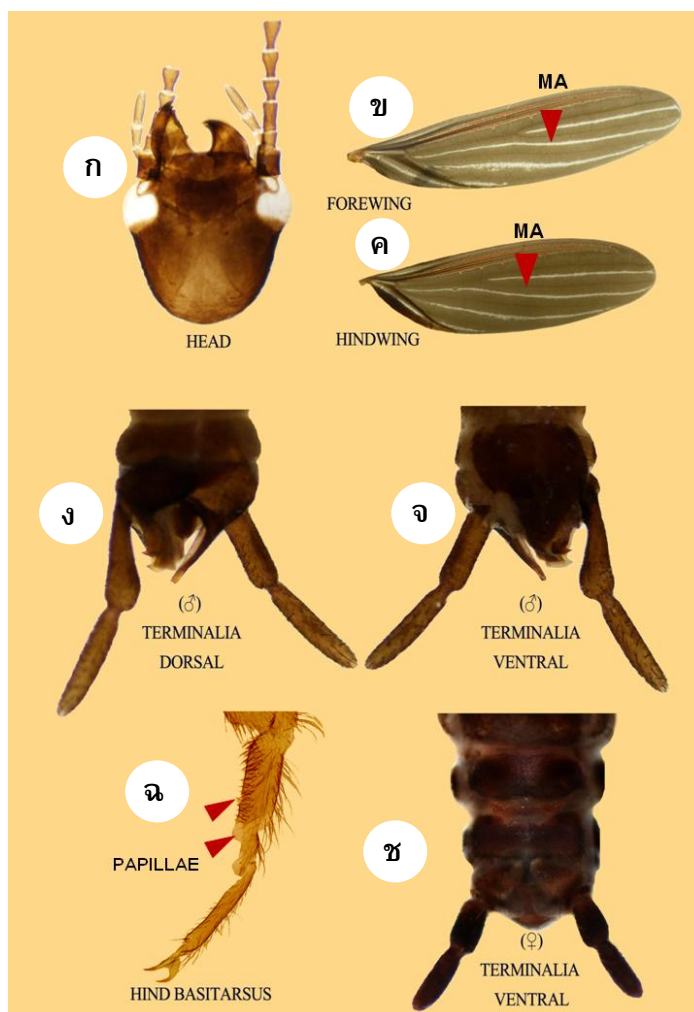
ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 13-15 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลดำแต่จางกว่าเพศเมียเล็กน้อย ส่วนบ ริเวณอกปล้องแรก มีส้มเหลือง และส่วนโคนของขาคู่หน้ามีสีส้มเข้ม หนวดยาวเรียวใกล้เคียงกับความยาวของลำตัวเป็นแบบเส้นด้าย ซึ่งในแต่ละปล้องส่วนตรงกลางโป่งออกเล็กน้อย มี 28 ปล้องโดยที่ โดยปลายหนวดทั้ง 3 ปล้อง (ปล้องที่ 26-28) มีสีขา ส่วนหน้าของหัวมีลักษณะค่อนข้างแบนเส้น MA (anterior media) ที่ปีกไม่แตกแขนง (unforked) ปีกมีสีน้ำตาลดำ ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papillae 2 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) ขนาดของ 10L พอๆ กับทาง 10R ส่วนที่ยื่นออกจาก 10LP (left tergal process of tenth segment) มีลักษณะเป็นเหมือนไม้พาย (spatulate) โดยที่ปลาย 10LP จะยื่นออกและลักษณะทู่ แพนหางด้านซ้ายไม่ลดรูปแต่มีลักษณะแตกต่างจากทางด้านขวา โดยที่ปล้องแรกของแพนหางด้านซ้าย (LC₁) มีลักษณะเรียว (slender) และโป่งขยายใหญ่ (expanded) ไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) ส่วนของ LPPT (left paraprocess) จะเป็นตะขอที่ปลายโค้งไปทางด้านซ้าย แผ่นปิดด้านล่างของส่วนท้องปล้องสุดท้าย (H; hypandrium) มีแขนงยื่นยาวเลยปลายส่วนท้องออกมาอย่างชัดเจน โดยมีส่วนของ HP (hypandrium process) ยาว

เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 15-20 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลดำ ยกเว้นบริเวณอกปล้องแรกและส่วนโคนของขาคู่หน้าซึ่งมีสีส้มเข้ม หนวดยาวเรียวแต่สั้นกว่าเพศผู้ เป็นแบบเส้นด้าย มี 28 ปล้อง ปล้องที่อยู่ทางด้านปลายของหนวดประมาณ 3-5 ปล้องสุดท้าย (ปล้องที่ 24-28) มีสีขา แพนหาง (cerci) ทั้ง 2 ข้างสมมาตรกัน (symmetry)



ภาพที่ 4.3 แมลงป่นใย *Eosembia auripecta* (ก) เพศผู้ (ข) เพศเมีย (ค) รังเส้นใย

ชีววิทยา: พบ *Eosembia auripecta* ได้ทั้งในป่าธรรมชาติ เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และพื้นที่มนุษย์ปรับเปลี่ยน เช่น สวนสาธารณะ การสร้างรังจะทำรังอุโมงค์เส้นใยติดกับเปลือกไม้ และมีห้องจุดรวมของอุโมงค์ อยู่บริเวณใดบริเวณหนึ่งของรัง เป็นห้องโถงหรือห้องใหญ่ (gallery) จัดว่าเป็นศูนย์กลางของรัง บริเวณนี้จะเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงป่นใยตัวแม่ที่เฝ้าดูแลไข่และเลี้ยงดูตัวอ่อน ซึ่งรังอุโมงค์เส้นใยจะมีสีขาวเห็นได้ชัด ค บางครั้งอาจจะทำรังแผ่ขยายออกไปได้ไกล พบว่า มีการวางไข่ของ แมลงป่นใยเพศเมียในช่วง ต้นเดือนตุลาคมของช่วงการเก็บสำรวจ ซึ่งกำลังจะเข้าฤดูหนาวและเริ่มฝักออกเป็นตัวอ่อนในช่วง ปลายเดือนตุลาคม และพัฒนาไปเป็นวัยต่างระยะๆ จนเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยในช่วงฤดูร้อน ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน โดยเดือนเมษายนจะพบตัวเต็มวัยมากที่สุด



ภาพที่ 4.4 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้ (ก-ฉ) และเพศเมีย (ข) ของ *Eosembia auripecta*

สกุล *Oligotoma* Westwood, 1837

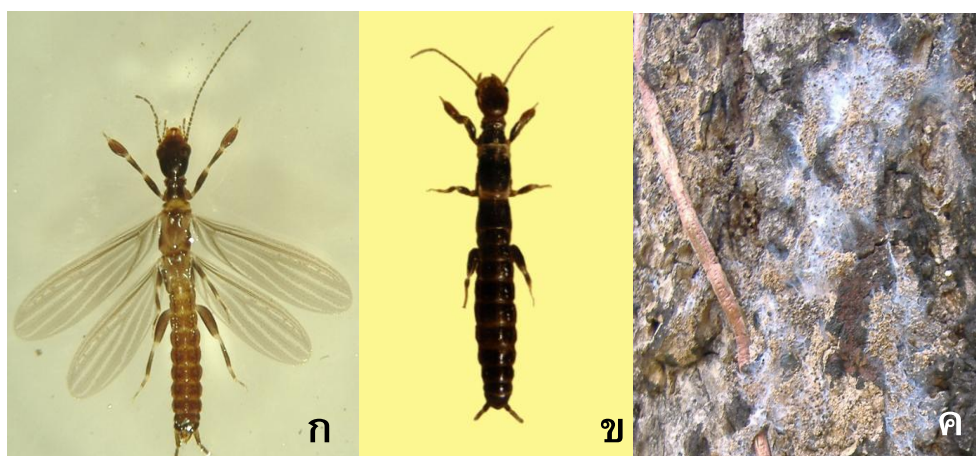
ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร ปลายหนวดสีขาว เส้น MA (anterior media) ที่ปีกไม่แตกแขนง (unforked) ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มีความกว้างของ 10L (left hemitergite of tenth segment) เท่าๆกับ ด้าน 10R (right hemitergite of tenth segment) ด้านซ้ายของแพนหางปล้องแรก (LC_1) มีลักษณะเป็นแบบทรงกระบอก (cylindrical) หรือกึ่งทรงกระบอก (subcylindrical) ถึงรูปทรงคล้ายกระบอง (clavate) บางครั้งมีลักษณะโป่งขยายใหญ่ออก (lobed) ไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) มีแผ่นแข็ง LCB (left cercus basipodite) ปิดระหว่าง LC_1 และ 10L เพศเมียไม่มีปีก ปีก ลำตัวยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร ไม่มีลักษณะสำคัญที่เด่นชัด

***Oligotoma saundersii* (Westwood, 1837)**

(ภาพที่ 4.5ก-4.5ค, 4.6ก-4.6ข)

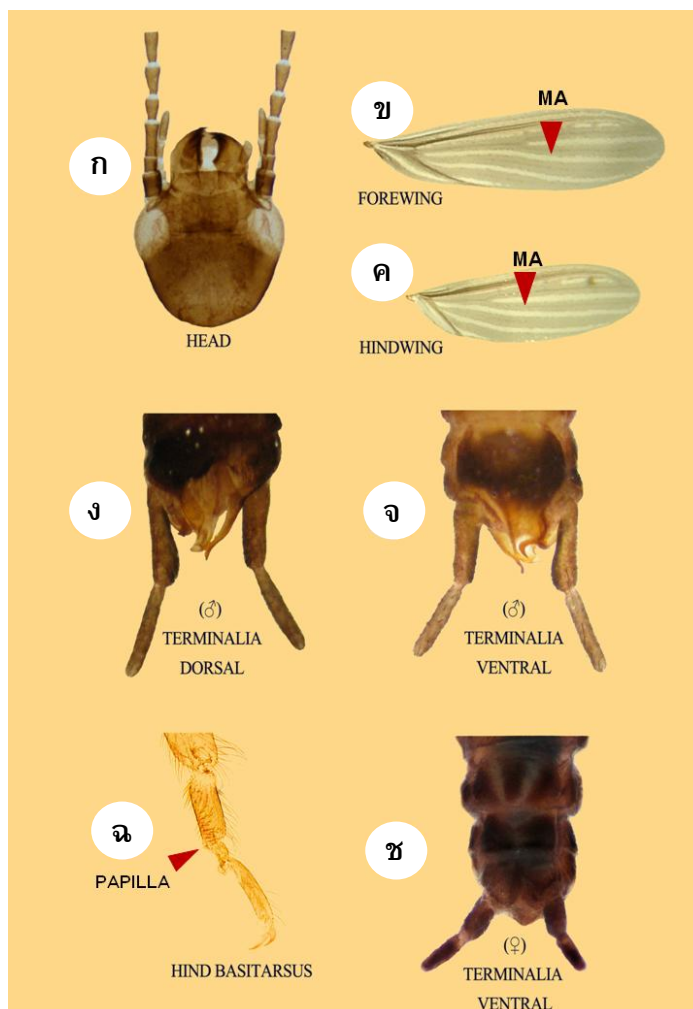
ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 6.5 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลอมเทา ส่วนหัวมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนบริเวณอกปล้องแรก มีน้ำตาลแดง หนวดยาวเรียวไม่เกินครึ่งของความยาวลำตัว เป็นแบบเส้นด้าย มี 23-25 ปล้อง เส้น MA (anterior media) ที่ปีกไม่แตกแขนง (unforked) ปีกมีสีน้ำตาลอ่อน ปล้อง ทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) ขนาดของ 10L เท่ากันๆ กับทาง ด้าน 10R ส่วนที่ยื่นออกจาก 10L (10LP; left tergal process of tenth segment) มีลักษณะเป็นแผ่นยาว ที่มีขอบทั้งขอบด้านซ้ายและขวาเสมอกัน แพนหางด้านซ้ายไม่ลดรูปแต่มีลักษณะแตกต่างจากทางด้านขวา โดยที่ปล้องแรกของแพนหางด้านซ้าย (LC₁) มีลักษณะเป็นแบบทรงกระบอก (cylindrical) ไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) ส่วนท้องปล้องสุดท้าย (H: hypandrium) มีแขนงยื่นยาวเลยปลายส่วนท้องออกมาอย่างชัดเจน โดยส่วนที่ขยายจาก H (HP; hypandrium process) จะสอบลงพร้อมกับส่วนปลายที่โค้งเป็นรูปตัวซี (C shape) ปิดท้าย

เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 6.5-7 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลดำตลอดลำตัว หนวดสั้นแบบเส้นด้าย 20 ปล้อง แผ่นปิดท้องปล้องที่ 8 (T8, 8th sternite) มีลายเส้นสีจางๆ แบ่งออก ทำให้มีลักษณะคล้ายกับรูปตัววี (V shape) ท้องปล้องที่ 9 (T9, 9th sternite) มีลักษณะเป็นเหมือนหัวลูกศรพุ่งจากขอบบน T9 ลงไป แพนหาง (cerci) ทั้ง 2 ข้างสมมาตรกัน (symmetry)



ภาพที่ 4.5 แมลงปันใย *Oligotoma saundersii* (ก) เพศผู้ (ข) เพศเมีย (ค) รังเส้นใย

ชีววิทยา: พบ *Oligotoma saundersii* ได้เฉพาะพื้นที่รบกวนโดยมนุษย์ เช่น สวนสาธารณะ โดยการมีสร้างรังขนาดเล็กๆ ตามรอยแตกของเปลือกไม้ รังส่วนมากจะมีการปกคลุมด้วยมูลหรือเศษอาหารที่มาแมลงบ้นไยเคี้ยว ทำสังเกตเห็นได้ค่อนข้างยาก ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่ เช่น กุหลาบ ขี้เหล็ก มะขาม และยูคาลิปตัส เป็นต้น



ภาพที่ 4.6 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้ (ก-ฉ) และเพศเมีย (ช) ของ *Oligotoma saundersii*

วงศ์ Ptilocerembiidae Miller and Edgerly, 2102

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ขนาดลำตัวยาว เฉลี่ยประมาณ 18 มิลลิเมตร หนวดยาวและมีขนแตกตามปล้องหนวด จนดูเหมือนเป็นพู่ขนนก (plumose) ปีกมีเส้น MA (anterior media) แตกแขนง (forked) ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่มลักษณะคล้าย

ถุง papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มีแถบ MS (medial sclerite of somite 10) ซึ่งเป็นแผ่นกลางอยู่ระหว่าง 10L และ 10R (left and right hemitergites of tenth segment) ทำให้ 10L แยกออกจาก 10R อย่างชัดเจน และปลายมุมล่างซ้ายส่วนของ 10R จะมีลักษณะของตะขอยื่นออกมา (MF; medial flap) แพนหางด้านซ้ายลดรูป โดยที่ปล้องที่สองของ แพนหางด้านซ้าย (LC₂) เชื่อมรวมกับ ปล้องแรก (LC₁) และส่วนระหว่าง 2 บริเวณ LC₁ จะ ขยายใหญ่ (lobed) และมีตุ่มหนาม (echinulated) ปรากฏอยู่ เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาว เฉลี่ย ประมาณ 20 มิลลิเมตร ไม่มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ ยกเว้นมีสีส้มและลวดลายที่หลากหลายบน ลำตัวซึ่งขึ้นอยู่กับชนิด

สกุล *Ptilocerembia* Friederichs, 1923

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 18-22 มิลลิเมตร ปลายหนวดสีขาว เส้น MA (anterior media) ที่ปีกแตกแขนง (forked) ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) 10L (left hemitergite of tenth segment) มีขนาดเล็กกว่า 10R (right hemitergite of tenth segment) ด้านซ้ายของ แพนหางปล้องที่สอง (LC₂) มีการลดรูปและเชื่อมติดกับ LC₁ และโป่งขยายใหญ่ (expanded) พร้อมมีตุ่มหนาม (echinulated) และเส้นขน (setae) ปรากฏ เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาว ประมาณ 20-23 มิลลิเมตร มีของลวดลายบนแผ่นหลังส่วนท้องและรูปแบบของแผ่นปิดท้อง ด้านล่างในแต่ละชนิดที่หลากหลาย

Ptilocerembia sp.1

(ภาพที่ 4.7ก-4.7ค, 4.8ก-4.8ข)

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 17 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีม่วงเข้มแกมดำ ส่วนหัวมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนบ ริเวณอกปล้องแรก มีน้ำตาลแดง หนวดยาวเรียว เท่ากับของความยาวลำตัวหรือเกินลำตัว เป็นแบบเส้นด้าย มี 30 ปล้อง (ปล้องที่ 27-30) มีสีขาว แต่ในแต่ละปล้องของหนวดจะมีเส้นขนยาวโดยรอบของแต่ละปล้องยื่นออกมามากมายคล้ายกับพู่ขนนก ส่วนหัวแบนกว่าในเพศเมีย เส้น MA (anterior media) ที่ปีกแตกแขนง (forked) และมีเส้นขวาง ปีก (cross vein) สีขาวที่เห็นได้ชัด ปีกมีสีดำ มันทง มีการสะท้อนแสงแวววาวโดยเฉพาะเมื่อถูก แสง ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม โดยมีเส้นขน (hair) วางเรียงอยู่มากมาย อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มี 10L บ่อมสั้น ขณะที่ 10R เป็นแผ่นยาวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วที่ปลาย 10R ด้านมุมซ้ายล่างจะมีลักษณะตะขอยื่นออกไป

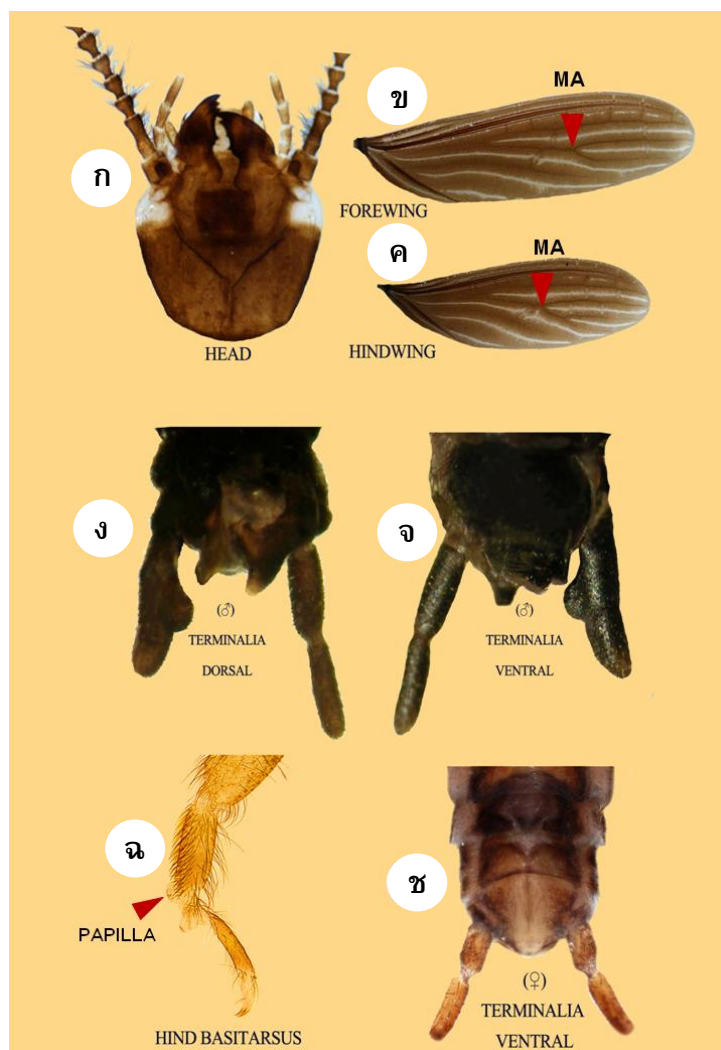
ที่เรียกว่า MF ส่วนปลายของ 10L (10LP) จะเรียวและกลมมนตรงด้านปลายและโค้งไปทางด้านซ้าย เช่นเดียวกับมีส่วนของ LPPT เป็นตะขอขนาดใหญ่และโค้งงอไปทางซ้าย แพนทางด้านซ้ายของปล้องที่รวมกัน (LC_1+LC_2) จะมีลักษณะคล้ายกรวย (conical shape) มีตุ่มหนาม (echinulated) พร้อมเส้นขนมากมาย ส่วนท้องปล้องสุดท้าย (H; hypandrium) มีแขนงยื่นยาวเลยปลายส่วนท้องออกมาอย่างชัดเจน โดยส่วนที่ขยายจาก H (HP; hypandrium process) ค่อนข้างสั้น

เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 18 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลเข้มแกมเหลือง หนวดสั้นแบบเส้นด้าย 26 ปล้อง ปลายหนวด 5 ปล้อง (ปล้องที่ 21-26) มีสีขาว ไม่มีเส้นขนที่ยาวคล้ายขนนกเหมือนในเพศผู้ ขามีสีด้ายกเว้นส่วนระหว่างข้อปล้องขาแต่ละขามีสีเหลืองอ่อนถึงขาว มีลายสีขาวครีมตลอดด้านข้างลำตัวทั้ง 2 ข้าง ส่วนแผ่นปิดด้านหลังส่วนท้อง (tergite) จะมีแถบสีขาวเปลี่ยนเหมือนรูปสามเหลี่ยมยาวตั้งแต่ปล้องที่ 4-6 และแผ่นปิดส่วนท้องด้านล่างปล้องที่ 8 (T8, 8th sternite) มีรอยแบ่งเป็นออกเป็นลักษณะ คล้ายรูปกรวย และ ท้องปล้องที่ 9 (T9, 9th sternite) มีลักษณะเป็นร่องสามเหลี่ยมเว้าลงไป แพนหาง (cerci) ทั้ง 2 ข้างสมมาตรกัน (symmetry)

ชีววิทยา: พบ *Ptilocerembia* sp.1 ได้เฉพาะพื้นที่ป่าธรรมชาติ เช่น ป่าสน และป่าดิบเขา โดยการมีสร้างรังที่มีเส้นใยที่ค่อนข้างเหนียวและมักชอบนำมูลหรือเศษอาหารที่ได้จากการเคี้ยวมาปกคลุมรังอุโมงค์เส้นใย



ภาพที่ 4.7 แมลงป่านใย *Ptilocerembia* sp.1 (ก) เพศผู้ (ข) เพศเมีย (ค) รังเส้นใย



ภาพที่ 4.8 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้ (ก-จ) และเพศเมีย (ข) ของ *Ptilocerembia* sp.1

วงศ์ Teratembiiidae Krauss, 1911

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ขนาดลำตัวยาวเฉลี่ยประมาณ 5 มิลลิเมตร ความยาวของหนวดสั้นกว่าความยาวของลำตัว ปีกมีเส้น MA (anterior media) แตกแขนง (forked) ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่มลักษณะคล้ายถุง papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มีแถบ MS (medial sclerite of somite 10) ซึ่งเป็นแผ่นกลางเชื่อมอยู่ระหว่าง 10L และ 10R (left and right hemitergites of tenth segment) ส่วนของ EP (Epiproct; somite 11) และส่วนที่ยื่นออกจาก 10R (10RP; right tergal process of tenth segment) แยกออกจาก 10R อย่างเห็นได้ชัด แพนทางด้านซ้ายไม่มีการลดรูปแต่มีลักษณะที่

แตกต่างจากแพนหางทางด้านขวา โดยด้านซ้ายของแพนหางปล้องแรก (LC1; basal segment of left cercus) มีลักษณะตรงไม่ขยายออก (unlobed) ไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) มีแผ่นปิด LCB (left cercus basipodite) ระหว่างฐานของ LC1 และ 10L ซึ่งปลายของส่วน LCB มีลักษณะเป็นตะขอ (hook) ที่เรียกว่า LPPT (left paraproct) โดยโค้งงอไปทางด้านซ้าย แผ่นปิดด้านล่างของส่วนท้องปล้องสุดท้าย (H: hypandrium) มีแขนงยื่นยาวแต่คลุมส่วนท้องได้ไม่หมด เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 6.5 มิลลิเมตร ไม่มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

สกุล *Oligembia*

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ปีกมีเส้น MA แยกแขนง (forked) ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง มีปุ่มลักษณะคล้ายถุง papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มีแถบ MS เชื่อมอยู่ระหว่าง 10L และ 10R (hemitergites) พื้นที่ของ 10L โดยส่วนมากมีขนาดใหญ่กว่า 10R ส่วนของ EP และ 10RP จะแยกออกจาก 10R อย่างเห็นได้ชัด แพนหางด้านซ้าย ปล้องแรก (LC1) มีลักษณะตรงเป็นทรงกระบอก ไม่ขยายออก ไม่มีตุ่มหนาม มีแผ่นปิด LCB และ LPPT ที่คล้ายเส้นโค้งไปทางด้านซ้าย แผ่นปิดด้านล่างของส่วนท้องปล้องสุดท้าย (H) มีแขนงยื่นยาวแต่คลุมส่วนท้องได้ไม่หมด โดยมีส่วนเยื่อบางๆ (membrane) แผ่ขยายไปทั่ว เพศเมียไม่มีปีก ไม่มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

Oligembia sp.1

(ภาพที่ 4.9ก-4.9ค, 4.10ก-4.10ข)

