

ความหลากหลายของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยผาเครือ
และห้วยพรหมแดง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

Species Diversity of Mayflies (Ephemeroptera: Leptophlebiidae)
in Yakraue and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park

นางสาวอลงกรณ์ ผาแดง

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2544

ISBN 974-654-502-7

12 พ.ย. 2544



โครงการ BRT ชั้น 15 อาคารมหานครบิซ

โครงการ BRT

539/2 ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400



**ความหลากหลายของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือ
และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว**

**Species Diversity of Mayflies (Ephemeroptera: Leptophlebiidae)
in Yakraue and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park**

นางสาวอลงกรณ์ ผาผาง

**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น**

พ.ศ. 2544

ISBN 974-654-502-7

**ความหลากหลายของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือ
และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว**

นางสาวอลงกรณ์ ผาผาง

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2544
ISBN 974-654-502-7**

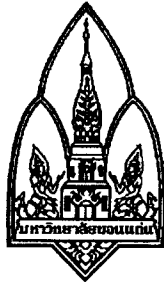
**Species Diversity of Mayflies (Ephemeroptera: Leptophlebiidae)
in Yakraue and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park**

MISS ALONGKORN PHAPHONG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

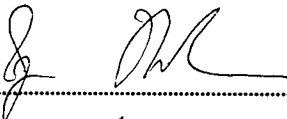
2001

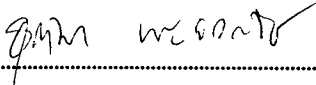
ISBN 974-654-502-7

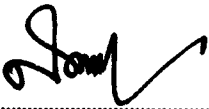


ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความหลากหลายของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วย
หญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ นางสาวอลกรณ์ ผาผาง
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา หาญจวนิช)


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมหมาย ปรีเปรม)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันชัย สุ่มเล็ก)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำเร็จการศึกษาเมื่อวันที่..... 2 ส.ค. 2544
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

อลงกรณ์ ผาผง. 2544. ความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วย
 ญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ปริญญา
 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[ISBN 974-654-502-7]

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ.ดร. นฤมล แสงประดับ

รศ.ดร. ชุตินา หาญจวนิช

บทคัดย่อ

การสำรวจแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติ
 น้ำหนาวทุกเดือน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542 พบตัวอ่อนทั้งหมด 5 สกุล 9 ชนิด
 และตัวเต็มวัย 6 สกุล 8 ชนิด ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของ *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 1. และ *Cryptopenella*
 sp. มีจำนวนมากในทั้งสองลำธาร ตัวอ่อนของ *Choroterpes (Choroterpes)* *proba* พบเฉพาะที่ห้วยญ้าเครือ
 เท่านั้น พบเฉพาะตัวอ่อน *Isca* sp. และตัวเต็มวัย *Habrophlebioides* sp. ที่ห้วยพรมแล้ง ชนิดที่พบเป็นครั้ง
 แรก (new record) ของประเทศไทยมี 6 ชนิด คือ *C. (C.) proba*, *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp.,
Habrophlebioides sp., *Isca* sp. และ *Simothraulus seminiger* สามารถเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนกับระยะตัวเต็ม
 วัยโดยการเลี้ยงตัวอ่อนในห้องปฏิบัติการได้สำเร็จ 4 ชนิด คือ *C. (E.)* sp. 1, *C. (E.)* sp. 3, *Cryptopenella*
 sp. และ *Choroterpides* sp. ในการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่ง size class จากขนาดความกว้างส่วนหัวของตัวอ่อน
C. (E.) sp. 1, *C. (E.)* sp. 2, *Cryptopenella* sp. ได้ 9 size classes และ *Choroterpides* sp. แบ่งได้ 10 size
 classes ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวทั้งสี่ชนิดนี้ มีชีวิตประวัติแบบ non-seasonal แต่ไม่สามารถระบุได้ว่ามีกี่รุ่นต่อปี พบ
 ตัวเต็มวัยเกือบตลอดทั้งปี จากการศึกษาแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์นี้ พบว่าจำนวนและ
 ขนาดของตัวอ่อนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับขนาดของก้อนหิน ($r = 0.696$, $p < 0.05$) จากการสังเกตพฤติ
 กรรมการเลือกแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อน *Choroterpes (Euthraulus)* spp. พบว่าตัวอ่อนอาศัยอยู่ในบริเวณ
 หินขนาดกลาง (cobble) มากที่สุด ($F_{4,99} = 4.941$, $p < 0.05$) ผลการวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อน
Choroterpes (Euthraulus) spp. และ *Cryptopenella* sp. พบว่าตัวอ่อนทั้งสองชนิดแต่ละระยะบริโภคซาก
 อินทรีย์สารมากที่สุด รองลงมา คือ ไตอะตอม และสาหร่าย ตามลำดับ ห้วยพรมแล้งมีค่าออกซิเจนละลายน้ำ
 ($t_{64} = 3.06$, $p < 0.05$) และค่าความเร็วของกระแส น้ำ ($t_{64} = -3.07$, $p < 0.05$) สูงกว่าห้วยญ้าเครืออย่างมี
 นัยสำคัญ และยังพบว่าจำนวนตัวอ่อนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าออกซิเจนละลายน้ำ ($r = 0.36$, $p < 0.05$)
 แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าของแข็งละลายน้ำ ($r = -0.43$, $p < 0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ
 ($r = -0.36$, $p < 0.05$)

Alongkorn Phaphong. 2001. Species Diversity of Mayflies (Ephemeroptera:
Leptophlebiidae) in Yakraue and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park
Master of Science Thesis in Biology, Graduate School, Khon Kaen University.
[ISBN 974-654-502-7]

Thesis Advisory Committee: Assist. Prof. Dr. Narumon Sangpradub
Assoc. Prof. Dr. Chutima Hanjavanit

Abstract

Qualitative samplings of Leptophlebiid mayflies from Yakraue and Phromlaeng streams at Nam Nao National Park were conducted monthly from July 1998 to December 1999. Six genera and eight species of adults were collected from Yakraue stream and five genera and seven species were found in Phromlaeng stream. Five genera and nine species of nymphs occupied in Yakraue stream whereas four genera and eight species were collected from Phromlaeng stream. Both nymphal and adult stages of *Choroterpes* (*Euthraulus*) sp. 1 and *Cryptopenella* sp. were abundant in both streams. *Choroterpes* (*Choroterpes*) *proba* presented only in Yakraue stream while *Habrophlebiodes* sp. and *Isca* sp. occurred only in Phromlaeng stream. *C. (C.) proba*, *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Habrophlebiodes* sp., *Isca* sp. and *Simothraulus seminiger* were newly recorded for Thailand. *C. (E.)* sp. 1, *C. (E.)* sp. 2, *Cryptopenella* sp. and *Choroterpides* sp. showed non-seasonal life history patterns and adult occurred throughout the years. An observation on microhabitat selection, nymph of *Choroterpes* (*Euthraulus*) spp. showed preference to cobble ($F_{4,99} = 4.94$, $p < 0.05$). Numbers of nymphs were positively correlated to substrate size ($r = 0.70$, $p < 0.05$). Based on gut analyses, the 5th to 9th nymphal stages of *Choroterpes* (*Euthraulus*) spp. and *Cryptopenella* sp. fed mainly on detritus, diatom and algae respectively. By rearing nymphs in the laboratory, it was successful to associate nymphal stage and imago of *C. (E.)* sp. 1, *C. (E.)* sp. 3, *Choroterpides* sp. and *Cryptopenella* sp. Water velocity and Dissolved Oxygen (DO) were significantly difference in both streams ($t_{64} = -3.70$, $p < 0.05$; $t_{64} = 3.70$, $p < 0.05$ respectively). The numbers of nymph were positively correlated to DO ($r = 0.36$, $p < 0.05$), but negatively correlated to Total Dissolved Solid ($r = -0.43$, $p < 0.05$) and pH ($r = -0.36$, $p < 0.05$).

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เนื่องจากการช่วยเหลือของบุคคลหลายฝ่าย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา หาญจวนิช กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมทั้งการแก้ไขข้อผิดพลาด ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดมา รองศาสตราจารย์ ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และ ดร. ยรรยงค์ อินทร์ม่วง กรรมการสอบที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณวิโรจน์ นักแน่น หัวหน้าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวที่อนุญาตให้ทำการศึกษาในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ป่าไม้อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวทุกท่านที่ให้ความสะดวก และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

ขอขอบพระคุณ Prof. Dr. Michael D. Hubbard, Prof. Dr. William L. Peters, Janice G. Peters ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องของการตรวจเอกลักษณ์ตัวอย่าง ตลอดจนให้เอกสารต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณประยุทธ์ อุดรพิมาย ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา อาจารย์นิศารัตน์ คล้ายทอง คุณบุญเสริมสร บุษสูง และพี่ๆน้องๆในห้องปฏิบัติการนำจิตทุกท่าน ที่ช่วยให้คำแนะนำ และช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของโครงการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการติดต่อและประสานงานกับโครงการด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนช่วยเหลือในการศึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

อลงกรณ์ ผาผิง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 สถานที่และวิธีดำเนินงานวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย	25
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	105
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	112
เอกสารอ้างอิง	114
ภาคผนวก	123
ประวัติผู้เขียน	130

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) จากตัวอย่างน้ำจำนวน 3 ซ้ำ ตัวแปรคุณภาพน้ำทางเคมี และกายภาพของห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน มิถุนายน 2542	27
ตารางที่ 2	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) จากตัวอย่างน้ำจำนวน 3 ซ้ำ ตัวแปรคุณภาพน้ำทางเคมี และกายภาพของห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน มิถุนายน 2542	28
ตารางที่ 3	จำนวนตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542	30
ตารางที่ 4	จำนวนตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542	31
ตารางที่ 5	จำนวนตัวอ่อนของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542	33
ตารางที่ 6	จำนวนตัวอ่อนของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542	34
ตารางที่ 7	จำนวนตัวเต็มวัย และตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบในห้วย หญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542	35
ตารางที่ 8	ความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้างส่วนหัว (HW) ความยาวตุ่มปีก (WL) และความยาวทั้งตัว (TL) ของแมลงชีปะขาวทั้ง 4 ชนิด (r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ p ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %)	80
ตารางที่ 9	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ±SD) ของความกว้างส่วนหัว ในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes (Euthraulus) sp.1</i>	85
ตารางที่ 10	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ความกว้างส่วนหัวในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes (Euthraulus) sp.2</i>	88
ตารางที่ 11	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ความกว้างส่วนหัวในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว <i>Choroterpidetes sp.</i>	91
ตารางที่ 12	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ของความกว้างส่วนหัว ในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว <i>Chryptopenella sp.</i>	94
ตารางที่ 13	จำนวนตัวอ่อนแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes (Euthraulus) spp.</i> ที่พบในแหล่งอาศัย ย่อยทั้ง 2 แหล่ง และผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 14 จำนวนตัวอ่อนแมลงซีปะขาว <i>Choroterpes (Euthraulus)</i> spp. ที่พบในแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 5 แหล่ง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและ LSD	99
ตารางที่ 15 จำนวนตัวอ่อนแมลงซีปะขาววงศ์ <i>Leptophlebiidae</i> ที่อาศัยในแหล่งอาศัยย่อยที่เป็นก้อนหินขนาดต่าง ๆ กัน หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร จำนวน 20 ก้อนในลำธารห้วยพรมแล้ง	100
ตารางที่ 16 ชนิดและร้อยละของอาหารที่ตัวอ่อนแมลงซีปะขาว <i>Choroterpes (Euthraulus)</i> spp. บริโภคทั้งหมดในทางเดินอาหาร	101
ตารางที่ 17 ชนิดและร้อยละของอาหารที่ตัวอ่อนแมลงซีปะขาว <i>Cryptopenella</i> sp. บริโภคทั้งหมดในทางเดินอาหาร	103

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ตัวเต็มวัย และส่วนปลายของปล้องท้องที่ 9	9
ภาพที่ 2 ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว <i>Ephemerella</i> sp. (Ephemereliidae)	11
ภาพที่ 3 แผนที่ตั้งของห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ และจังหวัดชัยภูมิ	13
ภาพที่ 4 ลักษณะของแต่ละสถานที่ศึกษาของห้วยหญ้าเครือ	14
ภาพที่ 5 ลักษณะของแต่ละสถานที่ศึกษาของห้วยหญ้าพรมแล้ง	16
ภาพที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม	20
ภาพที่ 7 ลักษณะที่ใช้วัดขนาดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae	21
ภาพที่ 8 แบบจำลองแหล่งอาศัยย่อยของแมลงชีปะขาวสกุล <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) spp.	23
ภาพที่ 9 ตัวอ่อนเพศเมียแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Choroterpes</i>) <i>proba</i>	37
ภาพที่ 10 ตัวอ่อนเพศเมียแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Choroterpes</i>) <i>proba</i>	38
ภาพที่ 11 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp.1	40
ภาพที่ 12 อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเต็มวัย <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 1	41
ภาพที่ 13 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp.1	42
ภาพที่ 14 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 1	43
ภาพที่ 15 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp.2	45
ภาพที่ 16 อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเต็มวัย <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 2	46
ภาพที่ 17 ตัวอ่อนเพศเมียของแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 2	47
ภาพที่ 18 ตัวอ่อนเพศเมียแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 2	48
ภาพที่ 19 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp.3	50
ภาพที่ 20 อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเต็มวัย <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 3	51
ภาพที่ 21 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 3	52
ภาพที่ 22 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulus</i>) sp. 3	53
ภาพที่ 23 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว <i>Choroterpides</i> sp.	55
ภาพที่ 24 อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเต็มวัย <i>Choroterpides</i> sp	56
ภาพที่ 25 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Choroterpides</i> sp	57
ภาพที่ 26 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Choroterpides</i> sp.	58
ภาพที่ 27 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว <i>Cryptopenella</i> sp.	60
ภาพที่ 28 อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเต็มวัย <i>Cryptopenella</i> sp	61
ภาพที่ 29 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Cryptopenella</i> sp	62
ภาพที่ 30 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Cryptopenella</i> sp.	63
ภาพที่ 31 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว <i>Habrophlebiodes</i> sp.	65
ภาพที่ 32 อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเต็มวัย <i>Habrophlebiodes</i> sp.	66
ภาพที่ 33 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว <i>Isca</i> sp.	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 34 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงซีปะขาว <i>Isca</i> sp.	69
ภาพที่ 35 ตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงซีปะขาว <i>Simothraulius seminiger</i>	71
ภาพที่ 36 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงซีปะขาว <i>Thraulius</i> sp.1	73
ภาพที่ 37 อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเต็มวัย <i>Thraulius</i> sp.1	74
ภาพที่ 38 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงซีปะขาว <i>Thraulius</i> sp. 2	76
ภาพที่ 39 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงซีปะขาว <i>Thraulius</i> sp. 2	77
ภาพที่ 40 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงซีปะขาว <i>Thraulius</i> sp. 3	78
ภาพที่ 41 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงซีปะขาว <i>Thraulius</i> sp. 3	79
ภาพที่ 42 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulius</i>) sp.1	81
ภาพที่ 43 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulius</i>) sp.2	82
ภาพที่ 44 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ <i>Choroterpides</i> sp.	83
ภาพที่ 45 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ <i>Cryptopenella</i> sp.	84
ภาพที่ 46 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size class ของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulius</i>) sp. 1 จากจำนวนตัวอ่อน 888 ตัว	86
ภาพที่ 47 ร้อยละการกระจายของตัวอ่อน และจำนวนตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละเดือนของแมลงซีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulius</i>) sp.1 (9 size classes)	87
ภาพที่ 48 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size class ของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulius</i>) sp.2 จากจำนวนตัวอ่อน 320 ตัว	89
ภาพที่ 49 ร้อยละการกระจายของตัวอ่อน และจำนวนตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละเดือนของแมลงซีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulius</i>) sp.2 (9 size classes)	90
ภาพที่ 50 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size class ของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว <i>Choroterpides</i> sp. จากจำนวนตัวอ่อน 147 ตัว	92
ภาพที่ 51 ร้อยละการกระจายของตัวอ่อน <i>Choroterpides</i> sp. และจำนวนตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละเดือนของแมลงซีปะขาว (10 size classes)	93
ภาพที่ 52 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size classes ของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว <i>Cryptopenella</i> sp. จากจำนวนตัวอ่อน 423 ตัว	95
ภาพที่ 53 ร้อยละการกระจายของตัวอ่อน และจำนวนตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละเดือนของแมลงซีปะขาว <i>Cryptopenella</i> sp. (9 size classes)	96
ภาพที่ 54 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแต่ละระยะของแมลงซีปะขาว <i>Choroterpes</i> (<i>Euthraulius</i>) spp.	102
ภาพที่ 55 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแต่ละระยะของแมลงซีปะขาว <i>Cryptopenella</i> sp.	104

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แมลงชีปะขาวเป็นแมลงในอันดับ Ephemeroptera ซึ่งเป็นกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่สำคัญกลุ่มหนึ่ง ใช้ชีวิตส่วนใหญ่เป็นระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ จากนั้นจะลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยที่มีปีกสามารถบินได้ โดยทำหน้าที่ผสมพันธุ์และวางไข่ หลังจากวางไข่เรียบร้อยแล้วตัวเต็มวัยจะมีชีวิตอยู่เพียง 24 ชั่วโมง หรือ 2-3 วัน และตัวเต็มวัยมักอาศัยอยู่ไม่ไกลจากบริเวณที่เป็นตัวอ่อน (Hynes, 1976; Brittain, 1980, 1982; Campbell, 1991) ระยะตัวอ่อนเป็นอาหารที่สำคัญของปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่มีขนาดใหญ่กว่า ส่วนตัวมันเองกินสาหร่าย ตะไคร่น้ำ ซากพืชซากสัตว์ขนาดเล็กๆ เป็นอาหาร ดังนั้นตัวอ่อนแมลงชีปะขาวจึงเป็นผู้ถ่ายทอดพลังงานที่สำคัญจากผู้ผลิตปฐมภูมิ (primary producer) ไปสู่ผู้บริโภคขั้นทุติยภูมิ (secondary producer) (Filter and Manue, 1986) เนื่องจากตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวมีพฤติกรรมปล่อยตัวให้ลอยไปกับกระแสน้ำได้ในบางขณะ (drift) ดังนั้นมักพบว่าแมลงกลุ่มนี้เป็นแมลงกลุ่มแรกที่เข้าไปอาศัยในแหล่งต้นน้ำที่สะอาดมากและมีปริมาณออกซิเจนละลาย (Brittain, 1982; Sivaramakrishnan and Venkataraman, 1990; Dudgeon, 1996) และตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ ดังนั้นหลายๆ ประเทศในทวีปยุโรป และอเมริกาเหนือจึงนิยมนำตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพร่วมกับตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (อันดับ Trichoptera) และตัวอ่อนสโตนฟลาย (อันดับ Plecoptera) สำหรับการติดตามคุณภาพน้ำ (Plafkin *et al.*, 1989; Rosenberg and Resh, 1993)

ความรู้เกี่ยวกับแมลงชีปะขาวในประเทศไทยยังมีจำกัดมากเนื่องจากมีการศึกษาน้อย ส่วนมากจะศึกษาเน้นหนักในกลุ่มของแมลงหนอนปลอกน้ำ (Malicky, 1997; Malicky and Chantaramonkol, 1993, 1998, 1999; ศุภลักษณ์ ระดมสุข, 2542; นิศารัตน์ คล้ายทอง, 2543) สำหรับการศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินซึ่งมีแมลงชีปะขาวรวมอยู่ด้วยนั้น ได้แก่ จันทา วงษ์สมบัติ (2541) อิศระ ธานี (2537) รัตนา ปานเรียนแสน (2537) สุจิตรา ไทยท้านัส (2538) ศุภลักษณ์ ระดมสุข (2538) จุไรรัตน์ จันทระกระจ่าง (2539) อลงกรณ์ ผาผิง (2539) ประสาท เนืองเฉลิม (2540) วิไลลักษณ์ ไชยปะ (2540) ศิริพร แซ่เฮง (2540) แคทลียา นวลฉวี (2541) และ บุญเสฐียร บุญสูง (2541) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการกระจายตัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และแมลงน้ำในเบื้องต้น เช่น นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์หนักแน่น (2541) ศึกษาการกระจายตัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว นฤมล และคณะ (2542) ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่ม Ephemeroptera Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำของลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำโขง และ Sangpradub *et al.*, (1996-1998) ศึกษาโครงสร้างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินและความสัมพันธ์ของสัตว์เหล่านี้กับคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง นอกจากนี้ Watanasit (1996) ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ (2538) และ ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และ สันตัต จุญวรรธนะ (2541) ยังได้ทำการสำรวจการแพร่กระจายของแมลงน้ำในลำธารทางภาคใต้ของประเทศไทย และ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์โตนาซาข้าง จังหวัดสงขลา รวมทั้งได้รายงานการเปลี่ยนแปลงสังคมของแมลงน้ำในฤดูกาลต่างๆ ในลำธารทางภาคใต้ของประเทศไทยอีกด้วย (Watanasit, 1999)

เมื่อพิจารณาจากรายงานที่มีผู้ได้ทำการศึกษาแมลงชีปะขาวพบว่าส่วนมากสามารถจำแนกระดับชนิดได้จากตัวเต็มวัย แต่การศึกษาระยะตัวอ่อนมักเป็นการสำรวจเบื้องต้นซึ่งสามารถระบุตัวอ่อนได้เพียงในระดับวงศ์

หรือสกุลเท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงระดับชนิดรวมทั้งชีววิทยาของตัวอ่อนด้วย และที่สำคัญคือเพื่อสามารถเชื่อมโยงระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัยได้ ทั้งนี้เนื่องจากตัวอ่อนเป็นระยะที่ใช้มากในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม

การที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae เนื่องจากแมลงซีปะขาววงศ์นี้เป็นกลุ่มเด่นและมีจำนวนมากที่สุดกลุ่มหนึ่งในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว และยังพบว่าเป็นวงศ์ที่พบว่ามีควมไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (Halaewell, 1986; Rosenberg and Resh, 1993; นฤมล แสงประดับ และคณะ 2542)

2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญาเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

2.2 เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

2.3 เพื่อให้ทราบถึงแบบแผนการกระจายของช่วงอายุ (age distribution pattern) และชีวประวัติ (life history) ของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

2.4 เพื่อให้ทราบถึงแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

2.5 เพื่อให้ทราบถึงชนิดของอาหารที่ตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Choroterpes* (*Euthraulus*) spp. และ *Cryptopenella* sp. ระยะต่าง ๆ กินเป็นอาหาร

3 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาความหลากหลายชนิด ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อน และตัวเต็มวัย แบบแผนการกระจายของช่วงอายุ แหล่งอาศัยย่อย และอาหารของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว โดยศึกษานาน 18 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542

4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ทราบถึงความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

4.2 ทราบถึงข้อมูลด้านสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

4.3 ทราบถึงแบบแผนการกระจายของช่วงอายุ (age distribution pattern) และชีวประวัติ (life history) ของแมลงซีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

4.4 ทราบถึงแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว Leptophlebiidae ในทั้งสองลำธาร

4.5 ทราบถึงชนิดของอาหารที่ตัวอ่อนระยะต่างๆ ของแมลงซีปะขาว *Choroterpes* (*Euthraulus*) spp. และ *Cryptopenella* sp. กินเป็นอาหาร

นอกจากนี้ยังสามารถนำมาเป็นข้อมูลร่วมในการสร้างรูปวิธานของแมลงวงศ์นี้สำหรับประเทศไทยได้

บทที่ 2

วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. อนุกรมวิธานและการกระจาย

แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae อยู่ใน อันดับ Ephemeroptera ซึ่งแมลงในอันดับนี้เป็นแมลงมีปีกขนาดเล็กที่ยังคงลักษณะโบราณที่สุดที่เหลืออยู่ในปัจจุบัน (McCafferty and Edmunds, 1979) ได้มีการจำแนกสมาชิกของแมลงวงศ์นี้ครั้งแรกในทวีปอเมริกาเหนือโดย Eatton (1884) ให้ชื่อว่า Leptophlebia ต่อมา Banks (1900) ได้ตั้งชื่อวงศ์ว่า Leptophlebiini Edmunds และ Traver (1954) ได้จัดแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae Ephemerellidae และวงศ์ Tricorythidae เข้าไว้ใน superfamily Leptophlebioidea Lauda (1959) สนับสนุนความถูกต้องของการจัดกลุ่มนี้จากผลการศึกษาสายวิวัฒนาการ แต่ได้รับการโต้แย้งจาก Demoulin (1958) ได้จัดแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae Ametropodidae และวงศ์ Heptageniidae ไว้รวมกันใน superfamily Heptagenioidea โดยอาศัยผลการศึกษาจากฟอสซิล ต่อมา Peters และ Edmunds (1970) พบว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae มีลักษณะคล้ายกับ Ephemeroidea บางชนิด ดังนั้นจึงควรจัดวงศ์ Leptophlebiidae ไว้ใน superfamily Leptophlebioidea ปัจจุบันลำดับทางอนุกรมวิธานของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae เป็นดังนี้ (McCafferty and Edmunds, 1979; Hubbard, 1990)

Phylum Arthropoda

Subphylum Uniramia

Class Insecta

Order Ephemeroptera

Suborder Schistonota

Superfamily Leptophlebioidea

Family Leptophlebiidae

แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae พบทั่วโลกมากกว่า 75 สกุล และ มากกว่า 60 สกุล ที่พบในแถบซีกโลกตะวันออก และพบ ในแถบเอธิโอเปีย 12 สกุล (Peters and Edmunds, 1964) ก่อนปี ค.ศ. 1970 ยังมีการสำรวจในซีกโลกนี้น้อย ต่อมา Peter และ Edmunds (1970) ได้ทำการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงแก้ไขจัดหมวดหมู่ ทำให้พบสกุลนี้เพิ่มขึ้นจากเดิม 18 สกุล มาเป็นมากกว่า 60 สกุลในแถบซีกโลกตะวันออก โดยในแถบตอนใต้ของประเทศอินเดีย พบ 12 สกุล 20 ชนิด (Hubbard and Peters, 1978) ในประเทศฮ่องกง พบ 5 สกุล 8 ชนิด (Hubbard, 1986) ประเทศเกาหลีพบ 2 สกุล 3 ชนิด (Bae et al., 1994, 1997) ประเทศจีน พบ 2 สกุล 2 ชนิด (Ulmer, 1963; Rashid, 1967) และในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบ Leptophlebiidae ทั้งหมด 19 ชนิด สกุลใหม่ที่พบคือ สกุล *Chiusanophlebia* พบที่ Rynkyn Island ประเทศญี่ปุ่น (Ueno, 1969)

แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบมากในเขตร้อนแบ่งออกเป็น 2 วงศ์ย่อย (subfamily) คือ วงศ์ย่อย Leptophlebiinae พบทั้งหมด 5 สกุล แต่ละสกุลพบการกระจายแตกต่างกัน ดังนี้ คือ สกุลที่อยู่ใกล้แถบขั้วโลก (Nearctic genus) ได้แก่ สกุล *Leptophlebia* และ สกุล *Paraleptophlebia* พบมากในประเทศจีน

ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย ประเทศเนปาล และประเทศไต้หวัน ในขณะที่ สกุล *Habrophlebiodes* ซึ่งเป็นสกุลที่พบได้แถบเขตร้อน (Oriental regions) และทางตะวันออกของอเมริกาเหนือ โดยพบทั้งหมด 4 ชนิด จากหมู่เกาะสุมาตรา เกาะชวา จีน และฮ่องกง นอกจากนี้ยังพบ *Dipterophlebiodes sarawacensis* ซึ่งเป็นชนิดเดียวที่พบอยู่เฉพาะเกาะบอร์เนียว และทางตะวันตกของประเทศมาเลเซีย รวมทั้ง *Gilliesia hindustanica* ที่ดูเหมือนว่าจะเป็นชนิดประจำถิ่นที่พบเฉพาะทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย (Peter and Edmunds, 1970) แต่ส่วนมากแล้วสกุลต่างๆที่พบมากในเขตร้อนมักอยู่ใน วงศ์ย่อย Atalophlebiinae ได้แก่ สกุล *Choroterpes* ซึ่งพบครั้งแรกในแอฟริกาเป็นสกุลที่พบมากทั้งในเขตร้อน และแถบยุโรป พบว่ามี 18 ชนิดที่ได้รับการพรรณนา ลักษณะจากแถบเอเชีย สกุล *Choroterpides* พบที่ประเทศเนปาล ไทย หมู่เกาะอินโดจีน เกาะชวา และหมู่เกาะสุมาตรา สกุล *Cryptopenella* พบ 1 ชนิดในประเทศฮ่องกงซึ่งยังไม่แน่นอนว่าเป็นชนิดเดียวกับสกุล *Choroterpes* หรือไม่ (Kluge, 1984) สกุล *Thaurus* พบที่ประเทศอินเดีย ไทย เวียดนาม ฮ่องกง และ ไต้หวัน เมื่อมีการจัดกลุ่มสกุล *Thaurus* 6 ชนิด ที่พบในประเทศมาเลเซีย ปาปัวนิวกินี และ ฟิลิปปินส์ ใหม่โดยอาศัยลักษณะภายนอกทำให้จัดกลุ่มได้ว่า 4 ชนิด ยังจัดอยู่ในสกุล *Thaurus* ส่วนอีก 2 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มสกุล *Simothraulius* ซึ่งพบจากมาเลเซีย และสกุล *Chiusanophlebia* ที่พบจากประเทศญี่ปุ่น (Grant and Peters, 1993) สกุล *Thaurus* พบมากทั้งซีกโลกตะวันออก ตั้งแต่ ยุโรป แอฟริกาใต้ มาดากัสกา หมู่เกาะโคโมโร อินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ออสเตรเลีย และ หมู่เกาะอินโดจีนตะวันออก มากกว่า 45 ชนิด (Eatton, 1881) จากการศึกษาสกุล *Thaurus* ในแถบยุโรป แอฟริกา อินเดีย มาเลเซีย และไทย พบทั้งหมด 8 ชนิด (Grant and Peters, 1993) และพบชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ *T. maculatus* จากทางตอนเหนือของประเทศไทย และ *T. bishopi* ที่ประเทศมาเลเซีย (Ueno, 1969)

นฤมล และวิโรจน์ (2541) พบว่าแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae เป็นกลุ่มเด่นและพบเป็นจำนวนมากที่ห้วยหญ้าศรี และห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว นอกจากนี้ นฤมล และคณะ (2542) ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม EPT ในลำธารต้นน้ำของลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำโขง พบแมลงชีปะขาววงศ์นี้ 3 สกุล คือ *Choroterpes* *Choroterpides* และ *Thraulius* และ ไพบุรณ์ (2540) พบว่าตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาววงศ์นี้มีช่วงบินมากที่สุดที่เวลา 18.00 – 20.00 น. และมีพบเพศเมียมากกว่าเพศผู้ 0.6-1 เท่า

2. การเจริญของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว

ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่ในน้ำโดยมีการปล่อยไข่ 100-1,200 ฟอง แล้วแต่ชนิด ไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.82-0.94 มิลลิเมตร ระยะเวลาในการฟักไข่เป็นตัวอ่อนใช้เวลาแตกต่างกันตั้งแต่ 1 เดือน ถึง 1 ปี ขึ้นกับชนิด และอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งอาจใช้เวลาน้อยในเขตร้อน หรืออาจใช้เวลามากกว่าในเขตหนาว (Brittain, 1982; Peters and Campbell, 1991) ตัวอ่อนใช้เวลาในการเจริญประมาณ 3 สัปดาห์ในอเมริกาเหนือ หรือ 3 ปีในเขตหนาว แต่ในประเทศออสเตรเลียการเจริญของตัวอ่อนแตกต่างจากที่อื่นๆ (Campbell, 1990; Pamrong, 1998) ตัวอ่อนแบ่งเป็นระยะย่อยตามจำนวนครั้งของการลอกคราบได้ 10-50 ระยะ แต่โดยปกติมักจะพบในช่วง 15-30 ระยะ ขึ้นอยู่กับชนิด การกินอาหาร และอุณหภูมิ ในแหล่งอาศัยนั้นๆ (Needham et al., 1972; Peters and Edmunds, 1972; Clifford, 1982) ตัวอ่อนมีการเจริญได้หลายแบบ การเจริญแบบ 1 รุ่น ในระยะเวลา 1 ปี (univoltine) พบได้ทั่วไปในแถบทวีปยุโรป และประเทศออสเตรเลีย Fontaine et al., (1990) และ Tabacchi et al., (1993) พบว่าตัวอ่อนของ *Leptophlebia vespertina* และ *Thraulius bellus* ในประเทศฝรั่งเศสต่างก็มีการเจริญแบบ 1 รุ่นใน 1 ปี และ Campbell et al., (1990) พบว่าตัวอ่อน *Austrophlebiodes* sp. มีการเจริญแบบ 1 รุ่น ใน 1 ปี ในขณะที่ *A. marchanti* ที่ประเทศออสเตรเลียมี

การเจริญแบบ 2 รุ่นใน 1 ปี (bivoltine) (Pamrong, 1998) ส่วนตัวอ่อนสกุล *Deleatidium* ซึ่งพบมากในประเทศนิวซีแลนด์มีวงจรชีวิตได้ทั้งแบบ univoltine และ bivoltine (Winterbourn, 1974; Towns, 1983; Huryn, 1996) ตัวส่วนตัวอ่อนที่พบในเขตร้อน และเขตอบอุ่น ส่วนมากแล้วมีการเจริญแบบหลายรุ่นในหนึ่งปี (multivoltine) (Clifford, 1982; Brittain, 1990; Dudgeon, 1999) สำหรับการศึกษาชีวประวัติของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebid ในเขตร้อนยังไม่เคยมีรายงาน ดังนั้นจึงขาดแคลนข้อมูลด้านนี้อยู่มาก Dudgeon (1996) ได้ตั้งข้อสังเกตว่าไม่สามารถระบุการเจริญของตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae ในเขตร้อนได้แน่ชัด เนื่องจากตัวอ่อนชนิดที่พบบ่อยมักจะมีขนาดคงที่ และพบกระจายอยู่ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา ซึ่งการเจริญลักษณะนี้อาจเป็นแบบการเจริญไปพร้อมกัน (synchronized) ส่วนตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Ephemeridae พบว่ามีชีวประวัติที่แตกต่างกันขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ เช่นประเทศฮ่องกงพบว่าตัวอ่อนมีการเจริญเป็นแบบ univoltine อย่างชัดเจนขณะที่แมลงชีปะขาวชนิดเดียวกันนี้ในลำธารประเทศญี่ปุ่นมีการเจริญแบบ bivoltine ซึ่งเขาสันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากการที่มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ส่วนการเจริญของ *Ephemer* (*Aethephemer*) *nadinae* ทางตอนใต้ในประเทศอินเดียซึ่งเป็นเขตร้อนยังไม่สามารถระบุได้ว่ามีการเจริญเป็นแบบใด เนื่องจาก การเจริญของตัวอ่อนมีการเหลื่อมซ้อนกัน (overlap) และสามารถพบตัวอ่อนได้ตลอดปี ดังนั้นจึงคาดว่าอาจเป็นการเจริญแบบ multivoltine (Balasubramanian et al., 1991) การเจริญของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณ และคุณภาพอาหาร แสง และความยาวช่วงแสง (Campbell, 1991; Huryn, 1996) นักวิทยาศาสตร์หลายท่านต่างมีความคิดตรงกันว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อระยะการฟักไข่และระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนมากที่สุดโดยเฉพาะในลำธารเขตร้อน (Brittain, 1972; Butler, 1984; Dudgeon 1996) ในประเทศออสเตรเลียมีศึกษาเรื่องนี้มาก เช่น Suter และ Bishop (1990) พบว่าอัตราการฟักไข่เป็นตัวอ่อน *Atalophlebia australis* เกิดที่อุณหภูมิสูงกว่า 12 °ซ Pamrong (1998) พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาของไข่ตัวอ่อน *A. marchanti* โดยไข่จะฟักเป็นตัวในช่วงอุณหภูมิ 9-22° ซ. Huryn (1996) รายงานว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของตัวอ่อน *Deleatidium* (*illii* group) ด้วยเช่นกันและยังพบว่าแมลงชีปะขาวหลายชนิดมีระยะเวลาการฟักไข่สั้นลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Brittain and Campbell, 1991) นอกจากอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยหลักแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญของตัวอ่อน เช่น ฤดูกาล โดยพบว่าในฤดูหนาวไข่จะฟักเป็นตัวอ่อนช้าลง หรือสภาวะการเกิดน้ำท่วมน้ำหลากในฤดูฝนทำให้ตัวอ่อนถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำ หรือบางส่วนอาจอพยพไปอยู่ที่อื่น รวมทั้งปัจจัยด้านปริมาณและคุณภาพอาหาร ด้วย (Pamrong, 1998; Dudgeon, 1999)

การเจริญของแมลงชีปะขาวในประเทศแถบเขตอบอุ่น และแถบเขตร้อนส่วนมากขึ้นกับฤดูกาล แผนภูมิการเจริญของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวพิจารณาได้ยากเนื่องจากมีการเจริญแบบ synchronized (Landa, 1968; Towns, 1983; Dudgeon, 1996) ซึ่งจะต่างกับการเจริญของแมลงชีปะขาวในประเทศออสเตรเลียพบว่าไข่ไม่มีการฟักตัว และแผนภูมิการเจริญของตัวอ่อนแยกเห็นได้ชัดเจน (Campbell, 1990; Pamrong, 1998) นอกจากนี้ Brittain (1976) ได้ทดลองเลี้ยงตัวอ่อน *Leptophlebia vespertina* ภายใต้อุณหภูมิธรรมชาติในห้องทดลอง พบว่าไข่ใช้ระยะเวลาในการฟัก 21-26 วัน โดยมีตัวอ่อนทั้งหมด 17-19 ระยะ ตัวอ่อนมีการเจริญเร็วในช่วง 3 เดือนแรก และช้าลงในระยะหลัง และเขายังพบว่ากรณีที่ทราบถึงอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนต้องสังเกตตั้งแต่วัยไข่ หรือ ตัวอ่อนระยะแรกๆ ขึ้นไปจนถึงตัวอ่อนระยะสุดท้าย เนื่องจากตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีการลอกคราบหลายครั้งทำให้มีตัวอ่อนหลายระยะ (instars) ซึ่ง Clifford (1969, 1970) ได้ตั้งข้อสังเกตว่าในการทำนายระยะตัวอ่อนอาจต้องใช้ลักษณะหลายอย่างประกอบกัน เนื่องจากหากดูเฉพาะลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วอาจไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ทั้งนี้การเจริญของตัวอ่อนขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ หรืออาหาร ซึ่งอาจมีผลต่อการเพิ่มขนาดตัวเพียงอย่างเดียว แต่ไม่เกี่ยวกับ