ลักษณะโดยทั่วไป: เพศผู้มีปีก ขนาดลำตัวยาวเฉลี่ยประมาณ 5 มิลลิเมตร ลำตัวสีน้ำตาลแต่ส่วนหัวมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ หนวดค่อนเป็นแบบเส้นด้ายค่อนข้างสั้นและมีความยาวที่ไม่ถึงกลางความยาวลำตัว มีปล้องหนวด 16 ปล้อง สีน้ำตาลทั้งหนวด เส้น MA (anterior media) ที่ปีกแตกแขนง (forked) ปีกมีน้ำตาลอ่อนปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ภายนอก (terminalia) มี 10L ที่ใหญ่ ขณะที่ 10R มีขนาดเล็กมาก มีส่วนของ MS เป็นตัวเชื่อมระหว่าง 10L และ 10R ในส่วนปลายของ 10L (10LP; left tergal process of tenth segment) จะเรียวเล็กตรงคล้ายนิ้วมือและปลาย 10LP จะมีลักษณะเหมือนตะขอสองแฉก มีแผ่น LCB ที่เชื่อมติดกับ 10L และฐานของ LC₁ โดยที่ปลาย LCB (LPPT) จะเป็นลักษณะตัวขอที่โค้งงอไปทางด้านซ้าย ส่วนของ EP และส่วรทางยื่นของ 10R (10RP; ; right tergal process of tenth segment) จะแยกออกจาก 10R อย่างเห็นได้ชัด โดยมีส่วนของเยื่อบางๆ เป็นบริเวณกว้าง ทำให้เห็นเป็นรอยแยกกันอย่างชัดเจน แพนหางทางด้านซ้าย

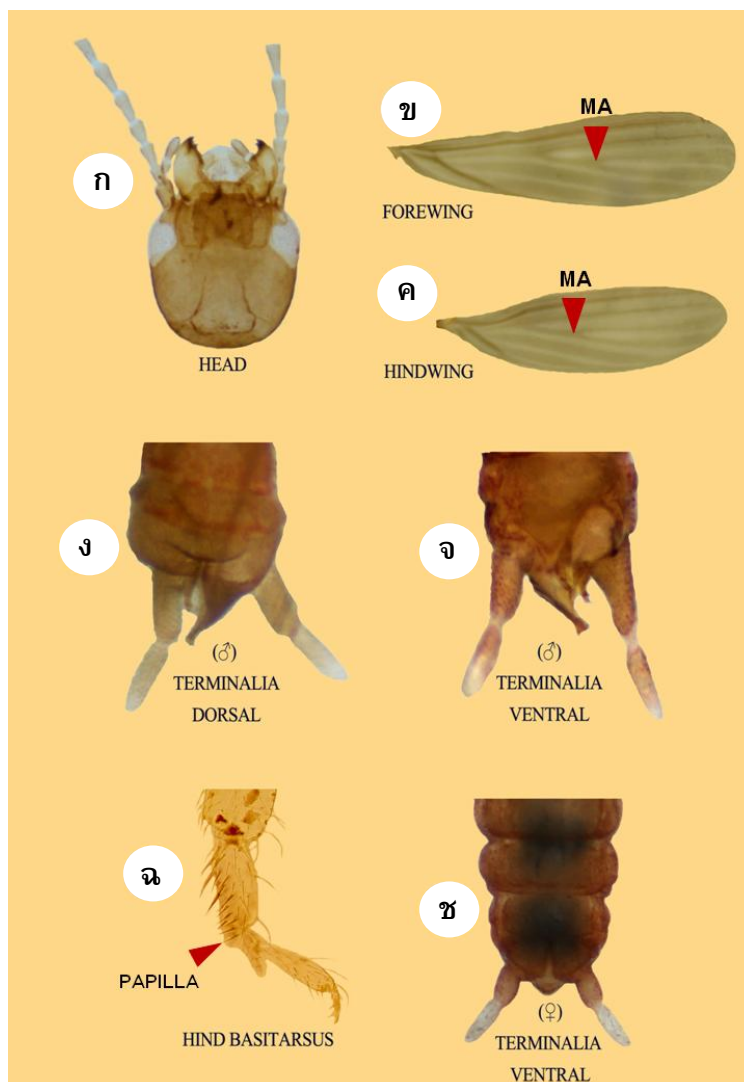
ปล้องแรก (LC_1) มีลักษณะตรงเป็นทรงกระบอกยกเว้นที่ส่วนบน (ฐาน) จะกว้างกว่าไม่มีตุ่มหนาม (echinulated) ซึ่งถ้าสังเกตโดยรวมจะทำให้ดูเหมือนว่า LC_1 และ RC_1 (right cercus) มีความสมมาตรกัน ส่วนท้องปล้องสุดท้าย (H) มีแขนงยื่นเพื่อปิดส่วนท้องแต่ส่วนที่ยื่นขยายต่อจาก H (HP; hypandrium process) ค่อนข้างสั้นทำให้คลุมส่วนท้องได้ไม่หมด

เพศเมียไม่มีปีก ลำตัวยาวประมาณ 6.5 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงตลอดลำตัว หนวดมี 14 ปล้อง มีน้ำตาล ขาสีน้ำตาลแดงเหมือนลำตัว แพนหาง (cerci) ทั้ง 2 ข้างสมมาตรกัน (symmetry)

ชีววิทยา: *Oligembia* sp.1 พบได้เพียงในป่าธรรมชาติในระดับความสูงตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไป โดยเฉพาะป่าดิบเขา ซึ่งพบค่อนข้างพบเห็นได้ยาก เนื่องจากลำตัวและรังอุโมงค์เส้นใยมีขนาดเล็กมาก อยู่ตามซอกเปลือกไม้ มักจะทำรังอยู่ใกล้ๆ กับไลเคนส์ มีการอำพรางรังโดยใช้มูลและอาหารที่เคี้ยวแล้วปกคลุมรังเอาไว้ทำให้สังเกตเห็นได้ยาก



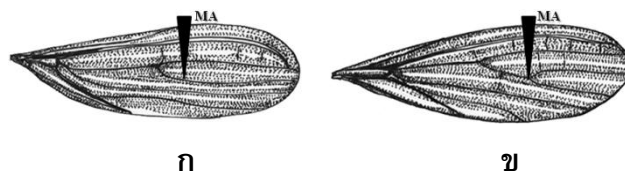
ภาพที่ 4.9 แมลงป่านใย *Oligembia* sp.1 (ก) เพศผู้ (ข) เพศเมีย (ค) รังเส้นใย



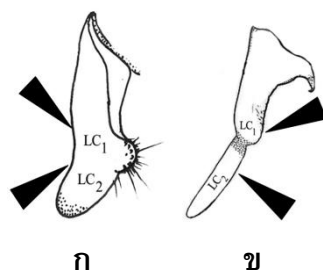
ภาพที่ 4.10 ลักษณะที่สำคัญในเพศผู้ (ก-ฉ) และเพศเมีย (ช) ของ *Oligembia* sp.1

รูปวิธานจำแนกแมลงบ้นไยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

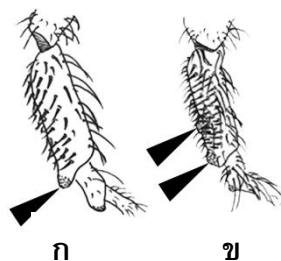
- 1 ปีกมีเส้น MA (anterior media) แตกแขนง (ภาพที่ 4.11ก)..... 2
- ปีกมีเส้น MA (anterior media) ไม่แตกแขนง (ภาพที่ 4.11ข)..... 3
- 2 แพนหางด้านซ้ายปล้องที่ 1 (LC₁: first segment of left cercus) รวมกับปล้องที่ 2 (LC₂: second segment of left cercus) (ภาพที่ 4.12ก) โดยมีลักษณะคล้ายกรวย (conical shape) มีตุ่มหนาม (echinulated) พร้อมเส้นขนมากมาย ปล้องทาร์ไซ (tarsi) ที่ขาคู่หลัง (hind basitarsi) มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม (ภาพที่ 4.13ก) *Ptilocerembia* sp.1
- แพนหางทางด้านซ้ายปล้องที่ 1 (LC₁) ไม่ถูกรวมกับปล้องที่ 2 (LC₂) (ภาพที่ 4.12ข) โดยมีลักษณะตรงเป็นทรงกระบอก ยกเว้นที่ส่วนบน (ฐาน) จะกว้างกว่าไม่มีตุ่มหนาม ปล้องทาร์ไซที่ขาคู่หลัง มีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม (ภาพที่ 4.13ก) *Oligembia* sp.1
- 3 ขาคู่หลังมีปุ่ม papilla 2 ปุ่ม (ภาพที่ 4.13ข) ปล้องแรกของแพนหางด้านซ้าย (LC₁) มีลักษณะเรียวและโป่งขยายใหญ่ ไม่มีตุ่มหนาม ส่วนของ 10LP (left tergal process of tenth segment) ที่ยื่นออกมีลักษณะเป็นเหมือนไม้พาย (spatulate) (ภาพที่ 4.14ก).....
..... *Eosembia auripecta*
- ขาคู่หลังมีปุ่ม papilla 1 ปุ่ม 4
- 4 แพนหางทางด้านซ้ายปล้องที่ 1 (LC₁) มีการขยายออกเล็กน้อยไม่มีตุ่มหนามและปลายของ 10LP เรียวแหลม และมีลักษณะเป็นตะขอ (hook) ที่เรียกว่า LPPT (left paraproct) ที่โค้งงอไปทางด้านซ้าย (ภาพที่ 4.14ข) *Aposthonia borneensis*
- แพนหางทางด้านซ้ายปล้องที่ 1 (LC₁) มีลักษณะเป็นแบบทรงกระบอก (cylindrical) ไม่มีตุ่มหนาม ส่วนปล้องท้องสุดท้ายที่ขยายจาก Hypandrium (H) (HP: hypandrium process) จะสอบลงพร้อมกับส่วนปลายที่โค้งเป็นรูปตัวซี (C shape) ปิดท้าย (ภาพที่ 4.14ค).....
..... *Oligotoma saundersii*



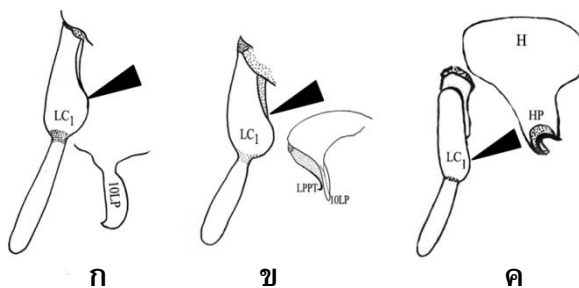
ภาพที่ 4.11 แสดงรูปแบบของปีก ก) เส้น MA ไม่แตกแขนง และ ข) เส้น MA แตกแขนง



ภาพที่ 4.12 แสดงลักษณะของแพนหางด้านซ้าย ก) ปล้องที่ 1 (LC_1) ที่รวมกับปล้องที่ 2 (LC_2) และปล้องที่ 1 (LC_1) ไม่ถูกรวมกับปล้องที่ 2 (LC_2)



ภาพที่ 4.13 แสดงจำนวนปุ่ม papilla ของปล้องท้ายไซที่ขาหลัง ก) 1 ปุ่ม และ ข) 2 ปุ่ม



ภาพที่ 4.14 แสดงลักษณะของแพนหางด้านซ้ายปล้องที่ 1 (LC_1) และลักษณะอื่นๆ ก) LC_1 และ 10LP ข) LC_1 , LPPT และ 10LP และ ค) LC_1 , H และ HP

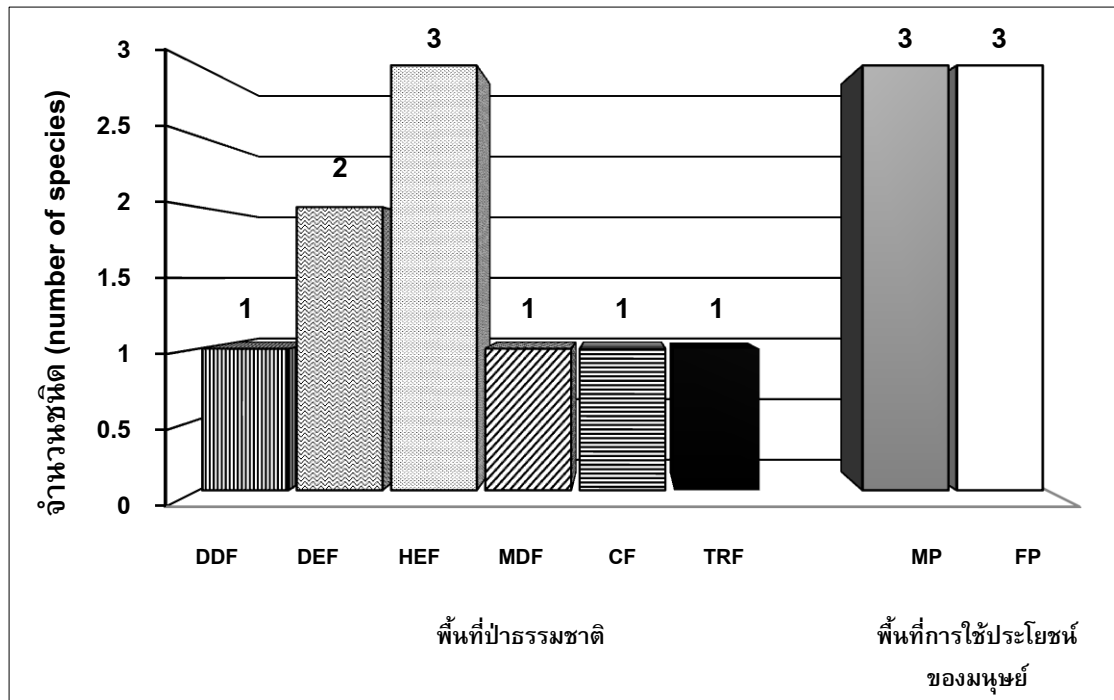
เมื่อวิเคราะห์ถึงความหลากหลายของแมลงบ้นไยแต่ละชนิดที่พบในแต่ละถิ่นอาศัย พบว่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon – Wiener's Index: H') ของแมลงบ้นไยมีค่าต่ำสุดตั้งแต่ 0 ถึงค่าสูงสุด เท่ากับ 1.10 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness: E) มีค่าเท่ากับ 0 และ 1 นอกจากนี้ ดัชนีความเด่น (Simpson's index: D) มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 0.67 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความหลากหลายของแมลงบ้นไยของแต่ละระยะ ถิ่นอาศัย (DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง, HEF = ป่าดิบเขา, MDF = ป่าเบญจพรรณ, CF = ป่าสนเขา, TRF = ป่าดิบชื้น, MP = สวนมะม่วง และ FP = สวนป่า)

ถิ่นอาศัย	จำนวน (ตัว)	จำนวนชนิด (S)	H'	E	D
DDF	23	1	0.00	0	0.00
DEF	32	2	0.69	1	0.50
HEF	15	3	1.10	1	0.67
MDF	11	1	0.00	0	0.00
CF	16	1	0.00	0	0.00
TRF	8	1	0.00	0	0.00
MP	34	3	1.10	1	0.67
FP	25	3	1.10	1	0.67

หมายเหตุ H' = ดัชนีความหลากหลาย (Shannon – Wiener's Index: H'), E = ดัชนีความสม่ำเสมอ = $H' / \ln(S)$ และ D = ดัชนีความเด่น (Simpson's index: D)

จำนวนชนิดที่พบต่อถิ่นอาศัยของแมลงบ้นไยในพื้นที่ป่าธรรมชาติ พบว่า ป่าดิบเขา (HEF) มีจำนวนชนิดของแมลงบ้นไยที่ พบได้ถึง 3 ชนิด รองลงมา คือ ป่าดิบแล้ง (DEF) ซึ่งสามารถพบแมลงบ้นไยได้ 2 ชนิด สำหรับป่าเต็งรัง (DDF) ป่าเบญจพรรณ (MDF) ป่าสนเขา (CF) และป่าดิบชื้น (TRF) สามารถพบแมลงบ้นไยได้เพียงพื้นที่ละ 1 ชนิดเท่านั้น ส่วนในพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์จากมนุษย์ทั้งสองพื้นที่ คือ สวนมะม่วง (MP) และสวนป่า (FP) สามารถพบแมลงบ้นไยได้ถึงพื้นที่ละ 3 ชนิด ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1-4.2 และ ภาพที่ 4.15)



หมายเหตุ DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง, HEF = ป่าดิบเขา, MDF = ป่าเบญจพรรณ, CF = ป่าสน
เขา, TRF = ป่าดิบชื้น, MP = สวนมะม่วง และ FP = สวนป่า

ภาพที่ 4.15 แสดงจำนวนชนิดของแมลงบ้นไยที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์
ของมนุษย์จากพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

ตารางที่ 4.2 การกระจายของแมลงบ้นไยพื้นที่ที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์
จากพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

ชนิด	ถิ่นอาศัย								ความสูงจาก ระดับน้ำทะเล เฉลี่ย (เมตร)
	DDF	DEF	HEF	MDF	CF	TRF	MP	FP	
วงศ์ Ptilocerembiidae									
Ptilocerembia sp.1		+	+		+				50-600
วงศ์ Oligotomidae									
Aposthonia borneensis							+	+	50-200
Eosembia auripecta	+	+	+	+		+	+	+	50-800
Oligotoma saundersii							+	+	50-200
วงศ์ Teratembiidae									
Oligembia sp.1			+						800-1,250

หมายเหตุ DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง, HEF = ป่าดิบเขา, MDF = ป่าเบญจพรรณ, CF = ป่าสน
เขา, TRF = ป่าดิบชื้น, MP = สวนมะม่วง และ FP = สวนป่า

ผลการศึกษาการแพร่กระจาย โดยลักษณะการกระจายของแมลงป่นไยจะพิจารณาจาก ชนิดป่าและระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (ตารางที่ 4.2) สามารถแบ่งแมลงป่นไยนี้ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 แมลงป่นไยที่กระจายได้หลายสังคมพืช ทั้งในป่าธรรมชาติ และ พื้นที่ชุมชน มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลไม่เกิน 800 เมตร ได้แก่ *Eosembia auripecta* (วงศ์ Oligotomidae)

กลุ่มที่ 2 แมลงป่นไยที่พบในสังคมพืชแบบเดี่ยว มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ *Aposthonia borneensis* และ *Oligotoma saundersii* (วงศ์ Oligotomidae) พบในพื้นที่ชุมชน และ *Ptilocerembia* sp. 1 (วงศ์ Ptilocerembiidae) พบเฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติ

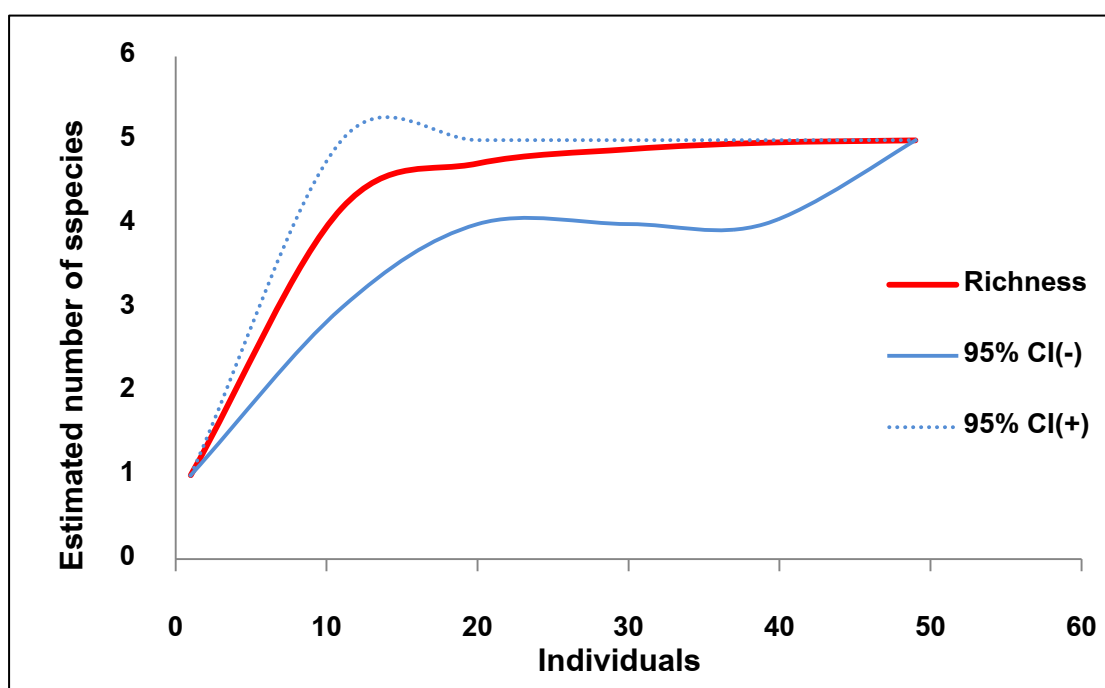
กลุ่มที่ 3 มีเพียงชนิดเดียวที่พบเฉพาะในป่าดิบเขาที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางสูงกว่า 800 เมตรขึ้นไป ได้แก่ *Oligembia* sp.1 (วงศ์ Teratembidae)

สำหรับแหล่งอาศัยย่อย (Microhabitat) ที่มีการสำรวจพบจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ไลเคนส์ เปลือกไม้ (ที่แตกเป็นร่อง) ใบไม้แห้ง บนหินหรือใต้หิน จอมปลวก รากกล้วยไม้ ขอนไม้ และ ใต้ดิน ซึ่งแมลงป่นไยแต่ละชนิดที่สำรวจพบมีการทำ รังอาศัยในแหล่งอาศัยย่อยที่แตกต่างกันไป จากการศึกษานี้ พบว่า แมลงป่นชนิด *Eosembia auripecta* สามารถพบได้ในหลายๆ แหล่งอาศัย ยกเว้น รากกล้วยไม้ และใต้ดิน ขณะที่ *Aposthonia borneensis* และ *Oligotoma saundersii* สามารถพบได้ทั้งในรอยแตกของเปลือกไม้และรากกล้วยไม้ *Oligembia* sp.1 พบได้ทั้งที่มีไลเคนส์และ รอยแตกของเปลือกไม้ ขณะที่ *Ptilocerembia* sp.1 พบได้จากไลเคนส์และใต้ดิน (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 แหล่งอาศัยย่อยของแมลงป่นไยที่พบในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

ชนิด	ไลเคนส์	เปลือกไม้	ใบไม้แห้ง	บน/ใต้หิน	จอมปลวก	รากกล้วยไม้	ขอนไม้	ดิน
<i>Aposthonia borneensis</i>	-	√	-	-	-	√	-	-
<i>Eosembia auripecta</i>	√	√	√	√	√	-	√	-
<i>Oligembia</i> sp.1	√	√	-	-	-	-	-	-
<i>Oligotoma saundersii</i>	-	√	-	-	-	√	-	-
<i>Ptilocerembia</i> sp.1	√	-	-	-	-	-	-	√

การสำรวจความหลากหลายของแมลงป่นในในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างสิ้นสุดลงโดยพบแมลงป่นเพียง 5 ชนิด ด้วยกัน แต่เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดและจำนวนตัวของแมลงป่น พบว่า กราฟสะสมชนิดของแมลงป่น (Species accumulation curve) มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงแรกแต่จะกราฟจะมีลักษณะคงที่เมื่อการสำรวจเสร็จสิ้น (ภาพที่ 4.16)



ภาพที่ 4.16 กราฟสะสมชนิด (Species accumulation curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดและจำนวนตัว

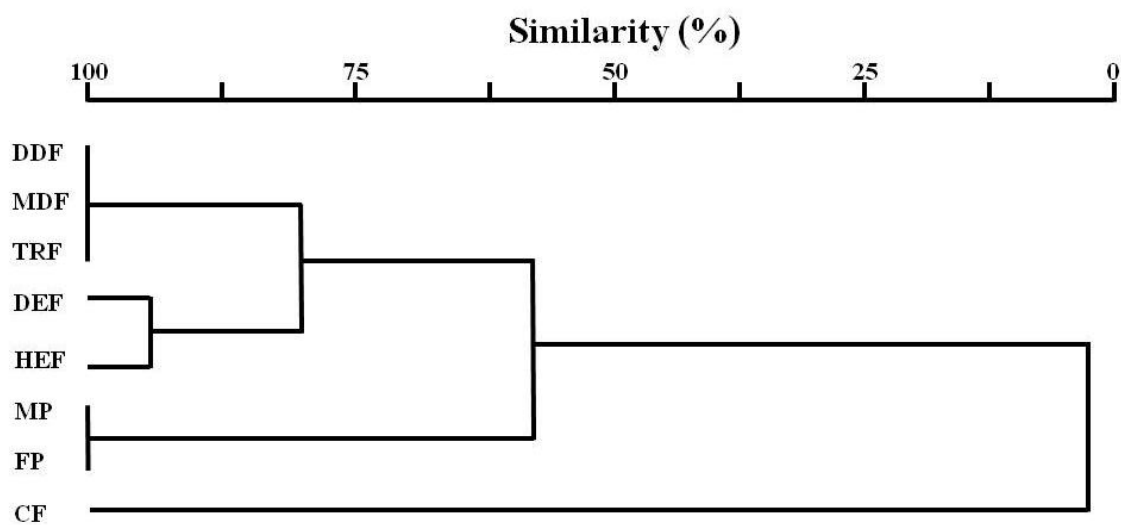
เมื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึง (Similarity index: S_s) ของชนิดแมลงป่นที่พบแล้ว นำมาจัดกลุ่มชนิด (Cluster analysis) โดยใช้ดัชนีความคล้ายคลึงของ Sorensen พบว่า ค่าความคล้ายคลึงของแมลงป่นที่พบระหว่างพื้นที่ต่างๆ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 0.50 หรือ คิดเป็น 0 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่า ค่าความคล้ายคลึงสูงสุด ของป่าธรรมชาติ นั้น (0.50) มาจากระหว่าง 1) ป่าเต็งรัง (DDF) กับป่าเบญจพรรณ (MDF) 2) ป่าเต็งรัง (DDF) กับ ป่าดิบชื้น (TRF) และ 3) ป่าเบญจพรรณ (MDF) กับ ป่าดิบชื้น (TRF) ตามลำดับ ส่วนความคล้ายคลึงระหว่างสวนมะม่วง และสวนป่าจากพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์นั้นมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.50 (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ความคล้ายคลึงของชนิดแมลงป่นโยที่พบในแต่ละถิ่นอาศัย จากทั้งป่าธรรมชาติ และพื้นที่การใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ตัวเลขด้านบนขวา แสดงค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index: S_s) ตัวเลขด้านล่างซ้าย แสดงจำนวนชนิดแมลงป่นโยที่พบทั้งสองพื้นที่

	DDF	DEF	HEF	MDF	CP	TRF	MP	FP
DDF	---	0.40	0.33	0.50	0.00	0.50	0.33	0.33
DEF	1	---	0.44	0.40	0.40	0.40	0.29	0.29
HEF	1	2	---	0.33	0.33	0.33	0.25	0.25
MDF	1	1	1	---	0.00	0.50	0.33	0.33
CP	0	1	1	0	---	0.00	0.00	0.00
TRF	1	1	1	1	0	---	0.33	0.33
MP	1	1	1	1	0	1	---	0.50
FP	1	1	1	1	0	1	3	---

หมายเหตุ DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง, HEF = ป่าดิบเขา, MDF = ป่าเบญจพรรณ, CP = ป่าสนเขา, TRF = ป่าดิบชื้น, MP = สวนมะม่วง และ FP = สวนป่า

เมื่อนำค่าความคล้ายคลึง ชนิดแมลงป่นโยที่พบมาจัดกลุ่มชนิด (Cluster analysis) โดยใช้ดัชนีความคล้ายคลึงของ Sorensen จัดกลุ่มโดยใช้วิธี Sorensen distance พบว่า ความคล้ายคลึงทางชนิดในป่าธรรมชาตินั้น ป่า เต็งรัง (DDF) กับป่าเบญจพรรณ (MDF) และ ป่าดิบชื้น (TRF) มีความคล้ายคลึงทางชนิดสูงสุด ขณะที่สวนมะม่วง (MP) และสวนป่า (FP) จากพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ก็ให้มีความคล้ายคลึงมากที่สุดเช่นกัน (ภาพที่ 4.17)

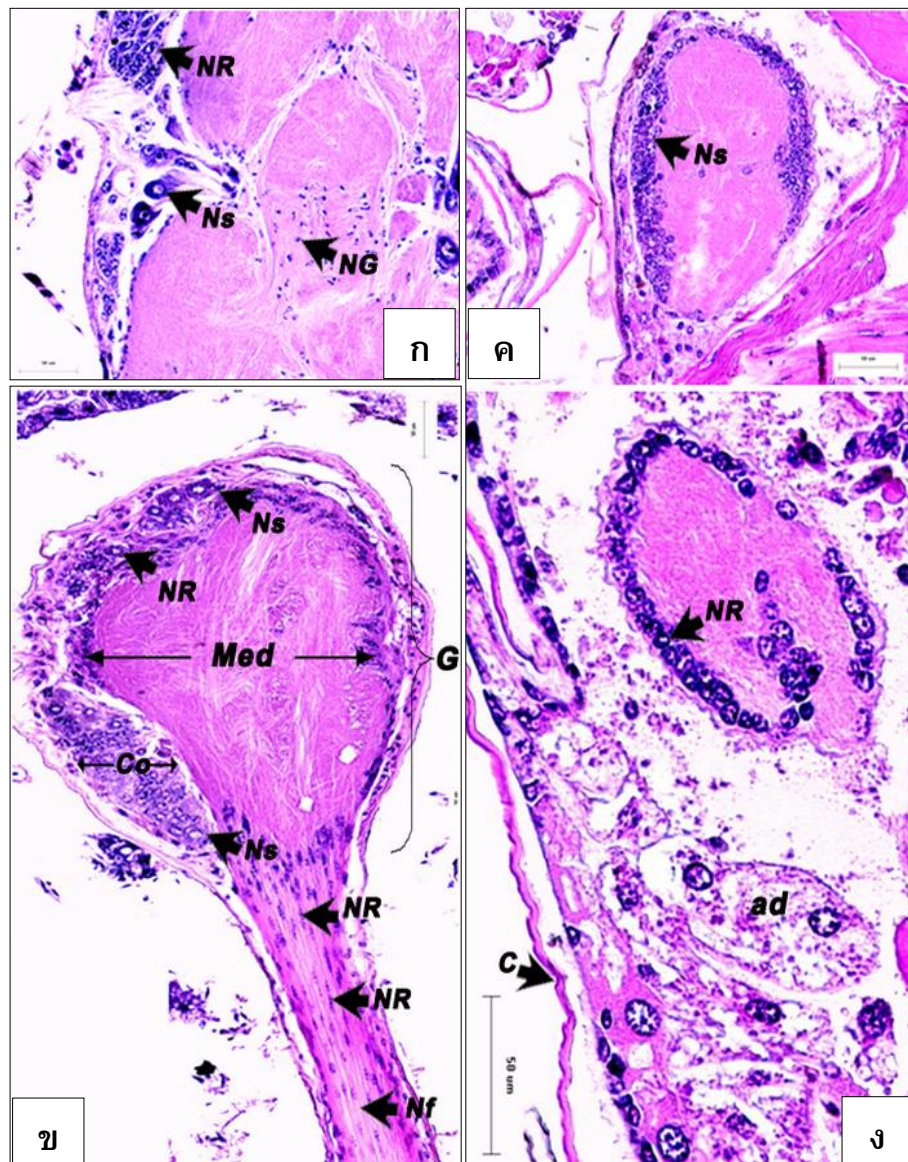


หมายเหตุ DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง, HEF = ป่าดิบเขา, MDF = ป่าเบญจพรรณ,
CF = ป่าสนเขา, TRF = ป่าดิบชื้น, MP = สวนมะม่วง และ FP = สวนป่า

ภาพที่ 4.17 การจัดกลุ่มถิ่นอาศัยของแมลงป่นใยพื้นที่โดยใช้จำนวนชนิดที่พบ

4.2 จุลกายวิภาคและมิยชเคมีของแมลงปั้งในภาคเหนือตอนล่าง

จากการนำตัวอย่างแมลงปั้งไปมาศึกษาด้วยจุลกายวิภาค (Histological technique) ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) ปรากฏผลดังนี้



ภาพที่ 4.18 โครงสร้างและจุลกายพยาธิของปมประสาท ก) ปมประสาทส่วนสมอง (brain) ข) ปมประสาทส่วนอก (prothoracic ganglia) ค-ง) ปมประสาทส่วนท้อง (abdominal ganglia) (ad = adipose tissue; C = cuticle; Co = outer cortex; G = Ganglia; Med = inner medulla; nf = nerve fibers; NG = neuroglia; NR = neuron; NS = neurosecretory cell)

4.2.1 ระบบห่อหุ้มร่างกาย (integumentary system) ประกอบด้วยชั้นของ cuticle ที่ปกคลุมโครงสร้างภายนอกตัวแมลงบ้นไยทั้งหมด (ภาพที่ 4.18ง, 4.19ค-4.19ง)

4.2.2 ระบบประสาท (nervous system) ประกอบด้วยปมประสาท (ganglia) ที่มีขนาดแตกต่างกันไป จะสังเกตเริ่มเห็นตั้งแต่บริเวณส่วนหัวและกระจายขนานไปกับลำตัว ปมประสาทของแมลงบ้นไยประกอบด้วย brain (ปมประสาทที่มีขนาดใหญ่ที่สุด), prothoracic, mesothoracic, methathoracic และ abdominal ganglia ที่แยกออกเป็น 7 ปมประสาทย่อยจากการศึกษาด้วยเทคนิคทางด้านจุลกายวิภาคพบว่าทุกปมประสาทพบว่ามีลักษณะคล้ายกันทั้งด้านโครงสร้างจุลกายวิภาค (histological characteristics) และองค์ประกอบของเซลล์ (composition of their cell types)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าโครงสร้างของแต่ละปมประสาทสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ปมประสาทส่วนใน (inner medulla) ที่ประกอบด้วยเส้นในประสาท (nerve fibers) และ นิวโรเกลีย (neuroglia) และ 2) ปมประสาทส่วนนอก (outer cortex) ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิดที่แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ neurosecretory cell (NS cells), neuron (NR) และ neuroglia (NG) โดยแต่ละเซลล์มีรายละเอียดดังนี้ (ภาพที่ 18ก-18ง)

NS cells (neurosecretory cells) เป็นเซลล์ขนาดใหญ่ที่สุด (~20 μm) นิวเคลียสรูปร่างกลม ติดสีชมพูจาง ภายในบรรจุนิวคลีโอลัสหนึ่งอัน ไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินเข้มที่บรรจุ secretory granules อย่างชัดเจน

NG cells (neuroglia) เป็นเซลล์ขนาดเล็กกว่า NS cells และ NR cells นิวเคลียสกลมติดสีชมพูจาง ภายในบรรจุนิวคลีโอลัสขนาดเล็ก หลายอัน ไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินอ่อน

NR cells (neuron cells) เป็นเซลล์ขนาดเล็กที่สุด ประกอบด้วยนิวเคลียสกลมล้อมรอบด้วยไซโตพลาสซึมสีน้ำเงินจาง

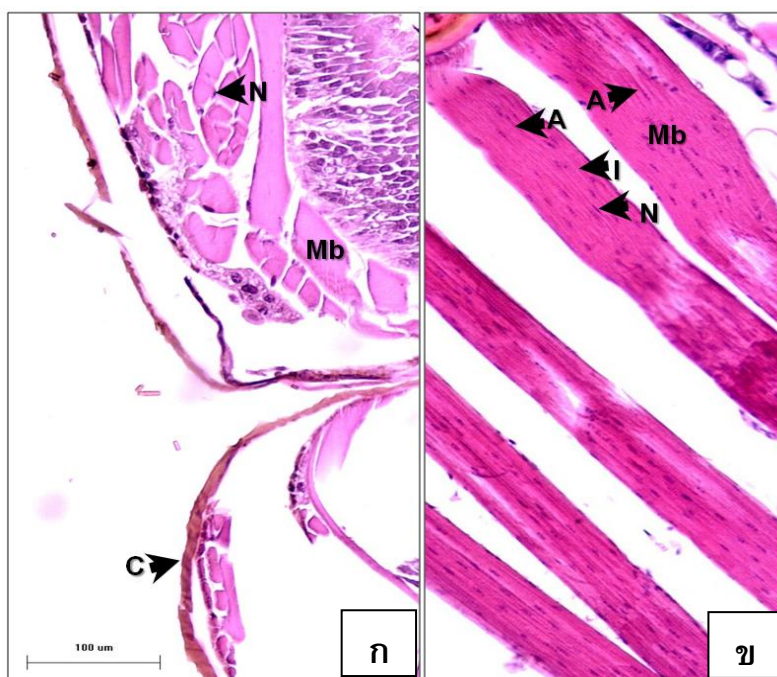
4.2.3 ระบบกล้ามเนื้อ (muscular system)

ระบบกล้ามเนื้อจะประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 2 ชนิด คือ กล้ามเนื้อลาย (skeleton muscle) และกล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อชนิดนี้ที่พบส่วนใหญ่ภายในลำตัวของแมลงบ้นไย ซึ่งเมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะประกอบด้วย myofilament มากมายและรวมกันกลายเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fibers) และเมื่อเส้นใยกล้ามเนื้อรวมกันก็จะกลายเป็นกล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ (muscle bundle) เมื่อตัดกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal sections) กล้ามเนื้อลายจะสังเกต myofibrils จำนวนมาก แต่ละ myofibrils ประกอบด้วย myofilament จำนวนมาก แต่ละ myofilament จะเห็นการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบของ myofilament จะ

ปรากฏเป็นแถบๆ โดยแถบที่เป็นสีเข้ม คือ A-band ซึ่งเป็นส่วนของ myosin filament และแถบสีจางคือ I-band เป็นส่วนของ actin filament ทำให้เห็นเป็นลาย (striated) เมื่อตัดกล้ามเนื้อตามขวาง (cross sections) จะเห็นเส้นใยกล้ามเนื้ออยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ ส่วนของนิวเคลียสเห็นเป็นรูปกลมอยู่บริเวณริม (ภาพที่ 4.19ก-4.19ข)

กล้ามเนื้อเรียบเป็นกล้ามเนื้อชนิดที่พบได้น้อยมากและแยก จากกล้ามเนื้อลายค่อนข้างยาก ส่วนใหญ่กล้ามเนื้อชนิดนี้จะพบตามผนังของอวัยวะภายในที่เป็นระบบท่อ เช่น พบกล้ามเนื้อเรียบได้ที่ผนังทางเดินอาหาร ที่ประกอบด้วย เซลล์รูปกระสวยยาวๆมาเรียงต่อเป็นแถบของเส้นใยกล้ามเนื้อ มีนิวเคลียสรูปยาวติดสีน้ำเงิน



ภาพที่ 4.19 โครงสร้างและจุลกายพยาศิของ กล้ามเนื้อบริเวณลำตัว **ก)** แสดงเส้นใยกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (Mb) และมีนิวเคลียส (N) รูปรียาวอยู่ที่ขอบ **ข)** แสดงนิวเคลียส (N) รูปรียาวอยู่ที่ขอบ และเห็นแถบที่บวมของ A –band (A) และแถบใสของ I – band (I)

4.2.4 ระบบไหลเวียนเลือด (circulatory system) จะประกอบด้วย heart, pericardial sinus, vicsersal sinus, perineutral sinus, dorsal vessel และ haemolymph จากการศึกษาครั้งนี้พบเพียงแค่เส้นเลือด (dorsal vessel) และเซลล์เม็ดเลือด (haemolymph) เท่านั้น จึงจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม พบว่าเส้นเลือดประกอบด้วยชั้น epithelial cells เรียงตัวชั้นเดียว และถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบางๆ (ภาพที่ 19ข) ในขณะที่เซลล์เม็ดเลือด พบ

กระจายได้ทั่วไปภายในช่องว่างระหว่างลำตัว มีขนาดประมาณ 2-3 μm ลักษณะนิวเคลียสใหญ่ เกือบเต็มเซลล์ ติดสีน้ำเงินและไซโตพลาสซึมน้อยติดสีน้ำเงินจางๆ (ภาพที่ 4.20ค)

4.2.5 ระบบขับถ่าย (excretory system)

อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบขับถ่ายคือ mulphigian tubules ซึ่งเชื่อมต่อยู่ระหว่างทางเดินอาหารส่วนกลางและท่าย ลักษณะโครงสร้างกายวิภาค พบว่าท่อนี้ส่วนฐานจะโป่ง หรือเรียกว่า ampulla ซึ่งมีลักษณะเป็นกระเปาะ แต่ละกระเปาะประกอบด้วย mulphigian tubules 3 เส้น และเมื่อศึกษาด้านจุลกายวิภาคพบว่า ท่อนี้บริเวณเซลล์บุผิวจะเป็นเซลล์รูปลูกบาศก์ชั้นเดียว (simple cuboidal epithelium) วางอยู่บน peritoneal membrane (ภาพที่ 4.20ข, 4.21)

4.2.6 ระบบทางเดินอาหาร (digestive system)

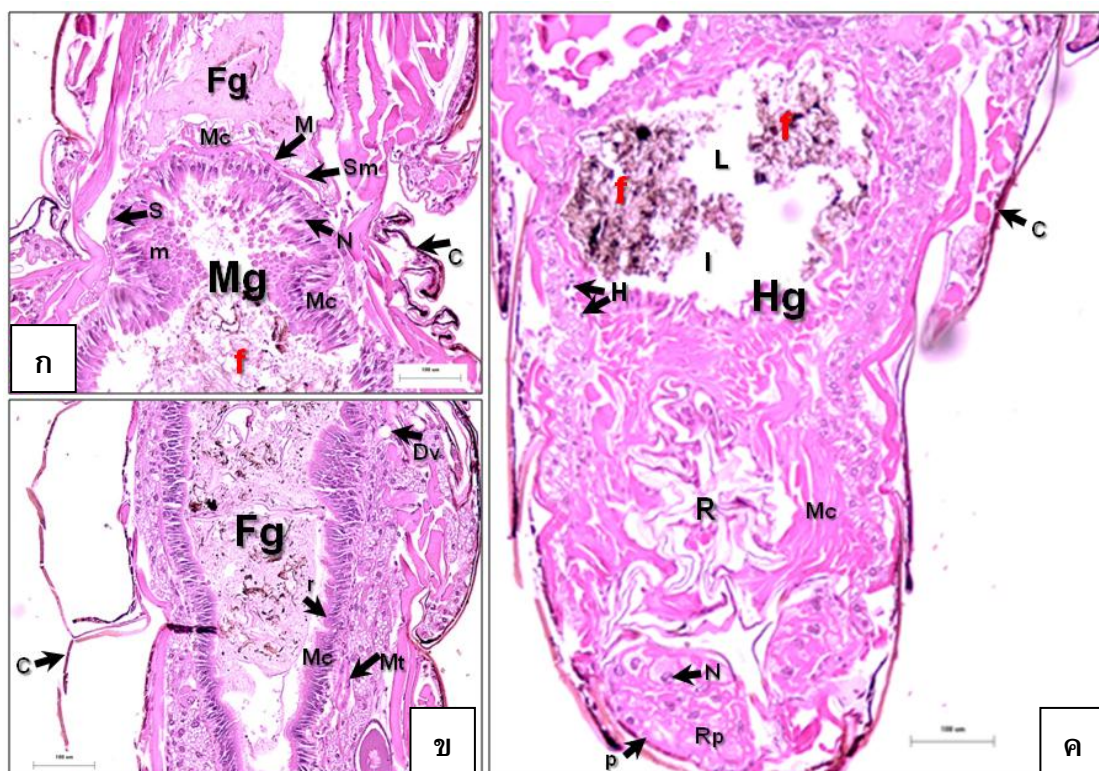
ทางเดินอาหาร (digestive tract) เริ่มแบ่งจากส่วนที่ต่อกับคอหอย โดยแบ่งออกเป็น ทางเดินอาหารส่วนต้น (for gut) ส่วนกลาง (mid gut) และ ส่วนท้าย (hind gut) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทางเดินอาหารส่วนต้น ทางเดินอาหารส่วนนี้จะเริ่มตั้งแต่ ช่องปาก ค อหอย หลอดอาหาร (esophagus) และ proventriculus ที่มีโครงสร้างชั้น mucosa ยื่นยาวเข้าไปใน lumen (enteron lumen) มากและแตกแขนงเพียงเล็กน้อย เซลล์เยื่อบุจัดเป็นแบบ simple squamous epithelium ถัดลงไปเป็นชั้น submucosa ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นชั้นบางๆ ถัดจากนั้นเป็นชั้น muscularis ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ เรียงตัวตามยาว แต่จะเห็นได้ค่อนข้างยาก ชั้นนอกสุดคือ serosa ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเรียงเป็นชั้นบางๆ (ภาพที่ 13A)

ทางเดินอาหารส่วนกลาง มีองค์ประกอบของชั้นต่างๆเหมือนกับทางเดินอาหารส่วนต้น ยกเว้น ชั้น mucosa ยื่นยาวเข้าไปใน lumen มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทางเดินอาหารส่วนอื่นๆ และเซลล์เยื่อบุจัดเป็นแบบ simple columnar epithelium ที่มีนิวเคลียสรูปรีอยู่ก่อนไปทางด้านฐานติดสีชมพูอ่อนและไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินเข้ม บริเวณปลายของเซลล์แต่ละเซลล์จะมีการสร้างสารในกลุ่มโปรตีนที่เรียกว่า rhabdiorium เนื่องจากติดสี eosin (ภาพที่ 4.20ก-4.20ข)

ทางเดินอาหารส่วนท้าย ทางเดินอาหารส่วนนี้มีการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ pylorus, ilem และ rectum โดยที่ pylorus และ ilem มีโครงสร้างที่คล้ายกันคือ ชั้น mucosa ยื่นยาวเข้าไปใน lumen เล็กน้อย มากกว่าทางเดินอาหารส่วนต้น แต่น้อยกว่าทางเดินอาหารส่วนกลาง และแตกแขนงเพียงเล็กน้อย เซลล์เยื่อบุจัดเป็นแบบ simple squamous epithelium ถัดลงไปเป็นชั้น submucosa ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเห็นเป็นเพียงชั้นบางๆ ถัดจากนั้น

เป็นชั้น muscularis ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบที่สังเกตเห็นอย่างชัดเจน ชั้นนอกสุดคือ serosa ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเรียงเป็นชั้นบางๆ ในขณะที่ rectum จะโครงสร้างที่คล้ายกันเช่นกัน เพียงแต่ชั้น mucosa จะยื่นเข้าไปใน lumen มากมาย นอกจากนี้ยังพบ 5-6 rectal papillae ซึ่งมีลักษณะการเรียงตัวของเซลล์หลายชั้นที่รูปร่างไม่แน่นอน บริเวณผิวจะถูกปกคลุมด้วย cuticle และวางอยู่บนชั้นของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเรียบ (ภาพที่ 4.20ค)



ภาพที่ 4.20 โครงสร้างและจุลกายพยาธิ บริเวณทางเดินอาหาร **A)** ทางเดินอาหารส่วนต้นและส่วนกลาง (ตามยาว) **B)** ทางเดินอาหารส่วนต้น (ตามขวาง) **D)** ทางเดินอาหารส่วนท้าย (ตามยาว) (C = cuticle; Dv = dorsal vessel; f = food; Fg = foregut; H = haemolymph; Hg = hind gut; I = illum; L = lumen; M = muscularis; Mc = mucosa; Mg = mid gut; Mt = mulphigian tubule; P = peritoneal membrane; R = rectum; r = rhabdiorium; Rp = rectal papillae)

4.2.7 ระบบสืบพันธุ์ (reproductive system)

อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของแมลงบันไยพบอยู่ในช่องท้องบริเวณท้ายของลำตัว โดยแนบติดอยู่กับทางเดินอาหารส่วนกลางและท้าย (ภาพที่ 4.20)

1) ลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ของเพศเมีย

แมลงบันไยเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ 2 ข้าง แต่ละข้างจะถูกยึดกับช่องท้องโดย mesentery แต่ละรังไข่จะมี 5 ovariole แต่ละ ovariole จะบรรจุไปด้วยเซลล์ไข่ระยะต่างๆ บริเวณส่วนปลายของ ovariole จะรวมกันจนกลายเป็น lateral oviduct ก่อนเปิดร่วมกันเป็นท่อนำไข่ (oviduct) จากการย้อมสีเนื้อเยื่อรังไข่ด้วย haematoxylin และ eosin (H&E) สามารถแสดงโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ดังนี้

โอวาริโอล (ovarioles) พบว่าบริเวณผนังของโอวาริโอลถูกห่อหุ้มด้วย peritoneal membrane ซึ่งประกอบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อาจมีกล้ามเนื้อเรียบเป็นจำนวนมากแทรกอยู่ด้วย ซึ่งการเจริญและพัฒนาของรังไข่ของแมลงบันไยเป็นแบบ meristic ovariole ที่ไม่มี nurse cells แต่ละโอวาริโอลจะบรรจุด้วย oogonia และ oocytes ระยะต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้สามารถจัดแบ่งระยะการเจริญและพัฒนาของเซลล์ไข่ได้เป็น 7 ระยะ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของเซลล์ (cell content) ขนาด (size) และการติดสี (staining properties) โดยแต่ละระยะจะเชื่อมกันด้วย follicular stalk ดังนี้

Oogonia เป็นเซลล์ลักษณะกลมรี (ประมาณ 10 μm) ขนาดเล็ก มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางกับขนาดประมาณ 5 μm บริเวณไซโตพลาสซึมมีลักษณะบางติดสีชมพู มองไม่ชัดเจน โดยจะฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน

Previtellogenic stage ในระยะนี้ ภายในบริเวณนิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้น (~30-50 μm) จำนวนนิวคลีโอลัสจะเพิ่มขึ้นและจัดเรียงรอบ ๆ เยื่อหุ้มนิวเคลียสด้านใน ที่มีขนาดที่แตกต่างกัน ไซโตพลาสซึมที่มี ปริมาณมากและติดสีม่วงเข้ม (basophilic cells) ในระยะนี้จะเห็น follicular cell เรียงตัวชั้นเดียว (~1 μm) (simple squamous epithelium) และถูกล้อมด้วยชั้น tunica albuginea แต่อาจจะไม่ชัดเจนมากนัก

Early vitellogenic oocyte เซลล์ไข่มีขนาดเพิ่มขึ้น (~100-120 μm) ภายในไซโตพลาสซึมมี yolk vesicle เป็นจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ขึ้นรวมตัวอยู่รอบนอกของไซโตพลาสซึม ในระยะนี้จะเริ่มพบ yolk granules ที่มีขนาดเล็ก โดยสังเกตได้จากการติดสีกรด และจะจัดเรียงในลักษณะเป็นวงแหวนภายในไซโตพลาสซึม ในระยะนี้จะสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของ follicular cells ยังคงเรียงกันเป็นชั้นเดียว เพียงแต่จะเปลี่ยนเยื่อแบบ low columnar epithelium (~5-6 μm)

Late vitellogenic oocyte (~120-150 μm) เป็น acidophilic cell ในช่วงต้นของระยะนี้เซลล์ไข่พบนิวเคลียสขนาดเล็ก มีรูปร่างไม่แน่นอนอยู่ชิดด้านใดด้านหนึ่ง โดยมีการสะสม yolk granules มากขึ้น โดยปรากฏในไซโทพลาสซึมแล้วค่อยๆ กระจายจนเต็มไซโทพลาสซึม ในระยะนี้จะสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของ follicular cells กลายเป็น high simple columnar epithelium (~15 μm) และจะสังเกตการณ์รวมตัวของ yolk granules ในช่วงปลายก่อนเข้าสู่ final maturation