พัฒนาการเพราะพบว่าบางครั้งตัวอ่อนที่มีขนาดใหญ่จำนวนหลายตัวมีลักษณะทางสรีระที่ยังไม่เจริญเท่าตัวอ่อนที่มีขนาดเล็กกว่า ลักษณะพื้นฐานวิทยาที่นิยมใช้วัดขนาดเพื่อดูการเจริญเติบโตมีหลายอย่าง เช่น ความกว้างส่วนหัว (head width) ความยาวส่วนหัว (head length) ความยาวตุ่มปีก (wingpad length) และความยาวลำตัวทั้งหมด (total length) ซึ่งการวัดความยาวลำตัวทั้งหมดเป็นที่นิยม เพราะวัดได้ง่าย แต่มีปัญหาที่ช่วงลำตัวมักจะบิดงอทำให้วัดได้ความยาวได้ไม่คงที่แน่นอนเหมือนกับการวัดส่วนแข็ง เช่น ความกว้างส่วนหัว และความยาวตุ่มปีก Britt (1953) พบว่าขนาดความกว้างส่วนหัวสามารถบ่งชี้อัตราการเจริญของตัวอ่อน *Ephemera simulans* ได้ดีกว่าขนาดความยาวลำตัวทั้งหมดโดยเฉพาะในกรณีที่ตัวอย่างของตัวอ่อนที่นำมาศึกษามีลักษณะไม่สมบูรณ์ Clifford (1969) พบว่าสามารถแยกตัวอ่อนออกได้เป็น 4 ระยะ จากการดูเฉพาะความยาวตุ่มปีก โดยตัวอ่อนระยะที่ 1 เป็นตัวอ่อนที่ยังไม่มีตุ่มปีก ระยะที่ 2 ตัวอ่อนมีตุ่มปีกเล็ก ความยาวจะสั้นกว่าระยะห่างระหว่างปีกทั้งสองข้าง ระยะที่ 3 ความยาวตุ่มปีกยาวกว่าระยะห่างระหว่างปีกทั้งสอง ระยะที่ 4 ตุ่มปีกเริ่มมีสีด่าง โกล่กลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย นอกจากนี้เขายังพบว่าไม่ควรแยกเพศตัวอ่อนระยะที่ 1 และ 2 เนื่องจากไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนตัวอ่อนที่มีขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไปควรแยกเพศเพื่อช่วยลดความแปรปรวนได้ เนื่องจากตัวอ่อนที่เจริญเต็มที่ในแต่ละเพศมีการเจริญในแต่ละส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งการแยกเพศในตัวอ่อนก่อนการศึกษาจะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้น Collier (1994) ได้รายงานว่าการวัดความกว้างส่วนหัวของตัวอ่อนสกุล *Deleatidium* สามารถกำหนดระยะตัวอ่อนได้ทั้งหมด 8 ระยะ

3. นิเวศวิทยาของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว

ตัวอ่อนของ *Thraulius bellus* สามารถอาศัยอยู่ได้ในน้ำลึก 80 เซนติเมตร และตัวอ่อนระยะแรก ๆ มีพฤติกรรมว่ายน้ำขึ้นสู่ผิวน้ำเมื่อเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 จะว่ายน้ำลงข้างล่าง (Tabacchi et al., 1993) Bailey (1981) พบว่าตัวอ่อน *Atalophlebioides* sp. มีพฤติกรรมการว่ายน้ำขึ้นมาเกาะบนหินในลำธารตอนกลางคืน ส่วนเวลากลางวันตัวอ่อนจะหลบอยู่ใต้ก้อนหิน และ Giller and Sangpradub (1993) พบว่าตัวอ่อนของ *Baetis* sp. มักเกาะอยู่ทางด้านข้างของก้อนหินหรือหลบอยู่ใต้ก้อนหินเมื่อไม่ว่องไว (inactive) ในเวลากลางวัน แต่จะขึ้นมาขูดกินอาหารบริเวณด้านบนของก้อนหินในเวลากลางคืน Collier (1994) พบว่าการกระจายของตัวอ่อน *Deleatidium* มีความสัมพันธ์กับความเร็วของกระแสน้ำอย่างมีนัยสำคัญ โดยตัวอ่อนขนาดใหญ่มักพบอยู่ในบริเวณที่น้ำไหลเร็ว และตัวอ่อนระยะสุดท้ายของเพศผู้อยู่ในบริเวณน้ำที่ไหลช้ามากกว่าเพศเมีย นอกจากนี้ Suter and Bishop (1990) ได้รายงานว่าตัวอ่อนระยะที่ 1 ของ *Deleatidium* ได้รับผลกระทบจากฤดูกาลมากกว่าตัวอ่อนระยะอื่น ๆ

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีการกินอาหารได้หลายแบบ แต่ส่วนมากกินซากพืชและซากสัตว์ขนาดเล็ก ๆ รวมทั้งขูดกินไดอะตอมและสาหร่ายซึ่งขึ้นอยู่ตามก้อนหิน (จัดเป็นพวกขูดกิน: scrapers) หรือเก็บกินเศษซากอนุภาคขนาดเล็กตามท้องลำธาร (จัดเป็นพวกเก็บกิน: gathering collectors) เช่น ตัวอ่อนสกุล *Austrophlebioides*, *Choroterpes*, *Cryptopenella* และ *Habrophlebioides* (Gui, 1994) หรือเป็นแบบกรองอาหารจากกระแสน้ำ (จัดเป็นพวกได้อาหารโดยการกรอง: filtering collectors) เช่น สกุล *Chroterpides* และ *Notophlebia* โดยอาศัย labium หรือ maxillary palp ที่มีขนยาว (Sivaramakrishnan and Venkataraman, 1990; Gui, 1994; Merritt and Cummins, 1996; Pamrong, 1998) นอกจากนี้ Dudgeon (1990a) พบว่าตัวอ่อนแต่ละสกุลมีแหล่งอาศัยย่อย (microhabitats) ที่แตกต่างกัน เช่น ตัวอ่อนสกุล *Isca* พบมากบริเวณกลางลำธาร ในขณะที่ *Thraulius bishopi* พบบริเวณริมฝั่งที่น้ำค่อนข้างนิ่ง *Habrophlebioides gilliesi* และ *Choroterpes* (*Euthralus*) sp. พบในบริเวณที่น้ำไหลเร็วปานกลาง ซึ่งการที่ตัวอ่อนมีแหล่งอาศัยย่อยที่ต่างกันนี้อาจมีความสัมพันธ์กับรูปร่างของเหงือก กล่าวคือตัวอ่อนสกุล *Thraulius* มีเหงือกที่มีขนาดใหญ่รูปร่างกลม

และมีกิ่งยื่นยาวออกมาช่วยเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการทำหน้าที่รับออกซิเจนได้ดี ดังนั้นตัวอ่อนจึงสามารถอาศัยในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างนิ่งได้ ขณะที่ตัวอ่อนสกุล *Isca* มีเหงือกขนาดเล็กและค่อนข้างเรียวยาวจึงอาศัยอยู่ในบริเวณที่น้ำไหลเร็วมากได้ ส่วนตัวอ่อนสกุล *Choroterpes* เหงือกมีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายใบไม้และมีส่วนปลายที่ขยายออกพบอาศัยได้ทั่วไปในน้ำหลายลักษณะ (Dudgeon, 1999) นอกจากนี้พบว่าขนาดของตัวอ่อนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับขนาดของพื้นที่อาศัยย่อย เช่น ตัวอ่อนขนาดเล็กจะอาศัยบนก้อนหินที่ขนาดเล็ก เป็นต้น (Giller and Campbell, 1989)

ตัวอ่อนที่เจริญเต็มที่แล้ว (mature nymphs) จะคลานขึ้นมาเกาะวัสดุที่อยู่บริเวณเหนือผิวน้ำ และลอกคราบเป็น subimago ภายในเวลา 5 นาที มีรูปร่างคล้ายตัวเต็มวัยทุกประการยกเว้นอวัยวะสืบพันธุ์ยังไม่เจริญและจะเกาะอยู่นิ่งๆประมาณ 24 ชั่วโมง ถึงหลายวัน จากนั้นจะลอกคราบอีกครั้งเป็น imago ซึ่งมีรูปร่างเรียวบอบบาง ปีกใส มองเห็นเส้นปีกได้ชัดเจน เมื่อหยุดพักปีกจะตั้งตรงอยู่เหนือส่วนอก ไม่สามารถพับเก็บได้ ตัวเต็มวัยชอบเล่นไฟในเวลากลางคืน การมีระยะเป็นตัวเต็มวัย 2 ระยะ เป็นลักษณะเด่นของสัตว์ในอันดับนี้ซึ่งพบว่าเป็นลักษณะโบราณที่ยังคงอยู่ (primitive) ในการลอกคราบจาก subimago เป็น imago นั้นเดิมเข้าใจว่ามีเพียงการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อผิวหนังด้านนอก แต่เป็นที่น่าแปลกใจเมื่อพบว่ามีแมลงชีปะขาว 2 ชนิดที่ไม่สามารถลอกคราบเป็น imago ได้สำเร็จ ต่อมาพบว่าการลอกคราบจากระยะ subimago ไปเป็น imago นั้นมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง ดังนี้ คือ imago มีเส้นปีกชัดเจนขึ้นและปีกใส เป็นมัน ในขณะที่ปีกของ subimago ทึบแสง ขนและหนามเล็กๆตามลำตัว ปีก และหางที่พบในระยะ subimago ไม่ปรากฏในระยะ imago รวมทั้งพบว่าขาคู่หน้า และ หาง (cerci) ของ subimago สั้นกว่า imago และที่สำคัญที่สุดคือ ในเพศผู้ระยะ subimago มีอวัยวะสืบพันธุ์ และตาที่ยังไม่เจริญเต็มที่ (Edmunds and McCafferty, 1988) นอกจากนี้ Needham *et al.* (1972) พบว่าในระหว่างการลอกคราบจาก subimago ไปเป็น imago มีการสูญเสียน้ำหนักตัว ประมาณร้อยละ 1.5 - 21.5 แล้วแต่ชนิด ซึ่งช่วยในการบินของ imago เนื่องจากระยะตัวเต็มวัยไม่กินอาหาร ดังนั้นอวัยวะภายในที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการย่อยอาหารจึงเปลี่ยนไปเป็นตำแหน่งที่บรรจุอากาศแทน รวมทั้งมีระบบกล้ามเนื้อในช่องอกเจริญดีเพื่อช่วยในการบิน และมีอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้เจริญดีเพื่อใช้ในการสืบพันธุ์

4. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแมลงชีปะขาว

ตัวเต็มวัย และตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันมาก (Needham *et al.*, 1972; Peters and Edmunds, 1972; Brittain 1982; Peters and Campbell, 1991) ดังนี้

imago

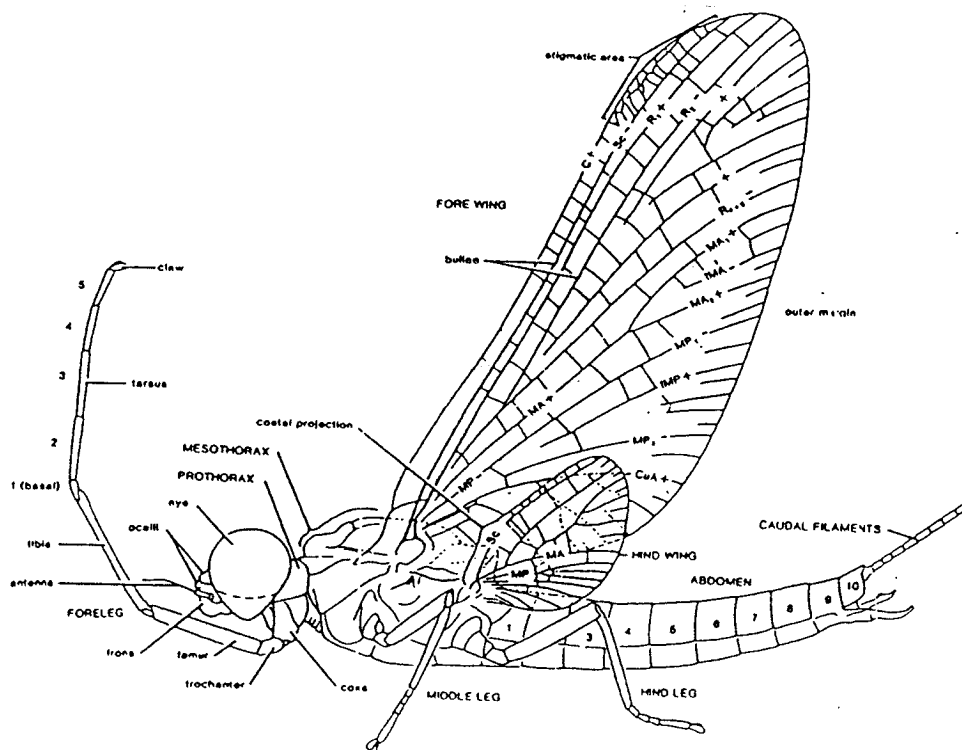
รูปร่างยาวเรียวมีความยาวประมาณ 3-25 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1.1) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หัว เมื่อมองจากด้านบนหัวมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม มีการเจริญดีในด้าน posterolateral มีตาเดี่ยว (ocelli) 3 ตา โดยตาด้านข้างมักจะใหญ่กว่าตาตรงกลาง และมีตาประกอบ (compound eyes) 1 คู่ เพศเมียมีตาประกอบลักษณะค่อนข้างกลม ขนาดเล็ก ไม่แบ่งเป็นส่วนเหมือนตาเพศผู้ เพศผู้มักมีตาขนาดใหญ่และอยู่ชิดกัน ตาแบ่งออกเป็นส่วนบน (turbinate eye) และส่วนล่าง โดยส่วนบนมีขนาดใหญ่และอยู่สูงกว่าตาส่วนล่าง เนื่องจากตรงฐานของตาบนมีส่วนที่ยื่นออกมาคล้ายก้านดอกรับ ตาบนมีสีซีดจางกว่า ตาล่างมีรูปร่างกลมมีขนาดเล็กและสีเข้มกว่าตาบน การเจริญของตาในเพศผู้มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสืบพันธุ์เนื่องจากสามารถมองหาเพศเมียได้ในระยะไกล (Peters and Campbell, 1991) หนวดมีความยาวแตกต่างกันมีขนาดสั้นถึงมีความยาวกว่าความยาวของส่วนหัว ปากลดรูปมีลักษณะไม่สมบูรณ์ จึงทำให้ไม่สามารถแยกเป็นส่วนประกอบต่างๆ เช่น ริมฝีปากบน ริมฝีปากล่าง ขากรรไกร และกรามได้

อก มีการพัฒนาสูงมากเพื่อใช้ในการบิน ประกอบด้วย อกปล้องแรก (prothorax) ลดรูป แผ่นแข็งด้านหลัง (notum) ลักษณะคล้ายกระดอง อกปล้องกลาง (metathorax) และอกปล้องท้าย (metathorax) รวมเป็นปล้องเดียวกันและมีขนาดใหญ่ อกปล้องกลางมีการพัฒนาสูงที่สุดมีแผ่นแข็งด้านหลัง (scutellum) ยาวเป็นร่องและโค้งนูนขึ้นเมื่อมองจากด้านบน มีท่ออากาศ (spiracles) อยู่บนอกปล้องกลาง และปล้องสุดท้าย

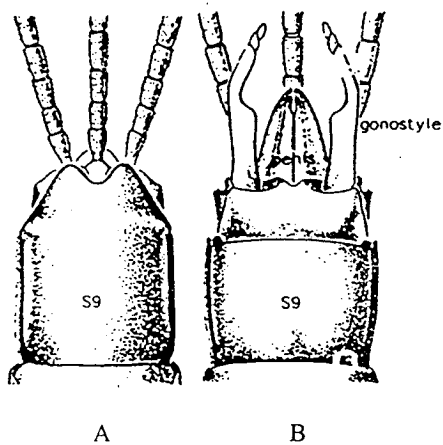
ขา ในเพศผู้ tarsi ของขาคู่หน้ามี 5 ปล้อง ปล้องที่ 1 สั้น ขาคู่กลางและขาคู่หลังมี tarsi 4 ปล้อง เพศเมีย tarsi ของขาทั้ง 3 คู่ แบ่งออกเป็น 4 ปล้อง ขาคู่หน้าของเพศผู้มีขนาดยาวเนื่องจากต้องใช้จับตัวเมียในขณะผสมพันธุ์ และใช้อัตราส่วนระหว่างความยาวของ tibia เทียบกับ femur และ tarsi ทั้ง 5 ปล้อง ของขาคู่หน้าในเพศผู้เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดด้วย ลักษณะของเล็บ (claw) ส่วนมากอยู่เป็นคู่มีลักษณะต่างกัน โดยเล็บส่วนแรกมีลักษณะแหลมยื่นยาวออกไปคล้ายhook และอาจมีหรือไม่มีรอยหยักเหมือนรอยฟัน (denticles) อยู่ด้านบน เล็บส่วนที่ 2 มีลักษณะที่เป็นแผ่น แต่บางชนิดเล็บอาจมีลักษณะเหมือนกันทั้งคู่โดยแหลม หรือทุ

ท้อง แบ่งออกเป็น 10 ปล้อง ปล้องท้องที่ 1-9 มีลักษณะคล้ายวงแหวน ประกอบด้วยแผ่นแข็งทางด้านหลัง (tergum) และแผ่นแข็งทางด้านท้อง (sternum) ด้านหลังของปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมียเป็นส่วนของ subanal plate มีขนาดใหญ่ มีรูปร่างได้หลายแบบ ท่อนำไข่ (oviduct) เปิดโดย คู่ของ gonopores หรืออาจเป็นช่องเชื่อมกันซึ่งปกติจะเปิดที่ปล้องท้องที่ 7 และ 8 แมลงซีปะขาววงศ์นี้ในฤดูผสมพันธุ์ปล้องท้องส่วนนี้จะยืดขยายออกเพราะภายในมีไข่บรรจุเต็ม ขณะวางไข่เมื่อส่วนท้องสัมผัสกับผิวน้ำทำให้ไข่หลุดออกมาบนผิวน้ำ (ภาพที่ 1.2 A) ด้านหลังของปล้องท้องที่ 9 ในเพศผู้เป็น subgenital plate หรือ styliiger plate ซึ่งเจริญดีมาก มีลักษณะเป็นแผ่นแข็งมีขนาดใหญ่และมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ขอบด้านหลังของ subgenital plate ยื่นยาวออกไปเป็นคู่มีรูปร่างต่างกันโดยอาจมีลักษณะเป็นปล้อง เรียกว่า forceps (gonostyles หรือ clasps) ซึ่งมีความยาวและรูปร่างที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด แต่โดยปกติมักพบว่าตรงฐานมีความยาวเป็น 2 เท่าของปล้องหรือมากกว่านี้ ตรงปลาย forceps จะยื่นยาวออกทางด้านหลัง subgenital plate อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศผู้ (penes) อยู่ตรงกลางส่วนหลังของ subgenital plate อาจแบ่งเป็นคู่ หรืออาจเชื่อมเป็นอันเดียวกัน ความยาว และขนาดแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดซึ่งเป็นลักษณะเด่นใช้ในการระบุชนิด (ภาพที่ 1.2 B)

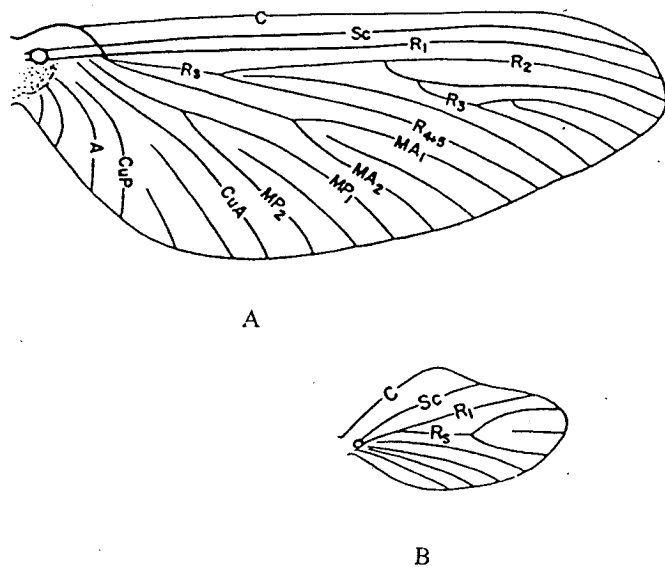
ปีก มี 2 คู่ คือปีกคู่หน้า และปีกคู่หลัง ปีกเป็นรูปสามเหลี่ยม ปีกทั้งคู่ยึดติดกับลำตัวด้วยแผ่นแข็งซึ่งมีผลทำให้ปีกตั้งตรงแม้ในเวลาพัก ปีกคู่หลังมีขนาดเล็กกว่าคู่หน้ามาก บางชนิดปีกคู่หลังอาจลดรูป ปีกของ subimago มักมีสีขุ่นมัวถึงทึบแสงและมักมีสีเดียวกัน imago ปีกจะใสหรือบางชนิดอาจจะมัว และอาจมีสีตรงโคนปีก ตรงขอบด้านหน้าของปีกคู่หลังมักจะโค้งออกหรือบางชนิดปีกคู่หลังอาจเจริญทางด้านข้างเพื่อช่วยพยุงปีกคู่หน้าในขณะบิน การเรียงตัวของเส้นปีกแตกต่างกันในแมลงซีปะขาวแต่ละชนิดซึ่งใช้เป็นส่วนสำคัญในการระบุชนิด โดยปีกคู่หน้าเจริญดี มีหรือไม่มีปีกคู่หลังก็ได้ จำนวนเส้นปีกในแต่ละชนิดแตกต่างกันตั้งแต่จำนวนน้อยจนถึงจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามการเรียงตัวของเส้นปีกในแต่ละชนิดมีลักษณะพื้นฐานร่วมกัน ดังนี้ ปีกคู่หน้า: เส้น Costal (C) และ Subcosta (Sc) เจริญดี เส้น Radius 4+5 (R_{4+5}) ยึดติดกับ เส้น Radius 1 (R_1) เส้น Medius Anterior 2 (MA_2) ยึดติดกับส่วนฐานของเส้น Medius Anterior 1 (MA_1) มีเส้น Intercalary (Ic) 1 เส้น อยู่ระหว่างเส้น MA_1 และ MA_2 และ 1 เส้น Ic ระหว่าง Madius Posterior 1 (MP_1) และเส้น Madius Posterior 2 (MP_2) แต่ไม่มีเส้น Ic ปรากฏอยู่ระหว่าง เส้น MP_2 และ เส้น Cubitus Anterior (CuA) แต่มี 2-8 เส้น Ic ที่อยู่ระหว่างเส้น CuA และ Cubitus Posterior (CuP) และเส้น CuP โค้งมาก มี 2-3 เส้น Anal (A) ตลอดที่โค้ง และมีเส้นเล็ก ๆ อยู่จำนวนมาก (ภาพที่ 1.3 A) ปีกคู่หลัง: Costal projection (Cp) เจริญดี หรืออาจไม่มีเลย การเรียงตัวของเส้นปีกมีความผันแปรสูงมาก เส้น Cross vien (Cv) อาจมีจำนวนมากหรือน้อยแล้วแต่ชนิด (ภาพที่ 1.3 B)



1.1



1.2



1.3

ภาพที่ 1 ตัวเต็มวัย และส่วนปลายของปล้องท้องที่ 9

1.1 ตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงชีปะขาว *Ephemerella* sp. (Ephemeroptera)

1.2 ส่วนปลายของปล้องท้องที่ 9 (ด้าน ventral) A เพศเมีย B เพศผู้

1.3 ลักษณะเส้นปีก A ปีกคู่หน้า B ปีกคู่หลัง

(ที่มา: Peters and Edmunds, 1970; Peters and Campbell, 1991, Edmunds and Waltz, 1996)

nymph

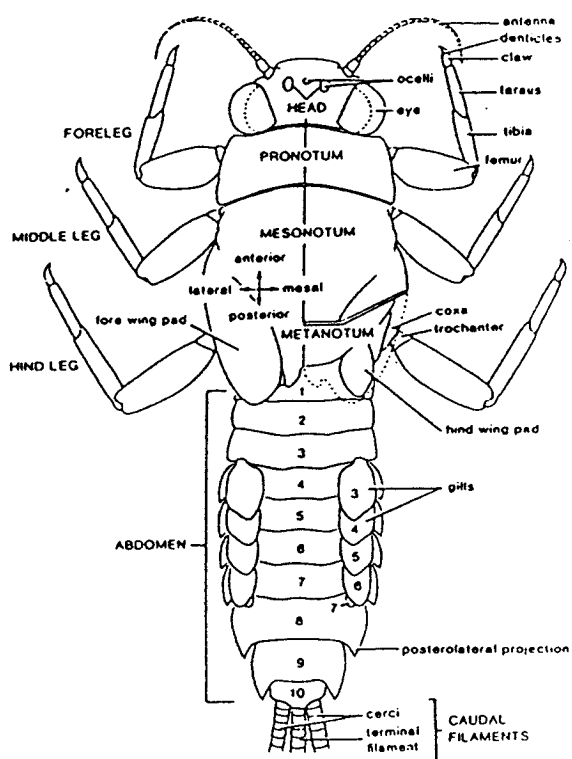
ตัวอ่อนประกอบด้วยส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องแยกกันอย่างชัดเจน ตัวอ่อนที่เจริญเต็มที่ (ตัวอ่อนระยะสุดท้าย) มีขนาดยาวตั้งแต่ประมาณ 3 – 12 มิลลิเมตร ขึ้นกับชนิดของแมลงชีปะขาว (ภาพที่ 2.1)

หัว ประกอบด้วยกะโหลกศีรษะที่เจริญดี ตามีขนาดใหญ่แตกต่างกันสามารถใช้ระบุเพศได้ (sexually dimorphic) โดยมีทั้งตาเดี่ยว 3 ตา และตาประกอบ 1 คู่ หนวดมี 1 คู่ ฐานของหนวดมีขนาดใหญ่ และเรียวยาวเล็กทางด้านปลาย ความยาวของหนวดแตกต่างกันตั้งแต่สั้นกว่าความยาวของส่วนหัวจนถึงยาวมาก ปากประกอบด้วย labrum, labium, mandible และ maxillary palp ขากรรไกรบนมีระยะที่ยื่นออกมาทางด้านข้าง เรียกว่า maxillary palp ส่วนต่างๆของปากมีการพัฒนาดี ในบางชนิด labrum แผ่กว้างกว่าความกว้างของหัว (ภาพที่ 2.2)

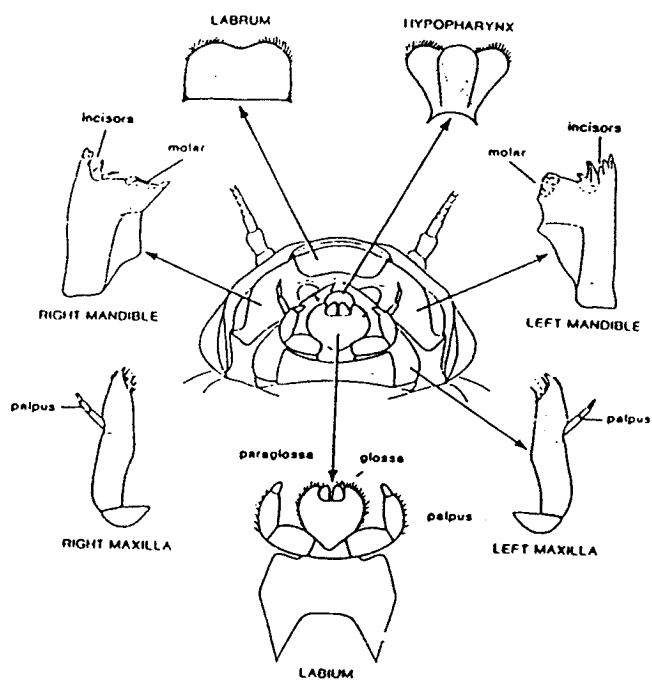
อก แบ่งออกเป็น 3 ปล้อง แต่ละปล้องแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แผ่นอกด้านบน (notum) แผ่นอกด้านล่าง (sternum) ซึ่งเชื่อมกันด้วยซี่ข้าง (pleura) ปีกคู่หน้ากับปีกคู่หลังเจริญจากแผ่นด้านบนของอกปล้องกลางและอกปล้องหลัง โดยอาจมีส่วนที่ยื่นยาวออกมาจากด้านบนของอกปล้องแรก หรือปล้องอกทั้ง 3 โดยแผ่นด้านบนของปล้องอกเป็นร่อง หรือ มีหนาม

ขา มี 3 คู่ ขาแต่ละข้างประกอบด้วย 5 ปล้อง ซึ่งแต่ละปล้องมีชื่อดังนี้ ปล้องที่อยู่ติดกับอกคือ coxa ถัดออกมาเป็น trochanter femur tibia tarsus และมี เล็บ อยู่ตรงปลายตามลำดับ ขาของตัวอ่อนจะสั้น และอ่อนกว่าขาของตัวเต็มวัย ขาคู่หลังมักจะยาวกว่าขาคู่หน้า ฟิเมอร์ค่อนข้างแบน ทาร์ซัสมักไม่แบ่งเป็นปล้อง มีกรงเล็บเดี่ยว และมีส่วนที่เป็นเล็บ อยู่บริเวณเล็บ ซึ่งขนาด และรูปร่างของเล็บ และ denticles มีหลายแบบแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ขามีหนามได้หลายแบบ อาจมีลักษณะเป็น หลอด หรือ ท่อ (tubercles) หรือเป็นเส้น (setae)

ท้อง แบ่งออกเป็น 10 ปล้อง ปล้องแรกกว้างและเชื่อมกับอกปล้องท้าย ปล้องท้องที่ 1-9 มีลักษณะคล้ายวงแหวน ประกอบด้วยแผ่นแข็งทางด้านหลัง และแผ่นแข็งทางด้านท้อง บางชนิดอาจมีหนามตรงด้านข้างซึ่งเห็นได้เด่นชัด ด้านข้างของปล้องท้องที่ 1-7 หรือ 2-7 มีเหงือกอยู่ แต่ในบางชนิดเหงือกอาจอยู่บนด้านหลังเหงือกคู่ที่ 1 อาจเหมือนหรือต่างจากคู่ที่ 2-7 แล้วแต่ชนิด และที่ปลายปล้องท้องที่ 10 มีหางยื่นออกมาจำนวน 3 เส้น ประกอบด้วย cerci จำนวน 2 เส้น อยู่ด้านข้าง และ terminal filament จำนวน 1 เส้น ซึ่งในบางชนิด terminal filament อาจลดรูป หรือไม่มี ทำให้เหลือหางเพียง 2 เส้น หางมีความยาวที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด อาจยาวเป็น 2-3 เท่าหรือยาวเท่ากันกับความยาวลำตัว



2.1



2.2

ภาพที่ 2 ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Ephemerella* sp. (Ephemereliidae)

2.1 ลักษณะตัวอ่อน 2.2 ส่วนประกอบของปาก (ที่มา: Edmunds and Waltz, 1996)

บทที่ 3

สถานที่และวิธีการดำเนินการวิจัย

1. สถานที่วิจัย

อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่บนเทือกเขาเพชรบูรณ์ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างภาคเหนือตอนล่างกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความสูงโดยเฉลี่ยจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $16^{\circ}30'$ ถึง $16^{\circ}57'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $101^{\circ}23'$ ถึง $101^{\circ}45'$ ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมด 966 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ อำเภอหล่มสัก อำเภอหล่มเก่า และ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ รวมทั้ง อำเภอ คอนสาน จังหวัดชัยภูมิ อุทยานแห่งนี้มีสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็นตลอดปี อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 22 องศาเซลเซียส (บันทึกอุณหภูมิในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ปี พ.ศ 2539 ถึง 2542) มีฝนตกระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือนตุลาคม (บันทึกปริมาณน้ำฝนในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ปี พ.ศ 2537 ถึง 2541) ธรณีสัณฐานวิทยาของอุทยานเป็นเทือกเขาสูง ประกอบด้วยหินชุดราชบุรี ซึ่งมีลักษณะเป็นหินปูนมีการกระจายตัวในบริเวณทิศเหนือ และทิศใต้ของอุทยาน และหินชุดโคราชที่มีลักษณะเป็นหินตะกอนจำพวกหินทรายที่มีความทนทานสูงต่อการถูกกัดเซาะพังทลาย พบกระจายตัวอยู่ทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตกของอุทยาน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) ส่วนที่เหลือเป็นป่าดงดิบเขา (hill evergreen forest) ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) ป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) ป่าหญ้า (grass land) และ ป่าสนเขา (pine forest) ซึ่งเป็นแหล่งต้นกำเนิดของแม่น้ำหลายสาย เช่น แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำพรม และแม่น้ำเชิญ เป็นต้น (สุวัฒน์ อัครไชยชาญ 2541) ในการศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษาลำธาร 2 สาย คือ ห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง ซึ่งทั้งสองลำธารมีความสมบูรณ์ของป่าไม้ และมีน้ำไหลตลอดปี รายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับลำธารทั้งสองแห่งมีดังนี้

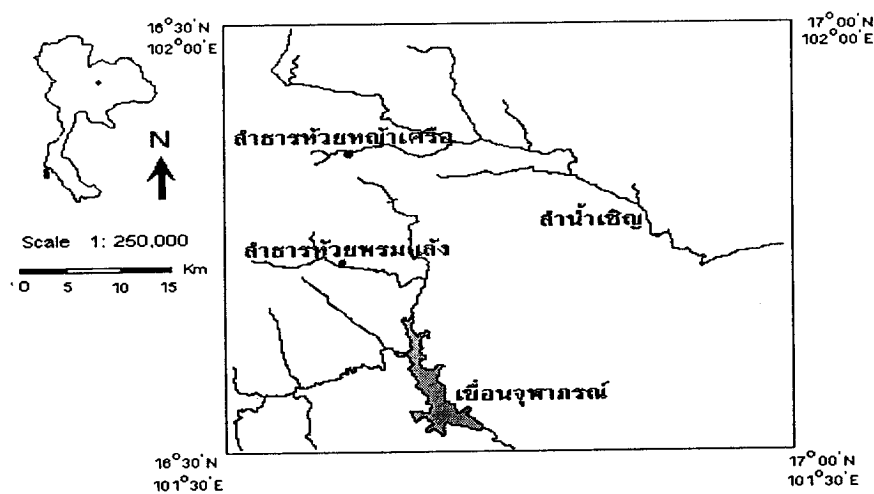
ห้วยหญาเครือ เป็นลำธารลำดับที่ 2 ของลำน้ำเชิญ บริเวณที่ศึกษาตั้งอยู่เส้นรุ้งที่ $16^{\circ}44'19.7''$ เหนือ และ เส้นแวงที่ $101^{\circ}34'26.4''$ ตะวันออก มีระดับความสูง 840 เมตร จากระดับน้ำทะเล ระยะทางที่ศึกษายาวประมาณ 500 เมตร เริ่มจากจุดแรกเป็นจุดที่อยู่ใกล้ลานหินจุดชมวิว จนถึงด้านหลังบริเวณให้นักท่องเที่ยวกางเต็นท์ พื้นลำธารประกอบด้วยกรวด (gravel) ร้อยละ 55 ลานหิน (bed rock) ร้อยละ 20 ที่เหลือประกอบด้วย หินขนาดใหญ่กว่า 25 เซนติเมตร (boulder) หินขนาด 5-25 เซนติเมตร (cobble) หินขนาดเล็กกว่า 5 เซนติเมตร (pebble) และทราย (sand) คละกันไป บางบริเวณมีการสะสมของเศษซากใบไม้ (leaf litter) บริเวณริมฝั่งมีพืชปกคลุมร้อยละ 75 ประกอบด้วยพืชหลายชนิด ทั้งไม้ยืนต้น และไม้พุ่ม ไม้พื้นล่างเป็นพวกเฟิน ตะไคร่น้ำ หรือ วานน้ำ (*Acrorus rumphianus*) และหญ้านอดปล้อง (*Equisetum*) ลักษณะโดยทั่วไปของลำธารมีทั้งบริเวณน้ำนิ่งและน้ำไหลสลับกัน ปกติในลำธารปกติใสไม่มีสียกเว้นบางบริเวณที่ได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์พบว่าน้ำค่อนข้างขุ่นและเป็นฟองบริเวณผิวน้ำ จากการสำรวจชั้นต้นพบว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาวอาศัยอยู่เฉพาะบริเวณน้ำไหลของลำธารเท่านั้น ดังนั้นในศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดเก็บ 4 สถานี โดยเก็บทวนกระแสจากลำธารท้ายน้ำ (downstream) ขึ้นไปลำธารต้นน้ำ (upstream) ดังนี้

สถานีที่ 1 (ภาพที่ 4.1) พื้นลำธารส่วนใหญ่เป็น gravel pebble และ ทรายปะปนกันอยู่ มีแสงแดดส่องถึงพื้นลำธารร้อยละ 70 กระแสน้ำไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.20 เมตร/วินาที สถานีที่ 2 (ภาพที่ 4.2) อยู่ห่างจากสถานีที่ 1 ประมาณ 75 เมตร บริเวณพื้นลำธารส่วนใหญ่ประกอบด้วย cobble และ gravel มีตะไคร่น้ำขึ้นอยู่บนลานหินบริเวณกลางลำธารมีเศษใบไม้สะสมในน้ำมาก มีแสงแดดส่องถึงพื้นลำธารร้อยละ 65 กระแสน้ำ

ไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.08 เมตร/วินาที สถานีที่ 3 (ภาพที่ 4.3) ห่างจากสถานีที่ 2 ประมาณ 95 เมตร พื้นลำธารส่วนใหญ่เป็น boulder ขนาดเล็ก cobble และ gravel ปะปนกันอยู่ สถานีนี้มีลานหินกันทำให้เกิดเป็นน้ำตกเล็กๆ มีแสงแดดส่องถึงพื้นลำธารร้อยละ 65 กระแสน้ำไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.35 เมตร/วินาที สถานีที่ 4 (ภาพที่ 4.4) ห่างจากสถานีที่ 3 ประมาณ 330 เมตร พื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นทราย pebble และ gravel กระแสน้ำไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.33 เมตร/วินาที สถานีนี้อยู่ใกล้กับบริเวณทางเดินสำหรับนักท่องเที่ยว มีน้ำจากห้องน้ำสาธารณะของอุทยานไหลลงมาปะปนกับน้ำในลำธาร มีแสงแดดส่องถึงพื้นลำธารร้อยละ 75 กระแสน้ำไหลเร็วปานกลาง ในฤดูหนาวน้ำค่อนข้างตื้นและไหลช้า พืชริมฝั่งทั้งหมดเป็นไผ่ (*Bambusa spp.*)

ห้วยพรมแล้ง เป็นลำธารลำดับที่ 3 ของลำน้ำพรม บริเวณที่ศึกษาตั้งอยู่ เส้นรุ้งที่ $16^{\circ} 38' 24.2''$ เหนือ และเส้นแวงที่ $101^{\circ} 34' 52.9''$ ตะวันออก อยู่สูง 720 เมตรจากระดับน้ำทะเล ระยะทางที่ศึกษา 200 เมตร พื้นลำธารประกอบด้วยลานหิน กว้างร้อยละ 80 ที่เหลือประกอบไปด้วยหินขนาดใหญ่ หินขนาดเล็ก กรวด และทราย ปะปนกันอยู่ บางบริเวณมีการสะสมของเศษซากใบไม้ บริเวณริมฝั่งลำธารมีพืชปกคลุมเป็นพวงไม้ยืนต้น เช่น หว้า (*Syzygium spp.*) และไผ่ (*Bambusa spp.*) หลายชนิด น้ำในลำธารใส และมีน้ำตลอดปี บริเวณที่ทำการศึกษเป็นบริเวณที่ได้สำรวจขั้นต้นแล้วว่ามีตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์นี้อาศัยอยู่เป็นบริเวณที่น้ำไหลไม่เร็วและไม่ลึกมากนัก และแบ่งสถานที่ศึกษาออกเป็น 4 สถานี ดังนี้

สถานีที่ 1 (ภาพที่ 5.1) พื้นลำธารส่วนมากเป็น boulder และมี cobble อยู่ด้านใน กระแสน้ำไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.31 เมตร/วินาที สถานีที่ 2 (ภาพที่ 5.2) พื้นลำธารส่วนมากเป็น bedrock มี cobble และ ทราย ปะปนอยู่บ้าง และมีเศษใบไม้สะสมในลำธารมาก กระแสน้ำไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.20 เมตร/วินาที สถานีที่ 3 (ภาพที่ 5.3) พื้นลำธารส่วนมากเป็น boulder และมี cobble และทรายปะปนกันอยู่ กระแสน้ำไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.31 เมตร/วินาที สถานีที่ 4 (ภาพที่ 5.4) พื้นลำธารส่วนมากเป็น bed rock ที่มีความลาดต่างระดับกันมี cobble และทรายกระจายอยู่ทั่วไป กระแสน้ำไหลเร็วโดยเฉลี่ย 0.46 เมตร/วินาที



ภาพที่ 3 แผนที่ตั้งของห้วยห้วยเครือ และห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ และจังหวัดชัยภูมิ



4.1



4.2

ภาพที่ 4 ลักษณะของแต่ละสถานที่ศึกษาของห้วยหญ้าเหว (ต่อ)

ภาพที่ 4 ลักษณะของแต่ละสถานที่ศึกษาของห้วยหญ้าเหว

4.1 สถานที่ 1

4.2 สถานที่ 2



4.3



4.4

ภาพที่ 4 ลักษณะของแต่ละสถานที่ศึกษาของห้วยหุบเขา (ต่อ)

4.3 สถานที่ 3 4.4 สถานที่ 4



5.1



5.2

ภาพที่ 5 ลักษณะของแต่ละสถานที่ศึกษาของห้วยพรหมแล้ง

5.1 สถานที่ 1

5.2 สถานที่ 2



5.3



5.4

ภาพที่ 5 ลักษณะของแต่ละสถานที่ศึกษาของห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

5.3 สถานที่ 3

5.4 สถานที่ 4

2 วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาความหลากหลายชนิด ของตัวอ่อนและตัวเต็มวัย การกระจายช่วงอายุ ความสัมพันธ์ระหว่าง แหล่งอาศัยย่อย และ อาหารของตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในลำธารห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542

2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำ

ตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของน้ำในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากระดับความลึก 1/2 ของความลึกลำธาร สุ่มเก็บตัวอย่างลำธารละ 3 ซ้ำ โดยใช้เครื่องมือภาคสนาม (ภาพที่ 6.1) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

- 1) ความกว้างและความยาวของลำธารวัดโดยใช้ตลับเมตรหน่วยเป็นเมตร ความลึกวัดโดยไม้บรรทัดหน่วยเป็นเซนติเมตร
- 2) อุณหภูมิอากาศ วัดโดยเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท อุณหภูมิน้ำวัดด้วย oxygen meter ยี่ห้อ YSI model 57 หน่วยเป็น องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
- 3) ความเร็วกระแสน้ำวัดโดยใช้เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (flow velocity indicator model D 622F) ยี่ห้อ Gurley Precision Instrument ที่ระดับกึ่งกลางของความลึกของลำธาร หน่วยเป็น เมตร/วินาที
- 4) ค่าความเป็นกรด-ด่าง วัดด้วย pH meter แบบปากกา
- 5) ปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำ (DO) วัดด้วย oxygen meter ยี่ห้อ YSI model 57 หน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร
- 6) ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) วัดด้วยเครื่อง Traceable TM conductivity, resistivity, total dissolved solid, temperature meter ยี่ห้อ Fisher Scientific 09-326-2 หน่วยเป็น ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร
- 7) ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solid; TDS) วัดด้วยเครื่องมือเดียวกันกับ conductivity หน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร

2.2 การเก็บตัวอย่างสัตว์

เก็บตัวอย่างแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ทั้งตัวอ่อน และตัวเต็มวัย เดือนละครึ่งระหว่าง เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542 โดยได้ทำการสำรวจเบื้องต้นเมื่อเดือนพฤษภาคม 2541 พบว่าส่วนมากแล้วตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์นี้อยู่บริเวณที่เป็นก้อนหินขนาดต่างๆ (boulder, cobble, pebble, gravel) ดังนั้นจึงใช้วิธีการเก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพ (qualitative method) คือ เก็บด้วยมือ (hand picking) โดยใช้ปากคีบเก็บตัวอ่อนที่อยู่ใต้ก้อนหินขนาดต่างๆ และใช้สวิงตาข่ายขนาด 450 ไมโครเมตร เก็บบริเวณเขื่อนไม้ และตามขอบลำธาร จากสถานีย่อยทั้ง 4 สถานี ของห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีนาน 30 นาที โดยเก็บตัวอย่างครอบคลุมทุกแหล่งอาศัยย่อย

ตัวเต็มวัย เก็บโดยใช้ กับดักไฟในเวลากลางคืน (light trap) อย่างง่ายประกอบด้วย หลอดไฟ black light ขนาด 20 วัตต์ ที่ต่ออยู่กับหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง แรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 โวลต์ วางอยู่บนกะละมังที่บรรจุน้ำผสมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 วางทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง (18.00 น. - 06.00 น.) (ภาพที่ 6.2) เนื่องจากตัวเต็มวัยแมลงชีปะขาวถูกรบกวนจากแสงขนาดใหญ่ และตัวที่ตกลงไปในกะละมังแมลงชีปะขาวพยายามว่ายน้ำขึ้นมายังบนทำให้ปีกของแมลงซึ่งมีความบอบบางฉีกขาด ดังนั้นจึงเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมด้วยการกางจอโดยใช้ผ้าขาวเป็นจอผูกติดกับกิ่งไม้ และใช้หลอดไฟ 2 หลอด คือ black light

และ white light ผูกติดกับจอเพื่อส่องให้แมลงบินมาเล่นไฟ จากนั้นเก็บตัวอย่างแมลงซีปะขาวที่มากเล่นไฟ ตัวอย่างส่วนหนึ่งเก็บรักษาในขวดบรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งเก็บให้มีชีวิตอยู่โดยใส่ในกล่องฟิล์มที่เจาะรูไว้โดยรอบเพื่อให้ subimago ลอกคราบไปเป็น imago เป็นตัวอย่างสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ชนิดและวาดรูป การเก็บด้วยวิธีทางจอนี้ทำในช่วงเวลา 18.00 น.- 20.00 น.

ตรวจเอกลักษณ์ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงซีปะขาวจนถึงลำดับต่ำสุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เอกสารที่ใช้ในการประกอบการตรวจเอกลักษณ์แมลงซีปะขาวในการศึกษาค้างนี้ คือ

Allen (1974), Dudgeon (1999), Grant and Sivaramakrishnan(1985), Grant and Peters (1993), Needham *et al.*, (1972), Peters (1963), Peters and Edmunds (1964), Peters and Edmunds (1970), Peters and Tsui (1972), Towns and Peters (1979) และ Tsui and Peters (1970)

วาดรูปพื้นฐานวิทยาของตัวเต็มวัย และตัวอ่อนระยะสุดท้าย ด้วยท่อวาดภาพ (drawing tube ของ camera lucida) ที่ต่อกับกล้องสเตริโอ และกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

2.3 แบบแผนการกระจายของช่วงอายุ (age distribution pattern)

ตัวอ่อนของแมลงวงศ์นี้สามารถแยกเพศได้จากลักษณะของตา คือ เพศผู้มีมีตาบน (turbinate eyes) ที่มองเห็นได้ชัดในตัวอ่อนระยะที่ 5 เป็นต้นไป ส่วนตัวอ่อนเพศเมียไม่มีตาบน (ภาพที่ 7.1A) การศึกษาแบบแผนการกระจายตัวของช่วงอายุของตัวอ่อนแยกทำในแต่ละเพศ โดยวัดขนาดความกว้างส่วนหัวของตัวอ่อนที่ระดับตา (ภาพที่ 7.1 A, B) วัดความยาวตุ่มปีกคู่หลังตั้งแต่ช่วงโคนถึงปลายปีก (ภาพที่ 7.2) และความยาวทั้งหมดของตัวอ่อน (ยกเว้นหาง) (ภาพที่ 7.3) โดยใช้ ocular micrometer เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบ การกำหนดจำนวนระยะตัวอ่อน (instar) และหาการกระจายตัวในช่วงอายุ (age distribution) ของตัวอย่างที่ศึกษา



6.1

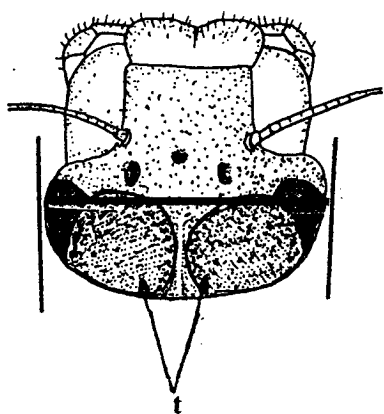


6.2

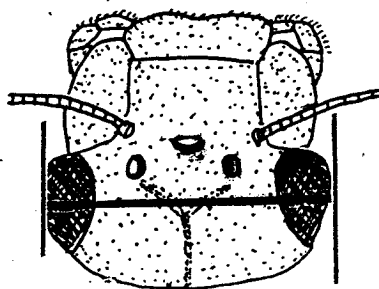
ภาพที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม

6.1 อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ

6.2 กับดักฟลोटตัวเต็มวัย

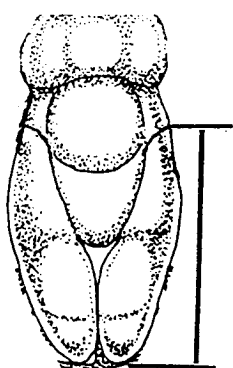


A

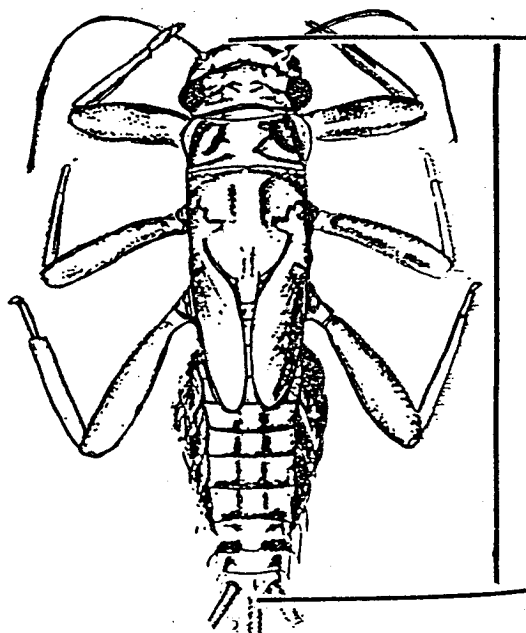


B

7.1



7.2



7.3

ภาพที่ 7 ลักษณะที่ใช้วัดขนาดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

7.1 วัดขนาดความกว้างหัวที่ระดับตา A ส่วนหัวเพศผู้ (t = turbinate eyes) B ส่วนหัวเพศเมีย

7.2 ความยาวของตัมปีกคู่หลัง 7.3 ความยาวทั้งหมด (ยกเว้นส่วนหาง)

2.4 การทดลองเรื่อง การเลือกแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อน

ทดลองการเลือกแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อน *Choroterpes (Euthraulus)* spp. ระยะสุดท้าย (ระยะที่ 8 และ 9) ในลำห้วยพรมแล้งเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวชนิดนี้พบมากที่สุดทั้งในทั้งสองลำธาร ทำการทดลองโดยสร้างแหล่งอาศัยย่อยจำลองในถาดอลูมิเนียมสี่เหลี่ยมก้นลึก ขนาด 22x32 เซนติเมตร เติมน้ำให้มีระดับความลึกประมาณ 3 เซนติเมตร แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน **ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาการเลือกแหล่งอาศัยย่อย 2 ชนิด คือ แหล่งอาศัยย่อยแบบที่ 1 ประกอบด้วย ก้อนหินขนาดต่างๆ แหล่งอาศัยย่อยแบบที่ 2 ประกอบด้วย เศษซากใบไม้จากพืชริมฝั่งที่ตกลงสู่ลำธาร เมื่อเตรียมแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 2 แบบเสร็จแล้ว เริ่มจับเวลาการทดลองโดยปล่อยตัวอ่อนแมลงชีปะขาวจำนวน 5 ตัวลงในแต่ละถาดตำแหน่งตรงกลางระหว่างแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 2 แบบ (ตำแหน่ง x ในภาพที่ 8.1) เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ตรวจสอบว่าตัวอ่อนเลือกแหล่งอาศัยใดมากที่สุด ทำการทดลอง 10 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่าแมลงกลุ่มนี้เลือกอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยแบบก้อนหินมากกว่า จึงดำเนินการทดลองต่อใน **ขั้นตอนที่ 2** เพื่อทดสอบว่าตัวอ่อนจะเลือกก้อนหินขนาดใด โดยใช้ก้อนหินขนาดต่างๆ กัน โดยแบ่งขนาดก้อนหินตาม Allen (1995) ดังนี้ large cobble (ขนาด 128 - 256 มิลลิเมตร) small cobble (ขนาด 64 - 128 มิลลิเมตร) pebble (ขนาด 16 - 64 มิลลิเมตร) gravel (ขนาด 2 - 64 มิลลิเมตร) โดยลอกเลียนแบบแหล่งอาศัยย่อยที่พบตัวอ่อนของแมลงกลุ่มนี้ในสภาพลำธารจริง แบ่งแหล่งอาศัยออกเป็น 5 แบบดังนี้ แบบที่ 1 ประกอบด้วย large cobble และ small cobble แบบที่ 2 ประกอบด้วย large cobble อย่างเดียว แบบที่ 3 ประกอบด้วย pebble และ gravel แบบที่ 4 ประกอบด้วย gravel pebble และ cobble แบบที่ 5 ประกอบด้วย small cobble เพียงอย่างเดียว เริ่มจับเวลาเมื่อปล่อยตัวอ่อนครั้งละ 5 ตัว ลงในถาดตรงที่ไม่มีก้อนหินเพื่อไม่ให้เกิดความลำเอียงในการเลือกเข้าอาศัย (ตำแหน่ง x ในภาพที่ 8.2) สังเกตพฤติกรรม และบันทึกจำนวนตัวที่เข้าอาศัยในแต่ละแหล่งอาศัยย่อยในระยะเวลา 30 นาที ทำการทดลอง 20 ซ้ำ โดยในระหว่างการทดลองได้ให้ออกซิเจนแก่น้ำตลอดเวลาด้วยแอร์บีมเพื่อลดความเครียดที่อาจเกิดขึ้นจากการขาดออกซิเจนของสัตว์ทดลอง ในการทดลองทั้งสองขั้นตอนนี้ใช้สัตว์ทดลอง 2 ชุด ชุดละ 5 ตัว สลับกัน เนื่องจากตัวอ่อนระยะสุดท้ายมีจำนวนไม่มากนัก

2.5 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอ่อนและขนาดของพื้นที่แหล่งอาศัยย่อย

ทำการศึกษาในลำห้วยพรมแล้งเมื่อวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2542 โดยสุ่มเลือกก้อนหินขนาดต่างๆ ที่มีตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae อาศัยอยู่ ขณะที่ยกก้อนหินขึ้นจากน้ำใช้ถาดรองข้างใต้ก้อนหินเพื่อป้องกันการสูญหายของตัวอ่อนที่อาจจะถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำ นับจำนวนตัวอ่อนที่อาศัยอยู่บนก้อนหินแต่ละก้อน วัดขนาดความกว้างและความยาวที่สุดของก้อนหินโดยใช้ไม้บรรทัด คำนวณพื้นที่ของก้อนหินแต่ละก้อน (หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร) จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดก้อนหินกับจำนวนตัวอ่อนที่พบ ทำการศึกษาจากก้อนหินจำนวน 20 ก้อน

2.8 การวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอ่อน

เนื่องจากลักษณะถิ่นฐานของตัวอ่อน *Choroterpes (Euthraulus)* spp. และ *Cryptopeltis*



8.1



8.2

ภาพที่ 8 แบบจำลองแหล่งอาศัยย่อยของแมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpes (Euthraulus)* spp.

8.1 การทดลองที่ 1 การเลือกแหล่งอาศัยย่อยระหว่างใบไม้กับก้อนหิน

8.2 การทดลองที่ 2 การเลือกแหล่งอาศัยย่อยระหว่างก้อนหินขนาดต่างๆ

2.6 การวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อน

เนื่องจากลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อน *Choroterpes (Euthraulus)* spp. และ *Cryptopenella* sp. คล้ายคลึงกันมากไม่สามารถแยกออกจากกันได้ และมักพบแมลงทั้งสองชนิดนี้อาศัยอยู่ร่วมกันซึ่ง Kluge (1984) และ Dudgeon (1999) ได้ให้ความเห็นว่าแมลงสองชนิดนี้อาจเป็นสกุลเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานว่าหากตัวอ่อนแมลงทั้งสองชนิดนี้อาศัยอยู่ร่วมกัน อาจมีความแตกต่างกันในด้านการบริโภคอาหาร ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ทางเดินอาหาร (gut analysis) ของตัวอ่อนระยะที่ 5 ถึง 9 ของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* spp. และ *Cryptopenella* sp. ตามวิธีของ Slack (1936) โดยนำตัวอ่อนวางบนแผ่นสไลด์ ผ้าทอง และตัดลำไส้ของตัวอ่อนด้วยกรรไกรผ่าตัด ใช้ปากคีบ ดึงเอาเฉพาะส่วนทางเดินอาหาร หยดน้ำกลั่นลงบนทางเดินอาหาร สมียร์ตัวอย่างอาหารบนแผ่นสไลด์แก้วให้กระจายปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ผनิกสไลด์ด้วยกลีเซอริน จำแนกชนิดของอาหารที่ตัวอ่อนกิน นับจำนวนสาหร่าย และวัดขนาดไดอะตอมที่พบโดยใช้ ocular micrometer ภายใต้อกล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดากำลังขยาย 400 เท่า เรียงดูทีละแผ่นอย่างต่อเนื่อง ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาทางเดินอาหารของตัวอ่อนแต่ละระยะจำนวน 15 ตัว

เอกสารหลักที่ใช้ประกอบการตรวจเอกลักษณ์สาหร่ายและไดอะตอมคือ

ลัดดา วงศ์รัตน์ (2539); Bournelley (1968) และ Cox (1996)

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าตัวแปรปัจจัยทางเคมี และกายภาพในแต่ละลำธารแสดงด้วยสถิติพรรณนา (descriptive statistics) ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรนี้ระหว่าง 2 ลำธารด้วยสถิติ t-test วิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงเวลาในแต่ละลำธาร หรือลำธารเดียวกัน และการเลือกแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อน *Choroterpes (Euthraulus)* spp. ด้วยสถิติ One-Way ANOVA เมื่อพบว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยสถิติเชิงซ้อน Least Significant Difference (LSD) รวมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างแหล่งอาศัยย่อยกับจำนวนตัวอ่อนวงศ์ Leptophlebiidae ที่พบหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ เช่น ความกว้างส่วนหัว ความยาวตุ่มปีก และความยาวทั้งหมด (ยกเว้นส่วนหาง) เพื่อหา size class ของตัวอ่อนด้วยการวิเคราะห์ความถดถอย (regression) เปรียบเทียบชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อน *Choroterpes (Euthraulus)* spp. และ ตัวอ่อน *Cryptopenella* sp. ด้วยสถิติ One-Way ANOVA และสถิติ t-test การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดในการศึกษานี้ใช้ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และหากพบว่าข้อมูลใดมีการกระจายไม่เป็นโค้งปกติ จะทำการแปลงข้อมูลด้วย $\log(x)$ หรือ $\log(x+1)$ ในกรณีที่ข้อมูลมีค่าเป็น 0 ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษานี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0 for Windows (Zar, 1974; Norusis, 1993; Huizingh, 1994)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำในลำห้วยห้วยแคว และห้วยพรมแล้ง

การตรวจวัดคุณภาพน้ำในห้วยห้วยแคว และห้วยพรมแล้งทุกเดือนระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน มิถุนายน 2542 พบค่าเฉลี่ยแต่ละพารามิเตอร์ในแต่ละลำธารดังนี้

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในห้วยห้วยแคว อยู่ในช่วง 35.70 - 592.00 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร โดยมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน 2541 และมีค่าต่ำสุดเดือน ตุลาคม 2541 ส่วนห้วยพรมแล้งค่านี้อยู่ระหว่าง 125.70 - 600.00 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ค่าสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน ตุลาคม 2541

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของห้วยห้วยแคว อยู่ในช่วง 3.00 - 8.40 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2541 และมีค่าต่ำสุดในเดือน มกราคม 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งค่านี้อยู่ระหว่าง 5.20 - 8.20 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าสูงสุดในเดือนกันยายน 2541 และมีค่าต่ำสุดในเดือน มกราคม 2542

ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำของห้วยห้วยแคว อยู่ในช่วง 25.70 - 396.00 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน ตุลาคม 2541 ส่วนห้วยพรมแล้งค่านี้อยู่ระหว่าง 81.20 - 270.00 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน ตุลาคม 2541

ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำของห้วยห้วยแคว อยู่ในช่วง 5.80 - 7.80 โดยมีค่าสูงสุดในเดือน มีนาคม 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน กันยายน 2541 ส่วนห้วยพรมแล้งค่านี้อยู่ระหว่าง 5.50 - 8.20 ค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน กันยายน 2541

อุณหภูมิของน้ำของห้วยห้วยแคว อยู่ในช่วง 15.00 - 23.00 องศาเซลเซียส โดยมีค่าสูงสุดในเดือน กรกฎาคม 2541 และมีค่าต่ำสุดในเดือน มกราคม 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งค่านี้อยู่ในช่วง 13.50 - 23.50 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดในเดือนเมษายน 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน ธันวาคม 2541

อุณหภูมิอากาศของห้วยห้วยแคว อยู่ในช่วง 18.00 - 27.00 องศาเซลเซียส โดยมีค่าสูงสุดในเดือน กรกฎาคม 2541 สิงหาคม 2541 และ มกราคม 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน กุมภาพันธ์ 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งค่านี้อยู่ในช่วง 18.00 - 29.50 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดในเดือนเมษายน 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือน ธันวาคม 2541

ค่าความเร็วของกระแสในห้วยห้วยแควอยู่ในช่วง 0.03 - 1.00 เมตร/วินาที โดยมีความเร็วสูงสุดในเดือน ตุลาคม 2541 ชั่วที่สุดในเดือน กรกฎาคม 2541 ส่วนห้วยพรมแล้ง อยู่ระหว่าง 0.07 - 1.29 เมตร/วินาที โดยน้ำไหลเร็วที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2542 ไหลช้าที่สุดในเดือน ธันวาคม 2541

ค่าความลึกของน้ำในแต่ละสถานีในห้วยห้วยแควอยู่ระหว่าง 3.00 - 30.00 เซนติเมตร โดยลึกที่สุดในเดือน สิงหาคม 2541 ตื้นที่สุดในเดือน เมษายน 2542 ห้วยพรมแล้ง อยู่ระหว่าง 5.00 - 31.00 เซนติเมตร ลึกที่สุดในเดือน กันยายน 2541 ตื้นที่สุดในเดือน มีนาคม 2542

ห้วยพรมแล้งมีค่าปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำ ($t_{84} = -3.06$, $p < 0.05$) และความเร็วของกระแส ($t_{84} = -3.70$, $p < 0.05$) สูงกว่าห้วยห้วยแควอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ความเป็นกรด - ด่าง อุณหภูมิ น้ำ และความลึกของลำธารทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อวิเคราะห์ความผันแปรแต่ละพารามิเตอร์ในรอบเดือนในห้วยหญ้าเหวพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ($F_{11,35} = 186.43$, $p < 0.05$) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($F_{1,46} = 38.83$, $p < 0.05$) ปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำ ($F_{1,64} = 11.12$, $p < 0.05$) และความเร็วกระแสน้ำ ($F_{1,64} = 4.95$, $p < 0.05$) ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความเป็นกรด-ด่างของน้ำ อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และระดับความลึกของแหล่งน้ำในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ขณะที่ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ในห้วยพรมแล้งแตกต่างกันในเชิงระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ($F_{9,26} = 390.79$, $p < 0.05$) ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($F_{9,20} = 25.42$, $p < 0.05$) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ($F_{9,29} = 20.16$, $p < 0.05$) อุณหภูมิอากาศ ($F_{9,23} = 318.52$, $p < 0.05$) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ($F_{9,29} = 27.65$, $p < 0.05$) อุณหภูมิ น้ำ ($F_{9,29} = 12.56$, $p < 0.05$) ค่าความเร็วของกระแสน้ำ ($F_{9,29} = 3.913$, $p < 0.05$) และ ความลึกของน้ำ ($F_{9,29} = 9.70$, $p < 0.05$) รายละเอียดค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่างๆ จากลำธารทั้งสองแสดงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) จากตัวอย่างน้ำจำนวน 3 ขั้ว ตัวแปรคุณภาพน้ำทางเคมี และกายภาพของห้วยหญ้าศรีเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน มิถุนายน 2542

เดือน	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนต/ เซนติเมตร)	ปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	ค่าความเร็วของ กระแสน้ำ (เมตร/วินาที)	ค่าความลึกของ กระแสน้ำ (เซนติเมตร)
กค. 41	75.40 ± 0.31	7.20 ± 0.12	6.50 ± 0.21	50.20 ± 0.21	22.80 ± 0.12	27.00 ± 0.00	0.04 ± 0.01	12.00 ± 6.51
สค. 41	42.00 ± 0.23	8.40 ± 00.00	6.90 ± 0.12	28.00 ± 0.10	22.00 ± 0.00	27.00 ± 0.00	0.67 ± 0.10	25.00 ± 1.73
กย. 41	124.20 ± 0.44	7.60 ± 0.11	5.90 ± 0.06	83.00 ± 0.26	22.00 ± 0.00	25.00 ± 0.00	0.33 ± 0.10	13.50 ± 2.78
ตค. 41	38.50 ± 1.62	6.45 ± 0.036	6.70 ± 0.21	25.80 ± 0.15	22.80 ± 0.17	25.00 ± 0.00	0.67 ± 0.25	22.00 ± 4.93
พย. 41	324.00 ± 0.58	6.40 ± 0.00	6.40 ± 0.00	216.00 ± 0.00	19.00 ± 0.00	21.00 ± 0.00	0.29 ± 0.11	7.00 ± 6.71
ธค. 41	446.00 ± 1.16	6.00 ± 0.23	6.60 ± 0.00	298.00 ± 1.00	19.00 ± 0.12	21.00 ± 0.00	0.13 ± 0.05	15.00 ± 2.47
มค. 42	430.00 ± 0.00	3.70 ± 0.35	7.30 ± 0.26	-	15.00 ± 0.00	27.00 ± 0.00	0.043 ± 0.06	7.50± 5.62
กพ. 42	569.00 ± 4.04	4.60 ± 0.42	7.40 ± 0.58	380.00 ± 2.30	18.80 ± 0.21	19.00 ± 0.00	0.03 ± 0.32	8.00 ± 6.81
มีค. 42	591.00 ± 7.23	6.00 ± 1.20	7.60 ± 0.12	395.00 ± 4.36	19.40 ± 0.53	23.00 ± 0.76	0.07 ± 0.06	7.00 ± 2.08
เมย. 42	-	3.20 ± 1.56	-	-	21.30 ± 0.36	24.00 ± 0.29	0.11 ± 0.08	5.00 ± 3.21
พค 42	112.30 ± 179.24	7.00 ± 1.17	7.60 ± 0.06	75.20 ± 120.19	22.70 ± 0.00	24.50 ± 0.29	0.51 ± 0.19	30.00 ± 15.59
มิย. 42	75.00 ± 8.15	6.50 ± 0.14	6.19 ± 0.34	-	21.50 ± 0.17	-	0.50 ± 0.24	19.00 ± 4.93

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่ได้ตรวจวัด

2. ความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

2.1 ความหลากหลายชนิดของตัวเต็มวัย

ผลการสำรวจตัวเต็มวัยแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ทุกเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2542 จากห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบตัวเต็มวัยรวมทั้งสิ้น 6 สกุล 8 ชนิด โดยพบที่ ห้วยหญ้าเครือ 5 สกุล 7 ชนิด ดังนี้ *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1, *C. (E.)* sp.2, *C. (E.)* sp.3, *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Simothraulus seminiger* และ *Tharulus* sp. 1

ห้วยพรมแล้งพบ 6 สกุล 8 ชนิด ได้แก่ *C. (E.)* sp.1, *C. (E.)* sp.2, *C. (E.)* sp.3, *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Simothraulus seminiger* และ *Tharulus* sp. 1 และ *Habrophlebioides* sp.

ห้วยหญ้าเครือพบ *C. (E.)* sp.1 มีจำนวนตัวเต็มวัยพบมากที่สุด 392 ตัว และพบเกือบตลอดทั้งปี รองลงมาเป็น *Cryptopenella* sp. พบ 268 ตัว และ *Choroterpides* sp. พบ 113 ตัวตามลำดับ ขณะที่ห้วยพรมแล้งพบ *Cryptopenella* sp. มากที่สุด 164 ตัว รองลงมาเป็น *C. (E.)* sp.1 พบ 80 ตัว และ *Choroterpides* sp. พบ 114 ตัว ส่วน *C. (E.)* sp.2 พบที่ ห้วยหญ้าเครือ 42 ตัว พบที่ห้วยพรมแล้ง 16 ตัว *C. (E.)* sp.3 พบที่ ห้วยหญ้าเครือ 61 ตัว พบที่ห้วยพรมแล้ง 21 ตัว *Simothraulus seminiger* พบที่ห้วยหญ้าเครือ 3 ตัว พบที่ ห้วยพรมแล้ง 1 ตัว *Tharulus* sp. 1 พบที่ห้วยหญ้าเครือ 42 ตัว ที่ห้วยพรมแล้ง 6 ตัว ในขณะที่ *Habrophlebioides* sp.พบเฉพาะที่พรมแล้งเท่านั้นเพียง 3 ตัว

เดือนที่เก็บตัวเต็มวัยได้มากที่สุดของห้วยหญ้าเครือ คือเดือนเมษายน 2542 พบทั้งหมด 164 ตัว รองลงมาได้แก่เดือน กันยายน พบทั้งหมด 159 ตัว ในขณะที่ห้วยพรมแล้ง พบมากที่สุดในเดือน พฤษภาคม 2542 จำนวน 69 ตัว รองลงมาได้แก่ เดือนมกราคม และเดือนกันยายน 2542 จำนวน 68 และ 62 ตัว ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนตัวเต็มวัยที่พบทั้งหมดของแมลงวงศ์นี้ในลำธารห้วยหญ้าเครือพบ 921 ตัว ซึ่งมากกว่าห้วยพรมแล้งที่พบเพียง 405 ตัว รายละเอียดชนิด และจำนวนของตัวเต็มวัยที่พบแต่ละเดือนในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้งแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยหญ้าศรีศรี อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542

ชนิด / เดือน	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
	41	41	41	41	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 1</i>	10	0	130	0	65	18	3	0	0	0	55	25	19	0	20	30	7	10	392
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 2</i>	0	0	5	0	11	0	0	0	0	2	21	0	0	0	0	0	3	0	42
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 3</i>	0	0	24	0	0	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0	15	9	0	61
<i>Choroterpides sp.</i>	0	0	0	0	0	0	8	25	0	32	0	0	0	0	15	0	25	8	113
<i>Cryptopenella sp.</i>	12	0	0	0	12	8	19	17	5	125	6	0	0	15	0	27	22	0	268
<i>Simothraulus seminigir</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Thraulus sp.1</i>	0	0	0	0	5	0	25	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	42
รวม	22	0	159	0	93	26	57	42	5	164	102	25	19	15	36	72	66	18	921

ตารางที่ 4 จำนวนตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยพรหมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542

ชนิด / เดือน	ก.ค. 41	ส.ค. 41	ก.ย. 41	ต.ค. 41	พ.ย. 41	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย. 42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	รวม
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	8	5	0	0	0	0	0	0	55	5	0	7	80
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 2</i>	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	7	0	0	0	16
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	9	3	0	6	0	0	0	0	0	0	3	0	21
<i>Choroterpides sp.</i>	0	0	0	0	0	3	12	20	0	10	45	0	0	0	0	17	3	4	114
<i>Cryptopenella sp.</i>	0	0	0	0	52	23	38	8	5	9	21	0	0	5	0	0	3	0	164
<i>Habrophlebiodes sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
<i>Simothraulus seminiger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Thraulus sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	6
รวม	0	0	1	2	56	26	68	36	5	25	69	4	1	5	62	22	12	11	405

2.2 ความหลากหลายชนิดของตัวอ่อน

พบตัวอ่อนรวมทั้งสิ้น 4 สกุล 8 ชนิด โดยพบตัวอ่อนที่ห้วยหญาเครือ 4 สกุล 9 ชนิด ดังนี้ *Choroterpes* (C.) *proba*, C. (E.) sp.1, C. (E.) sp.2, C. (E.) sp.3, *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Tharulus* sp. 2, *Tharulus* sp. 3 ส่วน ห้วยพรมแล้งพบ 5 สกุล 8 ชนิด ได้แก่ C. (E.) sp. 1, C. (E.) sp. 2, C. (E.) sp.3, *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Tharulus* sp.2, *Tharulus* sp.3 และ *Isca* sp. โดยทั้งสองลำธารพบ C. (E.) sp. 1 มากที่สุด ที่ห้วยหญาเครือพบทั้งสิ้น 445 ตัว ห้วยพรมแล้งพบ 143 ตัว แต่แตกต่างกันในลำดับที่สองดังนี้ ห้วยหญาเครือพบ *Cryptopenella* sp. จำนวนมากเป็นอันดับสอง 440 ตัว และรองลงมาคือ C. (E.) sp.2 253 ตัว และ *Choroterpides* sp. พบ 95 ตัว ขณะที่ห้วยพรมแล้ง พบ *Choroterpides* sp. มากเป็นอันดับสอง 136 ตัว รองลงมา *Cryptopenella* sp. 88 ตัว และ C. (E.) sp. 2 36 ตัว C. (E.) sp.3 พบที่ห้วยหญาเครือ 26 ตัว ห้วยพรมแล้ง 17 ตัว ส่วน *Tharulus* sp.2 พบที่ห้วยหญาเครือ 16 ตัว ห้วยพรมแล้ง 23 ตัว *Tharulus* sp.3 พบที่ห้วยหญาเครือ 13 ตัว ที่ห้วยพรมแล้ง 9 ตัว ในขณะที่ C. (C.) *proba* พบทั้งหมด 5 ตัวเฉพาะที่ห้วยหญาเครือ ส่วนตัวอ่อนของ *Isca* sp. พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง 24 ตัว

เดือนที่เก็บตัวอ่อนได้มากที่สุดในห้วยหญาเครือ คือเดือน มกราคม 2542 พบทั้งหมด 185 ตัว ส่วน ห้วยพรมแล้งพบตัวอ่อนมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน และเดือนมีนาคม 2542 จำนวน 65 และ 61 ตัว ตามลำดับ ส่วนเดือนที่ไม่พบตัวอย่างเลยในห้วยหญาเครือ คือ เดือนสิงหาคม 2541 เนื่องจากไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก ในขณะที่เดือน สิงหาคม และ เดือนกันยายน 2542 สามารถเก็บตัวอย่างได้แต่เนื่องจากน้ำยังหลากอยู่ ดังนั้นจึงไม่พบตัวอ่อน ขณะที่พรมแล้งไม่สามารถเข้าเก็บตัวอย่างได้ในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน 2541 และ เดือนพฤษภาคม 2542 เนื่องจากเดือนที่กล่าวมานี้มีน้ำหลาก ในขณะที่เดือนตุลาคม 2541 สิงหาคม กันยายน และตุลาคม 2542 พบตัวอย่างน้อยมาก