Mature stage เซลล์ไข่ระยะนี้ (~150 μm) อัดแน่นไปด้วย โยล์ค อยู่เต็มเซลล์ไข่ ไม่พบนิวเคลียส สำหรับ follicular cell จะเปลี่ยนกลับไปเป็น simple squamous ซึ่งจะล้อมรอบเป็นชั้น บางๆ

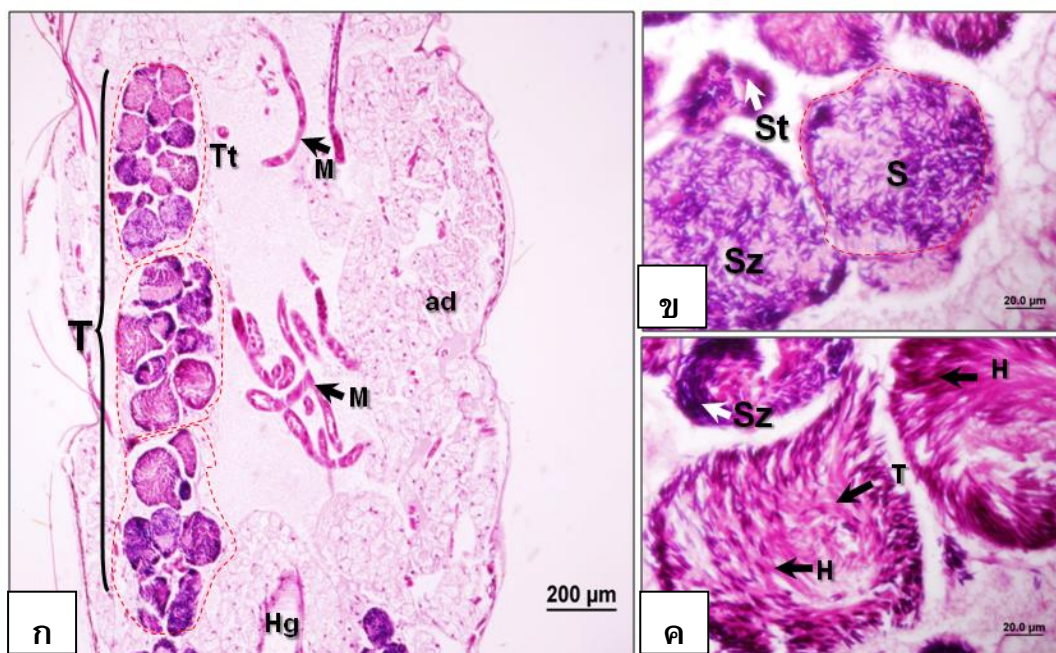


ภาพที่ 4.21 โครงสร้างและจุลกายพยาธิวิทยาสร้างเซลล์ สืบพันธุ์ของเพศเมีย ประกอบด้วยเซลล์ไข่ระยะต่างๆ คือ ระยะ previtellogenic (P), early vitellogenic (Ev) และ late-vitellogenic (Lv) (F = follicular cells; Mg = midgut; Mt = mulphigian tubules; N = nucleus; nu = nucleolus)

2) ลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่ออวัยวะของเพศผู้

อวัยวะแมลงป่นไยมี 1 คู่ ลักษณะยาว อยู่ด้านหลังของช่องท้อง แบนขนานติดอยู่กับทางเดินอาหารส่วนกลาง โดยมีเยื่อมีเซนเทรีเป็นตัวยึดให้ติดอยู่ในช่องท้อง จากการย้อมสีเนื้อเยื่ออวัยวะด้วย haematoxylin และ eosin สามารถแสดงโครงสร้างของส่วนต่างๆ (ภาพที่ 4.22ก-ค) ดังนี้

อวัยวะ (testis) ประกอบด้วยหลอดสร้างอสุจิ (testis tube) 5 ท่อ แต่ละท่อของหลอดสร้างอสุจิประกอบด้วยท่อย่อยจำนวนมาก (subtestis tubes) ก่อนที่เปิดตัวออกไปยังท่อนำอสุจิ (vasa efferens) และรวมกันเปิดตัวออกสู่ท่อรวมอสุจิ (vas deferens) หลอดสร้างอสุจิเป็นบริเวณที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์สามารถแบ่งได้เป็น 5 ระยะ คือ spermatogonia, primary spermatocyte, secondary spermatocyte, spermatid และ spermatozoa แต่ในแมลงป่นไยตัวเต็มวัยสามารถพบได้เพียงแค่ 2 ระยะ คือ spermatid และ spermatozoa โดย spermatid เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของ secondary spermatocytes เซลล์ในระยะนี้ มีลักษณะกลม เล็ก ติดสีเข้ม Spermatozoa เป็นเซลล์สืบพันธุ์ระยะโตเต็มที่ เซลล์ประกอบด้วยส่วนหัวลักษณะกลม ติดสีเข้มของ basophilic และส่วนหางที่เป็นเส้นเล็ก ยาว ติดสีชมพูของ acidophilic



ภาพที่ 4.22 โครงสร้างและจุลกายพยาริอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ของเพศผู้ ก-ค) อวัยวะ (testis; T), ท่อสร้างอสุจิ (testis tube; Tt) ท่อสร้างอสุจิย่อย (subtestis tubes; S) (ad = adipose tissue; H = head of spermatozoon; Hg = hind gut; M = mulphigian tubules; St = spermatids, Sz = spermatozoa; T = tail of spermatozoon)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแมลงป่นไยในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ในครั้งนี้พบแมลงป่นไยเพียง 3 วงศ์ 5 สกุล 3 ชนิด และ 2 รูปแบบสัณฐานด้วยกัน โดยวงศ์ Oligotomidae มี 3 ชนิด คือ *Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta* และ *Oligotoma saundersii* วงศ์ Ptilocerembiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Ptilocerembia* sp.1 และวงศ์ Teratembiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Oligembia* sp.1 ยังไม่สามารถจำแนกชนิดได้ โดยการศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงป่นไยที่ผ่านมาพบว่า มีอย่างน้อย 20 ชนิดใน 4 วงศ์ (Ross, 1978; Ross, 2000a, 2007; Poolprasert, 2011) (ตารางที่ 5.1) ทั้งนี้ในการศึกษานี้ยังพบวงศ์ Ptilocerembiidae ซึ่งถือเป็นวงศ์ใหม่ที่ถูกค้นพบเมื่อเร็ว ๆ นี้ (Miller et al., 2012) มีอยู่เพียงสกุลเดียวและชนิดเดียวที่มีการรายงานอยู่เพียงในเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย (Friederichs, 1934) ทำให้การรายงานการพบครั้งนี้เป็นการรายงานการพบครั้งแรกอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เป็นไปได้ว่ายังมีอีกหลายชนิดที่รอคอยการบรรยายลักษณะอยู่ หากมีการขยายการศึกษาต่อไปในพื้นที่ภาคอื่นๆ ของประเทศไทย

เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของแมลงป่นไยกับถิ่นอาศัยนั้น การแพร่กระจายของแมลงป่นไยสามารถพบได้ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์โดยจะพิจารณาจากชนิดของป่าและระดับความสูงจากน้ำทะเล โดยสามารถแบ่งแมลงป่นไยได้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 คือ ชนิดที่แพร่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร ซึ่งสามารถจะอาศัยได้ในหลายสังคมพืช กลุ่มที่ 2 ชนิดที่แพร่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร ซึ่งพบว่าเป็นกลุ่มที่มีความจำเพาะกับถิ่นอาศัยของแต่ละชนิด กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่แพร่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 800 เมตร ทั้งนี้ชนิดของป่าและระดับความสูงจากน้ำทะเลสามารถบอกถึงแหล่งที่อยู่อาศัยและบ่งชี้สภาพถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่า โดยแมลงป่นไยชนิด *Eosembia auripecta* สามารถพบได้ทั้งพื้นที่ป่าธรรมชาติประกอบด้วย ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบชื้น และพื้นที่ที่มนุษย์ใช้ประโยชน์ ได้แก่ สวนมะม่วงและสวนป่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Poolprasert (2011) โดยเป็นชนิดที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย สำหรับ *Ptilocerembia* sp.1 และ *Oligembia* sp.1 สามารถพบได้เพียงในพื้นที่ป่าธรรมชาติเท่านั้น ซึ่งเป็นไปได้ว่าทั้ง 2 ชนิดนี้มีถิ่นอาศัยที่มีความเฉพาะเจาะจงกับความเป็นอยู่ นอกจากนี้ *Aposthonia borneensis* และ *Oligotoma saundersii* พบได้เพียงในพื้นที่มนุษย์ใช้ประโยชน์ ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้ ถูกพิจารณาว่าเป็นชนิดที่ติดมากับพืชอาศัยในทางการค้าหรือด้วยความบังเอิญ อาจเป็นไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่างๆ เช่น เช่น กล้วยไม้ หรือต้นปาล์ม เป็นต้น (Ross, 2007;

Poolprasert et al, 2011a; Poolprasert, 2012) ทำให้สามารถพบเห็นแมลงบ้นไยทั้ง 2 ชนิด ได้ทั่วไปในพื้นที่ใช้สอยของมนุษย์ อาทิ เช่น สวนมะม่วง และสวนป่า ของการศึกษาในครั้งนี้

ตารางที่ 5.1 รายงานการพบแมลงบ้นไยในประเทศไทยจากอดีตถึงปัจจุบัน (+ พบ, - ไม่พบ)

Species	Ross, 1978	Ross, 2000a	Ross, 2007	Poolprasert & Edgerly, 2011	Poolprasert et al, 2011(a,b)	Present study
F. Embiidae						
<i>Oedembia</i> sp.1	-	-	-	-	+	-
<i>Oedembia</i> sp.2	-	-	-	-	+	-
F. Ptilocerembiidae						
<i>Ptilocerembia</i> sp.1	-	-	-	-	+	+
<i>Ptilocerembia</i> sp.2	-	-	-	-	+	-
<i>Ptilocerembia</i> sp.3	-	-	-	-	+	-
<i>Ptilocerembia</i> sp.4	-	-	-	-	+	-
F. Oligotomidae						
<i>Aposthonia borneensis</i>	+	-	-	-	+	+
<i>Aposthonia ceylonica</i>	-	+	-	-	+	-
<i>Aposthonia problita</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Bulbosembia thailandica</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Eosembia aequicercata</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Eosembia apterosa</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Eosembia auripeceta</i>	-	-	+	-	+	+
<i>Eosembia lamunae</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Eosembia paradomi</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Lobosembia mandibulata</i>	-	-	+	-	+	-
<i>Oligotoma humbertiana</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Oligotoma nigra</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Oligotoma saundersii</i>	-	-	-	-	+	+
F. Teratembiiidae						
<i>Oligembia</i> sp.1	-	-	-	-	+	+

ในการสำรวจเก็บตัวอย่างแมลงป่นไยในภาคสนามครั้งนี้พบว่าแมลงป่นไยมักทำรังเส้นไยอาศัยอยู่บริเวณเปลือกไม้ อาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มภายใต้รังหรืออุโมงค์เส้นไย นอกจากนี้ยังสามารถพบได้กับแหล่งอาศัยย่อยอื่นๆ อีกด้วย เช่น ใบไม้แห้ง ขอนไม้ ก้อนหิน ใต้ดิน รากของกล้วยไม้ ที่ติดอยู่ตามต้นไม้ของสวนป่าหรือสวนสาธารณะ และมักมีมอสส์ ไลเคนส์เป็นแหล่งอาหารอีกด้วย แมลงป่นไยชนิด *Eosembia auripecta* จะพบได้ตามแหล่งอาศัยย่อยๆ เกือบทั้งหมด ยกเว้น รากกล้วยไม้ ใต้ดิน พบได้ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติ และพื้นที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และยังเป็นชนิดที่สามารถพบได้ทั่วไปในประเทศไทย (common species) (Poolprasert, 2011)

Aposthonia borneensis และ *Oligotoma saundersii* 2 ชนิดนี้จะพบอาศัยอยู่บริเวณเปลือกไม้ รากกล้วยไม้ และพวกพืชอาศัยหรือพวกไม้ประดับชนิดต่างๆ พบได้ในบริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เช่น สวนสาธารณะ สวนผลไม้ เป็นต้น *Oligembia* sp.1 และ *Ptilocerembia* sp.1 ทั้ง 2 ชนิดนี้จะพบได้ตามพื้นที่ป่าธรรมชาติเท่านั้น พบตามแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย เช่น ไลเคนส์ เปลือกไม้ ส่วน *Ptilocerembia* sp.1 พบตาม ไลเคนส์ และใต้ดิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้เป็นการรักษาความชื้นภายในรังให้เหมาะสมต่อสภาพความเป็นอยู่ และจะย้ายกลับขึ้นมาสร้างรังบนต้นไม้หรือก้อนหินอีกครั้งเมื่อมีความชื้นมากพอ สำหรับการสำรวจทางชนิดของแมลงป่นไยนี้ นอกจากจะเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องของการกระจายตัวทางสัตวภูมิศาสตร์ ยังสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแมลงป่นไยที่สำรวจพบได้หลายกรณี เช่น การใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพป่า รวมถึงเป็นข้อมูลสำหรับหาแนวทางในการจัดการพื้นที่อย่างเหมาะสมอีกด้วย

การศึกษาทางวิทยาเนื้อเยื่อหรือจุลภาควิภาคและมิวซเคมีของแมลงป่นไยโดยทั่วไปพบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Lacombe (1971) โดยสามารถพบระบบต่างๆ ด้วยกัน โดยระบบที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์ ซึ่งพบว่าเนื้อเยื่อวิทยาโดยทั่วๆ ของตัวอย่างแมลงป่นไยในการศึกษาค้นคว้านี้ มีความคล้ายคลึงกับแมลงป่นไยที่ศึกษาโดย Lacombe แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก การศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงรายการศึกษาเป็นครั้งแรกของประเทศไทย และมีจำนวนตัวอย่างที่ใช้ศึกษาไม่มากนัก ประกอบกับความชำนาญของคณะผู้วิจัย ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ไม่เพียงแต่จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของงานทางด้านเนื้อเยื่อแล้วยังสามารถประยุกต์ใช้ในเรื่องของความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระหว่างแมลงป่นไยในวงศ์ หรือสกุลเดียวกันหรือต่างวงศ์หรือสกุลต่อไปได้ในอนาคต

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

การศึกษครั้งนี้เป็น การศึกษาทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแมลงบั่นไย (Insecta: Embioptera) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยโดยศึกษาตัวอย่างจากภาคสนามในสังคมพืชที่แตกต่างกันและตรวจสอบตัวอย่าง พบแมลงบั่นไย 3 วงศ์ 5 สกุล 3 ชนิด และ 2 รูปแบบสัณฐาน วงศ์ Oligotomidae มี 3 ชนิด คือ *Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta* และ *Oligotoma saundersii* วงศ์ Ptilocerembiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Ptilocerembia* sp.1 และ วงศ์ Teratembiiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน คือ *Oligembia* sp.1

รูปแบบการกระจาย ของแมลงบั่นไยในสังคมพืชที่แตกต่างกันออกไปซึ่ง สามารถแบ่งแมลงบั่นไยออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร อาศัยได้ในหลายสังคมพืช ได้แก่ *Eosembia auripecta* กลุ่มที่ 2 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร มีความเจาะจงถิ่นอาศัย ได้แก่ *Aposthonia borneensis*, *Oligotoma saundersii* (พบเฉพาะในพื้นที่ชุมชน) และ *Ptilocerembia* sp. 1 (พบเฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติ) และกลุ่มที่ 3 คือ ชนิดที่พบพบในป่าดิบเขาที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 800 เมตร ได้แก่ *Oligembia* sp.1 โดยในแต่ละสังคมพืชมีความหลากหลายของแมลงแมลงบั่นไยที่แตกต่างกันไปซึ่งสามารถพบได้ตั้งแต่ 1 ชนิด จนถึง 3 ชนิดในพื้นที่ จากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดของแมลงบั่นไยและถิ่นอาศัย ต่างๆ พบว่าพื้นที่ที่สามารถพบแมลงบั่นไยได้เพียง 1 ชนิด คือ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าสน และ ป่าดิบชื้น พื้นที่ที่สามารถพบแมลงบั่นไยได้ถึง 2 ชนิด คือ ป่าดิบแล้ง และสำหรับป่าดิบเขา สวนมะม่วงและสวนป่า สามารถพบแมลงบั่นไยได้ถึง 3 ชนิด ตามลำดับ นอกจากนี้ ถิ่นอาศัย ย่อยของแมลงบั่นไยนั้น สามารถพบได้ทั่วไปทั้งตามรอยแตกของเปลือกไม้ บนหินหรือใต้หิน ที่มีมอสส์ หรือไลเคนส์ ใบไม้แห้ง ใต้ดิน ในจอมปลวก ขอนไม้ หรือรากกล้วยไม้ เป็นต้น ซึ่งแมลงบั่นไยถือเป็นผู้ที่มีบทบาทหนึ่งที่เป็นผู้ย่อยสลายทำให้ธาตุอาหารเกิดการหมุนเวียนในระบบนิเวศน์ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าสามารถประยุกต์ใช้แมลงบั่นไยเป็นตัวบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าได้อีกด้วย

จากการศึกษาถึง โครงสร้างพื้นฐาน ทางจุลกายวิภาคและมิยซ์เคมีของระบบต่างๆ ภายในลำตัวของแมลงบั่นไย สามารถพบลักษณะโครงสร้างต่างๆไปของ แมลงบั่นไย ได้แก่ ระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์ โดยใช้เทคนิคทางด้านจุลกายวิภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้ แสง ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้จัดเป็นรายงานวิจัยครั้งแรกของประเทศไทย ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านเนื้อเยื่อแต่ยังใช้เป็นการศึกษาต่อยอด อาทิ ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่มของแมลงบั่นไยในอนาคตต่อไปได้

ผลผลิต

การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2556. รายงานการพบเป็นครั้งแรกในประเทศของแมลงป่นใยในสกุล *Oligotoma*. บทความย่อในการประชุมอนุกรมวิธานและซิสเทมาติกส์ในประเทศไทยครั้งที่ 3. หน้า 84-85. (11 – 13 พฤษภาคม)

การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์

แสงดาว เครือมี, วราพร พลแก้ว, แสงเดือน กลิ่นรอด, กาญจนา ลังกาวงค์ และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2556. ชนิดและการแพร่กระจายของแมลงป่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง. บทความย่อในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 11 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง). หน้า 45. (30–31 กรกฎาคม)

Poolprasert, P. and Senarat, S. 2013. Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*). Abstract at the 1st Nong Khai Campus International Conference 2013. p.17. (18th – 19th July)

ผลงานตีพิมพ์

Poolprasert, P. and Senarat, S. 2013. Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*). The 1st Nong Khai Campus International Conference 2013. 89–93. (Proceeding)

Poolprasert, P., Kruemee, S., Ponkaew, W. and Senarat, S. 2013 Similarities and Contrasts in the Embiopteran Faunas Associated with the Different Characteristic Types from Lower Northern Thailand. The 2nd Annual PSU Phuket International Conference 2013. 1-6 (Proceeding)

รายงานการพบเป็นครั้งแรกในประเทศของแมลงป่นใยสกุล *Oligotoma*

ฟิลิษฐ์ พูลประเสริฐ*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000

E-mail: g4761008@hotmail.com

แมลงป่นใยจัดเป็นแมลงสังคมโบราณอันดับหนึ่ง (Embioptera) พบแล้วอย่างน้อยกว่า 400 ชนิด แต่นักกีฏวิทยาเชื่อว่าแมลงป่นใยอาจมีมากถึง 2,000 ชนิดทั่วโลก มีเพียงบางชนิดที่สามารถอยู่ในเกาะที่ห่างไกลแต่บางชนิดสามารถแพร่กระจายไปได้ไกลในหลายๆ ทวีปโดยอาศัยการนำพาของมนุษย์รวมถึงการติดไปกับพืชอาศัยทางการขนส่งและการค้าขายในอดีต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แมลงป่นใยในสกุล *Oligotoma* Westwood, 1837 จัดอยู่ในวงศ์ Oligotomidae ได้มีการแพร่กระจายออกไปอย่างกว้างขวางซึ่งเกิดจากการนำพาไปด้วยเหตุบังเอิญของมนุษย์ โดยแมลงป่นใยสกุลนี้มีรายงานการค้นพบแล้วทั้งหมด 13 ชนิดจากทั่วโลก ซึ่งแมลงป่นใยมีลักษณะที่เฉพาะ คือ ส่วนปลายของขาคู่หน้าขยายใหญ่เป็นที่ตั้งของต่อมผลิตเส้นใยนับร้อยต่อมอยู่ภายใน ซึ่งเส้นใยเหล่านี้ถูกใช้สร้างเป็นรังที่อยู่อาศัยโดยมีลักษณะเป็นท่อแตกแขนงที่เรียกว่า อุโมงค์เส้นใย

ในการศึกษาในครั้งนี้ ทำการสำรวจแมลงป่นใยทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพืชที่อาศัยของมนุษย์ จากใน 17 พื้นที่ ของประเทศไทย พบว่า แมลงป่นใย 3 ชนิด ในสกุล *Oligotoma* ได้แก่ *O. humbertiana* (Saussure, 1896), *O. nigra* (Hagen, 1885) และ *O. saundersii* (Westwood, 1837) ถูกรายงานว่าเป็นการพบครั้งแรกในประเทศไทย และสามารถใช้ลักษณะของเพศเมียในการจัดจำแนกชนิดได้ อีกทั้งแผนທີ່ที่แสดงถึงการกระจายตัวรวมทั้งศักยภาพในการจำแนกชนิดของป่นใยในสกุลนี้ทั้งเพศผู้และเพศเมียได้ถูกจัดทำขึ้นด้วย การศึกษาในอนาคตนั้น ศัพท์ที่จัดทำขึ้นนี้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการอ้างอิงต่อไป การศึกษาทางชีววิทยาพื้นฐานและการแพร่กระจายของแมลงป่นใยในสกุลนี้จะช่วยทำให้เกิดความรู้และเข้าใจที่มากขึ้น ตลอดจนการศึกษาทางด้านชีวโมเลกุลในอนาคตนั้นจะช่วยสนับสนุนศักยภาพสำหรับการจัดจำแนกชนิดที่จัดทำขึ้นด้วยลักษณะสัณฐานวิทยานี้ได้

New Country Records for the Webspinners Genus *Oligotoma*

Pisit Poolprasert*

Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000

E-mail: g4761008@hotmail.com

Webspinners, or footspinners, are among the most primitive social Embioptera, a poorly characterized and often overlooked insect order with less than 400 valid species. However, it was speculated that the true number was probably nearer to 2,000 species worldwide. Typically, a few species live on remote islands, but some species have spread to several continents through anthropogenic intervention, especially through transport as a result of overseas trade. In particular, the genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Oligotomidae), has expanded extensively by such anthropogenic-assisted colonization. There are about 13 species that have been discovered and recorded in the world of this genus. Oligotomids are readily recognized by their enlarged front tarsi, which contain about a hundred silk glands that are used for silk secretion to spin a network of narrow hollow tubes, or galleries.

This study involved field sampling from natural forests and human exploited areas within 17 locations in Thailand. Three species of the genus *Oligotoma* included *O. humbertiana* (Saussure, 1896), *O. nigra* (Hagen, 1885) and *O. saundersii* (Westwood, 1837)–were found, which had not been previously reported in Thailand and are therefore considered as new records for the country. Furthermore, potential diagnostic characteristics of the adult females are noted between these three species based on the differences in the patterns of their sternites. The distribution localities in Thailand and keys to the species of both sexes of these three species are presented. With further study, this compiled key can be used as a mold reference to produce a much detailed identification key. Basic biology studies and distribution of this genus in Thailand will lead to a better understanding the genus. Biomolecular technique can be carried out in the future studies to support this morphological identification key.

PA-3

ชนิดและการแพร่กระจายของแมลงปั่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง

Species and Distribution of Webspinners in Phitsanulok Province and Adjacent Vicinity

แสงดาว เครือมี¹ วราพร พลแก้ว¹ แสงเดือน กลิ่นรอด¹ กาญจนา ลังกาวงศ์¹ และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ¹
Sangdaw Krueamee¹, Waraporn Ponkaew¹, Sengduen Kinrot¹, Kanjana Lungkawong¹ and Pisit Poolprasert¹

Abstract

The species diversity, distributional pattern, characteristics and habitats of webspinners in Phitsanulok province and adjacent vicinity were carried out by directed searching. Data compiled from field works were done in various plant communities together with specimens' investigation during October, 2012 to May, 2013. A total of three species and two morphospecies from five genera under three families of webspinners were recorded. There were three species of family Oligotomidae: *Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta* and *Oligotoma saundersi* and only one morphospecies in each family Ptilocerembiidae (*Ptilocerembia* sp.1) and family Teratembidae (*Oligembia* sp.1). Dealing with the known distributional pattern, the webspinners can be classified into three groups. The first one including those dwelling in several plant community types at the average level less than 800 m. The second one living in specific plant community types less than 800 m. The third one restricting to the hill evergreen forest averagely above 800 m high. In addition, the webspinners could be usefully applied as the indicators of the forest condition and also the acquired data could be used as a guideline for suitable habitat management.

Keywords: webspinners, distribution, Phitsanulok, adjacent vicinity

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาความหลากหลายทางชนิด การกระจาย ลักษณะและแหล่งอาศัยแมลงปั่นใยในจังหวัดพิษณุโลก และพื้นที่ใกล้เคียงด้วยวิธีการสำรวจโดยตรง โดยศึกษาตัวอย่างจากภาคสนามในสังคมพืชที่แตกต่างกันและตรวจสอบตัวอย่างระหว่างเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือน พฤษภาคม 2556 พบแมลงปั่นใย 3 วงศ์ 5 สกุล 3 ชนิด และ 2 รูปแบบ สันฐาน วงศ์ Oligotomidae มี 3 ชนิด คือ *Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta* และ *Oligotoma saundersi* วงศ์ Ptilocerembiidae มี 1 รูปแบบสันฐาน คือ *Ptilocerembia* sp.1 และวงศ์ Teratembidae มี 1 รูปแบบสันฐาน คือ *Oligembia* sp.1 จากรูปแบบการกระจายสามารถจัดจำแนกแมลงปั่นใยออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร อาศัยได้ในหลายสังคมพืชกลุ่มที่ 2 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร มีความเจาะจงถิ่นอาศัย และกลุ่มที่ 3 คือ ชนิดที่พบในป่าดิบเขามีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 800 เมตร นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแมลงปั่นใยที่สำรวจพบได้หลายกรณี เช่น การใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพป่า รวมถึงเป็นข้อมูลสำหรับหาแนวทางในการจัดการพื้นที่อย่างเหมาะสมอีกด้วย

คำสำคัญ: แมลงปั่นใย, การแพร่กระจาย, พิษณุโลก, พื้นที่ใกล้เคียง



ชนิดและการแพร่กระจายของแมลงป่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง

Species and Distribution of Webspinners in Phitsanulok Province and Adjacent Vicinity

แสงดาว ศรีอัม, วราพร พงแก้ว, แสงเดือน คณิทรอด, กาญจนา ลุงกาวง และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ*
Sandaw Krueamee, Waraporn Ponkaew, Sengduen Kinrod, Kanjana Lungkawong and Pisit Poolprasert*
สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิษณุโลก 65000
*Corresponding author: g4761008@hotmail.com



บทคัดย่อ

จากการศึกษาความหลากหลายทางชนิด การกระจาย ลักษณะและแหล่งอาศัยของแมลงป่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง โดยศึกษาตัวอย่างจากภาคสนามในสวนที่ซึ่งมีแสงสว่างและควมชื้นสูงอย่างเหมาะสมในช่วงเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือน พฤษภาคม 2556 พบแมลงป่นใย 3 วงศ์ 5 สกุล 3 ชนิด และ 2 รูปแบบลักษณะรูปร่าง วงศ์ Oligotomidae มี 1 ชนิด คือ *Aposthia borneensis*, *Eosembia auripecta* และ *Oligotoma saundersii* วงศ์ *Philocerembiidae* มี 1 รูปแบบลักษณะรูปร่าง คือ *Philocerembius* sp.1 และวงศ์ *Teratembidae* มี 1 รูปแบบลักษณะรูปร่าง คือ *Oligembia* sp.1

จากรูปแบบการกระจายตามระดับความสูงของแมลงป่นใยที่พบได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร อาทิ ได้ในหลายลักษณะที่กลุ่มที่ 2 คือ ชนิดที่กระจายในพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 800 เมตร มีความชื้นและแสงสว่าง และกลุ่มที่ 3 คือ ชนิดที่พบในพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 800 เมตร นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแมลงป่นใยที่สำรวจพบได้หลายกรณี เช่น การใช้เป็นตัวบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพ การศึกษาการกระจายของแมลงป่นใย

คำสำคัญ: แมลงป่นใย, การแพร่กระจาย, พิษณุโลก, พื้นที่ใกล้เคียง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของแมลงป่นใยในบริเวณพื้นที่ป่าธรรมชาติ และพื้นที่ที่ไร่ประ โยชนของชุมชนในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง
2. เพื่อศึกษาชีววิทยาของแมลงป่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง

วิธีการ



ภาพที่ 1 การสำรวจและจัดจำแนกชนิดแมลงป่นใย

ก) เก็บตัวอย่าง ข) การเก็บตัวอย่างแมลงป่นใย (spider collecting)

ค) การเลี้ยงแมลงป่นใยในโถยิปซัม (jar) ง) การจัดจำแนกชนิดแมลงป่นใยโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความหลากหลายของแมลงป่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง โดยรวบรวมตัวอย่างจากภาคสนาม และรวบรวมตัวอย่างแมลงป่นใยจากพื้นที่ซึ่งมีแสงสว่างและควมชื้นสูงอย่างเหมาะสมในช่วงเดือนตุลาคม 2555 ถึง พฤษภาคม 2556 พบแมลงป่นใยทั้งหมด 3 วงศ์ ที่สามารถจำแนกชนิดได้ 3 ชนิด อยู่ในกลุ่ม Oligotomidae ได้แก่ *Aposthia borneensis*, *Eosembia auripecta* (วงศ์ Oligotomidae) และ *Oligotoma saundersii* (วงศ์ Oligotomidae) และ *Philocerembius* sp.1 (วงศ์ Philocerembiidae) และ *Oligembia* sp.1 (วงศ์ Teratembidae) ซึ่งไม่สามารถจำแนกได้

ภาพแสดงแมลงป่นใยแต่ละชนิดที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ไร่ประ โยชน



Aposthia borneensis

Eosembia auripecta

Philocerembius sp.1

เอกสารอ้างอิง

- พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และจิรัฐ แสงประเสริฐ. (2551). แมลงป่นใย. วารสารวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิษณุโลก, 62(3), 42-45.
Poolprasert, P. (2011). Taxonomy of Webspinners (Insecta: Embiidae) in western Thailand. Dissertation, Chulalongkorn University.
Poolprasert, P. (2012). The Embiidae Genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embiidae: Oligotomidae), with Three New Recorded Species from Thailand. Kasetsart Journal (Natural Science), 46(3), 408-417.
Ross, E.S. (2007). The Embiidae of Eastern Asia, Part I. Proceedings of the California Academy of Sciences, 58, 575-600.



Oligotoma saundersii



Oligembia sp.1

ตารางที่ 1 การกระจายของแมลงป่นใยในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ไร่ประ โยชนของชุมชนจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ในจังหวัดใกล้เคียง

ชนิด	ถิ่นอาศัย								ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)
	DDF	DEF	HEF	MDF	CF	TRF	MP	FP	
วงศ์ Philocerembiidae									
<i>Philocerembius</i> sp.1		+	+		+				50-600
วงศ์ Oligotomidae									
<i>Aposthia borneensis</i>							+	+	50-200
<i>Eosembia auripecta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	50-800
<i>Oligotoma saundersii</i>							+	+	50-200
วงศ์ Teratembidae									
<i>Oligembia</i> sp.1			+						800-1,250

หมายเหตุ: DDF = ป่าดงดิบ, DEF = ป่าดิบชื้น, HEF = ป่าดิบเขา, MDF = ป่าดิบเขาตอนบน, CF = ป่าดิบเขา, TRF = ป่าดิบเขา, MP = สวนมะพร้าว และ FP = สวนป่า

ตารางที่ 2 แสดงแหล่งอาศัยของแมลงป่นใย

ชนิด	โถกนัส	เปลือกไม้	ใบไม้แห้ง	บนไม้ค้ำ	จอมปลวก	รากกล้วยไม้	ขอนไม้	ดิน
<i>Aposthia borneensis</i>		✓				✓		
<i>Eosembia auripecta</i>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
<i>Oligembia</i> sp.1	✓	✓						
<i>Oligotoma saundersii</i>		✓				✓		
<i>Philocerembius</i> sp.1	✓							✓

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาชนิดและลักษณะการกระจายของแมลงป่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง พบจำนวน 5 ชนิดใน 3 วงศ์ สามารถจำแนกชนิดได้ 3 ชนิด และอีก 2 ชนิดยังไม่สามารถจำแนกได้ ซึ่งได้ทำการรวบรวมตัวอย่างแมลงป่นใยที่พบโดยวิธีที่พบแมลงป่นใยโดยการจ้องด้วยไฟที่สว่างจ้าในเวลากลางคืนและใช้แว่นขยายส่องดู แมลงป่นใยที่พบมีลักษณะรูปร่างคล้ายแมลงป่นใยทั่วไป แต่มีขนาดเล็กกว่าแมลงป่นใยทั่วไป และมีความทนทานต่อความชื้นได้ดีกว่าแมลงป่นใยทั่วไป นอกจากนี้ยังพบแมลงป่นใยที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ไร่ประ โยชน ซึ่งมีความทนทานต่อความชื้นได้ดีกว่าแมลงป่นใยที่พบในพื้นที่ไร่ประ โยชน นอกจากนี้ยังพบแมลงป่นใยที่พบในพื้นที่ไร่ประ โยชน ซึ่งมีความทนทานต่อความชื้นได้ดีกว่าแมลงป่นใยที่พบในพื้นที่ไร่ประ โยชน นอกจากนี้ยังพบแมลงป่นใยที่พบในพื้นที่ไร่ประ โยชน ซึ่งมีความทนทานต่อความชื้นได้ดีกว่าแมลงป่นใยที่พบในพื้นที่ไร่ประ โยชน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคุณอุบลวรรณ วิจิตรสุนทร จากโครงการความร่วมมือทางวิชาการ ภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา: 2793

Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*)

Pisit Poolprasert^{1*} and Sinlapachai Senarat²

¹ Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, Thailand, 65000

² Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand, 10330

*Corresponding author. E-mail: g4761008@hotmail.com

Abstract : The gonadal structure and development stages of germ cells of the webspinner, *Oligotoma saundersii* were described for both sexes. Detailed histological studies in female showed a pair of ovaries, which consisted of large numbers of panoistic ovarioles joined by short pedicels that connected to a common oviduct and embedded in the adipose tissue. Each ovariole is divided into 3 regions: terminal filament, germarium and vitellarium. The germarium usually contains the prefollicular cells and oogonia. The vitellarium contained various stages of oocyte development that can be classified into 4 stages: 1) Previtellogenic oocyte, the nucleus is presented in the center and the follicular epitheliums are arranged with squamous epithelium. 2) Early vitellogenic oocyte, the ooplasm is finely filled with yolk granule as spherical spheres and the follicular epithelium is shown to be cuboidal epitheliums. 3) Late vitellogenic oocyte, the follicular epithelium increased its thickness as columnar epithelium. The yolk granules are spread toward the central domain, multiplied and increased in size during in this stage. 4) Mature stage, this stage presented the enlargement of the yolk granules. In male, each testis was composed of five testicular tubes. Each testicular tube contained only two stages; spermatids and spermatozoa based on the pattern of chromatin condensation and other characteristics. This research has possibility of providing invaluable information regarding the reproductive histology of this species of webspinner for future references and continual studies.

Keywords: insect reproduction, histology, oogenesis, ovarian structure, webspinner



Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embloptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*)

Pisit Poolprasert^{1,*}, Sangdaw Krueamae¹, Waraporn Ponkaew¹ and Sinlapachai Senarat²

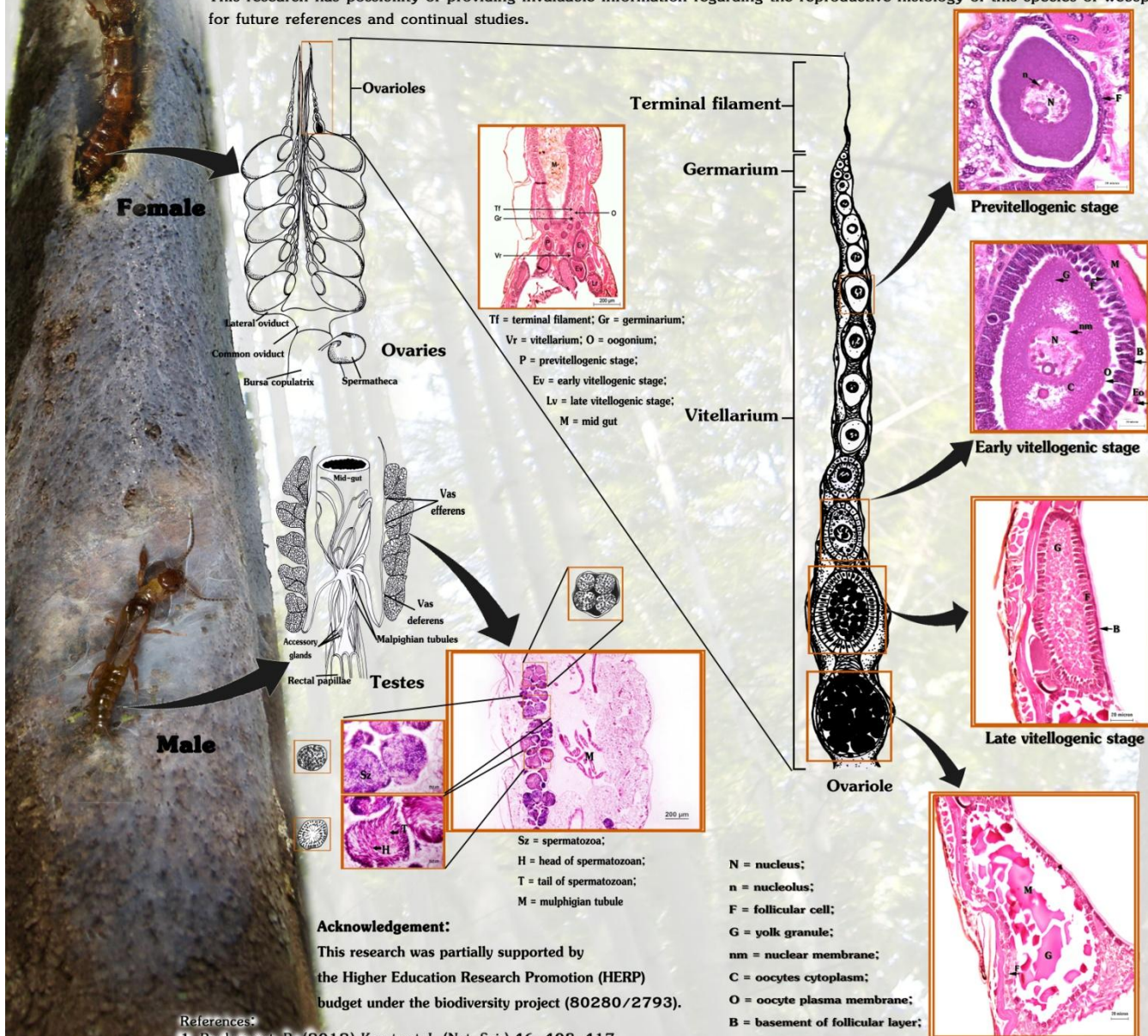
¹Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000, Thailand

²Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand, 10330

* e-mail: g4761008@hotmail.com



The gonadal structure and development stages of germ cells of the webspinner, *Oligotoma saundersii* were described for both sexes. Detailed histological studies in female showed a pair of ovaries, which consisted of large numbers of panoistic ovarioles joined by short pedicels that connected to a common oviduct and embedded in the adipose tissue. Each ovariole is divided into 3 regions: terminal filament, germarium and vitellarium. The germarium usually contains the prefollicular cells and oögonia. The vitellarium contained various stages of oocyte development that can be classified into 4 stages: 1) Previtellogenic oocyte, the nucleus is presented in the center and the follicular epitheliums are arranged with squamous epithelium. 2) Early vitellogenic oocyte, the ooplasm is finely filled with yolk granule as spherical spheres and the follicular epithelium is shown to be cuboidal epitheliums. 3) Late vitellogenic oocyte, the follicular epithelium increased its thickness as columnar epithelium. The yolk granules are spread toward the central domain, multiplied and increased in size during in this stage. 4) Mature stage, this stage presented the enlargement of the yolk granules. In male, each testis was composed of five testicular tubes. Each testicular tube contained only two stages; spermatids and spermatozoa based on the pattern of chromatin condensation and other characteristics. This research has possibility of providing invaluable information regarding the reproductive histology of this species of webspinner for future references and continual studies.



Acknowledgement:

This research was partially supported by the Higher Education Research Promotion (HERP) budget under the biodiversity project (80280/2793).

References:

1. Poolprasert, P. (2012) Kasetsart J. (Nat. Sci.).46, 408-417.
2. Poolprasert, P., Edgerly, J.S. (2011) J. Kansas Ent. Soc. 84, 12-21.
3. Poolprasert, P., Lekprayoon, C. (2008). J. Sci. Soc. Thailand. 62, 42-45.

Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*)

Pisit Poolprasert^{1*} and Sinlapachai Senarat²

¹ Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, Thailand, 65000

² Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand, 10330

*Corresponding author. E-mail: g4761008@hotmail.com

Abstract : The gonadal structure and development stages of germ cells of the webspinner, *Oligotoma saundersii* were described for both sexes. Detailed histological studies in female showed a pair of ovaries, which consisted of large numbers of panoistic ovarioles joined by short pedicels that connected to a common oviduct and embedded in the adipose tissue. Each ovariole is divided into 3 regions: terminal filament, germarium and vitellarium. The germarium usually contains the prefollicular cells and oogonia. The vitellarium contained various stages of oocyte development that can be classified into 4 stages: 1) Previtellogenic oocyte, the nucleus is presented in the center and the follicular epitheliums are arranged with squamous epithelium. 2) Early vitellogenic oocyte, the ooplasm is finely filled with yolk granule as spherical spheres and the follicular epithelium is shown to be cuboidal epitheliums. 3) Late vitellogenic oocyte, the follicular epithelium increased its thickness as columnar epithelium. The yolk granules are spread toward the central domain, multiplied and increased in size during in this stage. 4) Mature stage, this stage presented the enlargement of the yolk granules. In male, each testis was composed of five testicular tubes. Each testicular tube contained only two stages; spermatids and spermatozoa based on the pattern of chromatin condensation and other characteristics. This research has possibility of providing invaluable information regarding the reproductive histology of this species of webspinner for future references and continual studies.

Keywords: insect reproduction, histology, oogenesis, ovarian structure, webspinner

Introduction

Oligotoma saundersii (Westwood, 1837), a relatively small to medium species of webspinner belonging to the family Oligotomidae (Embioptera), is found throughout both tropical and temperate regions. It is also considered to have been a major introduction of Embiopteran among this genus in East Asia [1] [2]. Recently, *O. saundersii* was identified within Thailand for the first time and therefore is thought likely to be found throughout the country [3]. Additionally, its host plant preference is very diverse i.e. *Acacia auriculaeformis* A., Cunn. Ex Benth, *Diospyros rhodcalyx* Kurz., Dehnh, *Mangifera indica* and *Cassia javanica* L.) [3]. Even though the external morphology of *O. saundersii* has been studied by many researchers [3] [4] [5] [6], the study of internal morphology (particularly of cell and tissue levels) is still limited.

Regarding the histological aspect concerning the cells and tissues of webspinner, only *Archembia batesi* (MacLahlan, 1877) of the

family Archembiidae was investigated on its muscular, nervous, digestive, and reproductive systems [7]. Therefore, additional histological studies of other species of the embioptera group should be undertaken. Herein, the specimens of *Oligotoma saundersii* were examined to reveal the picture of gonadal structure and gametogenesis. The structures were described and illustrated.

Materials and Methods

Adult *Oligotoma saundersii* (6.5- 6.9 mm in body length) were obtained from a public park located in the Plaichumpol sub-district, Mueang district, Phitsanulok province and bred in the Laboratory of the Pathobiology department, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand. We collected a total of 10 individuals (5 males and 5 females), which were euthanized by rapid cooling method [8].

The collected specimens were dissected and immediately fixed in Davidson's fixative for 18-24 hours and then were processed using the standard histological technique. The sections were 6-7 µm in thickness and stained with Harris's hematoxylin and eosin [9]

Results and Discussion

Histological structure of *oligotomid* ovary

The female reproductive system of *Oligotoma saundersii* showed a pair of ovaries distributed along the alimentary tract (mid gut) within the abdomen. Each ovary consisted of five ovarioles enclosed by an external sheath of ovariole. The ovarioles of this species were the ponoistic types being joined by short pedicels connected to a common oviduct which are embedded in the adipose tissue.

Each ovariole was examined and found to be divided into three distinct regions i.e. (a) the anterior terminal filament, (b) the germarium and (c) the vitellarium, which consisted the various stages of oocyte. The study was conducted based on the cell size, shape, nuclear characteristics, amount and characteristics of cytoplasm and staining properties that could be found within these four distinct stages: Stage I (previtellogenic stage), Stage II (early vitellogenic stage), Stage III (late vitellogenic stage) and Stage IV (mature stage) were distinguished (Figure 1).

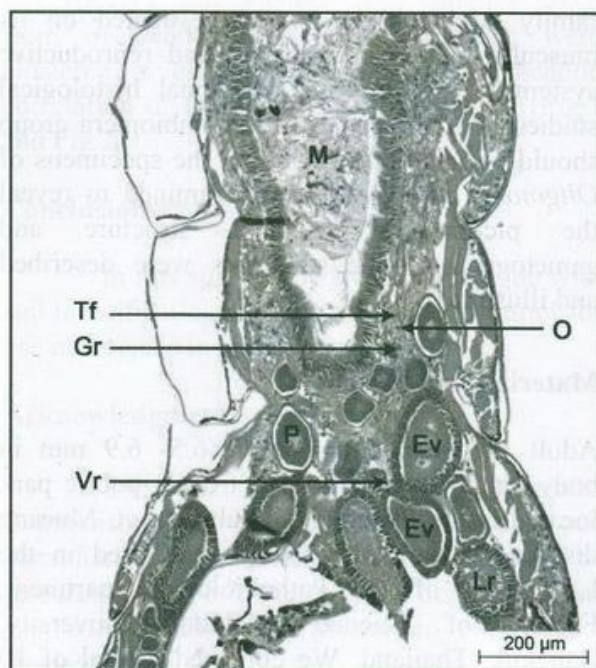


Figure 1 Micrograph of *Oligotoma saundersii* showing basic ovarian histological structure (H&E stain). Tf = terminal filament, Gr =

germarium, Vr = vitellarium, O = oogonium, P = previtellogenic stage, Ev = early vitellogenic stage, Lv = late vitellogenic stage, M = mid gut.

Structure of developing oocyte in germarium and vitellarium

The germarium usually contained the oogonia and occurred within the anterior area. The oogonium demonstrated the smallest cell among female germ cells. It is characterized by the large nucleus and small amounts of cytoplasm while there were four stages in the vitellarium of oocyte. The details of each stage are described as follows:

Previtellogenic stage is larger than an oogonium and characterized by the presence of the spherical cell of oocyte. It contains the large nucleus that lies at the center together with multiple nucleoli while the cytoplasm contents are strongly basophilic. The oocyte is surrounded by a single layer of follicle epithelium as simple squamous epithelium (Figure 2A).

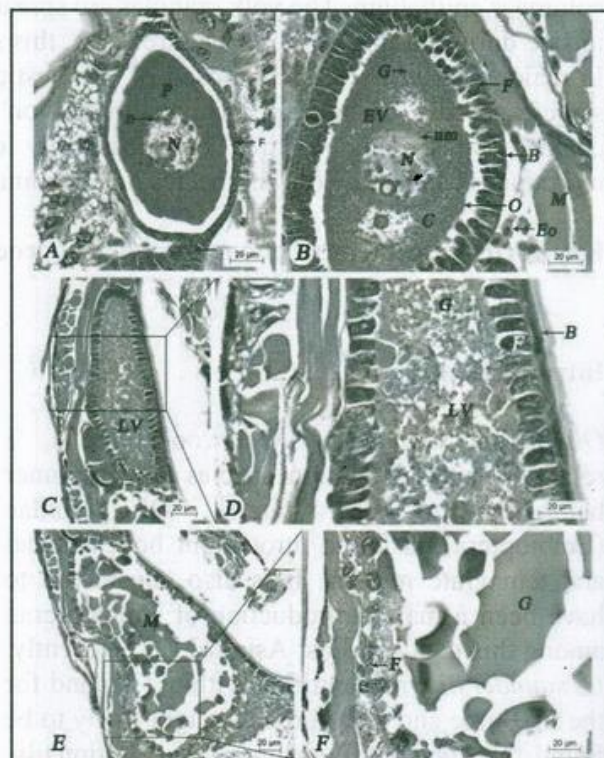


Figure 2 Micrograph of *Oligotoma saundersii* ovaries showing stage of oocyte development (H&E stain), P = previtellogenic stage; N = nucleus; n = nucleolus; F = follicular cell; G = yolk granule; nm = nuclear membrane; Ev = early vitellogenic stage; C = oocytes cytoplasm; O = oocyte plasma membrane; B = basement of follicular layer; Eo = external sheath of ovariole; M = muscular tissue; Lv = late vitellogenic stage; M = mature stage.

Early vitellogenic stage is larger in size compared with the above previtellogenic stage. In this stage, the nucleus contains many nucleoli within the nuclear membrane. This acidophilic cell is characterized by the appearance of various yolk granules in the cytoplasm. This was observed for the first time. As early vitellogenesis progresses, the follicular cells change their shape from monolayer squamous epithelium to become the columnar epithelium (Figure 2B).

Late vitellogenic stage, at this point the nucleus is not seen. The yolk granules are increased in number and size within oocyte cytoplasm. The follicle cells surrounding the oocyte are simple columnar epithelium (Figures 2C and 2D).

Mature stage is characterized by an expansion of yolk granules. As mature progresses, the follicular cells change their shape from the monolayer columnar epithelium to become the squamous epithelium (Figures 2E and 2F).