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนตัวอ่อนของแมลงวงศ์นี้ทั้งหมดที่ลำธารห้วยหญาเครือพบ 1,293 ตัว ซึ่งมากกว่าห้วยพรมแล้งที่พบเพียง 476 ตัว โดยรายละเอียดชนิด และจำนวนตัวของตัวอ่อนที่พบในแต่ละเดือนจากทั้งสองลำธารแสดงไว้ในตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดที่พบทั้งสองลำห้วย พบว่า ห้วยพรมแล้งพบชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์นี้ มากกว่าห้วยหญาเครือ (ตารางที่ 5)

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำและจำนวนตัวอ่อนของแมลงชีปะขาววงศ์ *Leptophlebiidae* พบว่าจำนวนตัวอ่อนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ ($r = 0.357$, $p < 0.05$) และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($r = -0.43$, $p < 0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ($r = -0.36$, $p < 0.05$)

ตารางที่ 5 จำนวนตัวอ่อนของแมลงซีประชาวงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยหญ้าศรีศรี อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542

ชนิด / เดือน	ก.ค. 41	ส.ค. 41	ก.ย. 41	ต.ค. 41	พ.ย. 41	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย. 42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	รวม
<i>Choroterpes (Choroterpes) proba</i>	0	*	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Choroterpes (Euthraulius) sp. 1</i>	19	*	13	10	56	28	55	45	66	25	32	43	0	0	0	16	19	18	445
<i>Choroterpes (Euthraulius) sp.2</i>	17	*	6	12	40	6	37	20	0	25	5	35	0	0	0	0	44	6	253
<i>Choroterpes (Euthraulius) sp.3</i>	0	*	0	0	5	0	9	0	0	2	0	7	0	0	0	3	0	0	26
<i>Choroterpides sp.</i>	4	*	10	7	0	9	12	3	4	0	2	29	0	0	0	5	0	10	95
<i>Cryptopenella sp.</i>	22	*	7	14	35	33	64	25	42	36	54	26	20	0	0	17	35	10	440
<i>Thraulius sp.2</i>	5	*	0	0	0	0	6	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Thraulius sp.3</i>	10	*	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
รวม	77	*	36	43	136	76	185	95	116	90	96	140	20	0	0	41	98	44	1,293

หมายเหตุ * หมายถึง เก็บตัวอย่างไม่ได้เนื่องจากนำหลัก

ตารางที่ 5 จำนวนตัวอ่อนของแมลงซีปเซชาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบบริเวณห้วยหญ้าเหวื่อ อุทยานแห่งชาติน้ำหาวระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542

ชนิด / เดือน	ก.ค. 41	ส.ค. 41	ก.ย. 41	ต.ค. 41	พ.ย. 41	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย. 42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	รวม
<i>Choroterpes (Choroterpes) proba</i>	0	*	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Choroterpes (Euthraulius) sp. 1</i>	19	*	13	10	56	28	55	45	66	25	32	43	0	0	0	16	19	18	445
<i>Choroterpes (Euthraulius) sp.2</i>	17	*	6	12	40	6	37	20	0	25	5	35	0	0	0	0	44	6	253
<i>Choroterpes (Euthraulius) sp.3</i>	0	*	0	0	5	0	9	0	0	2	0	7	0	0	0	3	0	0	26
<i>Choroterpides sp.</i>	4	*	10	7	0	9	12	3	4	0	2	29	0	0	0	5	0	10	95
<i>Cryptopenella sp.</i>	22	*	7	14	35	33	64	25	42	36	54	26	20	0	0	17	35	10	440
<i>Thraulius sp.2</i>	5	*	0	0	0	0	6	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Thraulius sp.3</i>	10	*	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
รวม	77	*	36	43	136	76	185	95	116	90	96	140	20	0	0	41	98	44	1,293

หมายเหตุ * หมายถึง เก็บตัวอย่างไม่ได้เนื่องจากนำหลาก

ตารางที่ 7 จำนวนตัวเต็มวัย และตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบในห้วยหญ้าเครือ และห้วย
พรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวระหว่างเดือน กรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542

ชนิดที่พบ	ห้วยหญ้าเครือ		ห้วยพรมแล้ง	
	ตัวเต็มวัย	ตัวอ่อน	ตัวเต็มวัย	ตัวอ่อน
<i>Choroterpes (Choroterpes) proba</i>	–	*	–	–
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 1</i>	***	***	**	***
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 2</i>	*	***	*	*
<i>Choroterpes (Euthraulus) sp. 3</i>	**	*	*	**
<i>Choroterpides sp.</i>	***	**	***	***
<i>Cryptopenella sp.</i>	***	***	***	**
<i>Habrophlebiodes sp.</i>	–	–	*	–
<i>Isca sp.</i>	–	–	–	*
<i>Simothraulus seminiger</i>	*	–	*	–
<i>Thraulius sp. 1</i>	*	–	*	–
<i>Thraulius sp. 2</i>	–	*	–	*
<i>Thraulius sp. 3</i>	–	*	–	*

หมายเหตุ *** พบจำนวนมาก (มากกว่า 100 ตัว)

** พบจำนวนปานกลาง (45–99 ตัว)

* พบจำนวนน้อย (น้อยกว่า 44 ตัว)

– ไม่พบ

3. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบแต่ละชนิดมีรูปร่าง และมีแบบแผนการกระจายตัวของช่วงอายุที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้ศึกษาข้อมูลทางด้านนิเวศวิทยาและแบบแผนการกระจายตัวในแต่ละช่วงอายุร่วมด้วยเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้สามารถหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากการเลี้ยงได้ในห้องปฏิบัติการ 4 ชนิด ได้แก่ *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1, *C. (E.)* sp.3, *Choroterpides* sp. และ *Cryptopenella* sp., ในที่นี้จะบรรยายลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแต่ละชนิดที่พบ ดังนี้

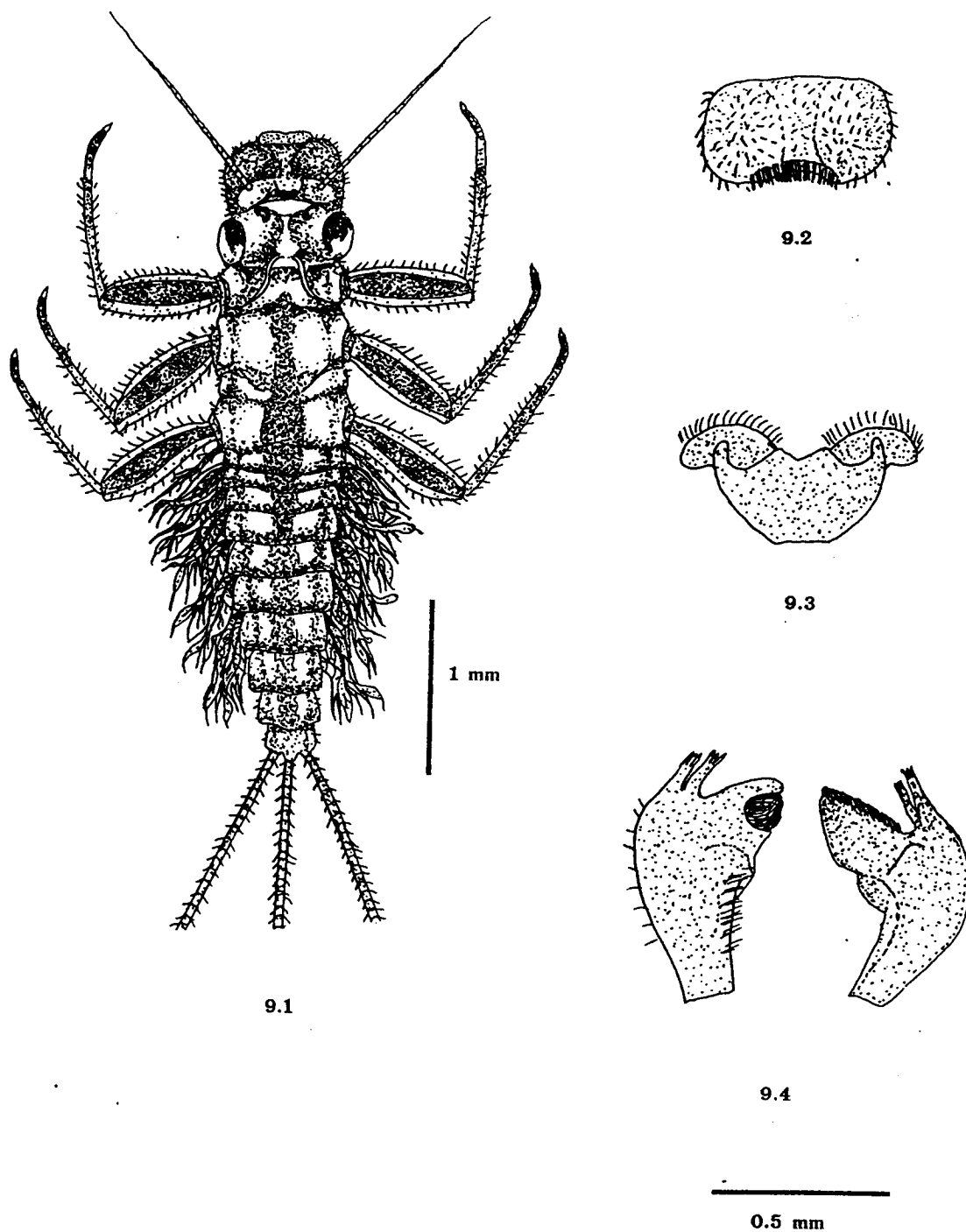
แมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpes*

ในการศึกษาครั้งนี้พบตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpes* จำนวนทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ *C. (Choroterpes) proba*, *C. (E.)* sp. 1, *C. (E.)* sp. 2, และ *C. (E.)* sp. 3 โดย *C. (C.) proba* พบเฉพาะตัวอ่อน และสามารถเชื่อมโยงตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้จากการเลี้ยงตัวอ่อนระยะสุดท้ายในห้องปฏิบัติการจนกระทั่งลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยได้ 3 ชนิด คือ *C. (E.)* sp. 1 และ *C. (E.)* sp. 3 ชนิด ส่วน *C. (E.)* sp. 2 ไม่ประสบความสำเร็จในการเลี้ยง แต่สามารถหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้จากลวดลายบนปล้องท้อง และขาคู่หน้า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในแต่ละชนิดแตกต่างกันดังนี้

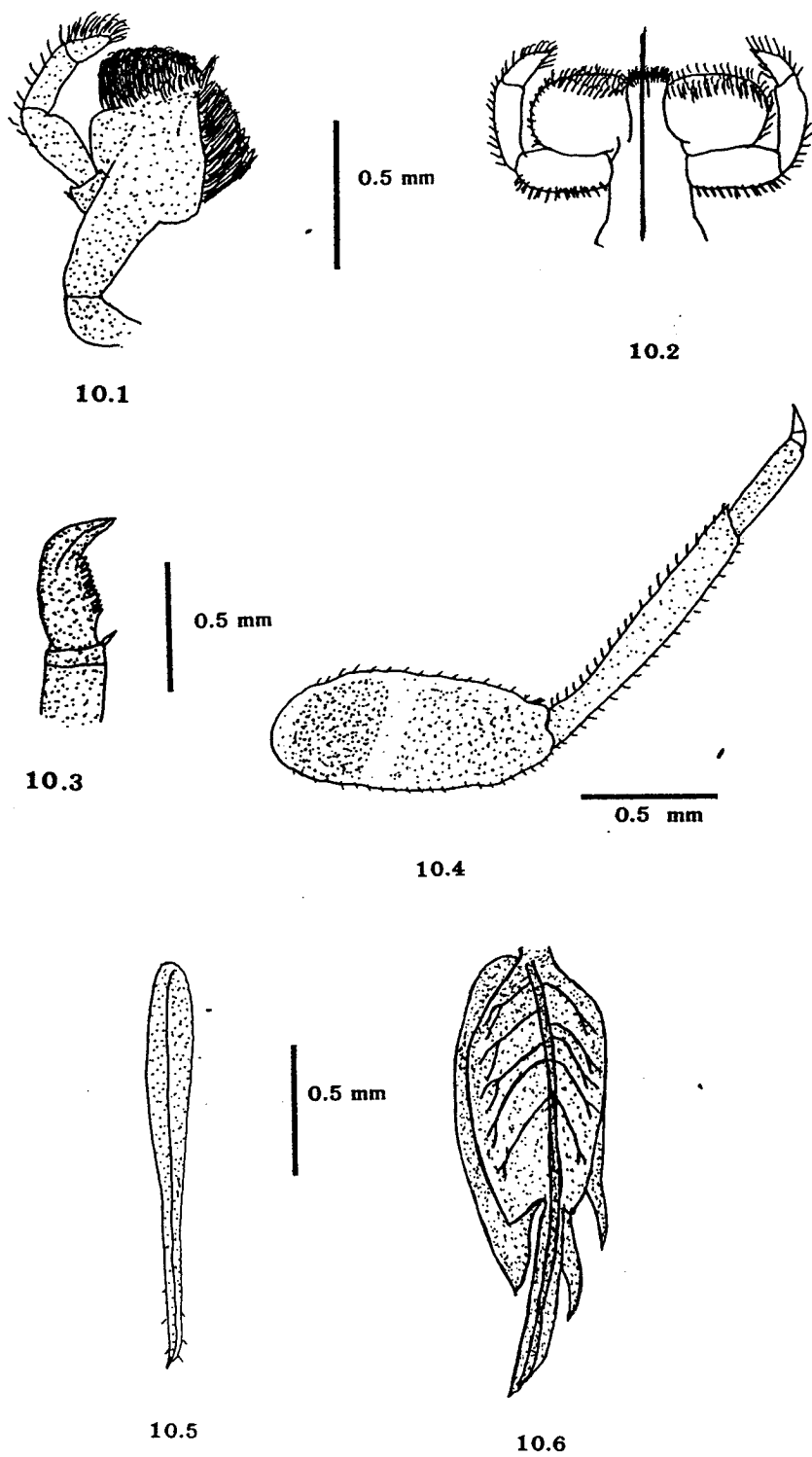
Choroterpes (Choroterpes) proba

สัณฐานวิทยาตัวอ่อน (nymph)

หัว: มีสีน้ำตาลอ่อน (light brown) หนวดยาว 1.5 เท่าของความยาวส่วนหัว (ภาพที่ 9.1) ปาก: labrum (ภาพที่ 9.2) รูปร่างค่อนข้างกลม บริเวณปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องตื้นๆ มีขนเรียงเป็นแถวอยู่ตรงส่วนบน และส่วนปลายของริมฝีปากบน hypopharynx เจริญดี มีขนเล็กๆ อยู่ตอนปลาย (ภาพที่ 9.3) maxillary palp แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อยแต่ปล้องที่ 3 ยาว 1/2 ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงปลาย (ภาพที่ 10.1) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 16.4 labium มีลักษณะ 17.2 ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 ยาวครึ่งหนึ่งของปล้องที่ 1 (ภาพที่ 10.3) paraglossa อยู่ด้านหน้าของ glossa ตรงส่วนปลายเป็นรอยแยกแบบไม่สมมาตร ออก: มีลวดลายเป็นเม็ดสีน้ำตาล และมีขนเล็กๆ อยู่ด้านข้างของปล้องอกทั้ง 3 ปล้อง (ภาพที่ 9.1) ขา: ขาคู่หน้า femur มีจุดสีดำเป็นลวดลายอยู่บนผิวด้านหน้า (ภาพที่ 10.4) ส่วนปลายของเล็บมีลักษณะคล้ายหอกมีรอยหยักที่เจริญดีและรอยหยักมีขนาดเท่าๆ กัน (ภาพที่ 10.3) ท้อง: มีสีเหลืองอมน้ำตาล มีสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายตรงปล้องท้อง (ภาพที่ 9.1) เหนืออกอยู่ด้านข้างของปล้องท้องที่ 1 ถึง 7 เหนืออกคู่ที่ 1 เป็นแผ่นเรียวยาวมีเล็กๆ ตรงส่วนปลาย มีอยู่ 1 เส้น (ภาพที่ 10.5) เหนืออกคู่ที่ 2 ถึง 7 เหมือนกันมีลักษณะคล้ายใบไม้อยู่เป็นคู่ประกบกัน แผ่นด้านบนตอนปลายแบ่งเป็น 2 แฉก โดยแฉกที่ 1 สั้น อีกแฉกจะยาวมากกว่า แผ่นด้านล่างส่วนปลายแบ่งเป็น 3 แฉกสั้นๆ แฉกตรงปลายยื่นยาวกว่าด้านข้างเล็กน้อย (ภาพที่ 10.6) หาง: มีสีเหลืองอ่อน ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



ภาพที่ 9 ตัวอ่อนเพศเมียแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Choroterpes) proba*; 9.1 ลักษณะตัวอ่อน (ด้าน dorsal) 9.2 labrum 9.3 hypopharynx 9.4 mandible



ภาพที่ 10 ตัวอ่อนเพศเมียของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Choroterpes) proba*

10.1 maxillary palp 10.2 labium 10.3 เล็บ 10.4 ขาคู่หน้า 10.5 เหงือกคู่ที่ 1
10.6 เหงือกคู่ที่ 2-7

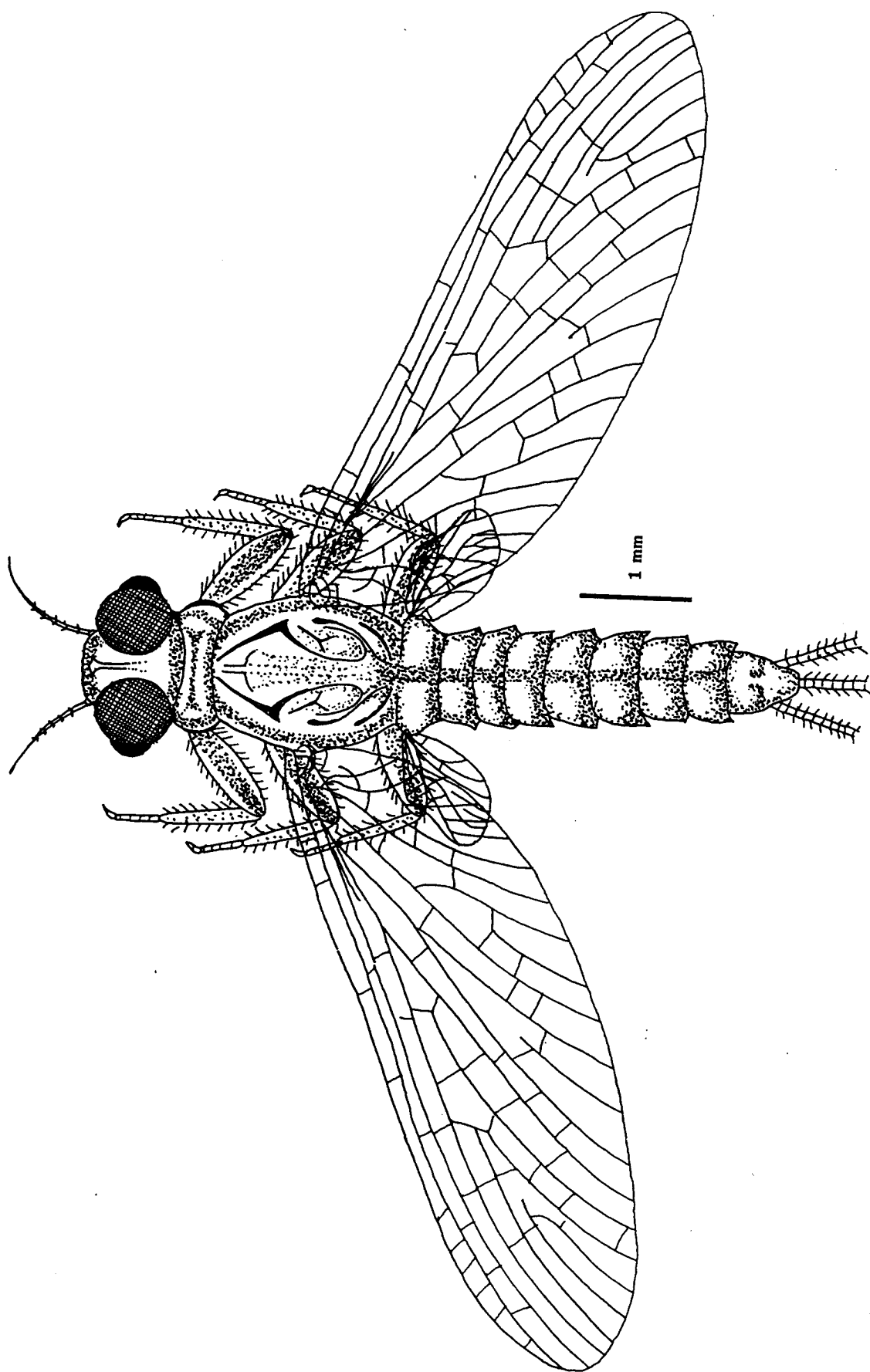
Choroterpes (Euthraulius) sp. 1

สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย (subimago)

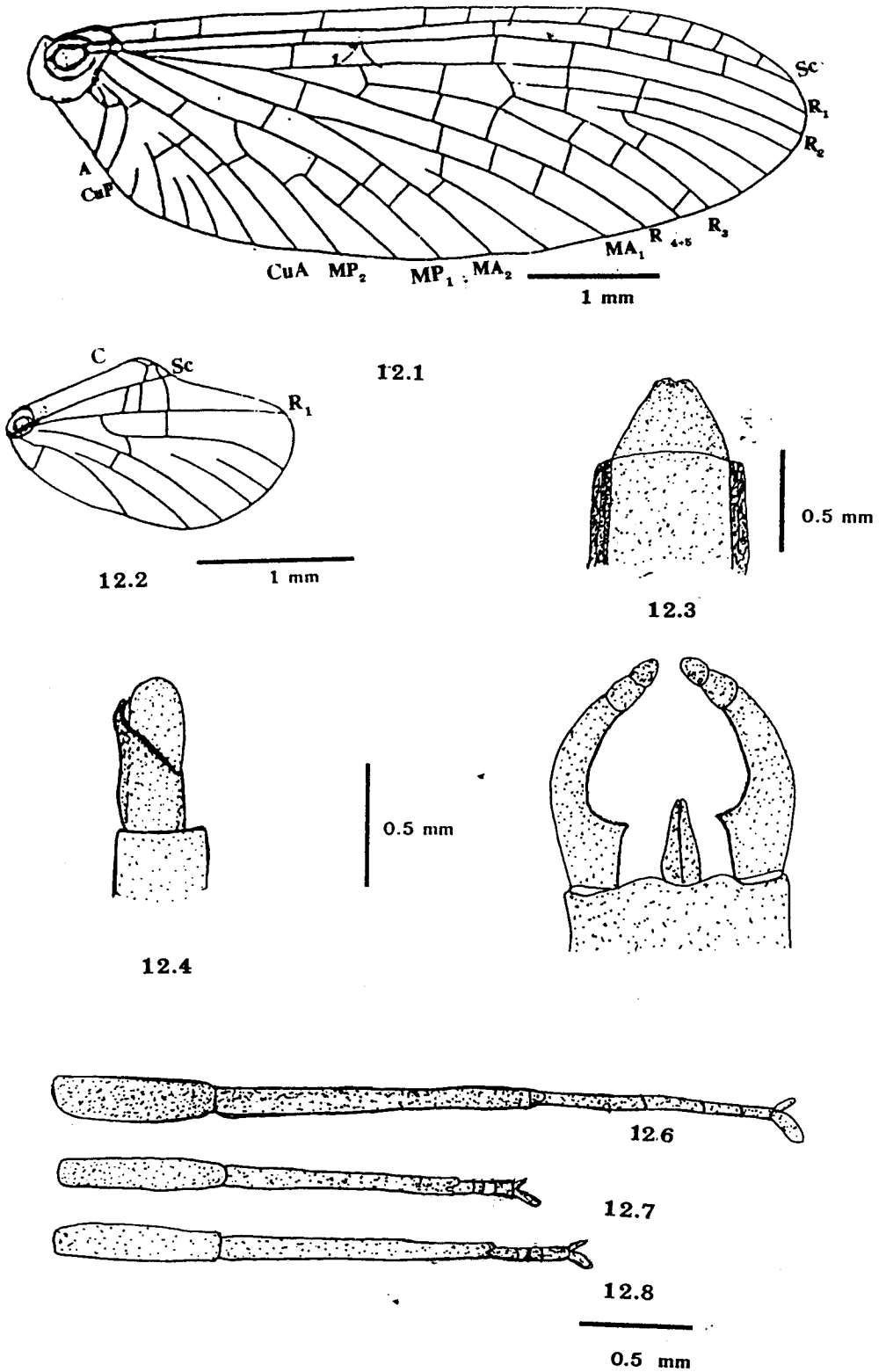
เพศผู้ ($n = 5$) ลำตัวยาว 5.00 ± 0.07 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 5.50 ± 0.02 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 1.25 ± 0.01 มิลลิเมตร เพศเมีย ($n = 5$) ลำตัวยาว 5.25 ± 0.03 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 5.55 ± 0.06 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 1.35 ± 0.04 มิลลิเมตร หัว ทั้งเพศผู้และเพศเมียมี ocelli จุดตรงกลางใหญ่เป็น 2 เท่าของ 2 อันด้านข้าง compound eyes มีขนาดใหญ่ ในเพศผู้ส่วนของ turbinate eyes มีขนาดใหญ่ รูปร่างค่อนข้างกลมอยู่ห่างกัน 0.2 มิลลิเมตร เมื่อมองจากด้านบน ตาประกอบของเพศเมียอยู่ห่างกัน 5 เท่าของความยาวหัว ออก โดยทั่วไปมีสีน้ำตาลและมีเม็ดสีดำคาดเป็นร่องอยู่ด้านข้างและด้านท้ายของ pronotum และ mesonotum (ภาพที่ 12) ปีก ปีกคู่หน้า (ภาพที่ 13.1) เส้น R_1 แยกออกเป็นคู่คล้ายส้อมบริเวณ 1 ใน 4 ของความยาวทั้งหมด เส้น MA แยกเป็นคู่บริเวณ 1/2 ของความยาวทั้งหมด เส้น MA_1 เชื่อมกับเส้น MA_2 แบบสมมาตร เส้น Rs แยกกันตรงบริเวณใกล้ฐานปีกมากกว่าเส้น MP เล็กน้อย เส้น MP 2 เชื่อมกับ $MP1$ แบบไม่สมมาตร เส้น cross vein บริเวณ Cu มีน้อย ปีกคู่หลัง (ภาพที่ 13.2) เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมโค้งกลมตรงบริเวณ 1/2 ของความยาวปีก เส้น cross vein มีน้อย ขา มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มอยู่บริเวณผิวหน้าของ femur และ tibia อัตราส่วนของขาหน้าเพศผู้ระหว่าง tibia: femur: tarsi 1: tarsi 2: tarsi 3: tarsi 4: tarsi 5 มีค่า 0.83: 1 (1.45 มม.): 0.07: 0.25: 0.18: 0.12: 0.07 (ภาพที่ 13.6-13.8) เล็บ ต่างกันส่วนหนึ่งตรงปลายยื่นยาวคล้ายตะขอมียอยหักซึ่งจะใหญ่ตรงส่วนฐานมากกว่าปลาย อีกอันหนึ่งลักษณะคล้ายแผ่น (ภาพที่ 13.4) ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 มีสีน้ำตาล และมีลวดลายสีน้ำตาลเข้มบริเวณขอบ และตรงกลางมีลวดลายสีน้ำตาลเข้มอยู่ด้านบนของปล้องท้อง (ภาพที่ 12) ส่วนปลายปล้องท้องที่ 9 ของตัวเมียด้าน ventral แยกเป็นร่องตื้นๆ (ภาพที่ 13.6) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ forceps ยาว 0.5 มิลลิเมตร แบ่งออกเป็น 3 ปล้อง ส่วนฐานกว้าง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 และมีรอยแยกเป็นร่อง penis อยู่เป็นคู่ตรงปลายทู่ (ภาพที่ 13.5) หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (mature nymph)

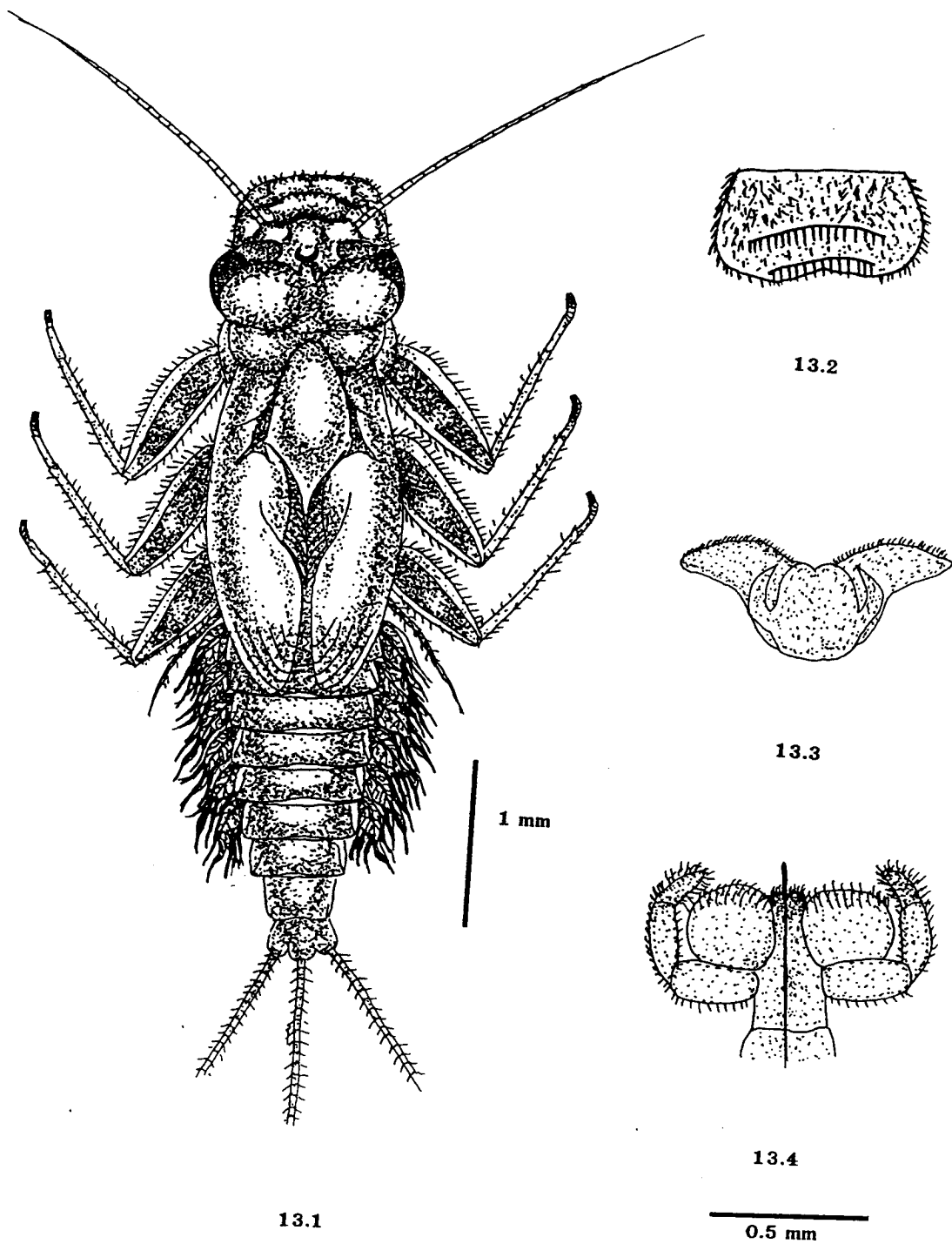
หัว สีน้ำตาลเข้ม (dark brown) หนวดยาว 2 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้ turbinate eye มีรูปร่างกลมสีเหลืองอมน้ำตาล (ภาพที่ 14.1) ปาก labrum กว้าง มีขนเล็กๆเรียงเป็นแถวอยู่ตรงกลาง บริเวณปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องตื้นๆ มีขนเรียงเป็นแถวอยู่ตรงส่วนบน และส่วนปลายของริมฝีปากบน (ภาพที่ 20.2) hypopharynx เจริญดี เห็นได้ชัดเจนมีขนเล็กๆอยู่ตอนปลาย (ภาพที่ 14.3) maxillary palp แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 3 สั้นกว่า 1/2 ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงปลาย (ภาพที่ 15.1) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 21.2 labium paraglossa แบ่งแบบสมมาตร (ภาพที่ 14.4) ออก pronotum มีเม็ดสีน้ำตาลเป็นลวดลายอยู่ด้านบน mesonotum และ metanotum มีตุ่มปีกที่เจริญคลุมเอาไว้ มองเห็นลักษณะเส้นปีกเป็นลวดลายจางๆ ขา ขาคู่หน้ามีจุดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายอยู่บนผิวด้านหน้า femur และ tibia (ภาพที่ 15.3) ส่วนปลายของเล็บยื่นยาวและโค้งคล้ายหอกมีรอยหยักที่เจริญดีและรอยหยักมีขนาดไม่เท่ากัน เรียงไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 15.4) ท้อง สีน้ำตาล และมีลวดลายสีน้ำตาลเข้มตรงปล้องท้อง (ภาพที่ 14.1) เหยือกอยู่ด้านข้างของปล้องท้องที่ 1 ถึง 7 เหยือกคู่ที่ 1 เรียวยาวมีขนเล็กๆ ด้านข้างและตรงส่วนปลาย มีอยู่ 1 เส้น (ภาพที่ 15.5) เหยือกคู่ที่ 2 ถึง 7 เหมือนกันมีลักษณะคล้ายใบไม้ตรงปลายแบ่งเป็น 3 แฉก แฉกตรงกลางยาวที่สุดมีอยู่ 2 แผ่นมีขนาดเกือบเท่ากันอยู่เป็นคู่ประกบ (15.6) เหยือกคู่ที่ 6 และ 7 มักจะเล็กกว่าเหยือกคู่อื่นๆตรงปลายแบ่งเป็น 2 แฉก ยาวไม่เท่ากัน (ภาพที่ 15.7) หาง สีน้ำตาลเข้มยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



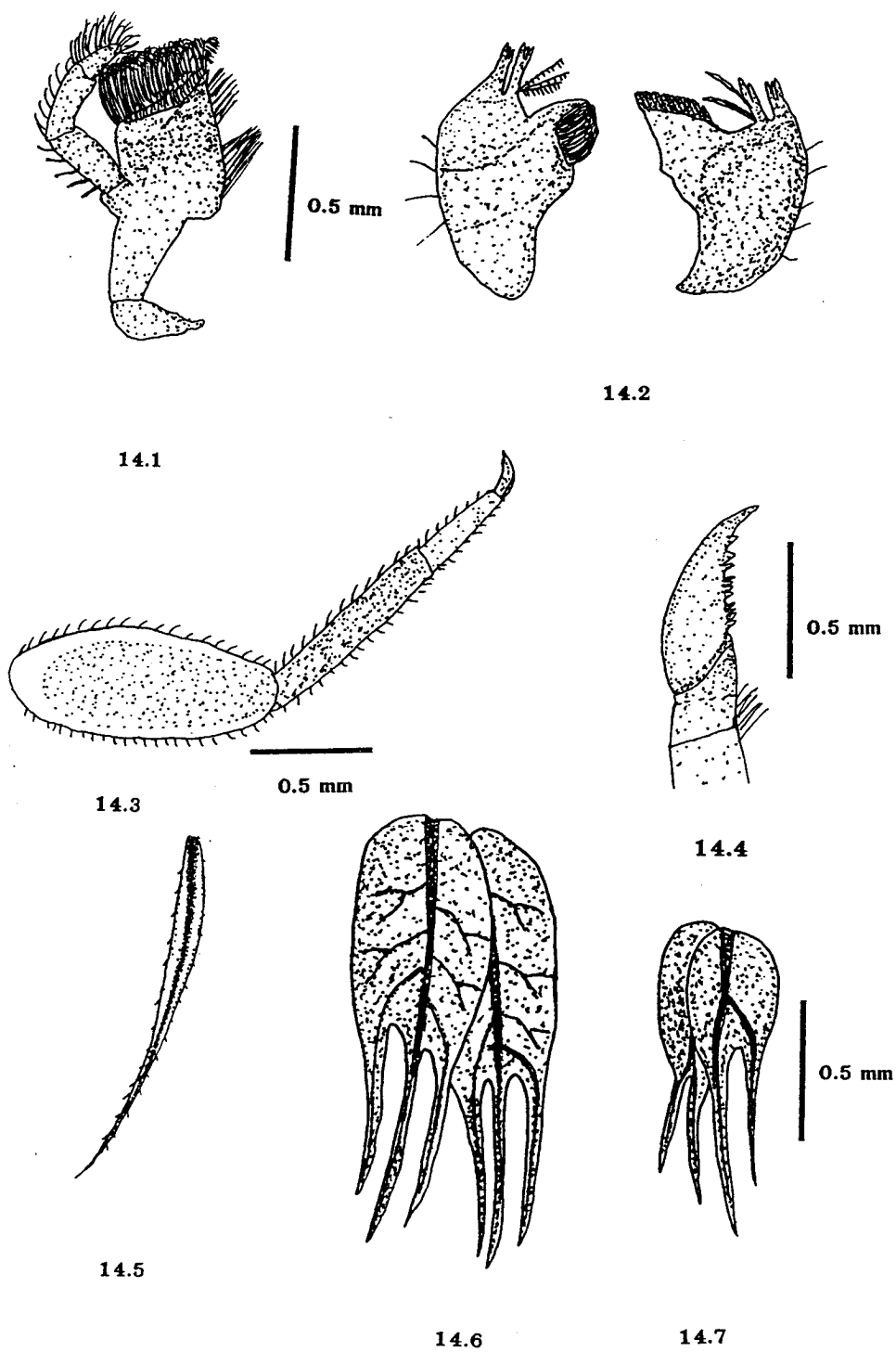
ภาพที่ 11 ลักษณะตัวเต็มวัยเพชฌฆาตแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulius) sp.1* (ด้าน dorsal)