Histological structure of *oligotomid* testis

For anatomical structure, a pair of testes was presented with five testicular tubes that were embedded in adipose tissue. Microscopically, the histological parenchyma of each testicular tube of *Oligotoma saundersii* was covered by a layer of basal membrane. Within testicular tube there were many cysts that contained the differentiation of spermatogenesis. In this study, only two stages -spermatids and spermatozoa- were found. The details of both stages are given below (Figure 3).

Spermatid was presented in the zone of maturation, which was contained within the cyst. Oval nucleus was small in shape with an intensively basophilic cell. A rim of eosinophilic cytoplasm was also exhibited.

Spermatozoan was shown in the zone of transformation with the smallest spermatogenic cells. The histological observation based on morphological feature and staining can be distinctly classified into two regions (head and tail). The elongated head contained the dense -chromatins as strongly basophilic cell. The tail was a strongly acidophilic cell with rarely apparent unflagella.

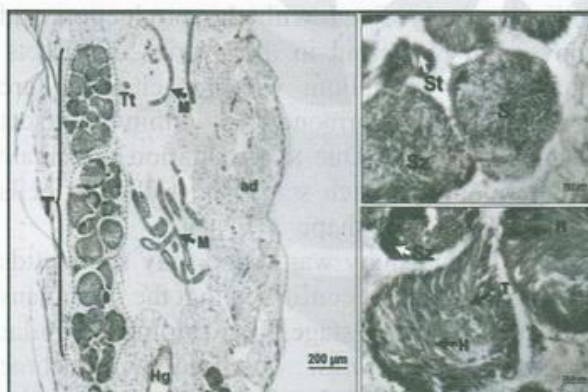


Figure 3 Micrograph of *Oligotoma saundersii* showing basic testicular histological structure (H&E stain). T = testis, Tt = testicular tube, M = mulphigian tubule, ad = adipose tissue, Hg = hind gut, St = spermatids, Sz = spermatozoa, H = head of spermatozoan, T = tail of spermatozoan, S = follicle.

The ovary of *Oligotoma saundersii* demonstrates a panoistic oocyte type (no nurse cells), which is similar to other embioptera groups [7] [10] [11] [12] [13] and can be found in many insect orders i.e. Thysanura [14], Orthoptera [15] [16], Isoptera [17], Odonata [18] and Phasmida [19] [20] [21]. Whereas the developing oocytes are distributed within ovariole they can be classified as a terminal filament, germinarium and vitellarium. Usually, the oogonia are lied in the germarium which is the essential part of the ovarioles. The germarium region contained the germ cells, which shortly developed into the oogonia and the follicle cells. After mitotic division, the follicle cells enclosed the oocytes. For the vitellarian region where the ovariole stalk met the paired oviducts, female embiids exhibited longitudinal and stronger circular muscle which created a sphincter action as the oocytes pass along. The energy for the movement of the oocytes in the follicles toward the oviducts was due to the growth of the younger oocytes [7]. In this study, the ovariole of *O. saundersii* showed four oocyte developmental stages of female germ cells, including previtellogenic, early vitelligenic, late vitellogenic and mature stages. These stages also resemble other Embiopteran such as *Aposthonia* (*Oligotoma*) *japonica* found in Japan [13] and *Embolyntha batesi* collected from Brazil [7].

The follicular cells surrounding the oocyte rapidly changed in each stage especially the early vitellogenic stage, which is similar to the prior reports in other insects for instance, the American cockroach (*Periplaneta*) and the stick insect (*Carausius*) [22] [23]. In general,

follicular is involved with the production and conversion of steroid in the ovaries of insects. Changes of epithelium within each stage are correlated to sex hormone level within the insect groups. [24] [25]. Due to stimulation of female sex hormones in each stage, the follicular cells could change their shape.

In this study was found only spermatids and spermatozoa, it confirmed that the specimens collected was adult stage. This finding is similar to *Embolynta batesi* observed by Lacombe (1971) [7]. On the other hand, immature insect can be mainly found the spermatogonia and spermatocyte [7].

Conclusions

This research reveals the basic knowledge of the histological structure of the gonadal structure and gametogenesis of *Oligotoma saundersii*, which was firstly identified or this species and could be used as a model for other embiopterans. The outcome of this preliminary study will not only increase the fundamental understanding of the reproductive system but also enhance the knowledge of the ovarian structure, which will be able to be used for further systematic biology of evolution.

Acknowledgments

This research was partially supported by the Higher Education Research Promotion (HERP) budget under the biodiversity project (80280/2793). We would like to thank Assistant Professor Dr. Wannee Jiraungkoorskul from the department of Pathobiology, faculty of Science, Mahidol University, Bangkok for her support in the laboratory, Ms. Ezra Mongkhonchaichana and Mr. Naratip Chantarasawat for their help in the field. A special thank you is conveyed to Mr. Harki Kimoshita, UMN Pharma, Japan and Mr. Ken Haldane, USA for their valuable comments and English correction.

References

1. E.S. Ross, "Embia: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 2. A review of the biology of Embiidina", *Occ. Pap. Cal. Acad. Sci.*, **2000**, 149, 1-36.
2. E.S. Ross, "The Embiidina of Eastern Asia, Part I", *Proc. Cal. Acad. Sci.*, **2007**, 58, 575-600.
3. P. Poolprasert, "The Embiopteran genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embioptera: Oligotomidae), with three new recorded species from Thailand" *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, **2012**, 46(3), 408-417.
4. S.W. Ling, "Further notes on the biology and morphology of *Oligotoma saundersii* Westwood", *Peking Nat. Hist. Bul.*, **1934a**, 9, 261-272.
5. S.W. Ling, "Notes on the biology and morphology of *Oligotoma* sp. (the first embiid from China)", *Peking Nat. Hist. Bul.*, **1934b**, 9, 133-139.
6. S. Lee, M.J. Han and K.S. Woo, "New record of a web-spinner, *Oligotoma saundersii* (Embiidina, Oligotomidae) in Korea", *Korean J. Syst. Zool.*, **2002**, 18, 121-125.
7. D. Locombe, "Anatomy and Histology of *Embolynta Batesi* MacLachlan, 1877 (Embiidina)", *Fasciculo.*, **1971**, 69, 331-396.
8. J.M. Wilson, R.M. Bunte and A.J. Cart, "Evaluation of rapid cooling and tricaine methanesulfonat (MS222) as methods of euthanasia in zebrafish (*Danio reio*)" *J.Am.Assoc.Lab.Anim.Sci.*, **2009**, 48(6), 785-789.
9. J.D. Bancroft and M. Gamble, "Theory and Practice of Histological Techniques", 5th Edn., Churchill Livingstone, Edinburgh, UK. 2002. 796 pp.
10. S. Mukerji, "On the morphology and bionomics of *Embia minor*, sp. nov., with special reference to its spinning organ. A contribution to our knowledge of the Indian Embioptera", *Rec. Indian Mus.*, **1927**, 29, 253-282.
11. O.W. Richards, and R.G. Davies, "Imms's general textbook of entomology", John Wiley & Sons, New York. USA, **1977**, 2, 521-645.
12. R.C. King, and J. Bunning, "The origin and functioning of insect oocytes and nurse cells. In Kerkut, G.A. and Gilbert (eds), Comprehensive insect physiology", *Biochemistry and Pharmacology*, **1985**, 1, 37-82. Pergamon Press : Oxford. NY, USA.
13. N. Niwa, T. Nagashima and M. Matsuzaki, "Ovarian structure and oogenesis of the Webspinner *Oligotoma japonica* (Embioptera, Oligotomidae)", *Jpn. J. Entomol.*, **1993**, 61, 605-612.
14. J.L. Perrot, "La spermatogense et l'ovogense de *Lepisma* (Thermobia)

- dornestica. Htropychnose dans un sexe homogametique. Zeitschr., *Wiss. Biol. Abt. Zellf., Mikr. Anat.*, **1993**, 18, 573–592.
15. R. Matthey, "Etude biologique et cytologique de *Saga pedo* Pallas (Orthoptera – Tettigoniidae)", *Rev. Suisse Zool.*, **1941**, 48, 91–102.
 16. R. Matthey, "La repartition de *Saga pedo* Pallas dans le canton du Valais (Orthoptera, Tettigoniidae)", *Bull. Soc. Entomol. Suisse.*, **1945**, 19, 482–484.
 17. W. Ahrens, "Monographie des weiblichen Geschlechtsapparates der Termiten. Nach Untersuchung an *Tennes redemanni*" *Z. Naturw. Jena.*, **1935**, 70, 223–302.
 18. C. McGill, "The Behaviour of the Nucleoli during Oogenesis of the Dragonfly, with Special Reference to Synapsis. *Zool. Jahrb. Jena, Abt. fur Anat. Bd.*, **1906**, 23.
 19. R. De Sinety, "Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes", *La Cellule*, **1901**, 19, 1–154.
 20. W.S. Marshall and H.C. Severin, "Über die anatomie der Gespenstheuschrecke, *Diapheromera femorata*, Say, Archiv für Biontologie, herausgegeben von der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin" *Archiv. Fur Biontologie Berlin*, **1906**, 1, 214–244.
 21. T. Maki "A study of musculature of the phasmid *Megacrana tsudai* Shiraki, *Mem. Fac. Sci. Agri. Taihoku Imp. Univ.*, **1935**, 12(2), 181–279.
 22. E. Adderson, "Oocyte differentiation and vitellogenesis in the roach *Periplaneta Americana*", *J. Cell. Biol.*, **1964**, 20, 131–155.
 23. A. Dutkowski and B. Grzelakowska, "Cytophysiological investigations on follicular vesicles of *Carausius morosus*. The micromorphology and localization of nucleic acids, polysaccharides and lipids", *Folia Histochem. Cytochem.*, **1965**, 3, 119–136.
 24. P.F. Bonhag, "Ovarian structure and vitellogenesis in insects", *Annual Rev Ent.*, **1958**, 3, 137–160.
 25. K.G. Davey, "Reproduction in the insects" San Francisco: Freeman. **1965**, 96 pp.

Similarities and Contrasts in the Embiopteran Faunas Associated with the Different Characteristic Types from Lower Northern Thailand

Pisit Poolprasert^{a*}, Sangdaw Kruemee^a, Waraporn Ponkaew^a and Sinlapachai Senarat^b

^a Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000, Thailand

^b Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 10330, Thailand

* E-mail: g4761008@hotmail.com

Abstract

The community similarity of the webspinners or embiopterans (Insecta: Embioptera) in the different habitat characteristic types were conducted by hand picking between September, 2012 to August, 2013. Three species and two morphospecies in three families and five genera were recorded. The family Oligotomidae contained the greatest number of species (3). Two oligotomid species (*Aposthonia borneensis* and *Oligotoma saundersii*) were found only in the human exploited sites such as mango plantations and forest parks throughout the study areas. On the contrary, *Ptilocerembia* sp.1 (F. Ptilocerembiidae) and *Oligembia* sp.1 (F. Teratembidae) were found solely in natural forests. The most common species, which was distributed throughout the lower northern Thailand, was *Eosembia auripicta* (F. Oligotomidae) and was able to be encountered in both human habitations and natural forests. Of all studied habitat types, the highest number of species (3) occurred in the hill evergreen forests, mango plantations and forest parks, whereas the lowest number of species (1) occurred in dry dipterocarp forests, coniferous forests and tropical rain forests. Among the combinations of pair-wise comparison, the most similar habitats of natural forests (0.50) were dry dipterocarp forests, mixed deciduous forests and tropical rain forests. In the same way, mango plantations and forest parks shared the highest similarity (0.50). The species composition of the embiid faunas of the lower northern area is partially consistent with known Embiopterans of Thailand. Further studies on the systematics and ecology of this order in Thailand need to be investigated.

Keywords: Biodiversity, Embioptera, habitat utilization, lower northern Thailand.

1. Introduction

Webspinners, commonly known as foot spinners or embiids, are small insects (order Embioptera) with about 360 described species worldwide (Engel and Grimaldi 2006). They produce the fine silk in gland situation in the swollen foretarsi and live gregariously within silk galleries (Collin et al., 2009). They primarily graze on the outer bark of tree, decomposing leaf litter, mosses and lichens. Nonetheless, they are very interesting insects with a unique primitive social behavior and ecology and also have some primeval morphological characters (Ross, 2000).

There are few reports in the species diversity and little biological data of embiopterans from Thailand where is a center for biodiversity because it contains very different habitats from high mountains from low land. Because research on Thai embiid fauna quite limited in the number of species reported is still under estimate of the total as well as the embiid taxonomists are still scarce. Hence, the lower northern Thailand, the part located in the biodiversity hotspot of Thailand, was conducted to be representative areas for study species assemblages of the webspinners associated with different habitat characteristic types in both natural forests and human habitations.

2. Materials and Methods

2.1 Survey and collection

1) Study site: The study of webspinners was carried out between September, 2012 to August, 2013. For both wet and dry seasons. The specimen collecting was taken by encounter from various ecosystem types highly degraded anthropogenic areas to native forests in lower northern Thailand, consisting of Phitsanulok, Phetchabun, Uttaradit, Sukhothai and Tak provinces, respectively (Figure 1).

2) Field collecting: the habitat types for webspinner collection in lower northern Thailand from natural habitats (6) to residential areas (2), comprising dry dipterocarp forests (DDF), dry evergreen forests (DEF), hill evergreen forests (HEF), mixed deciduous

forests (MDF), coniferous forests (CF), tropical rain forests (TRF), mango plantations (MP) and forest parks (FP), respectively.

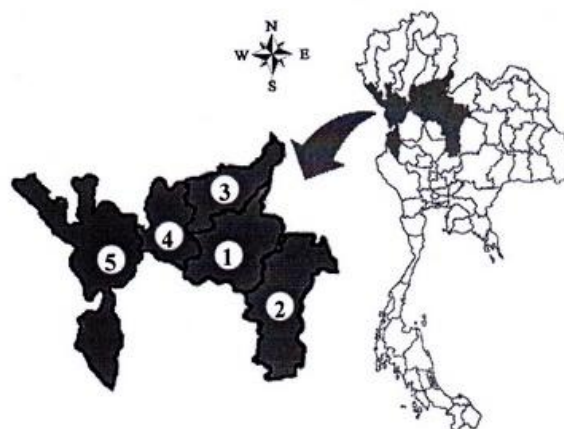


Figure 1 The map shows the study sites with provinces. 1) Phitsanulok, 2) Phetchabun, 3) Uttaradit, 4) Sukhothai and 5) Tak provinces

In each representative habitat type was divided into three sampling units. For each sampling unit, the length of the line transect sampling is one kilometer. Within the sampling trail, the possible shelter habitats or foraging sites of webspinners e.g. on and under bark of the trees, under or in crevices of rocks, and under leaf litter were observed to find the specimens. The specimen collection was conducted by hands, aspirator, forceps, paint brush, chisel and then kept them in the plastic box containers. In addition, the characteristic of the galleries, ecological habitats, altitude and GPS from each collecting site were recorded.

Adult specimens were preserved in 70% ethyl alcohol for further sorting and identification. All specimens were classified to the species level using the identification key of Ross (2007), Poolprasert & Edgerly, 2011, Poolprasert et al (2011a, b) and Poolprasert (2012).

2.2 Data analyses

The webspinner assemblages were determined by separating the assemblage data (species diversity and species composition) from the various habitat types. All assemblage parameters in this study were calculated based

on the average density of each embiid species in each area. The Shannon-Wiener function (H'), Pielou's evenness index (J') and Simpson's diversity index (D) (Krebs, 2013) were used to determine the diversity among embiopterans in each habitat characteristic types. To determine the species composition or relative abundance of different webspinners employing habitats, the similarity in species composition among habitats was determined by a cluster analysis using Sorensen (Bray-Curtis) distance measurement (Bray & Curtis, 1957).

The relative similarities of webspinner present in the different habitats were determined by cluster analysis and a cladogram was also produced using PC-ORD version 5.10. An accumulation model was also used for embiid diversity in this studied region. The rarefaction value and its 95% confidence intervals were computed (McCune & Mefford, 2006).

3. Results

3.1 Diversity and community similarity

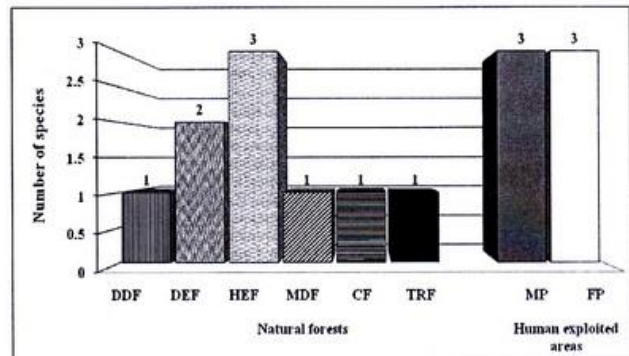
Table 1 List of embiid species found in different habitat types.

Species	Habitats								Altitude (m)
	D	D	H	M	C	T	M	F	
	D	E	E	D	F	R	P	P	
	F	F	F	F	F	F			
F. Ptilocerembiidae									
<i>Ptilocerembia</i> sp.1	-	+	+	-	+	-	-	-	50-600
F. Oligotomidae									
<i>Aposthonia borneensis</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	50-200
<i>Eosembia auripecta</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	50-800
<i>Oligotoma saundersii</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	50-200
F. Teratembiidae									
<i>Oligembia</i> sp.1	-	-	+	-	-	-	-	-	> 800
Species richness	1	2	3	1	1	1	3	3	

Remarks: DDF = dry dipterocarp forest, DEF = dry evergreen forest, HEF = hill evergreen forest, MDF = mixed deciduous forest, CF = coniferous forest, TRF = tropical rain forest, MP = mango plantation, FP = Forest park.

The embiid species associated with habitat characteristic types were shown in Table 1. Hill evergreen forests, mango plantations and forest parks sheltered three

species each (60 % of the total). Two species (40% of the total) were found only in dry evergreen forests. Only one species each (20% of the total) was found in mixed deciduous forests, coniferous forests and tropical rain forests, respectively (Table 1 and Figure 2).



Remarks: DDF = dry dipterocarp forest, DEF = dry evergreen forest, HEF = hill evergreen forest, MDF = mixed deciduous forest, CF = coniferous forest, TRF = tropical rain forest, MP = mango plantation, FP = Forest park.

Figure 2 Number of embiid species per habitat characteristic types.

Dealing with the known distributional pattern, the webspinners can be classified into three groups. The first one including those dwelling in several plant community types at the average level less than 800 m (*Eosembia auripecta*). The second one living in specific plant community types less than 800 m (*Aposthonia borneensis* and *Oligotoma saundersii* were found from residential areas and *Ptilocerembia* sp 1. found from natural forests). The third one restricting to the hill evergreen forest averagely above 800 m high (*Oligembia* sp.1) (Table 1).

Among the estimated diversity indices, the Shannon-Wiener index (H') for all webspinner species ranged from 0 to 1.1. The Pielou's evenness index (J') ranged from 0 to 1 and the Simpson's diversity function (D) ranged from 0 to 0.69, respectively. All species indices of eight rice growing stages are presented in Table 2.

Table 2 The webspinner diversity in different habitat characteristic type.

Habitats	Individuals	Species	H'	J'	D
DDF	23	1	0.00	0	0.00
DEF	32	2	0.69	1	0.50
HEF	15	3	1.10	1	0.67
MDF	11	1	0.00	0	0.00
CF	16	1	0.00	0	0.00
TRF	8	1	0.00	0	0.00
MP	34	3	1.10	1	0.67
FP	25	3	1.10	1	0.67

Remarks: H' = Shannon Wiener index of diversity; J' = Pielou's evenness index; D = Simpson's diversity index

For the species accumulation curves (observed and expected) for all habitats in this study, the curves of all surveyed areas in the lower northern Thailand were consistent when survey stopped. Sampling of the webspinners produces accumulation curves as shown in Figure 3.

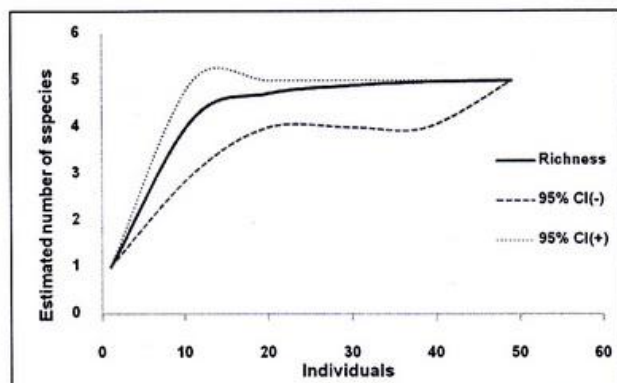


Figure 3 Species accumulation curve for all webspinners survey in lower northern part of Thailand.

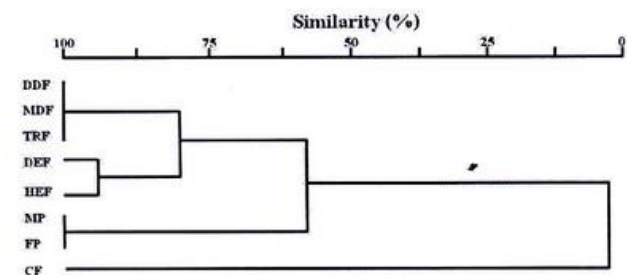
On the basis of the coefficient of community indices calculated for all possible combinations of the eight habitat characteristic types, no habitat had an index value higher than 0.5 (Table 3). However, the assemblage recorded of embiid species in the natural forests between dry dipterocarp forests and mixed deciduous forests had the highest similarities (0.50). In the same manner, the most similar habitats (0.50) were mixed

deciduous forests and tropical rain forests. In addition, mango plantations and forest parks shared the highest similarity (0.50).

Table 3 Pair-wise combinations of the assemblage of species recorded in natural forests and human habitats. Values are coefficient of community indices (upper right) and number of species shared in common (lower left).

	DDF	DEF	HEF	MDF	CP	TRF	MP	FP
DDF	---	0.40	0.33	0.50	0.00	0.50	0.33	0.33
DEF	1	---	0.44	0.40	0.40	0.40	0.29	0.29
HEF	1	2	---	0.33	0.33	0.33	0.25	0.25
MDF	1	1	1	---	0.00	0.50	0.33	0.33
CP	0	1	1	0	---	0.00	0.00	0.00
TRF	1	1	1	1	0	---	0.33	0.33
MP	1	1	1	1	0	1	---	0.50
FP	1	1	1	1	0	1	3	---

Remarks: DDF = dry dipterocarp forest, DEF = dry evergreen forest, HEF = hill evergreen forest, MDF = mixed deciduous forest, CF = coniferous forest, TRF = tropical rain forest, MP = mango plantation, FP = Forest park.



Remarks: DDF = dry dipterocarp forest, DEF = dry evergreen forest, HEF = hill evergreen forest, MDF = mixed deciduous forest, CF = coniferous forest, TRF = tropical rain forest, MP = mango plantation, FP = Forest park.

Figure 4 Dendrogram of the communities of webspinners in the various habitat types, obtained by the cluster analysis.

The dendrogram produced from the cluster analysis (Figure 4) appears to indicate that the communities of webspinner from the eight habitat types were somewhat different. The three habitat types of natural forests among dry dipterocarp forest, mixed deciduous forest and tropical rain forest habitats were more similar to each other than those found at the various other habitats. Similarity, the

cladogram showing the results of cluster analysis indices that webspinner communities in mango plantation and forest park were more similar to each other than to the other types of human habitats.

4. Discussion

In the survey of species richness of webspinners along with an altitudinal gradient of 50 meter to over 800 meters and various habitat (Table 1). All of three species and two morphospecies, five genera and three families were reported. The total number of species collected per family per altitude was deferent influenced by the interaction between insect family and altitudes. It might be indicated that the distribution of webspinner communities in lower northen Thailand varied with altitudes and in which family of particular webspinners was in. Many researchers have used altitude, an indirect environmental variable, as a surrogated variable for temperature (Sanders, 2002; Thakur et al., 2008). However, this parameter is complex and may co-vary with other climatic factor such as wind, rainfall and cloud cover and with the isolation degree on the summit of mountains. A negatively respond along the altitudinal gradients with insect species richness has been reported in different ecosystems (i.e., in mountain forests by Idris et al., 2002).

Ptilocerembia sp.1 could be found at both low and high elevations (50-600 meters) in tropical evergreen forests i.e. dry evergreen and hill evergreen forests where multiple crops occurred. This species can be also encountered in coniferous forests were only pine occurred. It would be suggested that in the more humid areas of those habitat characteristic types where this species found are being inhabit restricted habitat.

In the present survey, the habitat of *Aposthonia borneensis* was always on the bark of shade trees and near residential or developed areas at the elevation (50-200 meters), such as orchards, forest parks (ornamental plants) and plantations (mango), but it was never found in forest habitats (Poolprasert et al., 2011a). This

species is an anthropogenic "weed or alien" species with a wide distribution in the commercial areas of many localities in southern Asia, Indonesia, Laos and Malaysia and has previously been recorded from Nan Province in Thailand (Ross, 1978). These records suggest that this species is now relatively common and widespread throughout Thailand.

From surveys from the mountainous forest regions to the lowland areas of lower northern Thailand, *Eosembia auripecta* was fairly common in this study and was able to be encountered in both residential areas and natural forests at the low to high above sea level (50-800). According to Ross (2007), this species can be occurred in the same habitats of other species such as *Ptilocerembia* spp.

The majority of habitats of *Oligotoma saundersii* in this study were found on the tree bark of shaded trees and near to residential areas, such as in mango plantations and forest parks at the low level of elevation (50-200). *Oligotoma saundersii* was never found inhabiting exposed places during the dry season, but rather they were found to disappear into crevices and under the bark of trees and other humid and shady places (Poolprasert, 2012). This probability shows the moist atmosphere is suitable for them. This species was dominant at this altitudinal sites.

Only *Oligembia* sp.1 was limited in specific area, hill evergreen forest where high moisture occurred, at the high altitude (over 800 m). It was considered as rare and elusive species because of its camouflage beneath pulverized bark particles and feces.

5. Conclusions

A total 164 individuals -- representing three species and two morphospecies from five genera under three families of webspinners -- were recorded. Most of the websinners in this study are widely distributed in different habitat types and at a wide range of elevation. The number of species associated with each habitat type, elevation and season are more limited. From this study alone there are still few

morphospecies that are not published that would likely further change poorly known embiid fauna status in Thailand. It is plausible that a rich fauna exists. The results from this study increase the available information on the zoological distribution of order Embioptera within Thailand. Additionally, the webspinners could be usefully applied as the indicators of the forest condition and also the acquired data could be used as a guideline for suitable habitat management.

6. Acknowledgements

We would like to thank the Higher Education Research Promotion (HERP) for financial support under biodiversity project (Research code: 2556A14262005).

7. References

- Bray, J.R., & Curtis, J.T. (1957). An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27, 325–349.
- Collin, M.A., Camama, E., Swanson, B.O., Edgerly, J.S., & Hayashi, C.Y. 2009. Comparison of embiopteran silk reveals tensile and structural similarities across taxa. *Biomacromolecules*, 10(8), 2268–2274.
- Engel, M.S., & Grimaldi, D.A. (2006). The earliest webspinners (Insecta: Embiidea). *American Museum Novitates*, 3514, 1–15.
- Idris, A.B. Nor, S. Md., & Rohaida, R. (2002). Study on Diversity of Insect Communities at Different Altitudes of Gunung Nuang in Selangor, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 2, 505–507.
- Krebs, C.J., (2013). *Ecological Methodology*, 3rd. Retrieved from http://www.zoology.ubc.ca/~krebs/book_s.html.
- McCune, B., & Mefford, M.J. (2006). *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 5.10 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Poolprasert, P., & Egerly, J.S. (2011). A new species of *Eosembia* Ross (Embiodea: Oligotomidae) from Northern Thailand. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 84, 12–21.
- Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Butcher, B.A., & Lekprayoon, C. (2011a). *Aposthonia* Krauss, 1911 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand with description of a new species. *Zootaxa*, 2937, 37–38.
- Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Lekprayoon, C. & Butcher, B.A. (2011b). Two remarkable new species of webspinners in the genus *Eosembia* Ross, 2007 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand. *Zootaxa*, 2967, 1–11.
- Poolprasert, P. (2012). The Embiopteran genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embioptera: Oligotomidae), with three new recorded species from Thailand. *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 46(3), 408–417.
- Ross, E.S. (1978). The Embiidina of China. *Memoirs Hongkong Natural History Society*, 13, 1–8.
- Ross, E.S. (2000). EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 1: Origin, relationships and integumental anatomy of the insect order Embiidina. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 149, 1–53.
- Ross, E.S. (2007). The Embiidina of eastern Asia, Part I. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 58, 575–600.
- Sanders, N.J. (2002). Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography*, 25, 25–32.
- Thakur, M.S., Mattu, V.K., & Mehta, S.L. (2008). Distributional record of insect diversity in different altitudes of Shimla Hills, Himachal Pradesh, India. *Journal of Entomological Research*, 32(4), 317–321.



รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการ 2556A14262005

โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ชื่อมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ชื่อโครงการ การศึกษาทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแมลงป่นใบ (Insecta: Embioptera) ในพื้นที่
ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน / ผู้วิจัย/ ดร. พิสิทธิ์ พูลประเสริฐ

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2555 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2556

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2555 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2556

รายจ่าย

หมวด	งบประมาณ รวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน คงเหลือ	
1.ค่าตอบแทน	10,000 บาท	10,000 บาท	-
2.ค่าจ้าง	4,000 บาท	4,000 บาท	-
3.ค่าวัสดุ	33,000 บาท	33,000 บาท	-
4.ค่าใช้สอย	53,000 บาท	53,000 บาท	-
5.ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	-
โปรดระบุเป็นข้อย่อย			
รวม	100,000 บาท	100,000 บาท	-

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1	50,000บาท	เมื่อ 5 เมษายน 2556
งวดที่ 2	35,000บาท	เมื่อ 19 พฤษภาคม 2556
รวม	85,000 บาท	

(นายพิสิทธิ์ พูลประเสริฐ)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

วันที่ 31 สิงหาคม 2556

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงินโครงการ

วันที่.....

บรรณานุกรม

- พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และจรียา เล็กประยูร . 2551. แมลงป่นไย. วารสารวิทยาศาสตร์สมาคม
วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 62(3): 42-45.
- อักษรานุกรม ภูมิศาสตร์ประเทศไทย 2545. อักษรานุกรม ภูมิศาสตร์ประเทศไทย เล่ม 1
ฉบับ ราชบัณฑิตยสถาน พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ. ราชบัณฑิตยสถาน. 428 หน้า
- Alberti, G. and V. Storch. 1976. Transmissions-und rasterelektronenmikroskopische
Untersuchung der Spinndrüsen von Embien (Embioptera, Insecta). *Zoologischer
Anzeiger* 197: 179-186.
- Ananthasubramanian, K.S. 1957. Biology of *Oligotoma humbertiana* (Saussure)
(Oligotomidae, Embioptera). *Indian Journal of Entomology* 18: 226-232.
- Ananthasubramanian, K.S. and Ananthakrishnan, T. N. 1960. Biology of *Oligotoma
minuscula* Enderlein (Oligotomidae, Embioptera). *Bulletin of Entomological
Research* 50: 18-21.
- Argaman, Q. and Mendel, Z. 1991. Damage by webspinners (Insecta: Embioptera) in
Israel. *Tropical Pest Managemen* 37: 101.
- Arnaud, P.H. 1963. *Perumyia embiaphaga*, a new genus and species of Neotropical
Tachinidae (Diptera) parasitic on Embioptera. *American Museum Novitates*
2143: 1-8.
- Barth, R. 1954. Untersuchungen an den Tarsaldrüsen von *Embolynta batesi*
McLachlan, 1877 (Embioidea). *Zoologische Jahrbuecher (Anatomie und
Ontogenie) Jena* 74: 172-188.
- Barth, R. and Lacombe. D. 1955. Estudos anatomicos e histologicos do ducto
intestinal de *Embolynta batesi* McLachlan, 1877 (Embiidina). *Memorias do
Instituto Oswaldo Cruz* 53: 67-86.
- Bradoo, B.L. 1967. Observations on the life history of *Oligotoma ceylonica ceylonica*
Enderlein (Oligotomidae, Embioptera), commensal in the nest of social spide
Stegodyphus sarasinorum Karsh. *Journal of the Bombay Natural History Society*
64: 447-454.
- Bradoo, B. L. and Joseph, K.J. 1970. Life history and habits of *Oligotoma greeniana*
Enderlein, (Oligotomidae: Embioptera) commensal in the nest of social spider
Stegodyphus sarasinorum Karsch. *Indian Journal of Entomology* 32: 16-21.

- Callan, E. 1939. A note on the breeding of *Probethylus callani* Richards (Hymenopt, Bethylidae) an embiopteran parasite. *Proceedings of the Royal Entomological Society*, London (B). 8: 223-224.
- Callan, E. 1952. Embioptera of Trinidad with notes on their parasites. *Transactions of the 9th International Congress of Entomology*, Amsterdam. 1951 1: 483-489.
- Carayon, J. 1974. Etude sur kes Hemipteres Plokiophilidae. *Annales de la Société entomologique de France* 10:499-525.
- Davis, C. 1936. Studies in Australian Embioptera. Part I. Systematic. *Proceeding of the Linnean Society of New South Wales*, 61: 230-253.
- Davis, C. 1940. Taxonomic notes on the order Embioptera. XX. The distribution and comparative morphology of the order Embioptera. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 65: 533–542.
- Denis, R. 1949. Ordre des Embiopteres. *Traite de Zoologie* 9: 723-744.
- Dietrich, D.R., and Krieger, H.O. 2009. *Histological analysis of endocrine disruptive effects in small laboratory fish*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Edgerly, J.S. 1987. Maternal behavior of a webspinner (Order Embiidina). *Ecological Entomology* 12: 1–11.
- Edgerly, J.S. 1988. Maternal behaviour of a webspinner (Order Embiidina): mother–nymph associations. *Ecology Entomology* 13: 263–272.
- Edgerly, J.S. 1994. Is group living an antipredator defense in a facultatively communal webspinner (Embiidina, Clothodidae). *Journal of Insect Behavior* 7: 135-147.
- Edgerly, J.S. and Rooks, E.C. 2004. Lichens, sun and fire: a search for an embiid-environment connection in Australia (Order Embiidina: Australembiidae and Notoligotomidae) *Environmental Entomology* 33: 907-920.
- Edgerly, J.S., Szumik, C.A. and McCreedy, C.N. 2007. On new characters of the eggs of Embioptera with the description of a new species of *Saussurembia* (Anisembidae). *Systematic Entomology* 32: 387-395.
- Edgerly, J.S., Davilla, J.A. and Schoenfeld, N. 2002. Silk spinning behavior and domicile construction in webspinners. *Journal of Insect Behavior* 15: 219-242.
- Enderlein, G. 1903. Über die Morphologie, Gruppierung und systematische Stellung der Corrodentien. *Zoologischer Anzeiger* 26: 423-437.

- Enderlein, G. 1909. Die Klassifikation der Embiidinen, nebst morphologischen und physiologischen Bemerkungen, besonders über das Spinnen derselben. *Zoologischer Anzeiger* 35: 166-191.
- Engel, M.S. and Grimaldi, D.A. 2006. The earliest webspinners (Insecta: Embiodea). *American Museum Novitates* 3514:1-15.
- Evans, H.E. 1977. Extrinsic versus intrinsic factors in the evolution of insect sociality. *Bioscience* 27: 613–617.
- Friederichs, K. 1934. Das Gemeinschaftsleben der Embiiden und Näheres zur Kenntnis der Arten. *Archiv für Naturgeschichte* 3: 405-444.
- Fontana, P. 2002. Contribution to the knowledge of Mediterranean Embiidina with description of a new species of the genus *Embia* Latreille, 1825 from Sardinia (Italy) (Insecta Embiidina). *Atti della Accademia Roveretana degli Agiati Serie 8 B Classe di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali* 2B: 39-50.
- Grimaldi, D.A. and Engel, M.S. 2005. *Evolution of the Insects*. New York: Cambridge University Press.
- Hagen, H.A. 1855. Monograph of the Embiidina. *The Canadian Entomologist*, 17, 141-230.
- Hagen, H.A. 1861. Synopsis of the described Neuroptera of North America, with a list of South American species. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 4: xx + 1-347.
- Hennig, W. 1981. *Insect Phylogeny*. New York: John Wiley & Sons.
- Huang, D.Y. and Nel, A. 2009. Oldest webspinners from the Middle Jurassic of Inner Mongolia, China (Insecta: Embiodea). *Zoological Journal of the Linnean Society* 156: 889-895.
- Humason, G.L. 1979. *Animal Tissue Techniques* 4th. San Francisco : Freeman.
- Idris, A.B. Nor, S. Md. and Rohaida, R. 2002. Study on Diversity of Insect Communities at Different Altitudes of Gunung Nuang in Selangor, Malaysia. *Journal of Biological Sciences* 2: 505-507.
- Imms, A.D. 1913. Contributions to a knowledge of the structure and biology of some Indian insects.–II. On *Embia* major, sp. nov., from the Himalayas. *Transactions of the Linnaean Society*, London 2: 167-195.
- Kaltenbach A., 1968: Embiodea (Spinnfüßer). In *Handbuch der Zoologie*, Berlin, 4 (2) 2/8, 2. Auflage 29 pp.

- Kapur, A. and Kripalani, M.B. 1957. Studies in Indian Embioptera. Part I. The Oligotomidae of India. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 190: 111-134.
- Krauss, H.A. 1911. Monographie der Embien. *Zoologica (Stuttgart)* 23 : 1-78.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Benjamin/Cummings. Menlo Park, CA.
- Krombein, K.V. 1979. Biosystematic studies of Ceylonese wasps, VI. Notes on the Sclerogibbidae with descriptions of two new species (Hymenoptera: Chrysidoidea). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 81: 456-474.
- Krebs, J. C. 1972. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row Publishers, New York.
- Kusnezov, N.J. 1903. A new species of Embia Latr. from the Crimea. *Revue Russe d'Entomologie* 3: 208-210.
- Kusnezov, N.J. 1904. Observations on Embia taurica Kusnezov (1903) from the southern coast of the Crimea. *Horae Society of Entomology, Rossic* 37: 138-173.
- Lacombe, D. 1963. Contribuição ao estudo dos Embiidae. VIII Parte. Sistema nervosa de Embolyntha batesi Mac Lachlan, 1877. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 35: 393-411.
- Lacombe, D. 1965. Contribuição ao estudo dos Embiidae. VIII Parte: Anatomia, histologia e excreção de corantes pelos tubos de Malpighi de Embolyntha batesi Mac lachlan, 1877 (Embioptera). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 37: 503-517.
- Lacombe, D. 1971. Anatomy and histology of *Embolyntha batesi* MacLachlan, 1877 (Embiidina). *Instituto Oswaldo Cruz* 6: 331-391
- Lee, S., Han, M.J. and Woo. K.S. 2002. New record of a web-spinner, Oligotoma saundersii (Embiidina, Oligotomidae) in Korea. *The Korean Journal of Systematic Zoology* 18: 121-125.
- Ling, S.W. 1934a. Notes on the biology and morphology of Oligotoma sp. (the first embiid from China). *Peking Natural History Bulletin* 9: 133-139.
- Ling, S.W. 1934b. Further notes on the biology and morphology of Oligotomasaunderisii Westwood. *Peking Natural History Bulletin* 9: 261-272.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley and Sons, New York; 337 pp.

- Mariño, E. and Márquez. C. 1994. Embiópteros de México. V. Especie neuva de Mesembia (Embioptera: Anisembiidae). *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Serie Zoología 65: 233-239.
- Marod, D. and Kudin, U. 2009 Forest Ecology. Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University.
- McCune, B. and Mefford, M.J. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.10 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- McLachlan, R. 1877. On the nymph-stage of the Embidae, with notes on the habits of the family. *Journal of the Linnean Society of London (Zoology)* 13: 373-384.
- McLachlan, R. 1879. Note sur les Embiens. *Petites Nouvelles Entomologiques* 2: 193.
- Melander, A.L. 1902. Two new Embiidae. *Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory, Woods Hole, Massachusetts* 3: 16-26.
- Melander, A.L. 1903. Notes on the structure and development of Embia texana. *Biological Bulletin* 4: 99-118.
- Menon, R. and George, C.G. 1936 Notes on *Oligotoma* collected from Bombay and Cochin, together with the description of a new species. *Journal of Bombay University* 4: 89-95.
- Miller, K.B. 1932. The life history and thoracic development of *Oligotoma texana* (Mel.) (Embiidina) *Annals of the Entomological Society of America* 25: 648-652.
- Miller, K.B. 2009. Genus and family-group names in the order Embioptera (Insecta). *Zootaxa* 2055: 1–34.
- Miller, K.B., Hayashi, C., Whiting, M.F., Svenson, G.J., & J.S. Edgerly. 2012. The phylogeny and classification of Embioptera (Insecta). *Systematic Entomology*, 37: 550-570.
- Mukerji, S. 1927. On the morphology and bionomics of *Embia minor*, sp. nov. with special reference to its spinning organ. A contribution to our knowledge of the indian Embioptera. *Records of the Indian Museum* 29: 253-282.
- Mulder, C.P.H. E. Bazeley-White, P.G. Dimitrakopoulos, A. Hector, M. Scherer-Lorenzen and B. Schmid. 2004. Species evenness and productivity in experimental plant communities. *Oikos*. 107: 50–63.

- Mukerji, S. 1935. On two undescribed forms of the genus *Oligotoma*, with a description of the external genitalia of *Oligotoma michaeli*, and distributional records of some Indian forms. *Records of the Indian Museum* 37: 1-10.
- Nagashima, T., Niwa, N., Okajima, S. and Nonaka, T. 1991. Ultrastructure of silk gland of webspinners, *Oligotoma japonica* (Insecta, Embioptera). *Cytologia* 56: 679-685.
- Navás, L. 1922. Algunos Insectos Del Museo De Paris. *Revista de la Academia de Ciencias de Zaragoza* 15-51.
- Niwa, N., Nagashima, T. and Matsuzaki, M. 1993. Ovarian structure and oogenesis of the Webspinner *Oligotoma japonica* (Embioptera, Oligotomidae). *Japanese Journal of Entomology* 61: 605-612.
- Okajima, G. 1926. Description of a new species of *Oligotoma* from Japan together with some notes on the family Oligotomidae (Embiidina). *Journal of the College of Agriculture* 7: 411-432.
- Poolprasert, P. 2011. **Taxonomy of webspinner (Insecta: Embiidina) in western Thailand**. Ph.D. thesis, Chulalongkorn University, Thailand.
- Poolprasert, P. 2012. The Embiopteran Genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embioptera: Oligotomidae), with Three New Recorded Species from Thailand. *Kasetsart Journal (Natural Science.)* 46(3): 408-417.
- Poolprasert, P. and Egerly, J.S. 2011. A new species of *Eosembia* Ross (Embiodea: Oligotomidae) from Northern Thailand. *Journal of the Kansas Entomological Society* 84: 12-21.
- Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Butcher, B.A. and Lekprayoon, C. 2011a. *Aposthonia* Krauss, 1911 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand with description of a new species. *Zootaxa* 2937: 37-38.
- Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Lekprayoon, C. and Butcher, B.A. 2011b. Two remarkable new species of webspinners in the genus *Eosembia* Ross, 2007 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand. *Zootaxa* 2967: 1-11.
- Roepke, W. 1919. Zwei neue javanische Embiidee. *Oligotoma maerens* and *O. nigra* m.: zugleich ein Beitrag zur Natureschi der Embiiden. *Treubia*, 1: 1-18.
- Rambur, M.P. 1842. Histoire naturelle des insects: néuroptères. Librairie Encyclopedique de Roret, Paris. 534 pp.

- Rimsky-korsakov, M. 1914. Über den Bau und die Entwicklung des Spinnapparatus bei Embien. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie* 108: 499-519.
- Ross, E.S. 1940. A revision of the Embioptera of North America. *Annals of the Entomological Society of America* 33: 629-676.
- Ross, E.S. 1943. Two new Indian Embioptera and the lectotype *Oligotomaborneensis* Hagen. *Psyche* 50: 100-108.
- Ross, E.S. 1944. A revision of the Embioptera, or web-spinners, of the New World. *Proceedings of the US National Museum* 94:401-504.
- Ross, E.S. 1950. The Embiidae of India (Embioptera). *The Wasman Journal of Biology* 8: 133-153.
- Ross, E.S. 1951. A new species of Embioptera from Oceania. *Proceeding, Hawaiian Entomological Society* XIV: 307-310.
- Ross, E.S. 1955. Embioptera. *Insects of Micronesia* 8: 1-8.
- Ross, E.S. 1957. The Embioptera of California. *Bulletin of the California Insect. Survey* 6: 51-57.
- Ross, E.S. 1960. Pathenogenetic African Embiotera. *The Wasmann Journal of Biology* 18: 297-304.
- Ross, E.S. 1963. The families of Austalian Embioptera, with description of a new family, genus, and species. *The Wasmann Journal of Biology* 21: 121-136.
- Ross, E.S. 1970. Biosystematics of the Embioptera. *Annual Review Entomology* 15:157-172.
- Ross, E.S. 1978. The Embiidina of China. *Memoirs Hongkong Natural History Society* 13: 1-8.
- Ross, E.S. 1989. Embiidina. In Borror, D.J. Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F. *An Introduction to study of web-spinners in insects, 6th ed.* pp. 247-249. Harcourt Brace College Publishers.
- Ross, E.S. 1991. Embioptera-Embiidina (Embiids, web-spinners, foot-spinners). In CSIRO (ed). *The Insects of Australia. A Textbook for Students and Research Workers, 2nd ed.* pp. 405-409. Melbourne University Press, Carlton, Australia. 2 volumes.
- Ross, E.S. 2000a. EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 1: Origin, relationships and integumental anatomy of the insect

- order Embiidina. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 149: 1–53.
- Ross, E.S. 2000b. EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 2: A review of the biology of Embiidina. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 149: 1–36.
- Ross, E.S. 2001. EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 3: The Embiidae of the Americas (order Embiidina). *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 150: 1–86.
- Ross, E.S. 2003a. EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 4: Andesembiidae, a new Andean family of Embiidina. *Occasional Papers of the California Academy of Science* 153: 1–13.
- Ross, E.S. 2003b. EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 5: A review of the family Anisembiidae with descriptions of new taxa. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 54: 1–123.
- Ross, E.S. 2006. The insect order Embiidina of northeastern Africa and the Red Sea Region. *Fauna of Arabia* 22: 287–343.
- Ross, E.S. 2007. The Embiidina of Eastern Asia, Part I. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 58: 575–600.
- Sanders, N.J. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography* 25: 25–32.
- Shaw, S.R. and Edgerly J.S. 1985. A new braconid genus (Hymenoptera) parasitizing webspinners (Embiidina) in Trinidad. *Psyche* 92: 505–512.
- Sheehan, D. and Hrapchak, B. 1980. *Theory and Practice of Histotechnology*, St. Louis. The Moxby Company. p. 190.
- Sheltar, D.J. 1973. A redescription and biology of *Probethylus schwartzi* Ashmead (Hymenoptera: Sclerogibbidae) with notes on related species. *Entomological News* 84: 205–210.
- Shiple, A.E. 1904. The orders of insects. *Zoologischer Anzeiger* 27: 259–262.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*. 163: 688.
- Slifer, E.H. and Sekhon. S.S. 1973. Sense organs on the antennal flagellum of two species of Embioptera (Insecta). *Journal of Morphology* 139: 211–216.

- Stefani, R. 1956. Il problema della partenogenesi in 'Haploembia solieri' Ramb. (Embioptera-Oligotomidae). *Atti dell'Accademia Nazionale de Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* VIII, 5. Sez. III 127 - 201.
- Stefani, R., 1959. Sulla variabilit  ecologica di un Idrozoo (Campanularia caliculata Hincks). *Bollettino di Zoologia* 26: 115 - 120.
- Stefani, R. 1960. I rapporti tra parassitosi, sterilit  maschile e partenogenesi accidentale in popolazioni naturali di Haploembia solieri Ramb. *Anfigonica. Riv Parassitol* Roma 21:277-287.
- Szumik, C. 1996. The higher classification of the order Embioptera: a cladistic analysis. *Cladistics* 12: 41-64.
- Szumik, C. 1999. Avance sobre la biolog a de Pararhagadochir trachelia (Nav s) (Embioptera: Embiidina). *Bolet n de Entomolog a Venezolana* 14: 81-85.
- Szumik, C. 2004. Phylogenetic systematics of Archemiidae (Embiidina, Insecta). *Systematic Entomology* 29: 215–237.
- Szumik, C., Edgerly J.S. and Hayashi. C.Y 2008. Phylogeny of embiopterans (Insecta). *Cladistics* 24: 993–1005.
- Terry, M.D. and Whiting, M.F. 2005. Mantophasmatodea and phylogeny of the lower neopterous insects. *Cladistics* 21: 240-257.
- Thai geographical alphabet order; 2002. Thai geographical alphabet order, *The Royal Institute 4th ed.* The Royal Institute, Bangkok. 428 p.
- Thakur, M.S., Mattu, V.K. and Mehta S.L. 2008. Distributional record of insect diversity in different altitudes of Shimla Hills, Himachal Pradesh, India. *Journal of Entomological Research* 32 (4): 317-321.
- The International Commission on Zoological Nomenclature. 1999. *International Code of Zoological Nomenclature, 4th ed.* The International Trust of Zoological Nomenclature 1999. London, 306 pp.
- Troyer, H. 1980. *Principles and Techniques of Histochemistry*. Little, Brown and Company, Boston.
- Wolda, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society* 30 (4): 313-323.
- Wilson, J.M., R. M. Bunte and A. J. Carty. 2009. Evaluation of rapid coding and tricaine methanesulfonate (MS222) as methods of euthanasia in zebrafish (Danio rerio). *J. AM. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 48(6): 785-789.

- Yang, C. 1999. Embioptera, Oligotomidae. *Fauna of Insects Fujian Province of China* 3: 65-67.
- Zherikhin, V.V. 1980. Class Insecta. In: Menner V.V (ed), *Invertebrate evolution and change during the Mesozoic-Cenozoic boundary: Bryozoans, arthropods, echinoderms*, pp 40–97 Moscow: Nauka.