ภาพที่ 12 อวัยวะต่างๆ ของตัวตัวเต็มวัย *Choroterpes (Euthraulius) sp. 1*; 12.1 ปีกคู่หน้า 12.2 ปีกคู่หลัง 12.3 ปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมีย (ด้าน ventral) 12.4 เล็บ 12.5 genitalia (ด้าน ventral) 12.6 ขาคู่หน้า 12.7 ขาคู่กลาง 12.8 ขาคู่หลัง



ภาพที่ 13 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulius)* sp.1; 13.1 ลักษณะตัวอ่อน (ด้าน dorsal)
 13.2 labrum 13.3 hypopharynx 13.4 labium



ภาพที่ 14 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 1; 14.1 maxillary palp
 14.2 mandible 14.3 ขาคู่หน้า 14.4 เล็บ 14.5 เหนืออกคู่ที่ 1 14.6 เหนืออกคู่ที่ 2-5
 14.7 เหนืออกคู่ที่ 6-7

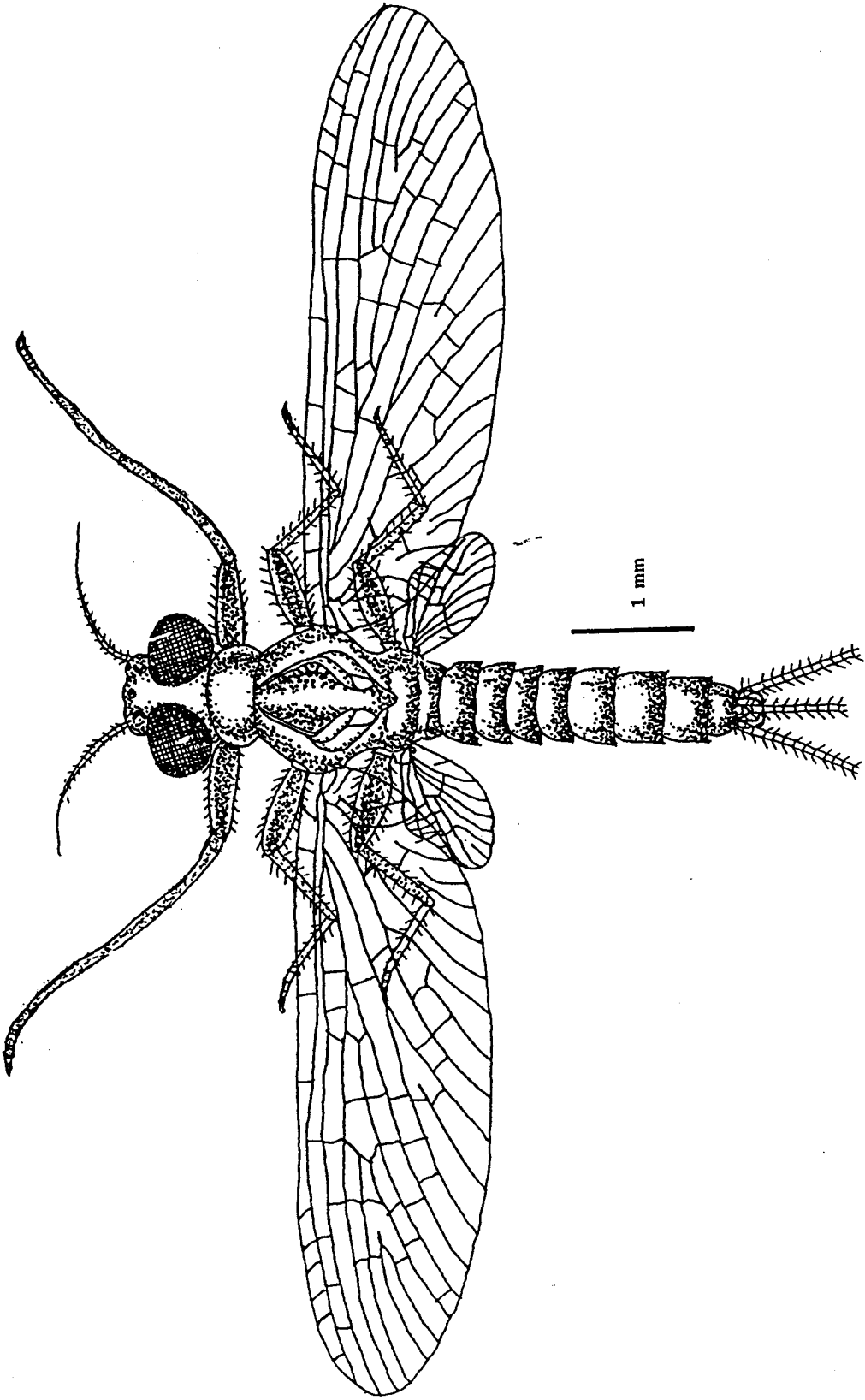
Choroterpes (Euthraulus) sp. 2

สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย (imago)

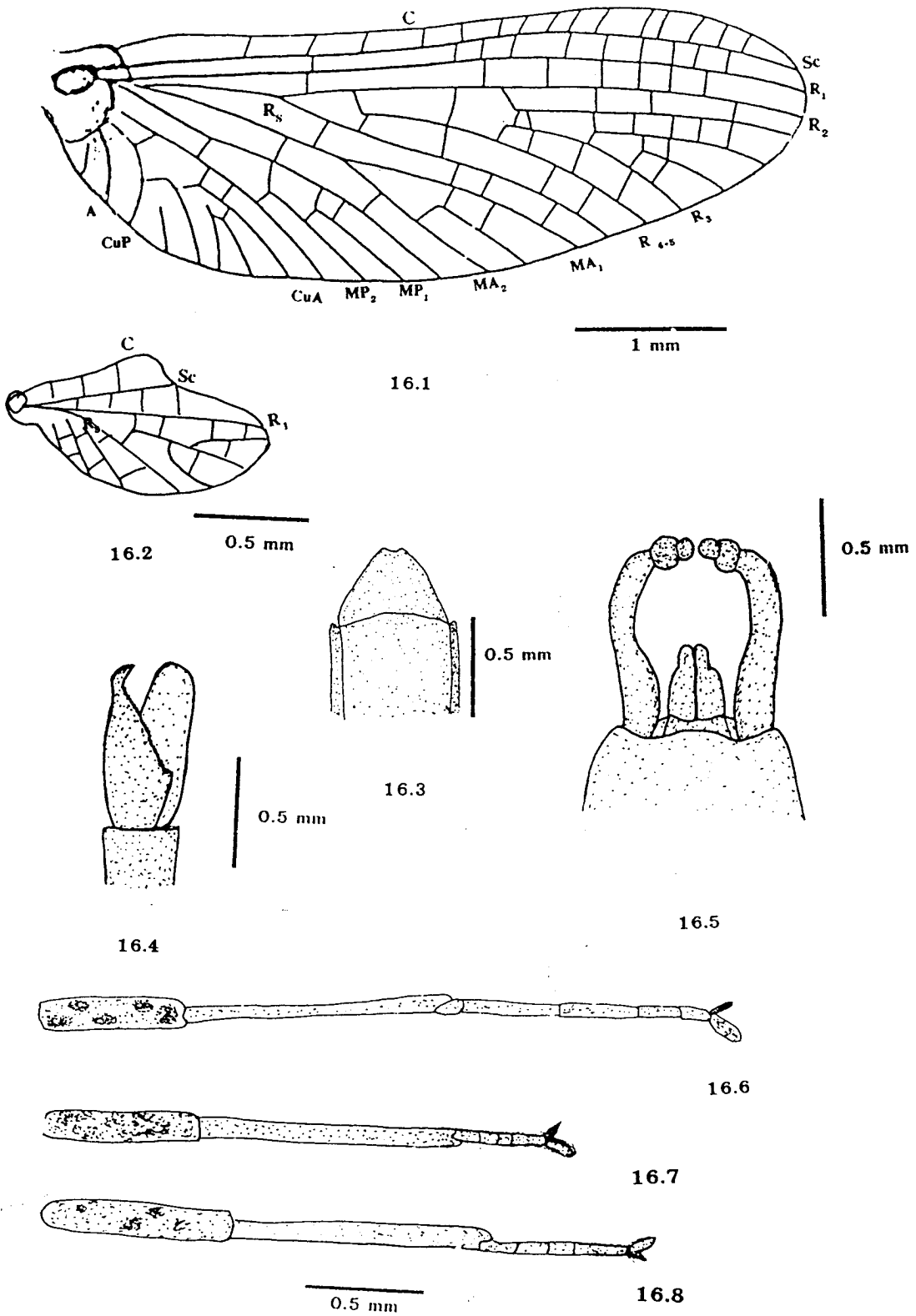
เพศผู้ (n=5) ลำตัวยาว 3.50 ± 0.21 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 3.75 ± 0.23 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 0.70 ± 0.17 มิลลิเมตร เพศเมีย (n=5) ลำตัวยาว 3.25 ± 0.08 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 3.75 ± 0.30 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 0.65 ± 0.04 มิลลิเมตร หัว turbinate eyes ในเพศผู้เป็นรูปไข่อยู่ห่างกัน 0.12 มิลลิเมตร เมื่อมองจากด้านบน compound eyes ของเพศเมียอยู่ห่างกัน 3.5 เท่าของความยาวหัว ออ มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายอยู่บน pronotum และ mesonotum (ภาพที่ 15) ปีก ปีกคู่หน้า (ภาพที่ 16.1) เส้น R_4 แยกออกเป็นคู่คล้ายส้อมบริเวณ 1 ใน 4 ของความยาวทั้งหมด เส้น MA แยกเป็นคู่บริเวณ 1/2 ของความยาวทั้งหมด เส้น MA_1 เชื่อมกับเส้น MA_2 แบบสมมาตร เส้น Rs แยกกันตรงบริเวณใกล้ฐานปีกมากกว่าเส้น MP เล็กน้อย เส้น MP 2 เชื่อมกับ $MP1$ แบบไม่สมมาตร เส้น cross vein บริเวณ Cu มีน้อย ปีกคู่หลัง (ภาพที่ 16.2) เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมโค้งกลมตรงใกล้ส่วนฐานมากกว่า เส้น cross vein มีน้อย ขา (ภาพที่ 16.6-16.8) มีเม็ดสีดำเป็นจุดอยู่บริเวณผิวหน้าของ femur อัตราส่วนของขาหน้าเพศผู้ tibia: femur: tarsi 1: tarsi 2: tarsi 3: tarsi 4: tarsi 5 มีค่า $0.86: 1 (1.10 \text{ มม.}): 0.05: 0.25: 0.10: 0.10: 0.01$ เล็บ ตรงปลายยื่นยาวและงอเข้าคล้ายตะขอตรงปลายยื่นยาวคล้ายตะขอมียอยหยักซึ่งจะใหญ่ตรงส่วนฐานมากกว่าปลายอีกอันหนึ่งลักษณะคล้ายแผ่น (ภาพที่ 16.4) ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 มีสีเหลืองสว่าง (light brown) และมีเม็ดสีน้ำตาลเรียงเป็นลวดลายอยู่บนปล้องท้อง (ภาพที่ 15) ส่วนปลายปล้องท้องที่ 9 ของตัวเมียด้าน ventral แยกเป็นร่องตื้นๆ (ภาพที่ 16.3) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ forceps ยาว 0.12 มิลลิเมตร แบ่งเป็น 3 ปล้อง ส่วนฐานกว้าง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 และมีส่วนที่เว้าเข้ามาเป็นร่อง forceps ปล้องที่ 2 และ 3 โค้งเข้าหากัน penis อยู่เป็นคู่ตรงปลายเว้าเข้า ทำให้มีขนาดเรียวยาวเล็กกว่าด้านโคน (ภาพที่ 16.5) หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (mature nymph)

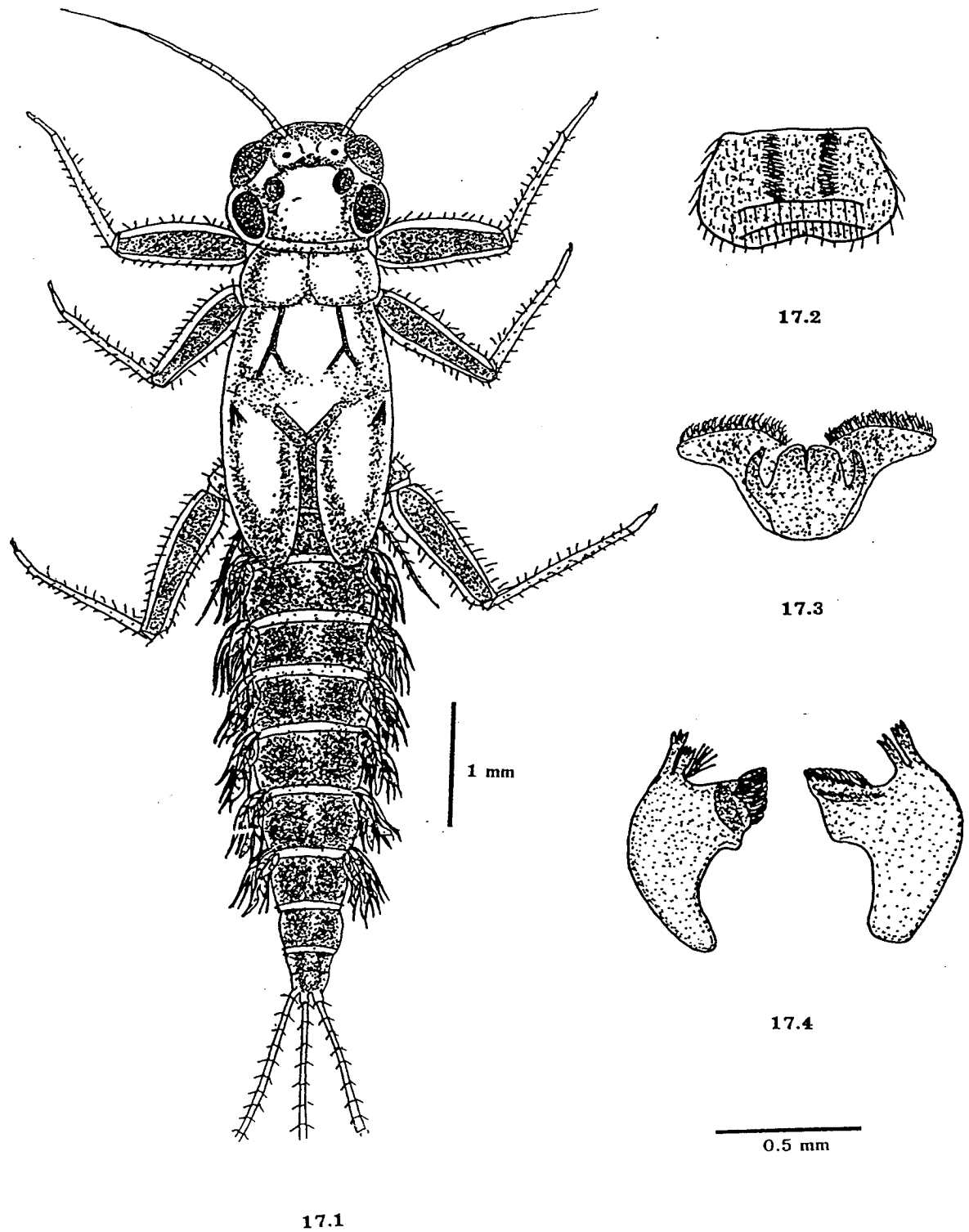
หัว หัวสีน้ำตาลเข้ม (dark brown) หนวดยาว 2 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้มี turbinate eyes รูปร่างกลมสีเหลืองอมน้ำตาล (ภาพที่ 17.1) ปาก labrum มีขนาดเล็กๆ เรียงเป็นแถวอยู่ตรงกลาง บริเวณปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องตื้นๆ มีขนเรียงเป็นแถวอยู่ตรงส่วนบน และส่วนปลายของริมฝีปากบน (ภาพที่ 17.2) hypopharynx เจริญดี เห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 17.3) maxillary palp แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 3 ยาว 1/2 ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงปลาย (ภาพที่ 18.1) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 18.4 labium paraglossa แบ่งแบบสมมาตร (ภาพที่ 18.2) ออ pronotum มีสีน้ำตาลจางๆ เป็นลวดลายอยู่ด้านบน mesonotum และ metanotum มีตุ่มปีกที่เจริญคลุมเอาไว้มองเห็นลักษณะเส้นปีกเป็นลวดลายจางๆ (ภาพที่ 17.1) ขา ขาคู่หน้ามีจุดสีดำเป็นลวดลายอยู่บนผิวด้านหน้า femur (ภาพที่ 18.3) ส่วนปลายของเล็บยื่นยาวและมีรอยหยัก มีขนาดเกือบเท่ากัน และเรียงเป็นระเบียบ (ภาพที่ 18.4) ท้อง สีเหลือง และมีสีน้ำตาลเป็นลวดลายตรงปล้องท้อง (ภาพที่ 17.1) เหยือกอยู่ด้านข้างของปล้องท้องที่ 1 ถึง 7 เหยือกคู่ที่ 1 เรียวยาวมีขนาดเล็กๆ บริเวณตรงปลาย มีอยู่ 1 เส้น (ภาพที่ 18.5) เหยือกคู่ที่ 2 ถึง 7 มีลักษณะเหมือนกันคล้ายใบไม้ และตรงปลายแยกเป็น 3 แฉก แฉกตรงกลางยาวที่สุด และมีเหยือก 2 แผ่นขนาดเกือบเท่ากันอยู่เป็นคู่ (18.6) เหยือกคู่ที่ 6 และ 7 มักจะเล็กกว่าเหยือกคู่อื่นๆ โดยตรงปลายเหยือกแยกเป็น 2 แฉก มีความยาวไม่เท่ากัน (ภาพที่ 18.7) หาง มีสีเหลืองอ่อน ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



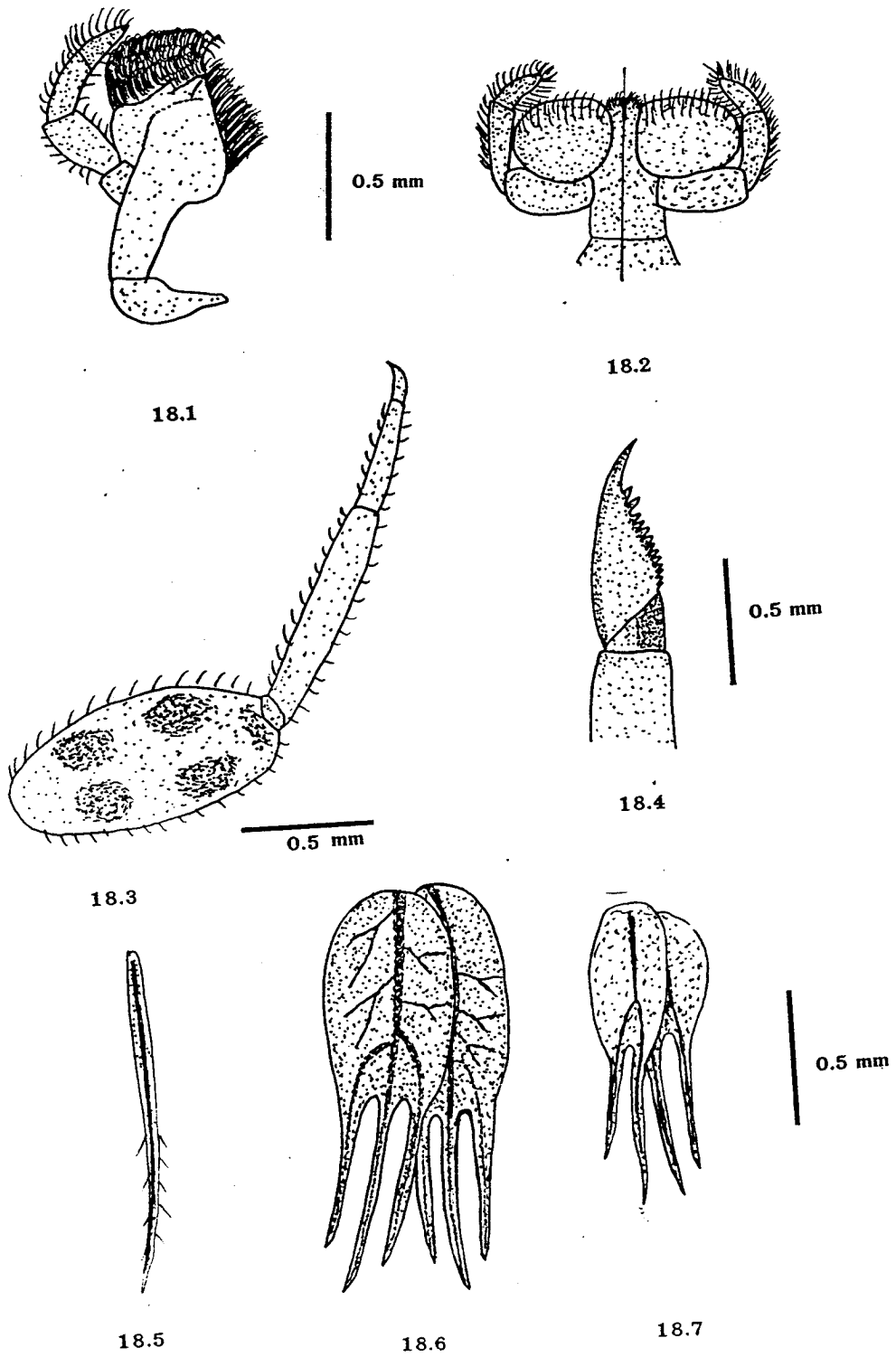
ภาพที่ 15 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulius) sp.2* (ด้าน dorsal)



ภาพที่ 16 อวัยวะต่างๆของตัวเต็มวัย *Choroterpes (Euthraulius)* sp. 2; 16.1 ปีกคู่หน้า 16.2 ปีกคู่หลัง 16.3 ปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมีย (ด้าน ventral) 16.4 เล็บ 16.5 genitalia (ด้าน ventral) 16.6 ขาคู่หน้า 16.7 ขาคู่กลาง 16.8 ขาคู่หลัง



ภาพที่ 17 ตัวอ่อนเพศเมียของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus) sp. 2*; 17.1 ลักษณะตัวอ่อน (ด้าน dorsal) 17.2 labrum 17.3 hypopharynx 17.4 mandible



ภาพที่ 18 ตัวอ่อนเพศเมียของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 2 ; 18.1 maxillary palp
 18.2 labium 18.3 ขาคู่หน้า 18.4 เล็บ 18.5 เหนืออกคู่ที่ 1 18.6 เหนืออกคู่ที่ 2-5
 18.7 เหนืออกคู่ที่ 6-7

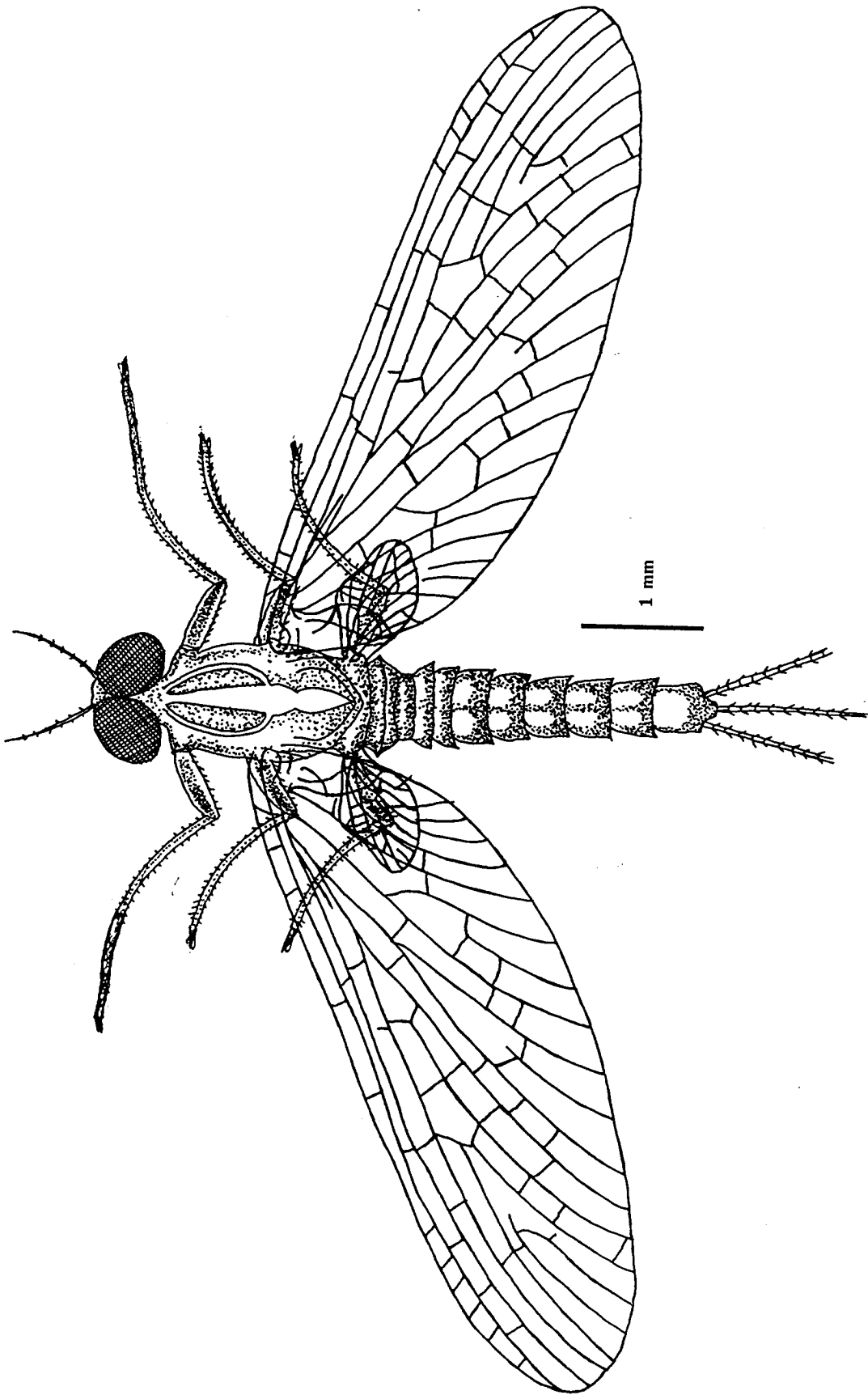
Choroterpes (Euthraulus) sp. 3

สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย (imago)

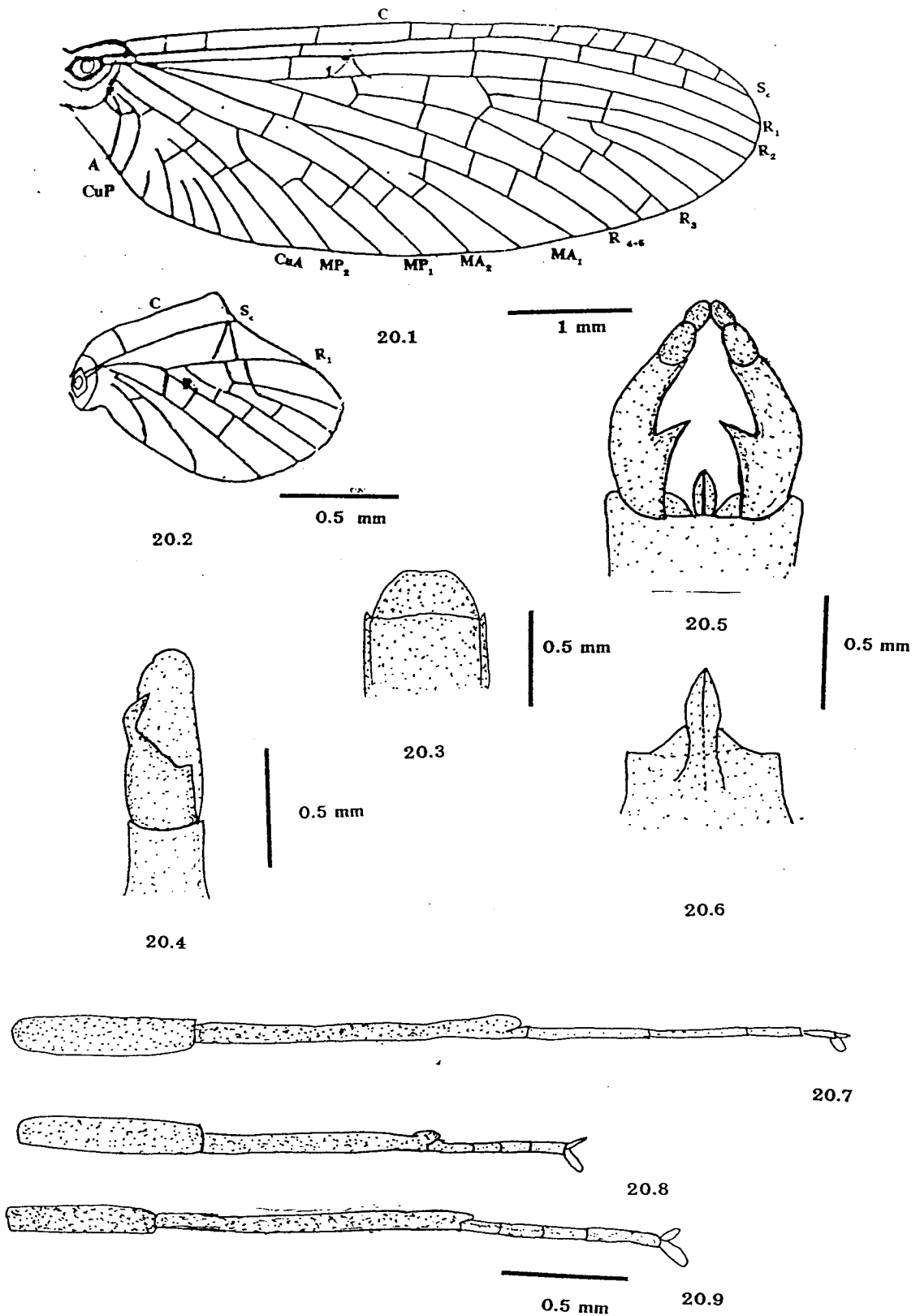
เพศผู้ (n=5) ลำตัวยาว 4.25 ± 0.13 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 4.50 ± 0.02 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 1.25 ± 0.01 มิลลิเมตร เพศเมีย (n=5) ลำตัวยาว 4.50 ± 0.13 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 4.75 ± 0.02 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 1.00 ± 0.01 มิลลิเมตร หัว turbinate eyes เมื่อมองจากด้านบนเป็นรูปไข้อยู่ห่างกัน 0.50 มิลลิเมตร compound eyes ของเพศเมียอยู่ห่างกัน 3.5 เท่าของความยาวหัว อก scutellum ของ prothorax และ mesothorax มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายบริเวณด้านข้างเป็นร่องและมีสีเหลือง (ภาพที่ 19) ปีก ปีกคู่หน้า (ภาพที่ 20.1) เส้น R_4 แยกออกเป็นคู่คล้ายส้อมบริเวณ 1 ใน 4 ของความยาวทั้งหมด เส้น MA แยกเป็นคู่ตรงจุดใกล้ฐานปีกมากกว่า $1/2$ ของความยาวทั้งหมด เส้น MA_1 เชื่อมกับเส้น MA_2 แบบสมมาตร เส้น Rs และ เส้น MP แยกเป็นคู่บริเวณใกล้กันแยก เส้น MP 2 เชื่อมกับ $MP1$ แบบสมมาตร เส้น cross vein บริเวณ Cu มีน้อย ปีกคู่หลัง (ภาพที่ 20.2) เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมโค้งกลมตรงจุด $1/2$ ของความยาวเส้นปีก เส้น cross vein มีน้อย ขา (ภาพที่ 20.7-20.9) มีเม็ดสีดำเป็นจุดอยู่บริเวณผิวหน้าของ femur และ tibia อัตราส่วนของขาหัวเพศผู้ tibia: femur: tarsi 1: tarsi 2: tarsi 3: tarsi 4: tarsi 5 มีค่า 0.63: 1 (1.60 มม.): 0.08: 0.25: 0.24: 0.16: 0.09 เล็บ ต่างกันส่วนที่ยื่นยาวตรงปลายงอเข้าคล้ายตะขอ รอยหยัก ซึ่งจะใหญ่ตรงส่วนฐานมากกว่าปลาย claw อีกอันหนึ่งลักษณะคล้ายแผ่น (ภาพที่ 20.4) ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 มีสีน้ำตาลเป็นลวดลายอยู่ด้านข้างและตรงกลางของปล้องท้อง (ภาพที่ 19) ส่วนปลายปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมียด้าน ventral ค่อนข้างกว้าง และตรงปลายเว้าแยกเป็นร่องตื้นๆ (ภาพที่ 20.3) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ forceps ยาว 0.25 มิลลิเมตร แบ่งเป็น 3 ปล้อง ส่วนฐานกว้าง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และมีส่วนที่เว้าเข้ามาเป็นร่อง (ภาพที่ 20.5) penis อยู่เป็นคู่ตรงปลายแหลมเมื่อมองทางด้าน ventral จะเห็น penis อยู่เป็นคู่ ตรงปลายมีลักษณะแหลม มองเห็นเป็นยอดสั้นๆ เนื่องจากมีแผ่นของปล้องท้อง ที่ 9 มาบังไว้ (ภาพที่ 20.6) หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (mature nymph)

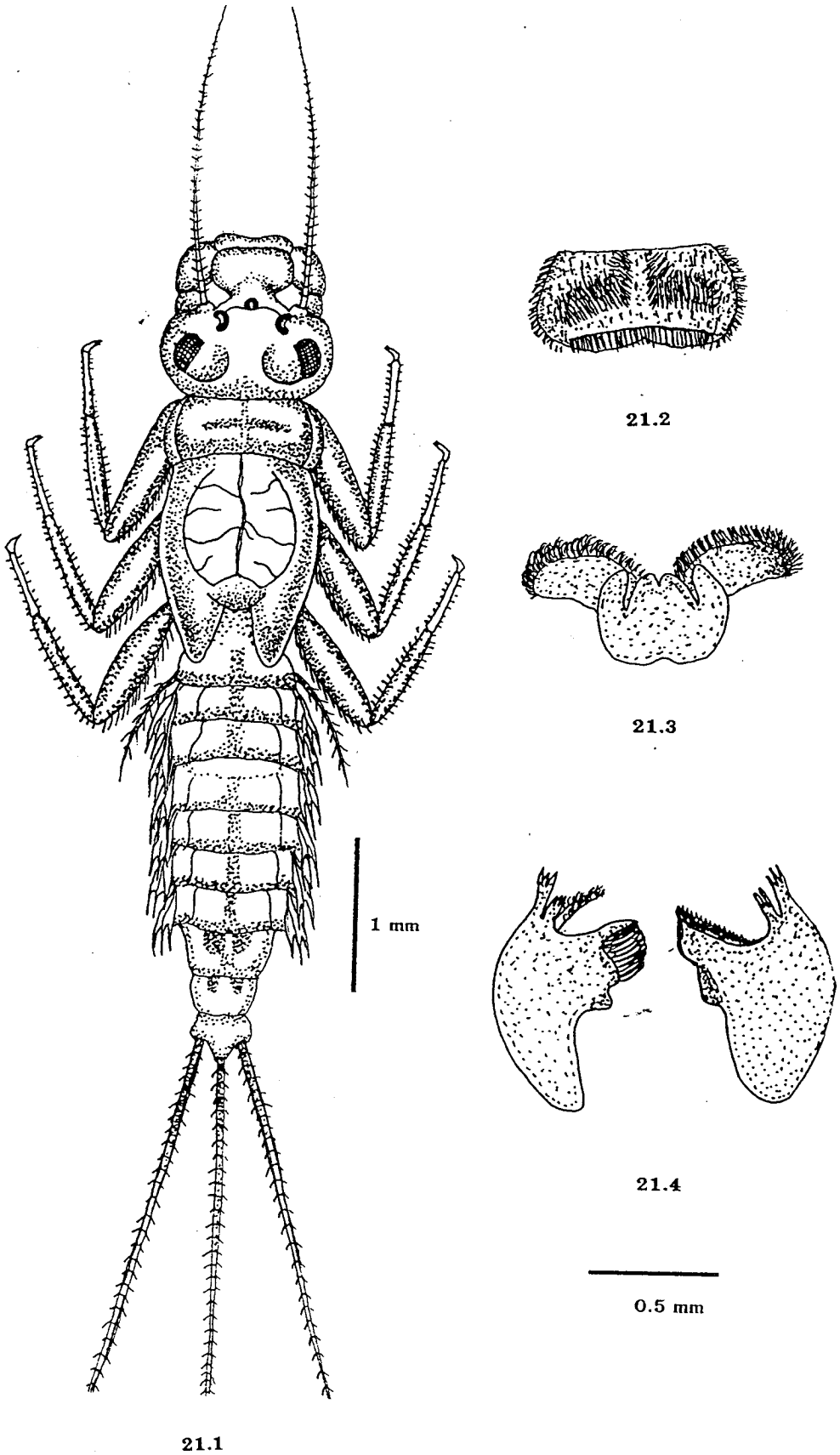
หัว หัวสีน้ำตาลเข้ม (dark brown) หนวดยาว 1.5 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้ turbinate eyes รูปร่างกลมสีเหลืองอมน้ำตาล (ภาพที่ 21.1) ปาก labrum มีขนเล็กๆเรียงเป็นแถวอยู่ตรงกลาง บริเวณปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องตื้นๆ มีขนอยู่ด้านข้างและส่วนปลายของริมฝีปากบน (ภาพที่ 21.2) hypopharynx เจริญดีเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 21.3) maxillary palp แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 3 ยาว $1/2$ ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงปลาย (ภาพที่ 22.1) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 21.4 labium paraglossa แบ่งไม่สมมาตร (ภาพที่ 21.2) อก pronotum มีสีน้ำตาลจางๆเป็นลวดลายอยู่ด้านบน mesonotum และ metanotum มีดุมปีกที่เจริญคลุมเอาไว้มองเห็นลักษณะเส้นปีกเป็นลวดลายจางๆ (ภาพที่ 21.1) ขา ขาคู่หน้ามีจุดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายอยู่บนผิวด้านหน้า femur และ tibia (ภาพที่ 22.3) ส่วนปลายของเล็บยื่นยาว และมีรอยหยักที่เจริญและรอยหยักมีขนาดเท่ากันและเรียงเป็นระเบียบ (ภาพที่ 22.4) ท้อง โดยมีสีน้ำตาลและมีสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายบริเวณด้านข้างของปล้องท้อง (ภาพที่ 21.1) เหนืออกอยู่ด้านข้างของปล้องท้องที่ 1 ถึง 7 เหนืออกคู่ที่ 1 เรียวยาวมีขนเล็กๆ บริเวณตรงปลาย มีอยู่ 1 เส้น (ภาพที่ 22.5) เหนืออกคู่ที่ 2 ถึง 7 เหมือนกันมีลักษณะคล้ายใบไม้ตรงปลายแบ่งเป็น 3 แฉกรอยแฉกมีขนาดเกือบเท่าๆกัน มีอยู่ 2 แผ่นมีขนาดเกือบเท่ากันอยู่เป็นคู่ประกบ (22.6) เหนืออกคู่ที่ 6 และ 7 มักจะเล็กกว่าเหนืออกคู่อื่นๆตรงปลายแบ่งเป็น 2 แฉก ยาวไม่เท่ากัน (ภาพที่ 22.7) หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