ภาคผนวก

ขั้นตอนการเตรียมสารเคมีสำหรับการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อวิทยา

นำตัวอย่างที่ต้องด้วยเอริลแอลกอฮอล์ 70% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ย้ายมาเก็บไว้ในน้ำยา คงสภาพ (Davidson's fixative) จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการ dehydration ด้วย 70% ethanol, 90% ethanol, 95% ethanol และ n-butanol ตามลำดับ แล้วนำไปผ่านกระบวนการ infiltration ลงใน paraffin wax โดยใช้ xylene เป็นตัวกลาง ตามวิธีมาตรฐาน (Humason, 1979) นำ paraffin block ของเนื้อเยื่อไปตัด section ด้วยเครื่อง rotary microtome ที่ความหนา ประมาณ 5-7 ไมโครเมตร แล้วนำ section ที่ได้ติดบนสไลด์ทั้งหมด แล้วนำไปย้อมสี hematoxylin และ eosin ตามวิธีมาตรฐาน (Humason, 1979) มีรายละเอียดดังนี้

กระบวนการ paraffin method และ H&E stain

1. Fixation นำตัวอย่างที่เก็บมารักษาสภาพใน เพื่อหยุดกระบวนการทางเคมี และ ปฏิกิริยาของตัวอย่างหลังจากที่เสียชีวิตแล้วด้วย Davidson's fixative (Dietrich and Krieger, 2009)

การเตรียม Davidson's fixative

Formaldehyde (37-40%)	200 มิลลิลิตร
Glycerol	100 มิลลิลิตร
Glacial acetic acid	100 มิลลิลิตร
Absolute ethanol	300 มิลลิลิตร

โดยทำการเก็บตัวอย่างไว้ใน Davidson's fixative เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากนั้น ทำการย้ายตัวอย่างไปเก็บไว้ใน alcohol 70%

2. Dehydration (Humason, 1979) กระบวนการดึงน้ำออก

Transfer tissue from 70% alcohol to

95% ethanol I	2 ชั่วโมง
95% ethanol II	2 ชั่วโมง
Absolute alcohol	2 ชั่วโมง
Absolute alcohol	12 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

3. Clearing ขั้นตอนดึง alcohol ออกจากเซลล์

Xylene	1-2 ชั่วโมง
--------	-------------

4. Infiltration ขั้นตอนเอา wax เข้าสู่เซลล์ เพื่อให้เซลล์แข็ง เพื่อจะได้ตัด section ได้ง่าย

Transfer tissue to:

Xylene + Wax (1:1)	30 นาที
--------------------	---------

Wax₁ 1 ชั่วโมง

Wax₂ 1 ชั่วโมง

Embed in Wax 3

กระบวนการนี้จะต้องทำใน paraffin oven

5. Section cutting

ทำการตัดเนื้อเยื่อด้วยเครื่อง microtome ให้ได้เนื้อเยื่อบางขนาด 5-7 ไมโครเมตร นำแผ่นเนื้อเยื่อบางที่ถูกตัดแล้วจะนำมาลอยบนผิวน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส เพื่อให้รอยย่นที่อยู่บนเนื้อเยื่อหายไป จากนั้นจึงนำเอาแผ่นสไลด์มาซ้อนให้แผ่นเนื้อเยื่อติดบนสไลด์

6. Staining การย้อมสี

ทำการย้อมสีด้วย Eosin และ Hematoxylin

กระบวนการย้อมสี

1. จุ่มสไลด์ลงใน Xylene เป็นเวลา 5 นาที เพื่อเอา Wax ออก

2. จากนั้นจุ่มสไลด์ลงในสารละลายต่างๆ ดังต่อไปนี้

N-butanol	3 นาที
95% ethanol	3 นาที
90% ethanol	3 นาที
70% ethanol	3 นาที
น้ำกลั่น	3 นาที
Haematoxylin	3 นาที
น้ำกลั่น	3 นาที
Differentiator	10 วินาที
น้ำปะปา	จนกระทั่ง section เปลี่ยนเป็นสีฟ้า
70% ethanol	3 นาที
90% ethanol	3 นาที
Eosin	3 นาที
95% ethanol	1 นาที
N-butanol I	1 นาที
N-butanol II	2 นาที

3. ล้างโดย Xylene III เป็นเวลา 3 นาที และ Xylene IV เป็นเวลา 5 นาที

4. ปิด coverglass โดย DPX mountant ทิ้งสไลด์ให้แห้ง

*หมายเหตุ การเตรียม 1% eosin และ Delafield's Hematoxylin

การเตรียม 1% eosin

Eosin Y	1.0	กรัม
70% ethanol	994	มิลลิลิตร
Glacial acetic acid	5	มิลลิลิตร

เมื่อนำมาใช้ เจือจางด้วย 70% ethanol ให้เป็น 0.5% eosin แล้วเติม acetic acid 2-3 หยด

การเตรียม Delafield's Hematoxylin

Hematoxylin	4.0	กรัม
Absolute ethanol	25	มิลลิลิตร

Ammonia alum $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ประมาณ 6 กรัม/ H_2O 400 มิลลิลิตร

จากนั้นเก็บใส่ flask ตั้งทิ้งไว้ในที่ที่มีแสง 3-5 วัน นำมากรอง โดยเติม 100 ml glycerine และ methanol 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เพื่อให้น้ำยาคงตัวเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และเก็บน้ำยาไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท

การเตรียม Buffered Formalin

10% formalin	1,000	มิลลิลิตร (conc.100 + H_2O 900)
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4.0	กรัม
Na_2HPO_4	6.5	กรัม

ประวัตินักวิจัยและคณะ

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ดร. พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Dr. Pisit Poolprasert
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 7703 00417 941
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามต.พลาชุมพล
อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ 055 267107, 087-0505429
e-mail : g4761008@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	จากสถาบัน	สาขาวิชา	ปีที่จบการศึกษา
วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	กีฏวิทยา	2554
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กีฏวิทยา	2550
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กีฏวิทยา	2545

ปัญหาพิเศษ (ป.ตรี):

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากหัวหมูและพริกในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (Effectiveness of nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and chili (*Capsicum annuum* L.) extracts against the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.))

วิทยานิพนธ์ (ป.โท):

Population Studies of the *Anopheles minimus* Complex, Vector of Malaria in Thailand: Genetics and Behavioral Aspects

วิทยานิพนธ์ (ป.เอก):

Taxonomy of Webspinners (Embiidina) in Western Thailand

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ

กีฏวิทยาทางการแพทย์และสัตวแพทย์ อนุกรมวิธาน ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด
นิเวศวิทยา และพิษวิทยาของสารฆ่าแมลง

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

-

8. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

8.1 งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ระดับนานาชาติ

- Poolprasert, P.** and Senarat, S. 2013. Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*). *The 1st Nong Khai Campus International Conference 2013*. 89-93. (Proceeding)
- Rattanawanee, A., Duangpukdee, O. and **Poolprasert, P.** 2013. Insect Diversity during Different Stages of Asiatic Elephant Dung Deterioration in Eastern Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 47(3): 387-397. (**SJR: 0.031**)
- Senarat, S., Yenchum, W. and **Poolprasert, P.** 2013. Histological Study of the Intestine of Stoliczkae's Barb *Puntius stoliczkanus* (Day, 1871) (Cypriniformes: Cyprinidae). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 47(2): 247-251. (**SJR: 0.031**)
- Poolprasert, P.**, 2012. The Embiopteran Genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embioptera: Oligotomidae), with Three New Recorded Species from Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 46(3): 408-417. (**SJR: 0.031**)
- Poolprasert, P.**, Sitthicharoenchai, D., Lekprayoon, C. and Butcher, B. A. 2011. Two remarkable new species of webspinners in the genus *Eosembia* Ross, 2007 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand. *Zootaxa* 2967: 1-11. (**IF: 0.853**)
- Poolprasert, P.**, Sitthicharoenchai, D., Butcher, B. A. and Lekprayoon, C. 2011. *Aposthonia* Krauss, 1911 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand, with description of a new species. *Zootaxa* 2937: 37-38. (**IF: 0.853**)
- Poolprasert, P.**, and Edgerly, J. S. 2011. A new species of *Eosembia* (Embiodea: Oligotomidae) from northern Thailand. *J. Kansas Entom. Soc* 84(1): 12-21. (**IF: 0.653**)
- Malaithong, N., Polsomboon, S., **Poolprasert, P.**, Parbaripai, A., Bangs, M. J., Suwonkerd, W., Pothikasikorn, J., Akwatanakul, P. and Chareonviriyaphap, T 2010. Human-landing patterns of *Anopheles dirus* sensu lato (Diptera: Culicidae) in experimental huts treated with DDT or deltamethrin. *J. Med. Entomol* 47(5): 823-832. (**IF: 1.925**)
- Polsomboon, S. **Poolprasert, P.**, Bangs, M. J., Suwankerd, W., Grieco, J. P., Achee, N., Parbaripai, A. and Chareonviriyaphap, T. 2008. Effects of Physiological Conditioning on Behavioral Avoidance by Using a Single Age Group of *Aedes aegypti* Exposed to Deltamethrin and DDT. *J. Med. Entomol* 45(2): 251-259. (**IF: 1.967**)

- Polsomboon, S., **Poolprasert, P.**, Suwonkerd, W., Bangs, M. J., Tanasinchayakul, S., Akwatanakul, P. and Chareonviriyaphap, T. 2008. Biting patterns of *Anopheles minimus* complex (Diptera: Culicidae) in experimental huts treated with DDT and deltamethrin. *J. Vector Ecol* 33(2): 285-292. (IF: 1.153)
- Poolprasert, P.**, Manguin, S., Bangs, M. J., Sukhontabhirom, S., Poolsomboon, S., Akwatanakul, P. and Chareonviriyaphap, T. 2008. Genetic structure and gene flow of *Anopheles minimus* and *Anopheles harrisoni* in Kanchanaburi Province, Thailand. *J. Vector Ecol* 33(1): 1-8. (IF: 1.153)

8.2. งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ระดับชาติ

- ปิยนุช ทองจิ้น, แสงเดือน กลิ่นรอด, **พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ**, วริพร เย็นจำ, ศิลปชัย เสนารัตน์ และ นราธิป จันทรสวัสดิ์ . 2557. จุลกายวิภาคและมิวซเคมีของระบบสืบพันธุ์ผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *Catopsilia pomana* (Fabricius, 1758). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มีนาคม): น. 1-10. (กำลังพิมพ์)
- กาญจนา ลังการวงศ์, ศิลปชัย เสนารัตน์, นราธิป จันทรสวัสดิ์, ปิยากร บุญยัง และ **พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ**. 2556. จุลกายวิภาคและจุลกายวิภาคเคมีบางระบบของตัวง้ำน้ำมัน *Epicauta waterhousei* (Haag-Rutenberg, 1880) เพศเมียส่วนท้าย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม): น. 1-10. (กำลังพิมพ์)
- ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตรระทัต, **พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ** และวริพร เย็นจำ . 2557. วิชยาเนื้อเยื่อของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลากดเหลือง *Hemibagrus filamentus* (Fang and Chaux, 1949) วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มีนาคม): น. 1-11. (กำลังพิมพ์)
- ศิลปชัย เสนารัตน์, **พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ** และ วริพร เย็นจำ. 2556. การเปลี่ยนแปลงจุลกายวิภาคของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาดุกเพียนทอง *Barbonymus altus* (Günther, 1868) จากแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – กรกฎาคม): น. 1-10.
- ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตรระทัต, วรณีย์ จิรอังกูรสกุล และ **พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ**. 2555. การเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคของตับ ตับอ่อนและไต ของปลามะไฟ (*Puntius stoliczkanus* (Day, 1869)) จากแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารการประมง ปีที่ 65 ฉบับที่ 5 (กันยายน - ตุลาคม): น. 353-359.
- Poolprasert, P.**, Chantarasawat, N., Senarat, S. and Mongkolchaichana, E. 2011. Comparative anatomy of the genital organs of male webspinners (Embiidina:

Oligotomidae) of Thailand. 37th Congress on science and Technology of Thailand 1-6. (Proceeding)

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และ จริยา เล็กประยูร . 2551. แมลงป่นใย.วารสารวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีที่ 62 ฉบับที่3 (พฤษภาคม - มิถุนายน): น. 42-45.

8.3. การนำเสนองานในการประชุมวิชาการแบบบรรยาย

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ . 2556. รายงานการพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยแมลงป่นใยในสกุล *Oligotoma*. บทคัดย่อในการประชุมอนุกรมวิธานและซิสเทเมติกส์ในประเทศไทยครั้งที่ 3. หน้า 84-85. (11 – 13 พฤษภาคม).

Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Butcher, B. A. and Lekprayoon, C. 2011. Habitat utilization and distribution of the webspinner (Insecta: Embioptera) in western Thailand. Abstract at 16th Biological Science Graduate Congress. National University of Singapore. p.54 (12nd-13rd December).

Poolprasert, P., Lekprayoon, C., Sitthicharoenchai, D. and Butcher, B. A. 2011. The webspinners (Order: Embiidina) in Thailand. Abstract at 1st Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand. Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand. p.82-83. (2nd-4th May).

Poolprasert, P., D. Sitthicharoenchai, B. A. Butcher and C. Lekprayoon. 2010. The webspinner genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embiidina: Oligotomidae) from Thailand. Abstract at 15th Biological Science Graduate Congress. University of Malaya, Malaysia. p.89. (15th -17th December).

8.4 การนำเสนอในการประชุมแบบโปสเตอร์

แสงดาว เครือมี , วราพร พลแก้ว , แสงเดือน กลิ่นรอด , กาญจนา ลังกาวงค์ และ **พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ**. 2556. ชนิดและการแพร่กระจายของแมลงป่นใยในจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง. บทคัดย่อในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 11 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง). หน้า 45. (30–31 กรกฎาคม)

สุริสา ยาทา, กนิษฐา เทาสี, ศรสวรรค์ วิจิตร, วันทนีย์ เจริญกลิ่น, ปิยนุช ทองจีน และ **พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ**. 2556. แมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในระบบเกษตรของข้าวอินทรีย์ . บทคัดย่อในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 11 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง). หน้า 46. (30–31 กรกฎาคม)

- นงนุช มีสวัสดิ์, กัลยา พูลทรัพย์, ชฎาพร ไทยตรง และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2556. การวิเคราะห์
 มุลค้างคาวปากย่นในเขตพื้นที่ จังหวัดพิษณุโลก . บทคัดย่อในการประชุมวิชาการ งาน
 เกษตรนเรศวรครั้งที่ 11 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง). หน้า 47. (30–31 กรกฎาคม)
- ภัทราวดี แก้วกัญชร, นุชจรี รอดคุ้ม, วันเพ็ญ ตรงต่อกิจ, เชาวลิตร ฟุ้งแดง, ราไฟ โกฏสืบ และพิสิษฐ์
 พูลประเสริฐ. 2556. การประยุกต์ใช้สารสกัดพืชสมุนไพรในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย .
 บทคัดย่อในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 11 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง).
 หน้า 48. (30–31 กรกฎาคม)
- กาญจนา วิยะกรรณ์ ทศนียวรรณ คงกระจำง , วิรัชยา อินทะกันท์ และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2556.
 กีฏวิทยาพื้นบ้าน: กรณีศึกษาแมลงกินได้ของประชาชนในตำบลเพ็ญ อำเภอพะนัง จังหวัด
 อุตรดิตถ์. บทคัดย่อในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 11 (เกษตรภาคเหนือ
 ตอนล่าง). หน้า 49. (30–31 กรกฎาคม)
- นพมาศ วันทองสุข, นฤมล เชื้องปู่, ชัยณรงค์ คำปอม, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และรัชชณีน จงจิต
 วิมล. 2556. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการออกหาอาหารของชันโรง *Tetragonula*
laeviceps (Smith, 1857) พื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก .
 บทคัดย่อในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 11 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง).
 หน้า 51. (30–31 กรกฎาคม)
- Senarat, S., Kettratad, J., **Poolprasert, P.** and Yenchum, W. 2013. Histological and
 histochemical identification of *Catopsila pamona* (Fabricius, 1758) reproductive
 system; Three distinct structure (Gonad, Gametogenesis and Gonadal ducts).
 Abstract at the 1st Nong Khai Campus International Conference 2013. p.36. (18th –
 19th July)
- Poolprasert, P.** and Senarat, S. 2013. Gonadal Structure and Gametogenesis of the
 Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*). Abstract at
 the 1st Nong Khai Campus International Conference 2013. p.17. (18th – 19th July)
- Sirimongkolvorakul, S., Jiraungkoorskul, W., Senarat, S., Warrit, N. and **Poolprasert, P.**
 2012. Ovarian Structure and Oogenesis of Webspinner *Oligotoma saundersii*
 (Wesrwood, 1837): First Record in Thailand. Abstract at 38th Conference on Science
 and Technology of Thailand. The Empress of Convention Hall, Chiang Mai,
 Thailand. p.266-267. (17th-19th October).
- Poolprasert, P.**, Chantarasawat, N., Senarat, S. and Jaitrong, W. 2012. The potter wasp
 genus *Delta* de Saussure, 1855 (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae) in Thailand.
 Abstract at 2nd Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand. Faculty of
 Science, Khonkhaen University, Khonkhaen, Thailand. p.76. (2nd-4th May).

- Poolprasert, P.**, Chantarasawat, N., Senarat, S. and Monkolchaichana, E. 2011. Comparative anatomy of the genital organs of males webspinners (Embiidina: Oligotomidae) of Thailand. Abstract at 37th Conference on Science and Technology of Thailand. Centara Grand and Bangkok Convention Center at Central world, Bangkok, Thailand. p.272. (10th-12th October).
- Senarat, S., Chantarasawat, N., **Poolprasert, P.**, Sirimongkolvorakul, S., Jiraungkoorskul and Warit, N. 2011. Histological study of gaster part of *Tetraponeta rufonigra* (Hymenoptera: Formicidae). Abstract at 16th Biological Science Graduate Congress. National University of Singapore. p.122-123 (12nd-14rd December).
- Poolprasert, P.**, Sitthicharoenchai, D., Butcher, B. A. and Lekprayoon, C. 2009. Species diversity, distribution and habitat of the webspinners (Insecta: Embiidina) family Oligotomidae in Thailand. Abstract at 14th Biological Science Graduate Congress. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand p.113. (10th-12th December).
- Poolprasert, P.**, Sitthicharoenchai, D., Butcher, B. A. and Lekprayoon, C. 2008. A Preliminary Survey on the Distribution of Webspinners (Insecta: Embioptera) in Thailand. Abstract at 13th Biological Science Graduate Congress. National University of Singapore p 48. (15th-17th December).
- Poolprasert, P.**, and Lekprayoon, C. 2008. Introduction to webspinners (Embioptera), a little known insect order. Abstract at The Science Forum. Chulalongkorn University. p37. (13th-14th March).
- Chareonviriyaphap T., Polsomboon S., **Poolprasert P.**, Grieco J.P., Achee N.L., Bangs M.J. and Suwonkerd W. 2007. Movement pattern of *Anopheles dirus* into the experimental huts treated with DDT and deltamethrin. Abstract at the American Society of Tropical Medicine and Hygiene Annual Meeting 56th. Philadelphia, PA. U.S.A. (4th-8th November).

8.5 ผู้บรรยายรับเชิญ

วันที่ 6 ธันวาคม 2555 สัมนาทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ “Diversity of Webspinners (Insecta: Embioptera) in Western Thailand” ณ มหาวิทยาลัยมาลายา กัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายศิลปชัย เสนารัตน์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sinlapachai Senarat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1800400037425
3. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิจัย/นิสิตปริญญาเอก
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
โทรศัพท์ 089-986-3185
e-mail: Senarat.S@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	จากสถาบัน	สาขาวิชา	ปีที่จบการศึกษา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตววิทยา)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	สัตววิทยา	2554
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ชีววิทยา	2552

ปัญหาพิเศษ(ป.ตรี):

วิทยาเนื้อเยื่ออวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยหวานแปลงเพศ (Histology of reproductive system of Ivoy shell, *Babylonia areolata*)

วิทยานิพนธ์(ป.โท):

การใช้ปลากระมัง *Puntioplites proctozysron* เป็นสัตว์เฝ้าระวังผลกระทบของการปนเปื้อนสารฆ่าวัชพืชในแม่น้ำน่าน (Correlation between Herbicide Contamination and Effects on Reproductive System of the Cyprinid Fish, *Puntioplites proctozysron*, in Nan River, Wiang Sa District, Nan Province)

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ

เนื้อเยื่อวิทยา (จุลกายวิภาคและมิวซเคมี) สัตววิทยา มีนวิทยา และพิษวิทยา

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

-

8. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

8.1 งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ระดับนานาชาติ

Poolprasert, P. and **Senarat, S.** 2013. Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*). *The 1st Nong Khai Campus International Conference 2013*. 89-93. (Proceeding)

Senarat, S., Yenchum, W. and Poolprasert, P. 2013. Histological Study of the Intestine of *Stoliczkae's Barb Puntius stoliczkanus* (Day, 1871) (Cypriniformes: Cyprinidae). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 47(2): 247-251. (**SJR: 0.031**)

8.2. งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ระดับชาติ

ปิยนุช ทองจิ้น, แสงเดือน กลิ่นรอด, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, วชิพร เย็นน้ำ, **ศิลปชัย เสนารัตน์** และ นราธิป จันทรสวัสดิ์. 2557. จุลกายวิภาคและมิวซเคมีของระบบสืบพันธุ์ผีเสื้อหนอนคูน ธรรมดา *Catopsilia pomana* (Fabricius, 1758). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มีนาคม): น. 1-10. (กำลังพิมพ์)

กาญจนา ลังกาวงค์, **ศิลปชัย เสนารัตน์**, นราธิป จันทรสวัสดิ์, ปิยากร บุญยัง และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2556. จุลกายวิภาคและจุลกายวิภาคเคมีบางระบบของด้วงน้ำมัน *Epicauta waterhousei* (Haag-Rutenberg, 1880) เพศเมียส่วนท้าย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย อุบลราชธานี. ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม): น. 1-10. (กำลังพิมพ์)

ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตระทัต, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และวชิพร เย็นน้ำ. 2557. วิชยา เนื้อเยื่อของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลากดเหลือง *Hemibagrus filamentus* (Fang and Chaux, 1949) วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มีนาคม): น. 1-11. (กำลังพิมพ์)

ศิลปชัย เสนารัตน์, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และ วชิพร เย็นน้ำ. 2556. การเปลี่ยนแปลงจุลกายวิภาค ของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาตะเพียนทอง *Barbonymus altus* (Günther, 1868) จากแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – กรกฎาคม): น. 1-10.

ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตระทัต, วรณีย์ จิรวงศ์สกุล และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2555. การเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคของตับ ตับอ่อนและไต ของปลามะไฟ (*Puntius stoliczkanus* (Day, 1869)) จากแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารการประมง ปีที่ 65 ฉบับที่ 5 (กันยายน - ตุลาคม): น. 353-359.

Poolprasert, P., Chantarasawat, N., **Senarat, S.** and Mongkolchaichana, E. 2011. Comparative anatomy of the genital organs of male webspinners (Embiidina: Oligotomidae) of Thailand. *37th Congress on science and Technology of Thailand* 1-6. (Proceeding)

8.3. การนำเสนองานในการประชุมวิชาการแบบบรรยาย

Senarat, S., Kitana, N., Varanusupakul, P. and Kitana, J. 2011. A histological study of the gonads of Smith's barb *Puntioplites proctozysron* (Teleosti: Cyprinidae). Abstract at 37th Conference on Science and Technology of Thailand. Centara Grand and Bangkok Convention Center at Central world, Bangkok, Thailand. p.272. (10th-12th October).

Senarat S., Achayapunwanich, O., Kitana, N., Varanusupakul, P. and Kitana., J. 2011. Assessment of reproductive health in a cyprinid fish *Puntioplites proctozysron* living in a river with potential atrazine contamination in northern part of Thailand. Abstract at the 5th Internataional Congress of Chemistry and Environment (ICCE), Port Dickson, Malaysia. (27th-29th May).

Achayapunwanich, O., **Senarat, S.**, Kitana, N., Varanusupakul, P. and Kitana., J. 2011 *Health Assessment based on Liver of a Cyprinid Fish Puntioplites proctozysron* living in a river with potential atrazine contamination in northern part of Thailand. Abstract at the 5th Internataional Congress of Chemistry and Environment (ICCE), Port Dickson, Malaysia. (27th-29th May).

8.4 การนำเสนอในการประชุมแบบโปสเตอร์

Senarat, S., Kettratad, J., Poolprasert, P. and Yenchum, W. 2013. Histological and histochemical identification of *Catopsila pamona* (Fabricius, 1758) reproductive system; Three distinct structure (Gonad, Gametogenesis and Gonadal ducts). Abstract at the 1st Nong Khai Campus International Conference 2013. p.36. (18th – 19th July)

Poolprasert, P. and **Senarat, S.** 2013. Gonadal Structure and Gametogenesis of the Webspinner (Insecta: Embioptera: Oligotomidae: *Oligotoma saundersii*). Abstract at the 1st Nong Khai Campus International Conference 2013. p.17. (18th – 19th July)

Sirimongkolvorakul, S., Jiraungkoorskul, W., **Senarat, S.**, Warrit, N. and Poolprasert, P. 2012. Ovarian Structure and Oogenesis of Webspinner *Oligotoma saundersii* (Wesrwood, 1837): First Record in Thailand. Abstract at 38th Conference on Science and Technology of Thailand. The Empress of Convention Hall, Chiang Mai, Thailand. p.266-267. (17th-19th October).

Poolprasert, P., Chantarasawat, N., **Senarat, S.** and Jaitrong, W. 2012. The potter wasp genus *Delta* de Saussure, 1855 (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae) in Thailand.

Abstract at 2nd Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand. Faculty of Science, Khonkhaen University, Khonkhaen, Thailand. p.76. (2nd-4th May).

Poolprasert, P., Chantarasawat, N., **Senarat, S.** and Monkolchaichana, E. 2011. Comparative anatomy of the genital organs of males webspinners (Embiidina: Oligotomidae) of Thailand. Abstract at 37th Conference on Science and Technology of Thailand. Centara Grand and Bangkok Convention Center at Central world, Bangkok, Thailand. p.272. (10th-12th October).

Senarat, S., Chantarasawat, N., Poolprasert, P., Sirimongkolvorakul, S., Jiraungkoorskul and Warit, N. 2011. Histological study of gaster part of *Tetraponeta rufonigra* (Hymenoptera: Formicidae). Abstract at 16th Biological Science Graduate Congress. National University of Singapore. p.122-123 (12nd-14rd December).