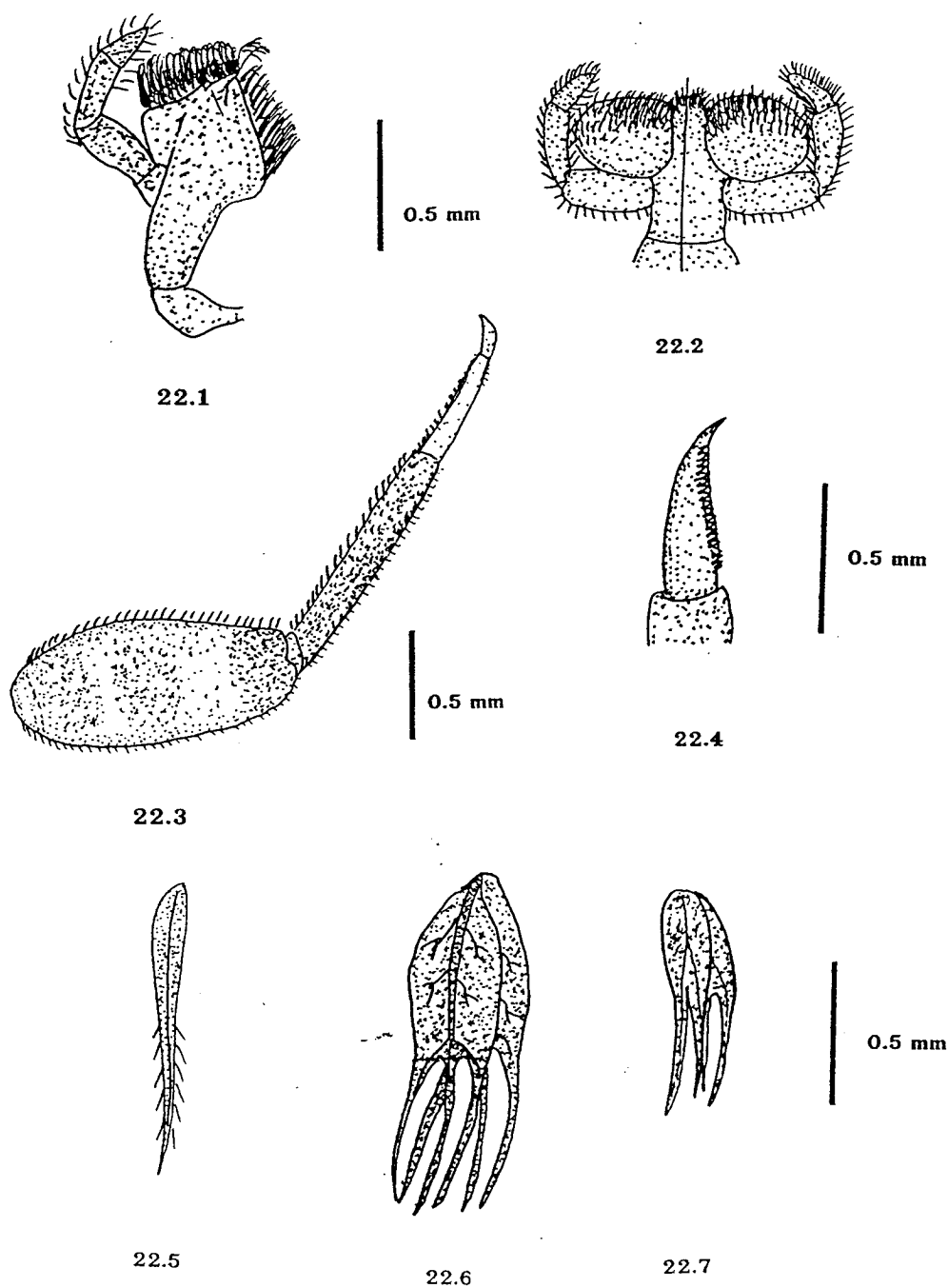
ภาพที่ 19 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulius) sp.3* (ด้าน dorsal)



ภาพที่ 20 อวัยวะต่างๆของตัวเต็มวัย *Choroterpes (Euthraulius)* sp. 3; 20.1 ปีกคู่หน้า 20.2 ปีกคู่หลัง
 20.3 ปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมีย (ด้าน ventral) 20.4 เล็บ 20.5 genitalia (ด้าน ventral)
 20.6 penis 20.7 ขาคู่หน้า 20.8 ขาคู่กลาง 20.9 ขาคู่หลัง



ภาพที่ 21 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 3; 21.1 ลักษณะตัวอ่อน (ด้าน dorsal) 21.2 labrum 21.3 hypopharynx 21.4 mandible



ภาพที่ 22 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงซีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 3; 22.1 maxillary palp
 22.2 labium 22.3 ขาคู่หน้า 22.4 เล็บ 22.5 เหนืออกคู่ที่ 1 22.6 เหนืออกคู่ที่ 2-5
 22.7 เหนืออกคู่ที่ 6-7

แมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpides*

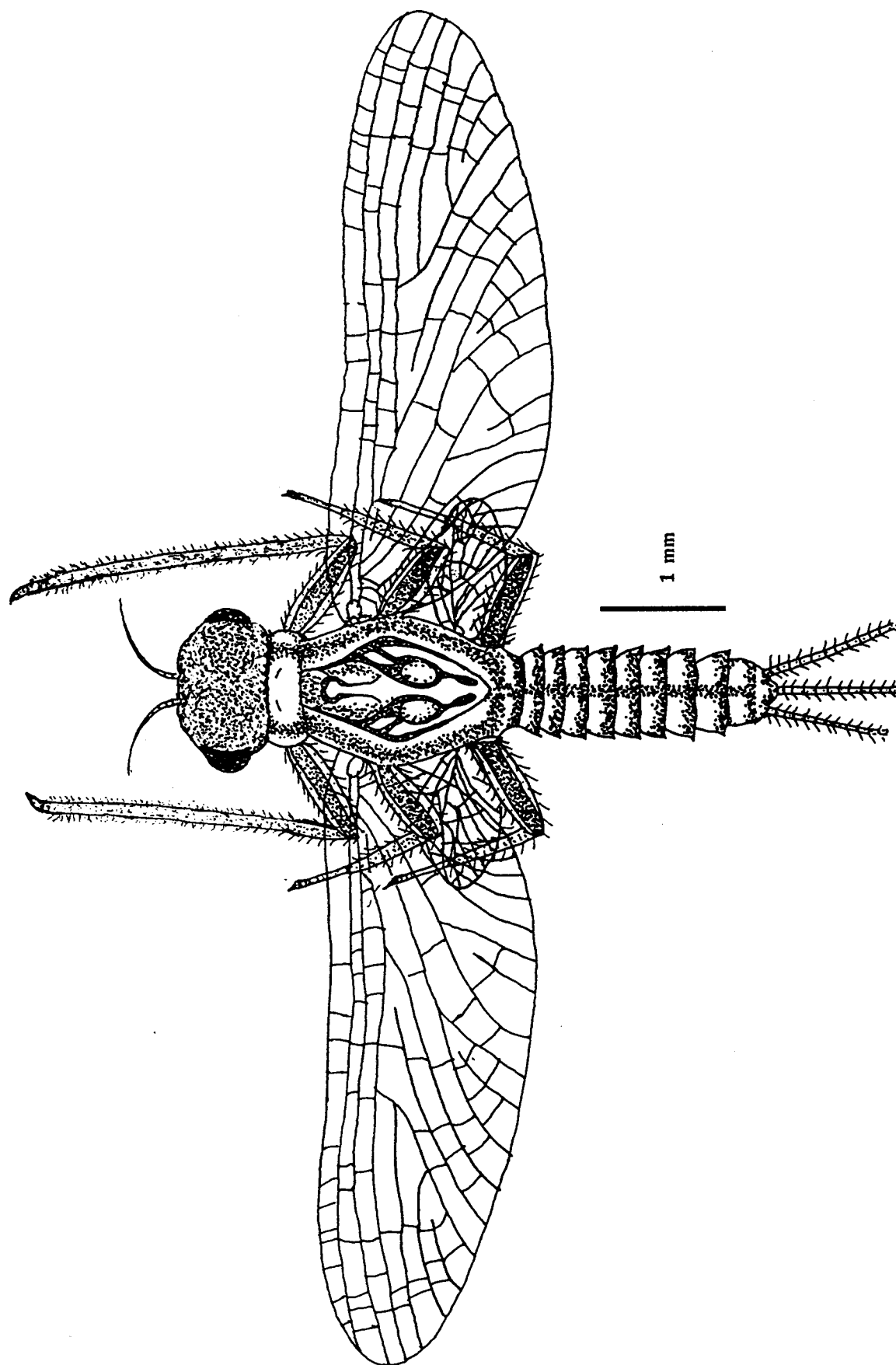
ในการศึกษาครั้งนี้พบแมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpides* เพียง 1 ชนิด และสามารถเชื่อมโยงตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้ โดยการเลี้ยงตัวอ่อนให้เจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ในห้องปฏิบัติการ

สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย (imago)

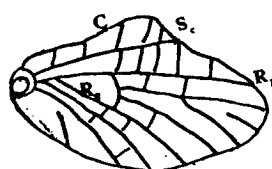
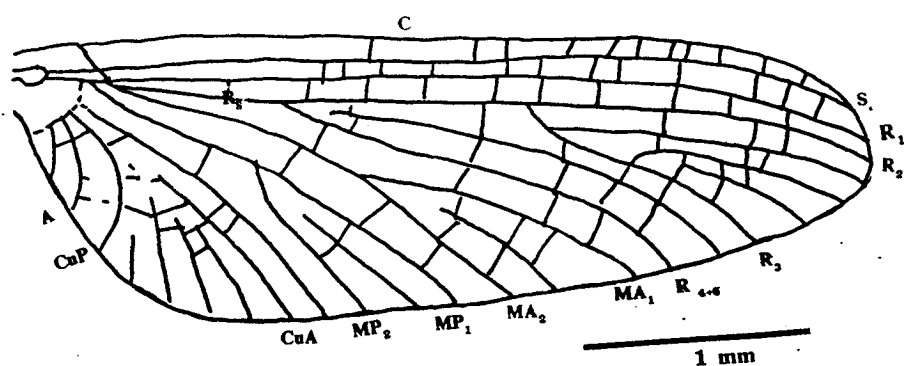
เพศผู้ (n=5) ลำตัวยาว 4.50 ± 0.23 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 5.46 ± 0.08 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 0.76 ± 0.12 มิลลิเมตร เพศเมีย (n=5) ลำตัวยาว 4.75 ± 0.31 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 5.75 ± 0.11 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 0.76 ± 0.05 มิลลิเมตร หัว turbinate eyes รูปร่างกลมอยู่ชิดกัน สีเหลืองสว่างตาประกอบของเพศเมียอยู่ห่างกัน 2.5 เท่าของความยาวหัว อก scutellum ของ prothorax และ mesothorax มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายและมีบางบริเวณเป็นสีขาว บริเวณด้านข้างเป็นร่องและมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 23) ปีก: ปีกคู่หน้า เส้น R_1 แยกออกเป็นคู่คล้ายส้อมบริเวณ 1 ใน 4 ของความยาวทั้งหมด เส้น MA แยกเป็นคู่ตรงจุด $1/2$ ของความยาวทั้งหมด เส้น MA_1 เชื่อมกับเส้น MA_2 แบบไม่สมมาตร เส้น Rs และ เส้น MP แยกเป็นคู่บริเวณใกล้กัน เส้น MP_2 เชื่อมกับ MP_1 แบบไม่สมมาตร เส้น cross vein บริเวณ Cu มีน้อย (ภาพที่ 24.1) ปีกคู่หลัง เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมโค้งกลมตรงจุด $1/2$ ของความยาวเส้นปีก เส้น cross vein มีน้อย (ภาพที่ 24.2) ขา (ภาพที่ 24.6-24.8) มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นจุดอยู่บริเวณผิวหน้าของ femur และ tibia อัตราส่วนของขาหน้าเพศผู้ อัตราส่วนของขาหน้าเพศผู้ tibia: femur: tarsi 1: tarsi 2: tarsi 3: tarsi 4: tarsi 5 มีค่า $0.94: 1 (1.02 \text{ มม.}): 0.06: 0.18: 0.12: 0.12: 0.09$ เล็บ ต่างกันส่วนที่ยื่นยาวตรงปลายอเข้าคล้ายตะขอ รอยหยักใหญ่ตรงส่วนฐานมากกว่าปลายอีกอันหนึ่งลักษณะคล้ายแผ่น (ภาพที่ 24.4) ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายอยู่ด้านข้างและตรงกลางของปล้องท้อง (ภาพที่ 23) ส่วนปลายปล้องท้องที่ 9 ของตัวเมียด้าน ventral กว้างตรงปลายแยกเป็นร่องตื้นๆ (ภาพที่ 24.3) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ forceps ยาว แบ่งเป็น 3 ปล้อง ส่วนฐานกว้าง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 มากและมีส่วนที่เว้าเข้ามาเป็นร่อง (ภาพที่ 24.5) penis อยู่เป็นคู่เรียวยาว หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาว 2 เท่าของความยาวลำตัว

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (mature nymph)

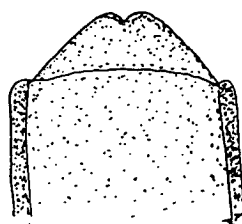
หัว หัวสีน้ำตาลเข้ม หนวดยาว 2 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้มี turbinate eyes รูปร่างกลม สีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 25.1) ปาก labrum กว้าง และแบนมีขนเล็กๆเรียงเป็นแถวอยู่ด้านข้างบริเวณปลายส่วนหน้า แยกเป็นร่องตื้นๆ มีขนเล็กๆอยู่ด้านข้างและส่วนปลายของริมฝีปากบน (ภาพที่ 25.2) hypopharynx เจริญดี เห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 25.3) maxillary palp ปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ยาวเท่ากัน ปล้องที่ 3 ยาวมากกว่าปล้องอื่น 0.5 เท่า และมีขนยาวอยู่ตรงปลาย (ภาพที่ 26.1) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 26.4 labium ปล้องที่ 1 ยาวกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 ยาวเท่าๆกับปล้องที่ 2 มีขนยาวอยู่ด้านข้าง paraglossa แบ่งเกือบสมมาตร (ภาพที่ 26.2) อก pronotum และ mesonotum มีสีน้ำตาลเข้ม และมีบางส่วนสีจางๆเป็นลวดลายอยู่บน scutellum และบริเวณที่เป็นร่องด้านข้าง metanotum มีตุ่มปีกที่เจริญคลุมเอาไว้มองเห็นลักษณะเส้นปีกเป็นลวดลายจางๆ (ภาพที่ 25.1) ขา: ขาคู่หน้ามีจุดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายอยู่บนผิวด้านหน้า femur (ภาพที่ 26.3) ส่วนปลายของเล็บยื่นยาว มีรอยหยักที่เจริญและ มีขนาดไม่เท่ากันและเรียงเป็นระเบียบ (ภาพที่ 26.4) ท้อง มีสีน้ำตาลและมีสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายบริเวณด้านบนของปล้องท้องที่ 1-10 (ภาพที่ 25.1) เหนืออก: คู่ที่ 2 ถึง 7 มีลักษณะคล้ายใบไม้ตรงปลายแบ่งเป็น 3 แฉกตื้นๆ มีความยาวเท่ากัน มีอยู่ 2 แผ่นขนาดเท่ากันอยู่เป็นคู่ประกบกัน (ภาพที่ 26.5) หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



ภาพที่ 23 ลักษณะตัวเต็มวัยเพชฌฆาตสีเทา *Choroterpides* sp. (ด้าน dorsal)



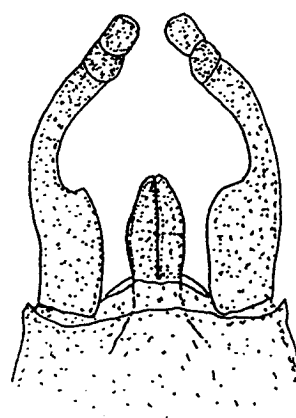
24.2



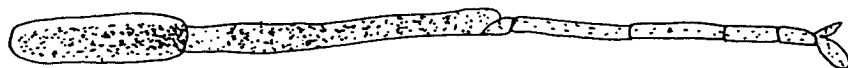
24.3



24.4



24.5



24.6

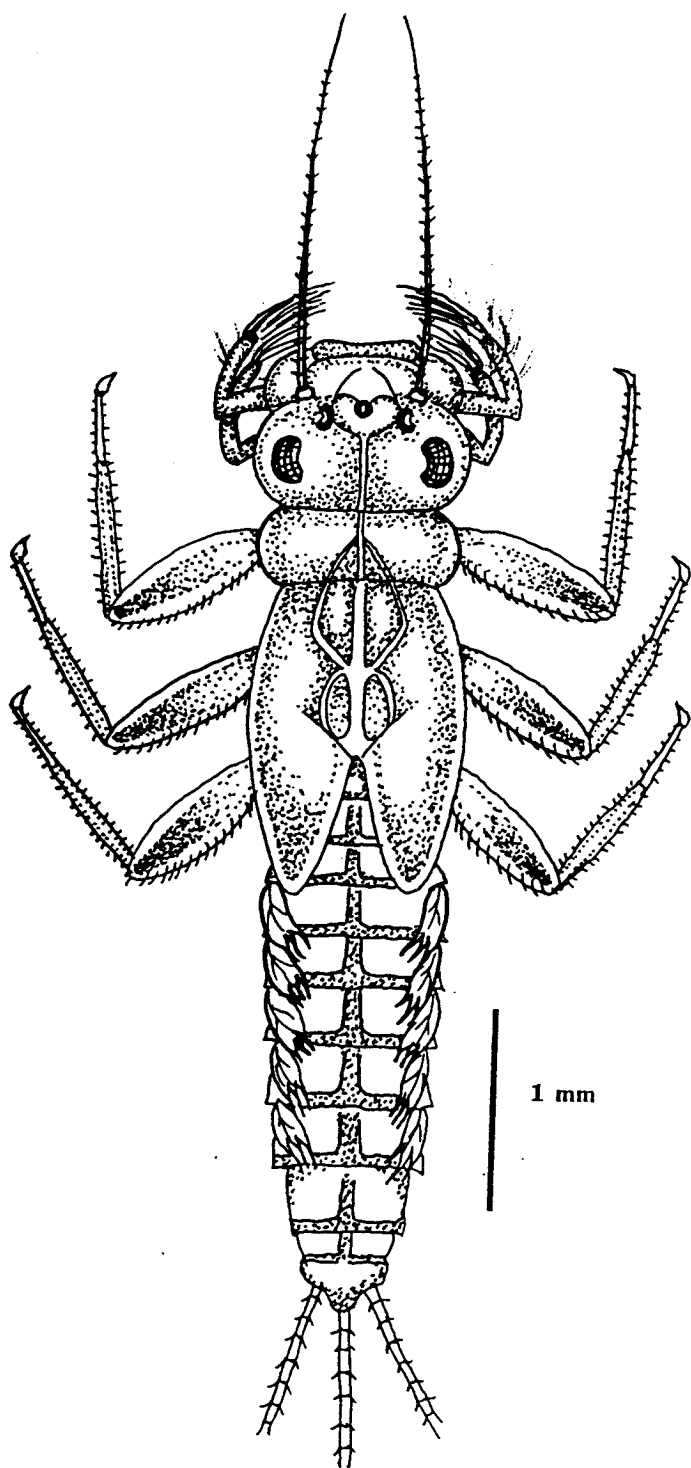


24.7



24.8

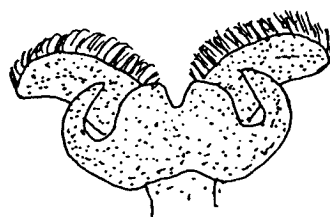
ภาพที่ 24 อวัยวะต่างๆของตัวเต็มวัย *Choroterpides* sp.; 24.1 ปีกคู่หน้า 24.2 ปีกคู่หลัง
24.3 ปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมีย (ด้าน ventral) 24.4 เล็บ 24.5 genitalia (ด้าน
ventral) 24.6 ขาคู่หน้า 24.7 ขาคู่กลาง 24.8 ขาคู่หลัง



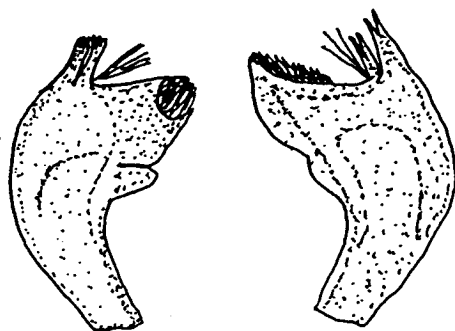
25.1



25.2



25.3



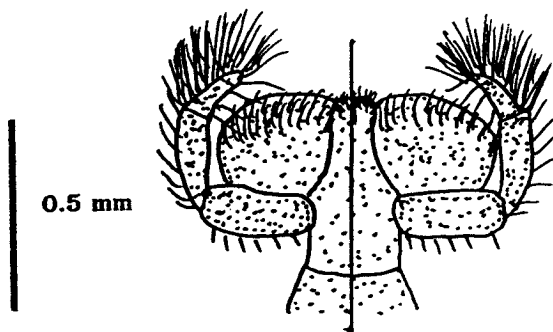
25.4

0.5 mm

ภาพที่ 25 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว *Choroterpides* sp.; 25.1 ลักษณะตัวอ่อน (ด้าน dorsal) 25.2 labrum
25.3 hypopharynx 25.4 mandible

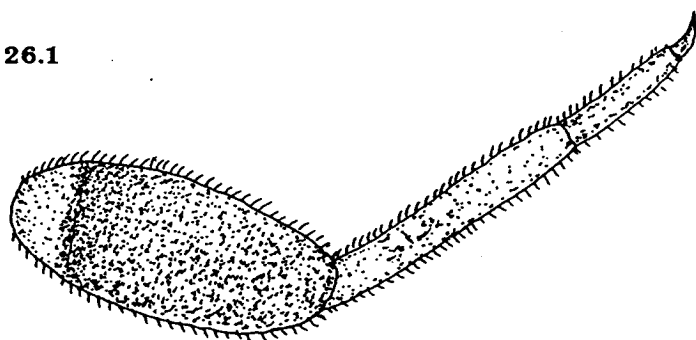


26.1



26.2

0.5 mm



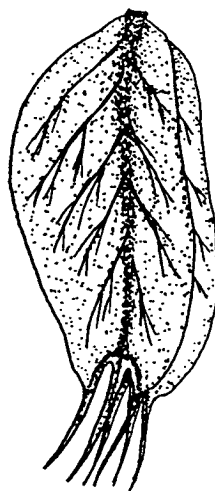
26.3

0.5 mm



26.4

0.5 mm



26.5

0.5 mm

ภาพที่ 26 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Choroterpides* sp.; 26.1 maxillary palp 26.2 labium
26.3 ชาคู้หน้า 26.4 เล็บ 26.5 เหนืออกคู้ที่ 2-7

แมลงชีปะขาวสกุล *Cryptopenella* sp.

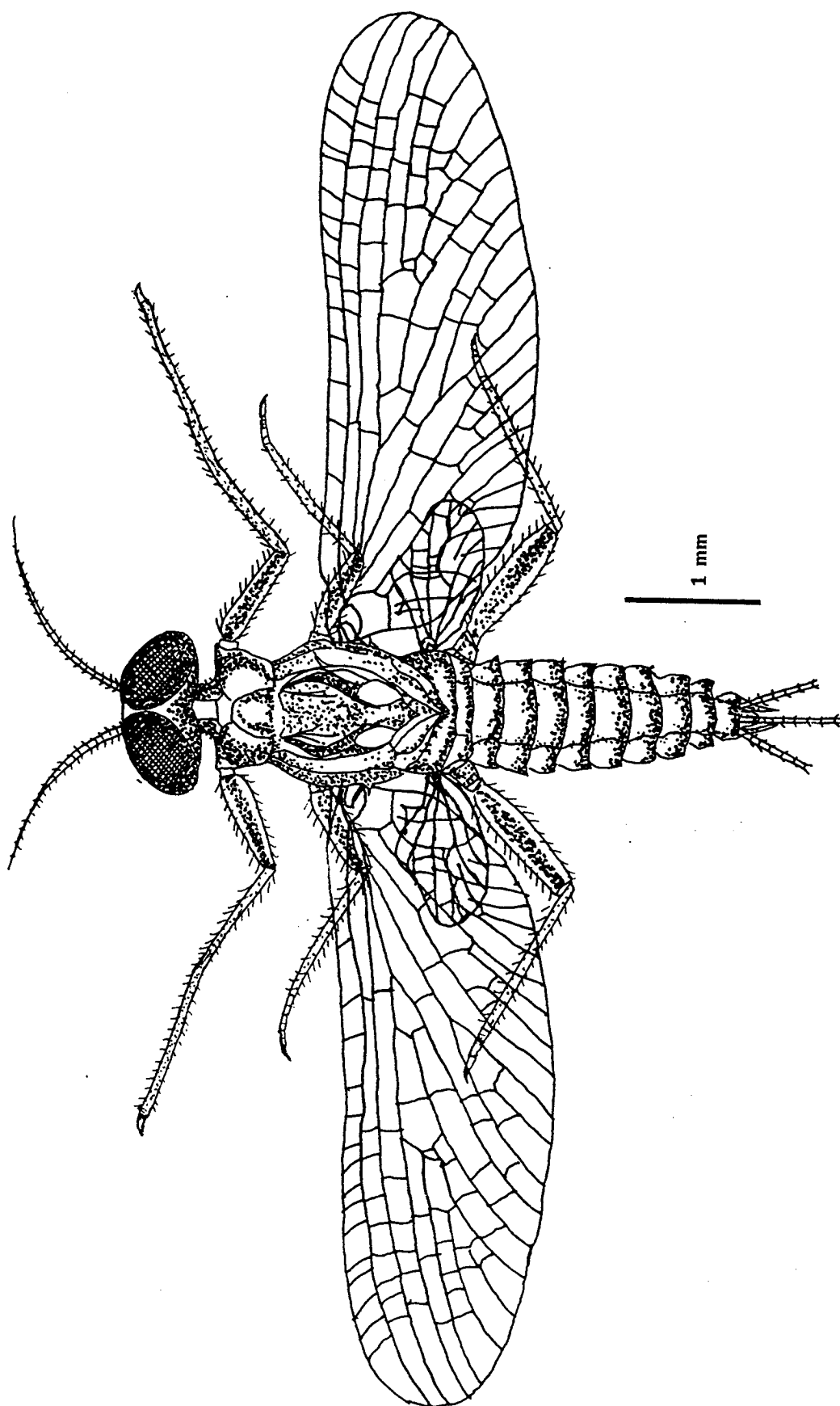
ในการศึกษาครั้งนี้พบแมลงชีปะขาวสกุล *Cryptopenella* 1 ชนิด และสามารถเชื่อมโยงระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้โดยการเลี้ยงตัวอ่อนระยะสุดท้ายให้เจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ในห้องปฏิบัติการ

สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย (imago)

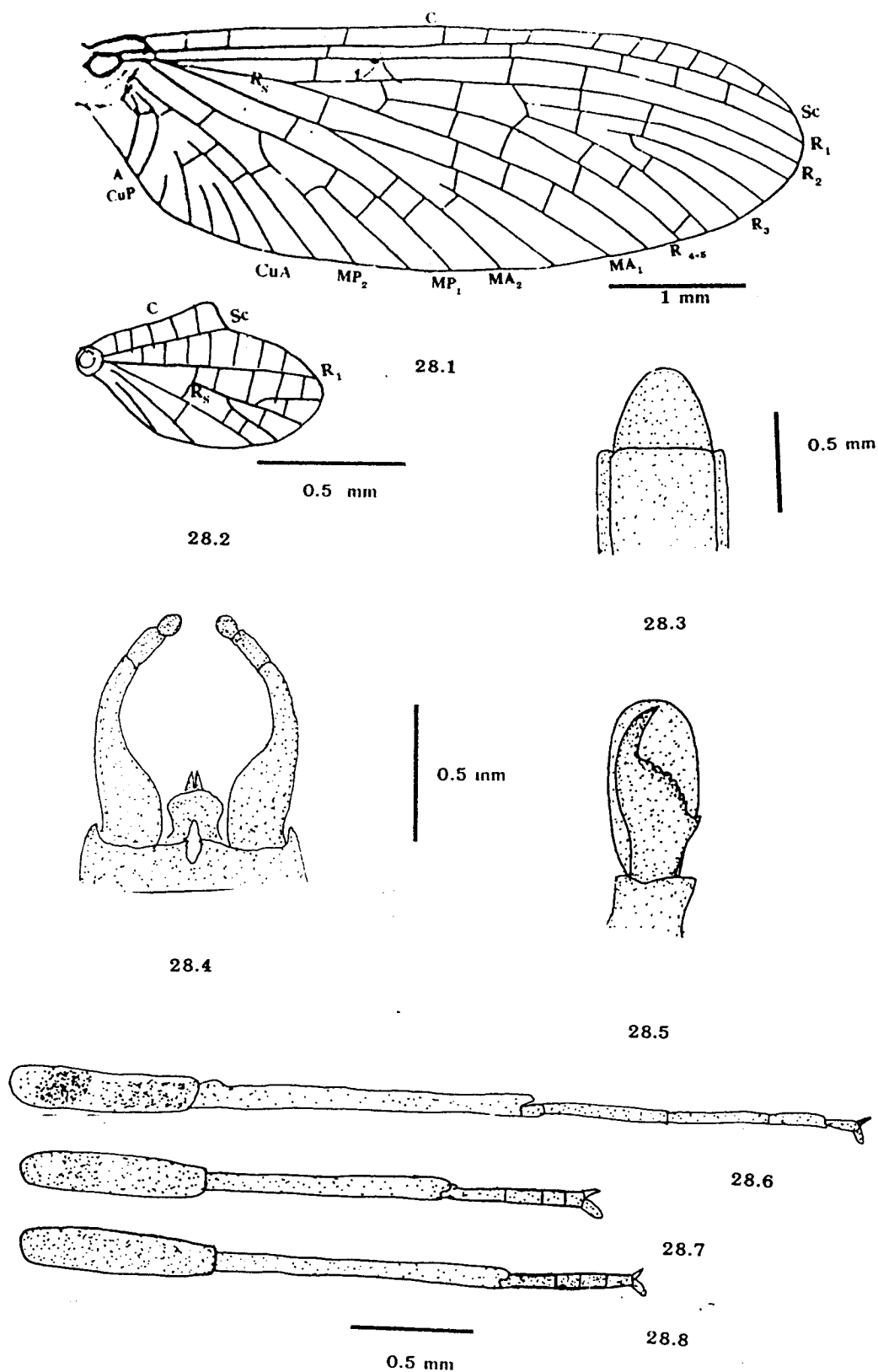
เพศผู้ (n=6) ลำตัวยาว 4.00 ± 0.12 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 4.50 ± 0.02 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 1.00 ± 0.03 มิลลิเมตร เพศเมีย (n=8) ลำตัวยาว 4.90 ± 0.15 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 5.30 ± 0.13 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว $.096 \pm 0.05$ มิลลิเมตร หัว สีนํ้าตาล turbinate eyes ในเพศผู้มีรูปร่างค่อนข้างรี มีสีเหลืองอมนํ้าตาล ตาล่างมีสีดำ ออก scutellum ของ prothorax และ mesothorax มีเม็ดสีนํ้าตาลเข้มเป็นลวดลาย และมีบางบริเวณเป็นสีขาว บริเวณด้านข้างเป็นร่องและมีสีนํ้าตาล (ภาพที่ 27) ปีก ปีกคู่หน้า เส้น R_s แยกออกเป็นคู่คล้ายล้อมบริเวณ 1 ใน 4 ของความยาวทั้งหมด เส้น MA แยกเป็นคู่ใกล้ส่วนฐานมากกว่า $1/2$ ของความยาวทั้งหมด เส้น MA_1 เชื่อมกับเส้น MA_2 แบบสมมาตร เส้น Rs และ เส้น MP แยกเป็นคู่บริเวณใกล้กัน เส้น MP_2 เชื่อมกับ MP_1 แบบไม่สมมาตร เส้น cross vein บริเวณ Cu มีน้อย (ภาพที่ 28.1) ปีกคู่หลัง เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมโค้งกลมตรงจุดใกล้ส่วนฐานมากกว่า $1/2$ ของความยาวปีก (ภาพที่ 27.2) ขา มีสีนํ้าตาลเข้มเป็นจุดอยู่บริเวณผิวหน้าของ femur อัตราส่วนของขาหน้าเพศผู้ระหว่าง tibia: femur: tarsi 1: tarsi 2: tarsi 3: tarsi 4: tarsi 5 มีค่า $0.63: 1 (1.60 \text{ มม.}): 0.08: 0.25: 0.24: 0.16: 0.09$ (ภาพที่ 28.6-28.8) เล็บ ต่างกัน claw มีรอยหยักที่ใหญ่ตรงส่วนฐานมากกว่าปลาย เรียงไม่เป็นระเบียบ claw อีกอันหนึ่งลักษณะคล้ายแผ่น (ภาพที่ 28.5) ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 มีเม็ดสีนํ้าตาลเป็นลวดลายอยู่ด้านข้างและตรงกลางของปล้องท้อง (ภาพที่ 27) ส่วนปลายปล้องท้องที่ 9 ของตัวเมียด้าน ventral ยื่นยาวตรงปลายไม่แบ่งเป็นร่อง (ภาพที่ 28.3) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้มี forceps ยาว แบ่งเป็น 3 ปล้อง ส่วนฐานกว้าง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 penis อยู่เป็นคู่เรียวยาว แต่มองเห็นสั้นๆเป็นท่อน เพราะมีแผ่นของปล้องท้องที่ 9 ยื่นยาวออกมาบังไว้ยกเว้นส่วนปลาย ทาง มีสีนํ้าตาล ยาว 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (mature nymph)

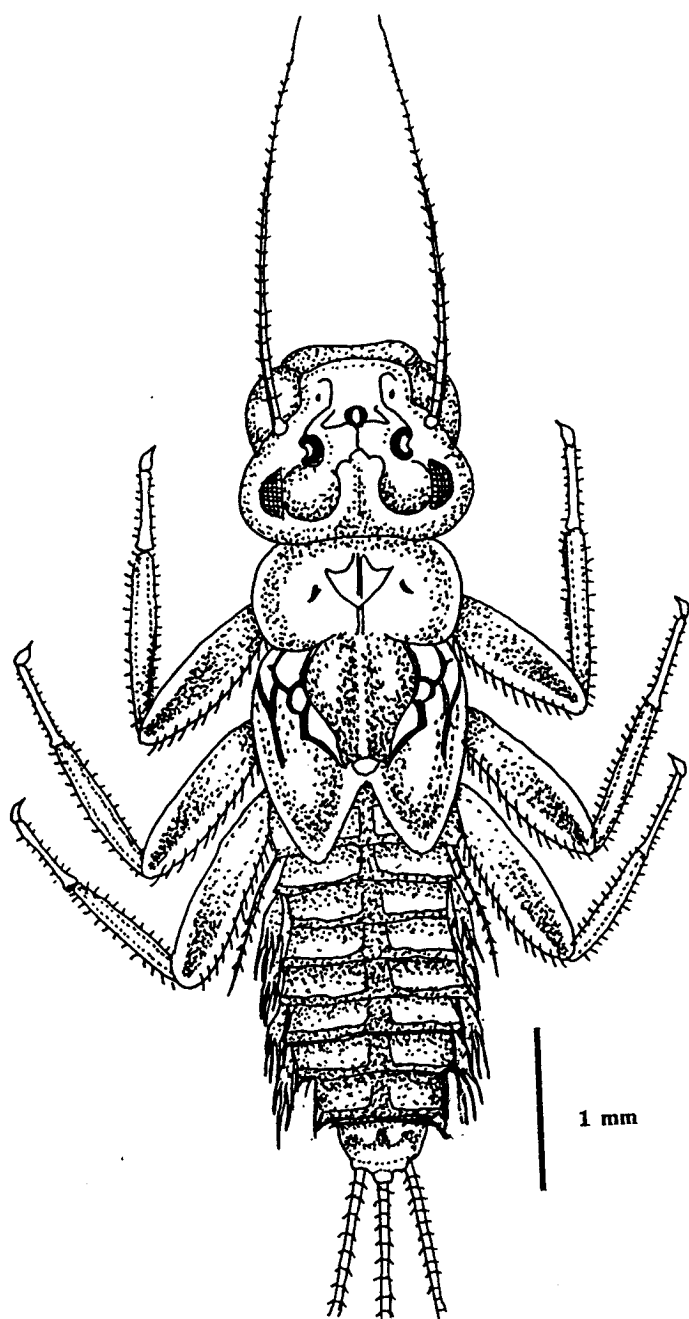
หัว หัวมีสีนํ้าตาลเข้ม หนวดยาว 2 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้มี turbinate eyes รูปร่างกลมสีนํ้าตาลเข้ม (ภาพที่ 29.1) ปาก labrum มีขนาดเล็กๆเรียงเป็นแถวอยู่ด้านหน้า ปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องตื้นๆมีขนาดเล็กๆอยู่ตามขอบด้านข้าง (ภาพที่ 29.2) hypopharynx เจริญดีเห็นชัดเจน (ภาพที่ 29.3) maxillary palp ปล้องที่ 2 ยาวมากกว่าปล้องที่ 1 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 ยาว $1/2$ ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงขอบด้านข้าง และตรงปลาย (ภาพที่ 29.4) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 37.2 labium ปล้องที่ 2 ยาวมากกว่าปล้องที่ 1 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 ยาว $1/2$ ของปล้องที่ 2 มีขนยาวอยู่ด้านข้าง paraglossae แบ่งแบบสมมาตร (ภาพที่ 29.4) ออก scutellum ของ pronotum มีสีจาง scutellum ของ mesonotum และ metanotum มีสีนํ้าตาลเข้ม และมีบางส่วนสีจางๆเป็นลวดลายอยู่ด้านบน และสีนํ้าตาลเข้มอยู่ตรงร่อง (ภาพที่ 30.1) ขา ขาคู่หน้ามีจุดสีนํ้าตาลเข้มเป็นลวดลายอยู่บนผิวด้านหน้า femur (ภาพที่ 30.3) ส่วนปลายของเล็บมีขนาดใหญ่ยื่นยาวและมีรอยหยักที่เจริญดี รอยหยักมีขนาดไม่เท่ากันและเรียงไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 30.5) ท้อง โดยทั่วไปมีสีนํ้าตาลและมีสีนํ้าตาลเข้มเป็นลวดลายบริเวณด้านบนของปล้องท้องที่ 1-10 (ภาพที่ 29.1) ปล้องท้องที่ 9 มี spine ยื่นยาวมากกว่าปล้องอื่นๆ (ภาพที่ 30.4) เหนืออกคู่ที่ 1 เรียวยาวมีขนอยู่ตรงปลาย เหนืออกคู่ที่ 2-7 มีลักษณะคล้ายใบไม้ตรงปลายแบ่งเป็น 3 แฉกๆตรงกลางยาวกว่าแฉกด้านข้างเล็กน้อย เหนืออกมีอยู่ 2 แผ่นขนาดเกือบเท่ากันเป็นคู่ประกบกัน (ภาพที่ 30.5 -30.7) ทาง มีสีนํ้าตาลยาว 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



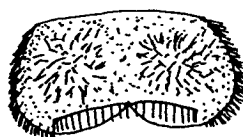
ภาพที่ 27 ลักษณะตัวเต็มวัยเพชฌฆาตของแมลงชีปะขาว *Cryptopenella* sp. (ด้าน dorsal)



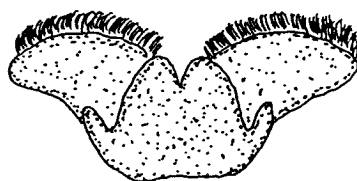
ภาพที่ 28 อวัยวะต่างๆของตัวเต็มวัย *Cryptopenella* sp.; 28.1 ปีกคู่หน้า 28.2 ปีกคู่หลัง
 28.3 ปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมีย (ด้าน ventral) 28.4 genitalia (ด้าน ventral) 28.5 เล็บ
 28.6 ขาคู่หน้า 28.7 ขาคู่กลาง 28.8 ขาคู่หลัง



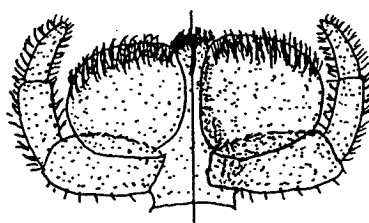
29.1



29.2



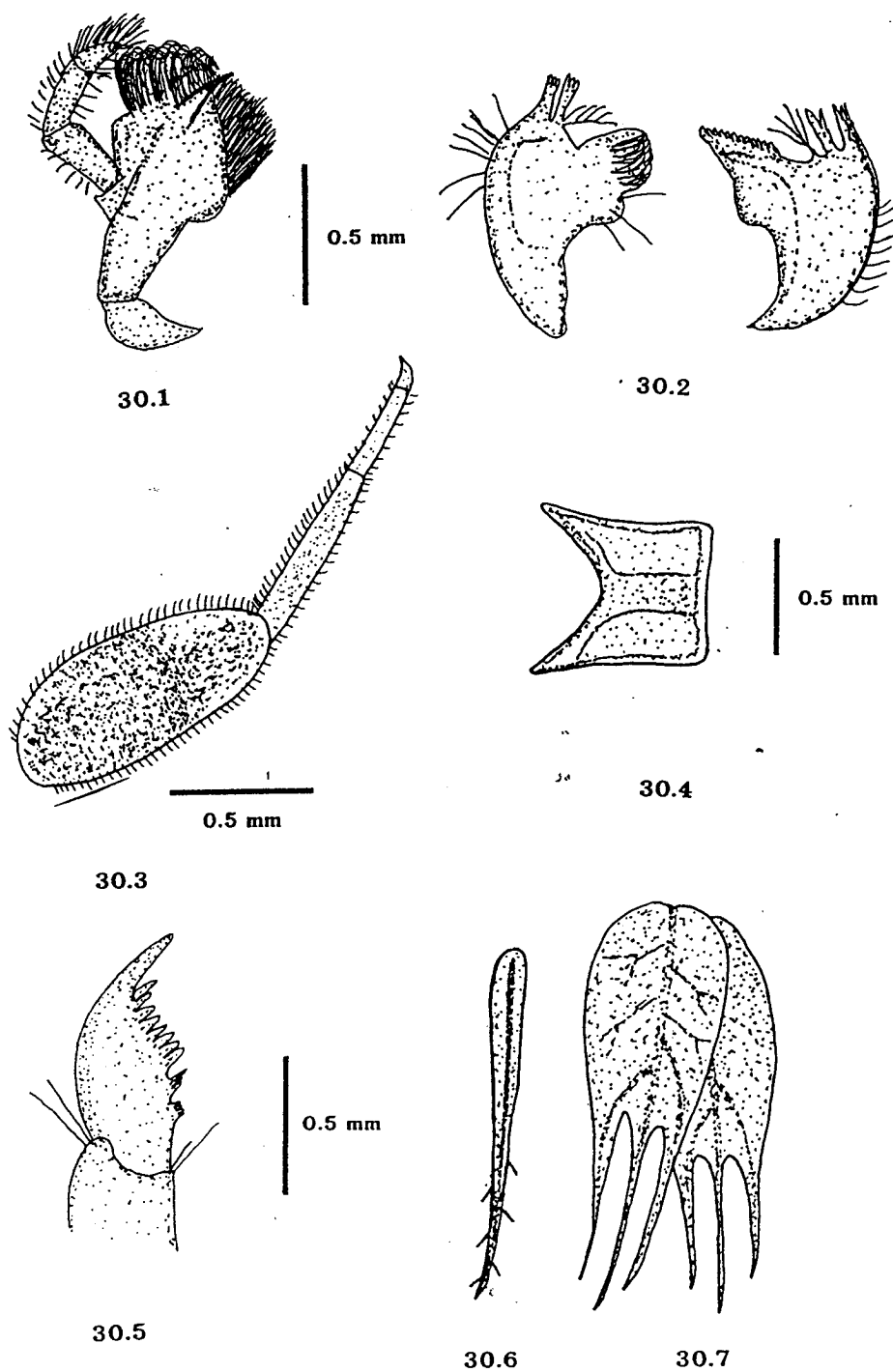
29.3



29.4

0.5 mm

ภาพที่ 29 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงซีปะขาว *Cryptopenella* sp.; 29.1 ตัวอ่อน (ด้าน dorsal)
 29.2 labrum 29.3 hypopharynx 29.4 labium



ภาพที่ 30 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงซีปะขาว *Cryptopenella* sp. ; 30.1 maxillary palp
 30.2 mandible 30.3 ขาคู่หน้า 30.4 หนามแหลมที่ปล้องท้องที่ 9 (ด้าน lateral) 30.5 เล็บ
 30.6 เหนืออกคู่ที่ 1 30.7 เหนืออกคู่ที่ 2-7

แมลงชีปะขาวสกุล *Habrophlebiodes*

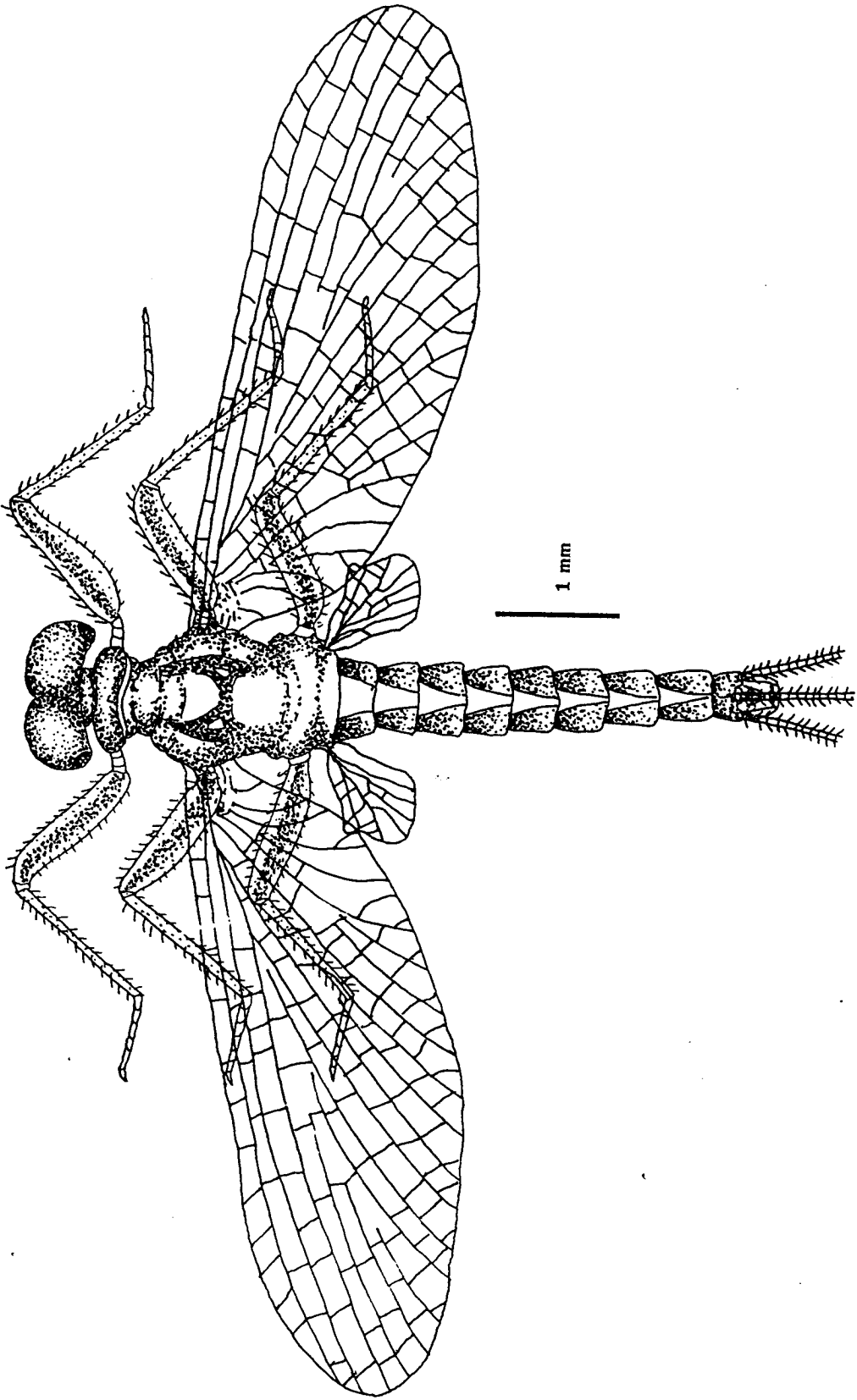
ในการศึกษาครั้งนี้พบตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาวสกุล *Habrophlebiodes* เพียง 1 ชนิด และพบตัวเต็มวัยเพศผู้ และเพศเมียที่สมบูรณ์เพียง 1 ตัว

สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย (imago)

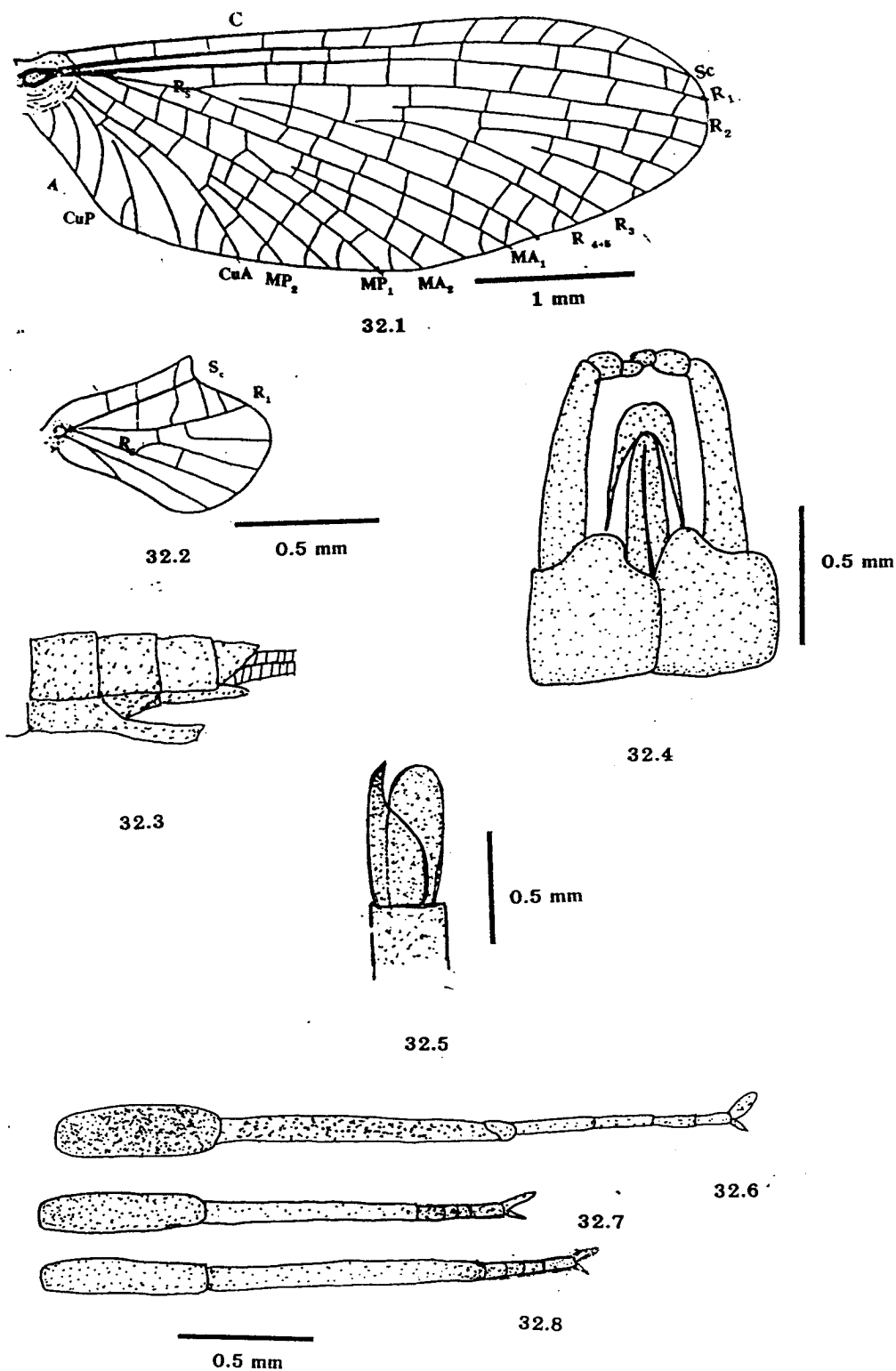
เพศผู้ (ลำตัวยาว 4.25 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 4.78 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 0.75 มิลลิเมตร

เพศเมีย ลำตัวยาว 3.92 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 4.50 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 0.70 มิลลิเมตร

หัว ในเพศผู้เมื่อมองจากด้านบนเห็น turbinate eyes ขนาดใหญ่ มีรูปร่างคล้ายรูปถั่ว และมีสีเหลือง ตาล่างสีดำ อยู่ชิดกัน compound eyes ของเพศเมียอยู่ห่างกัน 3 เท่าของความยาวหัว ออก scutellum ของ prothorax และ mesothorax มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายและมีบางบริเวณเป็นสีขาว บริเวณด้านข้างเป็นร่องและมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 31) ปีก ปีกคู่หน้า เส้น R_1 แยกออกเป็นคู่คล้ายล้อมบริเวณใกล้ส่วนฐานของปีก เส้น MA แยกเป็นคู่ ใกล้บริเวณส่วนฐานน้อยกว่า $1/2$ ของความยาวทั้งหมด เส้น MA_1 เชื่อมกับเส้น MA_2 แบบไม่สมมาตร เส้น Rs แยกเป็นคู่บริเวณใกล้ส่วนฐานปีกมากกว่าเส้น MA เส้น MP_2 เชื่อมกับ MP_1 ด้วยเส้น crossvein บริเวณใกล้ส่วนฐานมากกว่า $1/2$ ของความยาวปีก เส้น cross vein บริเวณ Cu มีน้อย (ภาพที่ 32.1) ปีกคู่หลัง เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมไม่ค่อยแหลมตรงจุดใกล้ส่วนปลายของปีก เส้น cross vein มีน้อย (ภาพที่ 32.2) ขามีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นจุดอยู่บริเวณผิวหน้าของ femur และ tibia อัตราส่วนของขาหน้าเพศผู้ระหว่าง tibia: femur: tarsi 1: tarsi 2: tarsi 3: tarsi 4: tarsi 5 มีค่า 0.55: 1 (1.80 มม.): 0.06: 0.31: 0.24: 0.17: 0.06 ขาคู่หน้ายาวมากกว่าขาคู่หลัง และ ขาคู่กลาง ตามลำดับ (ภาพที่ 32.6-32.8) เล็บ ต่างกันส่วนที่ยื่นยาว ตรงปลายยื่นยาว มีรอยหยักขนาดใหญ่ตรงส่วนฐานมากกว่าปลาย claw อีกอันหนึ่งลักษณะคล้ายแผ่น (ภาพที่ 32.5) ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 มีเม็ดสีเหลืองน้ำตาลเป็นลวดลายอยู่ด้านข้างของปล้องท้อง (ภาพที่ 31) ส่วนปลายปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมียด้าน ventral ยื่นยาว และตรงปลายเป็น ovipositor (ภาพที่ 32.3) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้มี forceps ยาว แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 มาก penis อยู่เป็นคู่เรียวยาว มีแผ่นเยื่อยาวๆคลุมตรงส่วนปลายเอาไว้ (ภาพที่ 32.4) หาง หางมีสีน้ำตาล ยาว 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



ภาพที่ 31 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Habrophlebiodes* sp. (ด้าน dorsal)



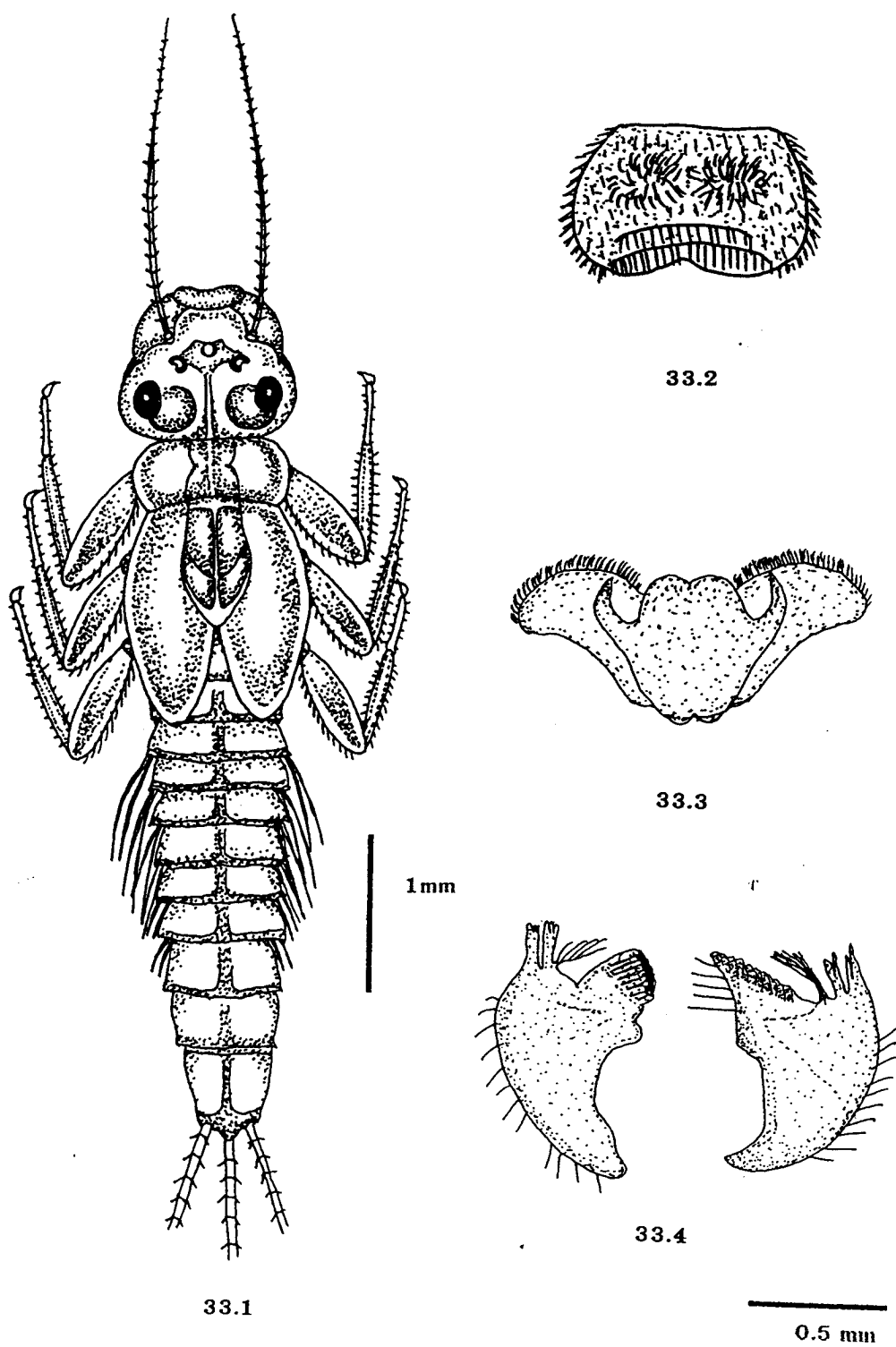
ภาพที่ 32 อวัยวะต่างๆของตัวเต็มวัย *Habrophlebiodes* sp.; 32.1 ปีกคู่หน้า 32.2 ปีกคู่หลัง
 32.3 ปล้องท้องที่ 9 ของเพศเมียยื่นออกมาเป็นที่รองรับไข่ (oviduct) (ด้าน lateral)
 32.4 genitalia(ด้าน ventral) 32.5 เล็บ 32.6 ขาคู่หน้า 32.7 ขาคู่กลาง
 32.8 ขาคู่หลัง

แมลงชีปะขาวสกุล *Isca*

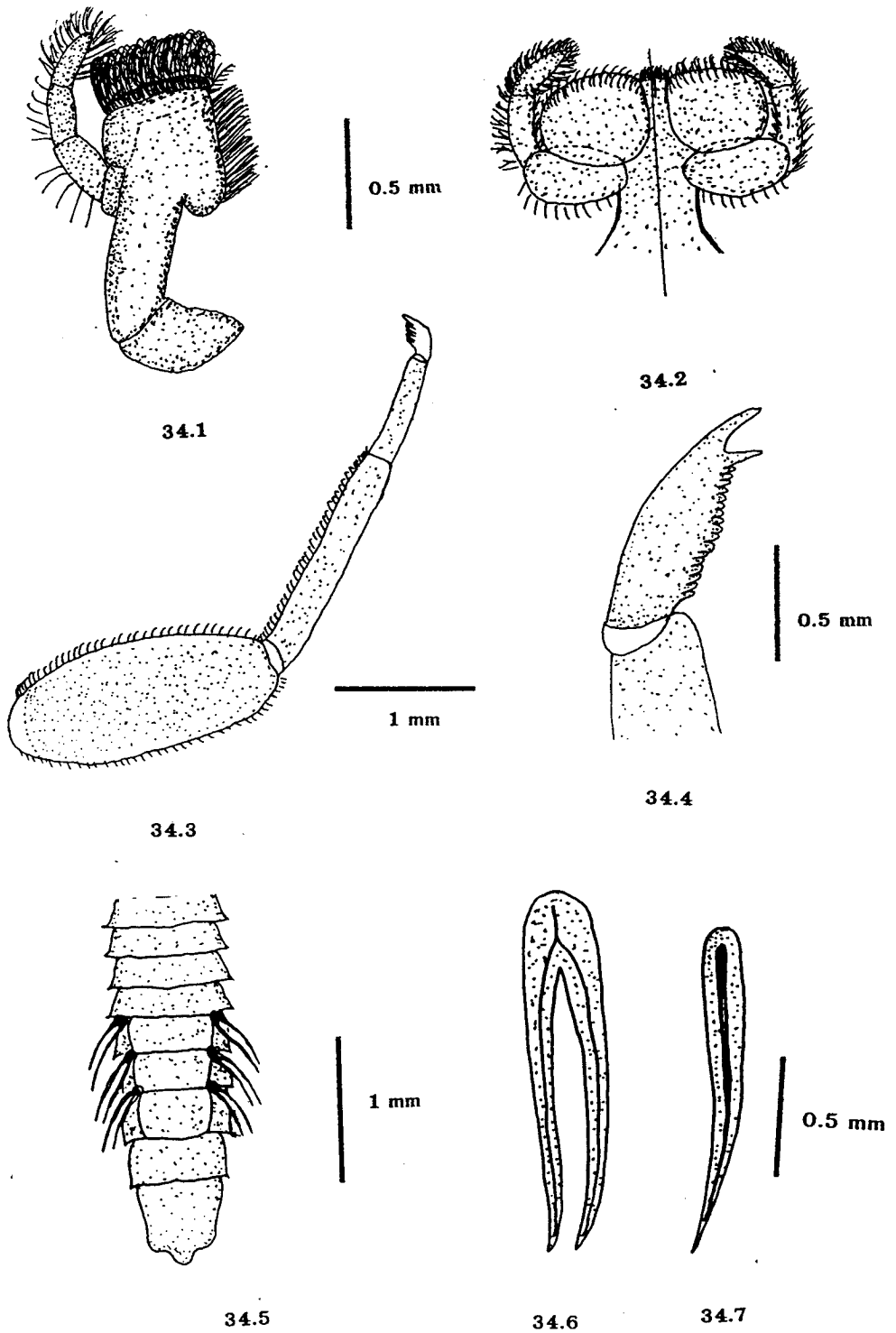
ในการศึกษาค้างนี้พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสกุล *Isca* เพียง 1 ชนิด ที่ห้วยพรมแล้ง

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (mature nymph)

หัว หัวมีสีเหลืองสว่าง (light yellow) หนวดยาว 2.5 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้ turbinate eyes รูปร่างกลม มีสีเหลืองอมน้ำตาล (ภาพที่ 33.1) ปาก labrum ค่อนข้างกลมมีขนเล็กๆเรียงเป็นแถว อยู่บริเวณด้านหน้าบริเวณปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องสั้นๆมีขนเล็กๆอยู่ด้านข้างและส่วนปลายของริมฝีปากบน (ภาพที่ 33.2) hypopharynx เจริญดีดังภาพ 33.3 maxillary palp แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 2 ยาวมากกว่าปล้องที่ 1 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 ยาว $1/2$ ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงด้านข้าง และตรงปลาย (ภาพที่ 34.1) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 33.4 labium ปล้องที่ 2 ยาวเท่ากันกับปล้องที่ 1 ปล้องที่ 3 สั้นกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อยมีขนสั้นๆอยู่ด้านข้าง paraglossae แบ่งแบบสมมาตร ดังภาพที่ 34.2 อก scutellum ของ pronotum และ mesonotum มีสีน้ำตาลเข้ม และมีบางส่วนสีจางๆเป็นลวดลายอยู่ด้านบน และสีน้ำตาลเข้มอยู่ตรงร่อง มองเห็นตุ่มปีกที่เจริญเต็มที่มองเห็นลักษณะเส้นปีกเป็นลวดลายจางๆ (ภาพที่ 33.1) ขา ขาคู่หน้ามีจุดสีเหลืองอมน้ำตาลเป็นลวดลายอยู่บนผิวด้านหน้า femur และ tibia (ภาพที่ 34.3) ส่วนปลายของเล็บมีขนาดใหญ่แบ่งออกเป็น 2 แฉก และมีรอยหยักที่เจริญดี รอยหยักมีขนาดไม่เท่ากันและเรียงไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 34.4) ท้อง โดยทั่วไปมีสีเหลืองและมีสีเหลืองอมส้มเป็นลวดลายบริเวณด้านขอบของปล้องท้องที่ 1-10 (ภาพที่ 33.1) เหนืออก คู่ที่ 1-5 อยู่บริเวณตำแหน่งด้านข้างของปล้องท้อง ในขณะที่เหนืออกคู่ที่ 5-7 อยู่บริเวณด้านท้อง (ภาพที่ 34.5) เหนืออกคู่ที่ 2-6 เป็นแผ่นตอนปลายเว้าลึกแบ่งเป็น 2 แฉกมองเห็น tracheae ที่ไม่แตกแขนงได้ชัดเจน (ภาพที่ 34.6) เหนืออกคู่ที่ 7 เรียวสั้นไม่แบ่งเป็นแฉกดังภาพที่ 34.7 หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



ภาพที่ 33 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว *Isca* sp.; 33.1 ลักษณะตัวอ่อน (ด้าน dorsal) 33.2 labrum
33.3 hypopharynx 33.4 mandible



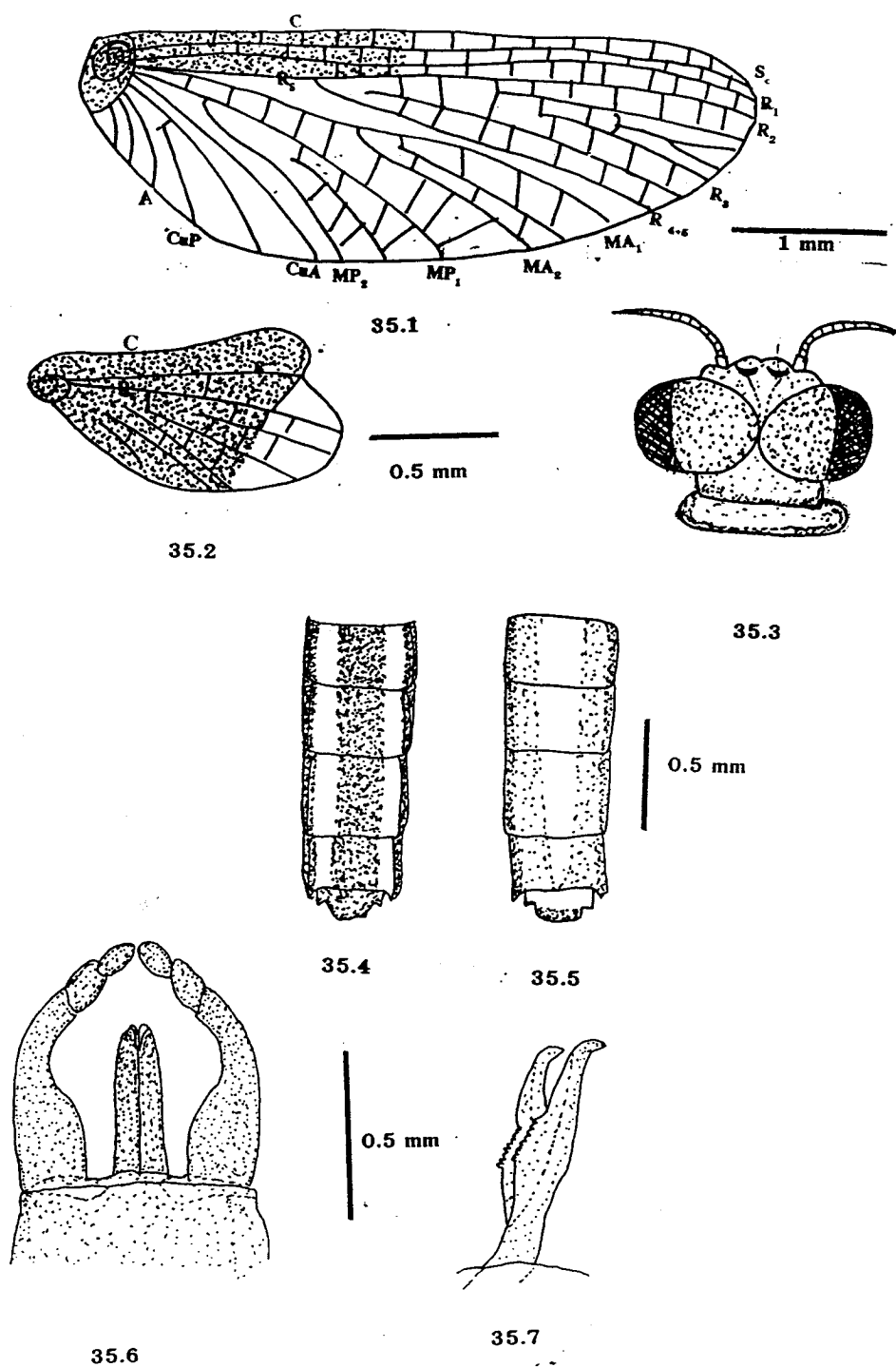
ภาพที่ 34 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Isca* sp. ; 34.1 maxillary palp 34.2 labium
 34.3 ขาคู่หน้า 34.5 ตำแหน่งของเหงือกคู่ที่ 5-7 ที่อยู่ด้านท้องของลำตัว (ด้าน ventral)
 34.6 เหงือกคู่ที่ 1 34.7 เหงือกคู่ที่ 2-7

แมลงชีปะขาวสกุล *Simothraul*

ในการศึกษาครั้งนี้พบแมลงชีปะขาววงศ์นี้เพียง 1 ชนิด คือ *Simothraul seminiger* และพบเฉพาะตัวเต็มวัยที่ไม่ค่อยสมบูรณ์ โดยพบตัวเต็มวัยเพศผู้ที่สมบูรณ์พบเพียง 1 ตัว

สัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัย (imago)

เพศผู้ ลำตัวยาว 5.50 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 6.50 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 1.35 มิลลิเมตร หัว เพศผู้เมื่อมองจากด้านบนเห็น turbinate eyes ขนาดใหญ่ รูปร่างกลมรีสีเหลือง ตาล่างสีดำอยู่ชิดกัน (ภาพที่ 35.3) ปีก ปีกคู่หน้า เส้น R_s แยกออกเป็นคู่คล้ายส้อมมากกว่า $1/4$ ของความยาวปีก เส้น MA แยกเป็นคู่ใกล้บริเวณ $1/2$ ของความยาวทั้งหมด เส้น MA_1 เชื่อมกับเส้น MA_2 แบบสมมาตร เส้น MA แยกเป็นคู่บริเวณใกล้ส่วนฐานปีกมากกว่าเส้น R_s เส้น MP_2 เชื่อมกับ MP_1 แบบสมมาตร cross vein บริเวณ Cu มีน้อยมีเม็ดสีปกคลุมบริเวณส่วนต้นของปีกดังภาพที่ 35.1 ปีกคู่หลัง เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมไม่ค่อยแหลมตรงจุดใกล้ส่วนปลายของปีก เส้น cross vein มีน้อย สีน้ำตาลแดงปกคลุมบริเวณส่วนต้นของปีกดังภาพที่ 35.2 ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 เมื่อมองจากด้านหลังมีเม็ดสีน้ำตาลแดงเป็นลวดลายอยู่ด้านข้างและตรงกลางของปล้องท้อง (ภาพที่ 35.4) และมีเม็ดสีน้ำตาลบาง ๆ เรียงอยู่ด้านข้างเมื่อมองด้านท้อง (ภาพที่ 35.5) อวัยวะสืบพันธุ์ เพศผู้มี forceps ยาว แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 มาก penis อยู่เป็นคู่เรียวยาวตรงปลายมีลักษณะของดังภาพที่ 35.6 เมื่อมองจากด้านข้างเห็นรอยหยักไม่เรียบ (ภาพที่ 35.7) หาง สีน้ำตาลเข้ม ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



ภาพที่ 35 ตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงชีปะขาว *Simothraulius seminiger*; 35.1 ปีกคู่หน้า 35.2 ปีกคู่หลัง
 35.3 ลักษณะส่วนหัวเพศผู้ 35.4-35.5 ลักษณะสวดสายของปล้องท้อง 35.4 ด้าน dorsal
 35.5 ด้าน ventral 35.6 genitalia (ด้าน ventral) 35.7 รอยหยักบน penis เมื่อมองจาก
 ด้าน lateral

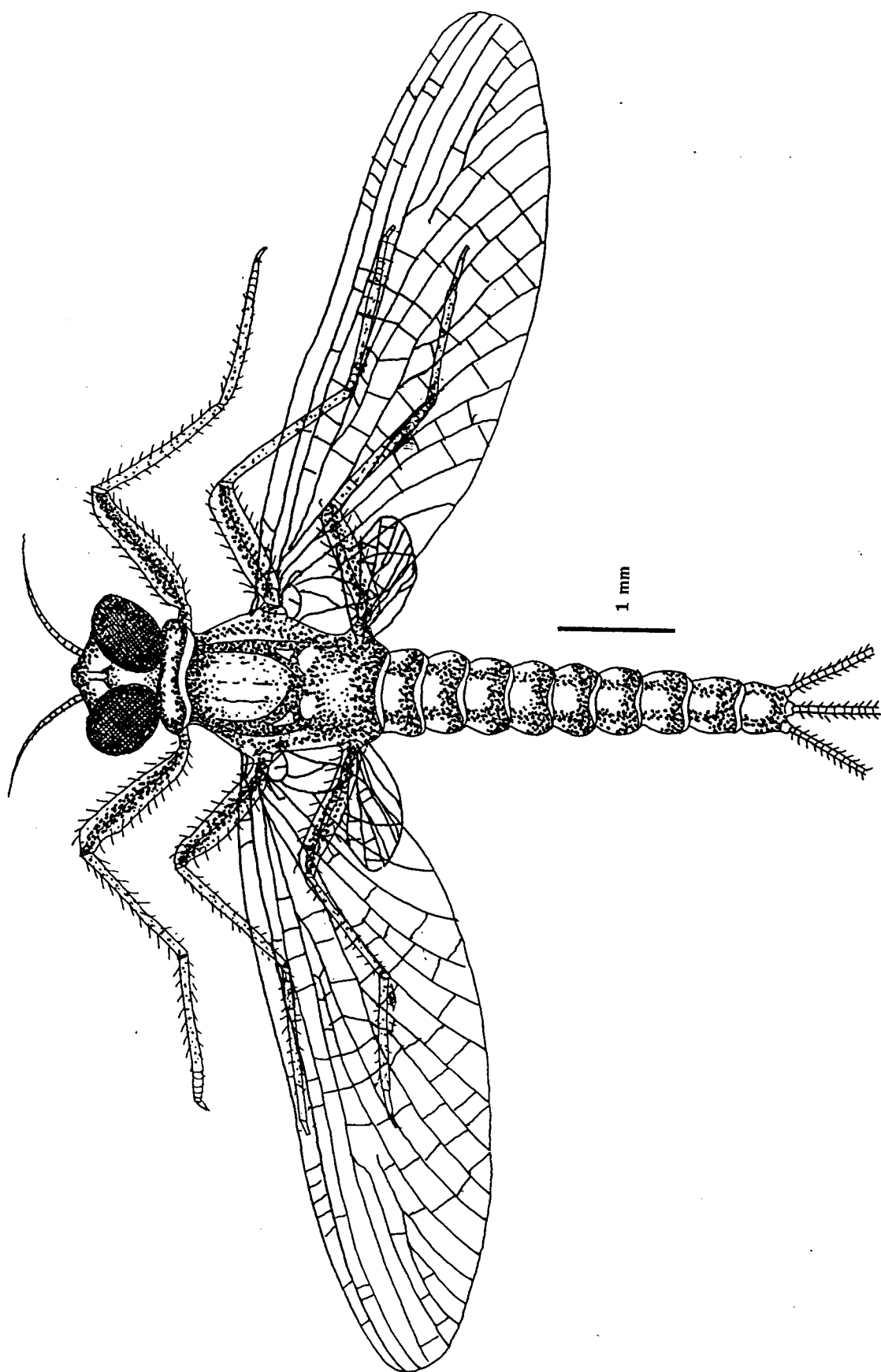
แมลงชีปะขาวสกุล *Thraulul*

พบแมลงชีปะขาวสกุล *Thraulul* ทั้งหมด 3 ชนิด คือ *Thraulul* sp. 1 พบเฉพาะตัวเต็มวัย *Thraulul* sp. 2 และ *Thraulul* sp. 3 พบเฉพาะตัวอ่อน และเนื่องจากไม่สามารถเชื่อมโยงตัวอ่อนอ่อนและตัวเต็มวัยได้ จึงไม่ทราบว่าเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในแต่ละชนิดเป็นดังนี้

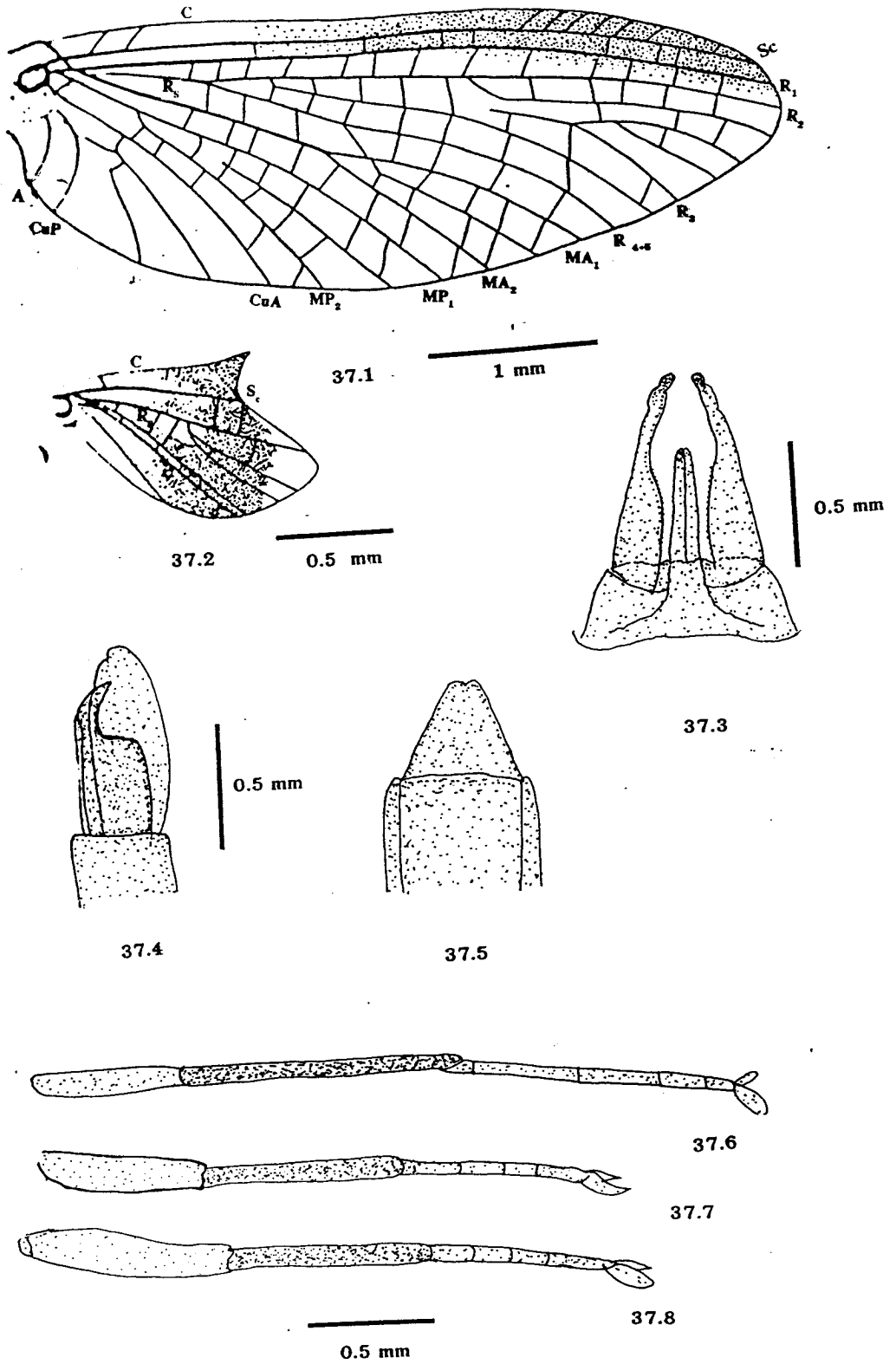
Thraulul sp. 1

สัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัย (imago)

เพศผู้ (n=5) ลำตัวยาว 5.50 ± 0.05 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 5.75 ± 0.07 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 0.75 ± 0.03 มิลลิเมตร เพศเมีย (n=7) ลำตัวยาว 6.35 ± 0.12 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ายาว 6.5 ± 0.02 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังยาว 1.00 ± 0.01 มิลลิเมตร หัว ในเพศผู้เมื่อมองจากด้านบนเห็น turbinate eyes ขนาดใหญ่ รูปร่างคล้ายรูปถั่ว สีนํ้าตาล ตาล่างสีดำอยู่ห่างกัน 0.25 มิลลิเมตร ตาประกอบของเพศเมียอยู่ห่างกัน 2.5 เท่าของความยาวหัว อก scutellum ของ prothorax และ mesothorax มีเม็ดสีนํ้าตาลเข้มเป็นลวดลายตรงขอบและตรงกลางเป็นสีขาว (ภาพที่ 36) ปีก ปีกคู่หน้า เส้น R_s แยกออกเป็นคู่คล้ายล้อมบริเวณ $1/4$ ของปีก เส้น MA แยกเป็นคู่ใกล้บริเวณ $1/2$ ของปีก เส้น MA_2 เชื่อมกับเส้น MA_1 แบบสมมาตร เส้น MP แยกเป็นคู่บริเวณ $1/4$ ใกล้ฐานปีกมากกว่า เส้น R_s เส้น MP_2 เชื่อมกับ MP_1 ไม่สมมาตร เส้น cross vein บริเวณ Cu มีน้อย มีสีนํ้าตาลปกคลุมอยู่บริเวณปลายของปีกด้านบนดังภาพที่ 37.1 ปีกคู่หลัง เจริญดี ด้านบนของปีกยื่นเป็นมุมแหลมตรงจุดใกล้ส่วนปลายของปีก เส้น cross vein มีน้อย มีเม็ดสีนํ้าตาลปกคลุมปีกยกเว้นส่วนท้ายดังภาพที่ 37.2 ขา มีสีนํ้าตาลเข้มเป็นจุดอยู่บริเวณผิวหน้าของ อัตรส่วนของขาหน้าเพศผู้ระหว่าง tibia: femur: tarsi 1: tarsi 2: tarsi 3: tarsi 4: tarsi 5 มีค่า $0.83: 1 (1.80 \text{ มม.}): 0.05: 0.30: 0.23: 0.15: 0.12$ ขาคู่หน้ายาวมากกว่าขาคู่หลัง และคู่กลาง ตามลำดับ (ภาพที่ 37.6-37.8) เล็บ ต่างกันส่วนปลายโค้งงอคล้ายตะขอ claw อีกอันหนึ่งลักษณะเป็นแผ่น (ภาพที่ 37.4) ท้อง ปล้องท้องที่ 1 ถึง 10 มีสีนํ้าตาลเป็นลวดลายอยู่ด้านข้างของปล้องท้อง (ภาพที่ 36) ส่วนปลายปล้องท้องที่ 9 ของตัวเมียด้าน ventral ยื่นยาวตรงปลายเว้าเป็นร่องตื้นๆ (ภาพที่ 37.3) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ forceps ยาว แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 1 ยาวมากกว่าปล้องที่ 2 และ 3 มาก penis อยู่เป็นคู่ เรียวยาวมองเห็นได้ชัดเจน หาง สีนํ้าตาล ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด



ภาพที่ 36 ลักษณะตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงชีปะขาว *Thraulius* sp.1 (ด้าน dorsal)



ภาพที่ 37 อวัยวะต่างๆของตัวเต็มวัย *Thraulius* sp.1; 37.1 ปีกคู่หน้า 37.2 ปีกคู่หลัง
 37.3 genitalia (ด้าน ventral) 37.4 เล็บ 37.5 ปล้องท้องที่ 9 เพศเมีย
 (ด้าน ventral) 37.6 ขาคู่หน้า 37.7 ขาคู่กลาง 37.8 ขาคู่หลัง

Thraululus sp. 2

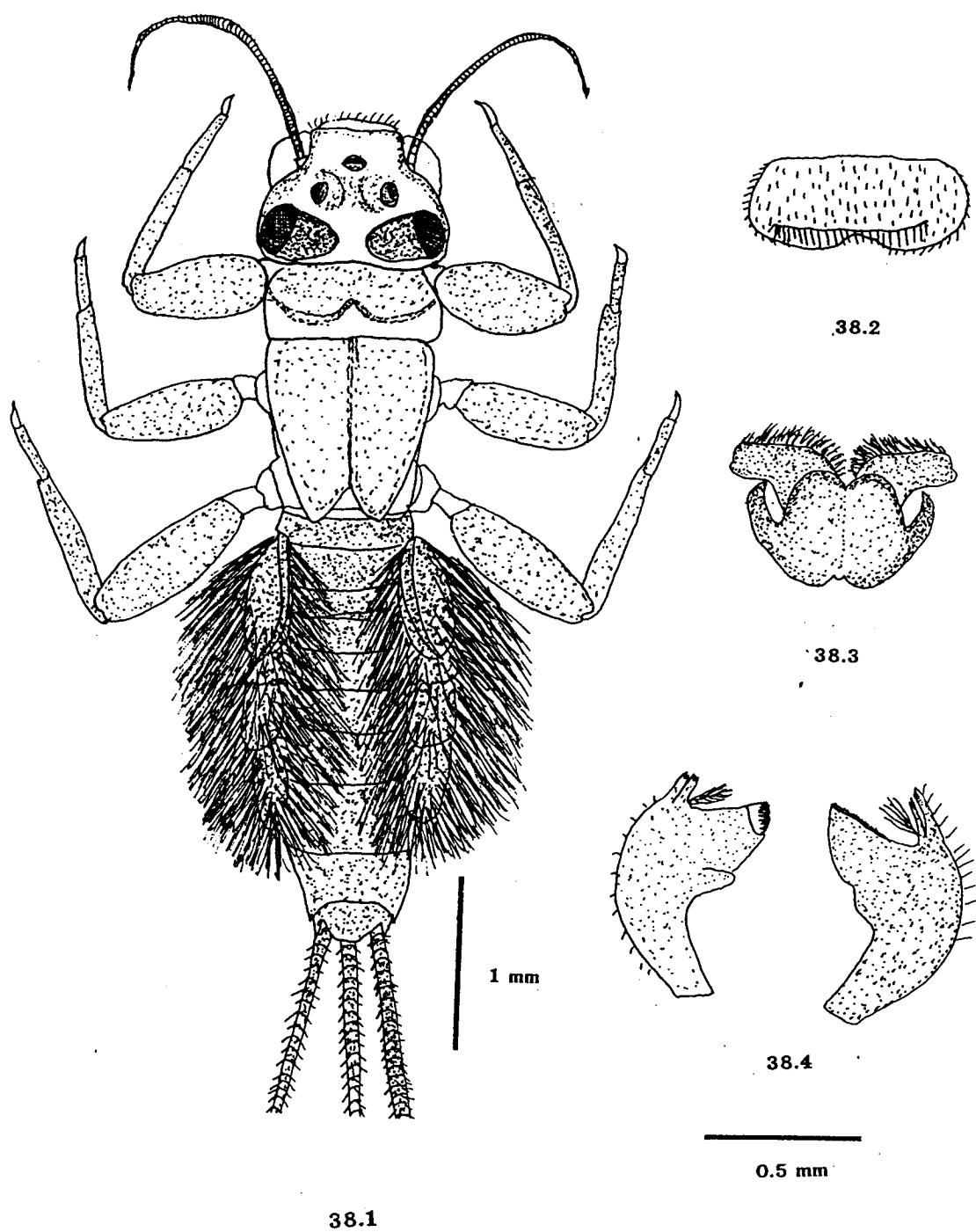
สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (mature nymph)

หัว หัวมีสีน้ำตาล หนวดยาว 1.5 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้มี turbinate eyes รูปร่างรี สีน้ำตาล (ภาพที่ 38.1) ปาก labrum กว้าง มีขนเรียงอยู่ด้านหน้า บริเวณปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องตื้นๆ ไม่สมมาตร มีขนเล็กๆ อยู่ด้านข้างและส่วนปลายของริมฝีปากบน (ภาพที่ 38.2) hypopharynx เจริญดีดังภาพ 38.3 maxillary palp แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 2 ยาวมากกว่าปล้องที่ 1 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 ยาว 1/2 ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงด้านข้าง และตรงปลาย (ภาพที่ 39.2) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 38.4 labium ปล้องที่ 1 ยาวกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 สั้นกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อย มีขนสั้นๆ อยู่ด้านข้าง paraglossae แบ่งแบบสมมาตร (ภาพที่ 39.1) อก scutellum ของ pronotum มีเม็ดสีน้ำตาลเข้มเป็นลวดลายอยู่ด้านบน mesonotum และ metanotum ถูกคลุมด้วยตุ่มปีกที่เจริญ (ภาพที่ 38.1) ขา ขาคู่หน้ามีจุดน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วไปอยู่บนผิวด้านหน้า femur และ tibia (ภาพที่ 39.4) ส่วนปลายของเล็บยื่นยาว มีรอยหยักที่เจริญดี รอยหยักมีขนาดใหญ่ขึ้นทางด้านฐานขนาดไม่เท่ากันและเรียงเป็นระเบียบ (ภาพที่ 39.3) ท้อง โดยทั่วไปมีสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วไปบนปล้องท้องที่ 1-10 (ภาพที่ 38.1) เหนืออกอยู่ด้านข้างของปล้องท้องที่ 1-7 เหนืออกคู่ที่ 1 มีลักษณะต่างกันส่วนหนึ่งเป็นแผ่นขนาดใหญ่ตรงขอบแบ่งเป็นริ้วๆ อีกส่วนเรียวยาว (ภาพที่ 39.5) เหนืออกคู่ที่ 2-7 เป็นแผ่นขนาดใหญ่ตรงขอบแบ่งเป็นริ้วๆ มีอยู่ 2 แผ่นประกบกัน (ภาพที่ 39.6) หาง มีสีน้ำตาลยาวเป็น 1.5 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวที่สุด

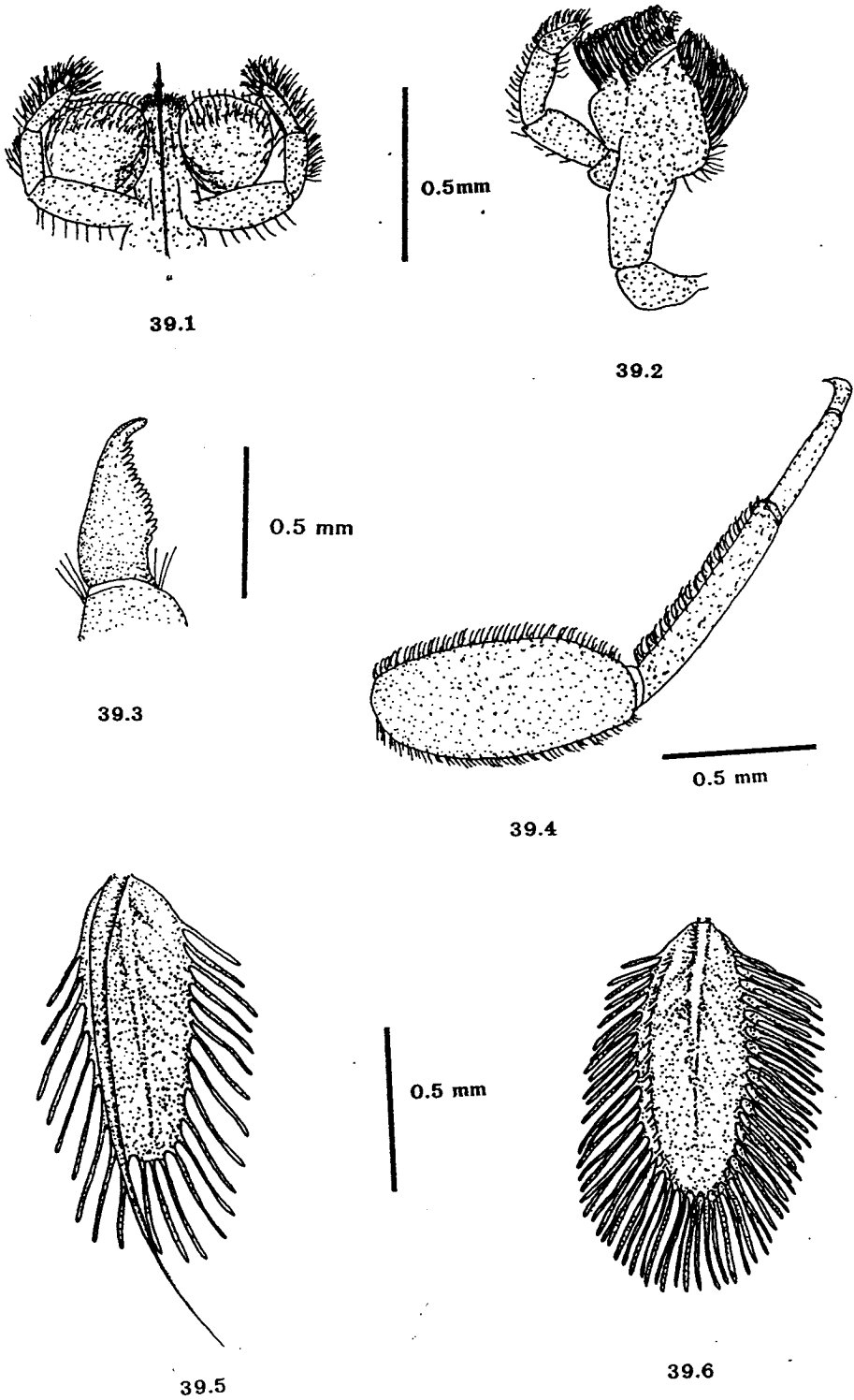
Thraululus sp. 3

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน (nymph)

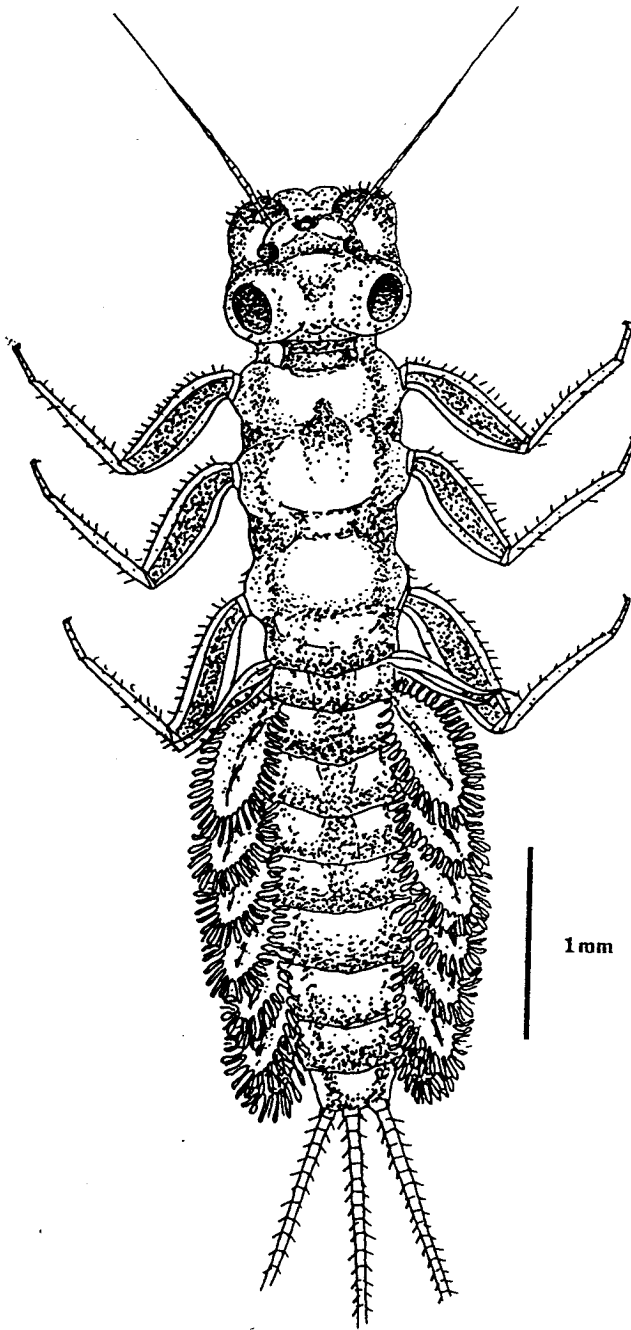
หัว หัวมีสีน้ำตาล หนวดยาว 1.5 เท่าของความยาวส่วนหัว เพศผู้มี turbinate eyes รูปร่างรี มีสีน้ำตาล (ภาพที่ 40.1) ปาก labrum ค่อนข้างกลมมีขนเรียงอยู่ด้านหน้าบริเวณปลายส่วนหน้าแยกเป็นร่องตื้นๆ ไม่สมมาตร มีขนเล็กๆ อยู่ด้านข้างและส่วนปลายของริมฝีปากบน (ภาพที่ 40.2) hypopharynx เจริญดีดังภาพ 40.3 maxillary palp แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปล้องที่ 2 ยาวมากกว่าปล้องที่ 1 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 ยาว 1/2 ของปล้องที่ 2 มีขนอยู่ตรงด้านข้าง และตรงปลาย (ภาพที่ 41.1) mandible มีลักษณะดังภาพที่ 47.4 labium ปล้องที่ 1 ยาวกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อย ปล้องที่ 3 สั้นกว่าปล้องที่ 2 เล็กน้อย มีขนสั้นๆ อยู่ด้านข้าง paraglossae แบ่งแบบสมมาตร (ภาพที่ 41.2) อก scutellum ของ pronotum mesonotum และ metanotum มีสีอ่อนจางมีจุดสีน้ำตาลอยู่ตามขอบ (ภาพที่ 40.1) ขา ขาคู่หน้ามีจุดน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วไปอยู่บนผิวด้านหน้า femur tibia และ tarsus (ภาพที่ 41.4) ส่วนปลายของเล็บยื่นยาว มีรอยหยักที่เจริญดี รอยหยักมีขนาดใหญ่ขึ้นทางด้านบน มีขนาดไม่เท่ากันและเรียงเป็นระเบียบ (ภาพที่ 41.3) ท้อง มีสีน้ำตาลเป็นเครื่องหมายอยู่ตรงกลางและตามขอบของปล้องท้องที่ 1-10 (ภาพที่ 40.1) เหนืออกอยู่ด้านข้างของปล้องท้องที่ 1 - 7 เหนืออกคู่ที่ 1 มีลักษณะเรียวยาวมี 2 แผ่นประกบกัน (ภาพที่ 41.5) เหนืออกคู่ที่ 2-7 เป็นแผ่นขนาดใหญ่ตรงขอบแบ่งเป็นริ้วๆ มีอยู่ 2 แผ่นประกบกัน (ภาพที่ 41.6) หาง มีสีน้ำตาลยาวเป็น 1.5 เท่าของความยาวลำตัว cerci ยาวมากที่สุด



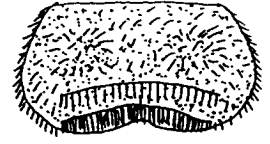
ภาพที่ 38 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงซีปะขาว *Thraululus* sp. 2; 38.1 ลักษณะตัวอ่อน (ด้าน dorsal) 38.2 labrum
38.3 hypopharynx 38.4 mandible



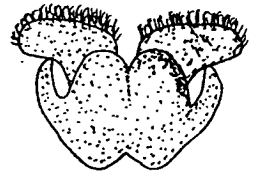
ภาพที่ 39 ตัวอ่อนเพศผู้ของแมลงซีปะขาว *Thraululus* sp. 2 ; 39.1 labium 39.2 maxillary palp
39.3 เล็บ 39.4 ขาคู่หน้า 39.5 เหนืออกคู่ที่ 1 39.6 เหนืออกคู่ที่ 2-7



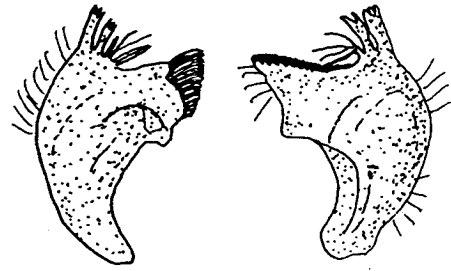
40.1



40.2



40.3



40.4

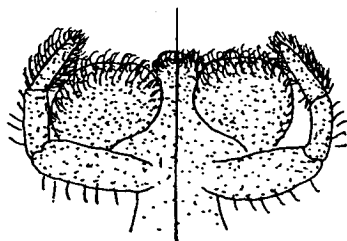
0.5 mm

ภาพที่ 40 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชิปะขาว *Thraululus* sp. 3; 40.1 ตัวอ่อน (ด้าน dorsal) 40.2 labrum
40.3 hypopharynx 40.4 mandible

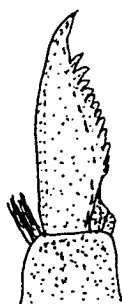


41.1

0.5 mm

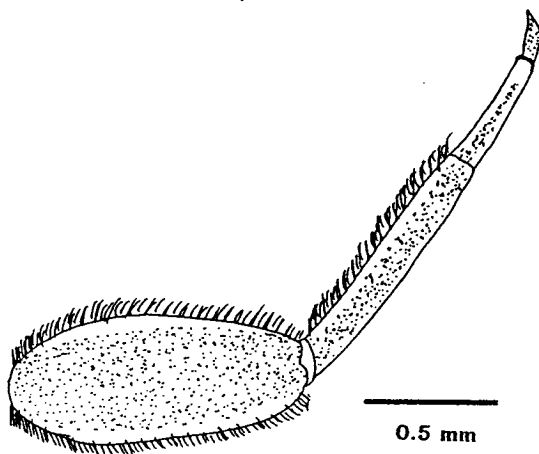


41.2



41.3

0.5 mm



41.4

0.5 mm



41.5

0.5 mm



41.6

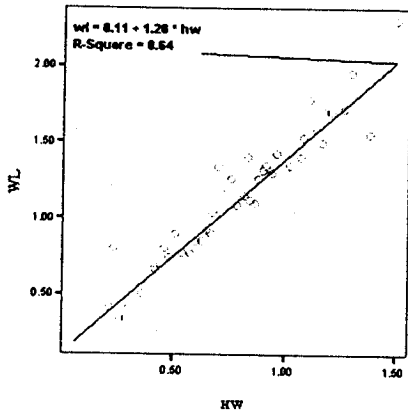
ภาพที่ 41 ตัวอ่อนเพศผู้แมลงชีปะขาว *Thraululus* sp. 3; 41.1 maxillary palp 41.2 labium
41.3 เล็บ 41.4 ขาคู่หน้า 41.5 เหนืออกคู่ที่ 1 41.6 เหนืออกคู่ที่ 2-7

4. **แบบแผนการกระจายของช่วงอายุ (age distribution pattern)**

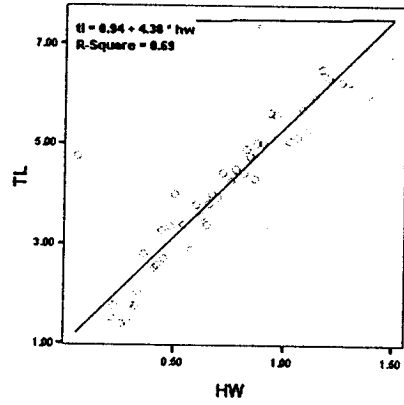
จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเดือนสิงหาคม 2541 และ 2542 เดือนกันยายน 2542 เป็นช่วงน้ำหลากไม่สามารถเข้าเก็บตัวอย่างได้ และบางเดือนที่สามารถเข้าเก็บได้แต่มีปริมาณน้ำมากซึ่งตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์นี้ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ ดังนั้นในการศึกษานี้สามารถหาแบบแผนชีวิตประวัติได้เพียง 4 ชนิดเท่านั้น คือ *Choroterpes (Euthraulius)* sp.1, *C. (E.)* sp.2, *Choroterpides* sp. และ *Cryptopenella* sp. ซึ่งทั้ง 4 ชนิดนี้พบจำนวนตัวมากและพบเกือบทั้งปี ส่วนชนิดอื่นๆ พบจำนวนน้อย และพบในบางเดือนจึงทำให้มีข้อมูลไม่เพียงพอในการนำมาหาแบบแผนชีวิตประวัติได้ ในการหา size class ได้เปรียบเทียบ 3 ลักษณะ ได้แก่ ความกว้างส่วนหัว (head width; HW) ความยาวตุ่มปีก (wingpad length; WL) และความยาวทั้งหมด (ยกเว้นหาง) (total length; TL) แต่เมื่อนำผลการวัดลักษณะดังกล่าวมาหาความถดถอย (regression) เป็นคู่ๆ พบว่าไม่มีคู่ใดที่สามารถแสดงการแยกระยะได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 42-45) ซึ่งอาจเนื่องมาจากตัวอย่างที่พบในแต่ละชนิดมีน้อยการจัดกลุ่มในแต่ละ size classes จึงไม่ชัดเจน เนื่องจากความกว้างส่วนหัวเป็นลักษณะในการวัดที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการลักษณะทั้ง 3 ประการข้างต้น (ตารางที่ 8) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ความกว้างส่วนหัวในการกำหนด size class ของตัวอ่อน และจากการวัดพบว่าตัวอ่อนทั้งเพศผู้และเพศเมียในระยะต้นๆ ไม่มีความแตกต่างกันในขนาดของส่วนหัว ดังนั้นจึงรวมข้อมูลความกว้างส่วนหัวโดยไม่แยกเพศ ขณะที่ตัวอ่อนระยะสุดท้ายพบว่าทั้งสองเพศมีขนาดความกว้างส่วนหัวแตกต่างกันมากเนื่องจากเพศผู้มีตาบวมที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวเมีย ดังนั้นจึงแยกข้อมูลของตัวอ่อนระยะสุดท้ายตามเพศ

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้างส่วนหัว (HW) ความยาวตุ่มปีก (WL) และความยาวทั้งตัว (TL) ของแมลงชีปะขาวทั้ง 4 ชนิด (r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ p ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

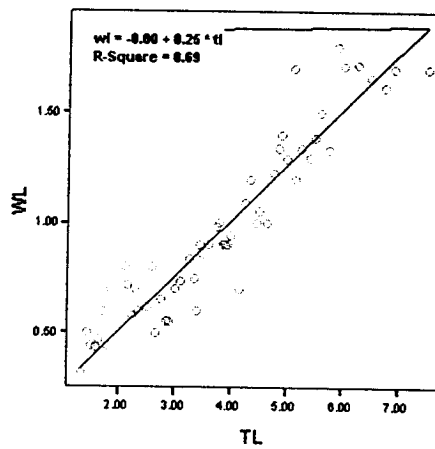
ชนิด	HW x WL		HW x TL		WL x TL	
<i>Choroterpes (Euthraulius)</i> sp. 1	$r = 0.798$	$p < 0.05$	$r = 0.829$	$p < 0.05$	$r = 0.833$	$p < 0.05$
<i>Choroterpes (Euthraulius)</i> sp. 2	$r = 0.782$	$p < 0.05$	$r = 0.870$	$p < 0.05$	$r = 0.852$	$p < 0.05$
<i>Choroterpides</i> sp.	$r = 0.803$	$p < 0.05$	$r = 0.942$	$p < 0.05$	$r = 0.839$	$p < 0.05$
<i>Cryptopenella</i> sp.	$r = 0.776$	$p < 0.05$	$r = 0.956$	$p < 0.05$	$r = 0.803$	$p < 0.05$



4 2 . 1



4 2 . 2

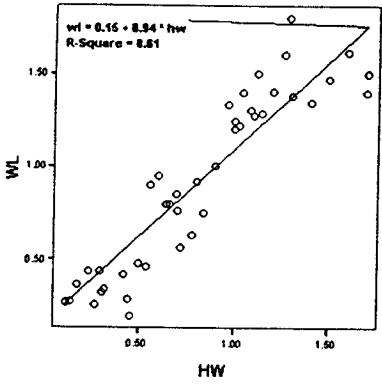


42.3

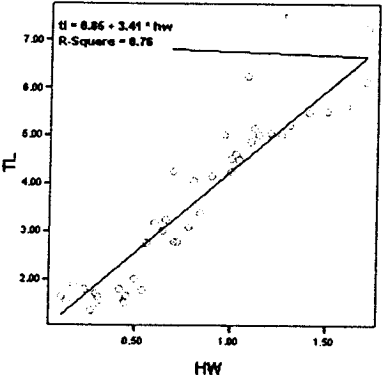
ภาพที่ 42 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 1

42.1 HW X WL 42.2 HW X TL 42.3 WL X TL

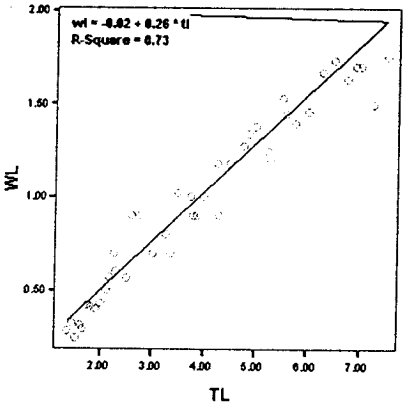
(HW = ความกว้างส่วนหัว WL = ความยาวตมปาก TL = ความยาวทั้งหมด)



43.1



43.2

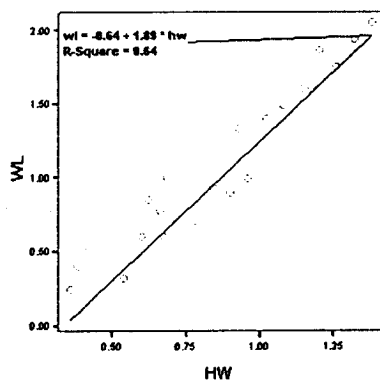


43.3

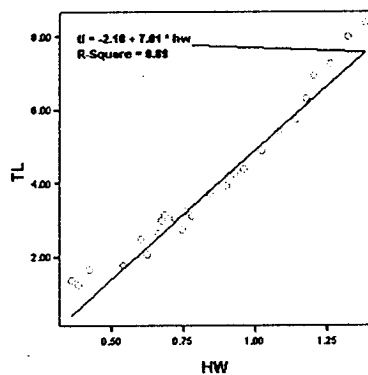
ภาพที่ 43 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ *Choroterpes (Euthraulius)* sp. 2

43.1 HW X WL 43.2 HW X TL 43.3 WL X TL

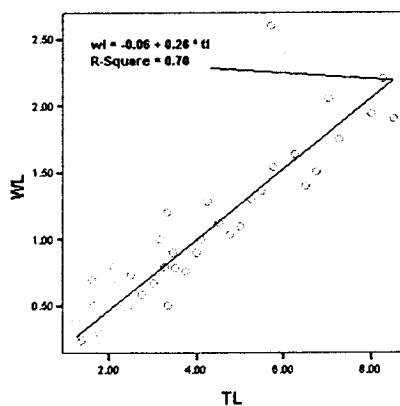
(HW = ความกว้างส่วนหัว WL = ความยาวตุ่มปีก TL = ความยาวทั้งหมด)



44.1



44.2

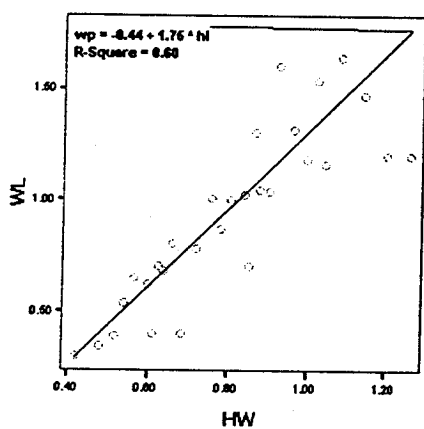


44.3

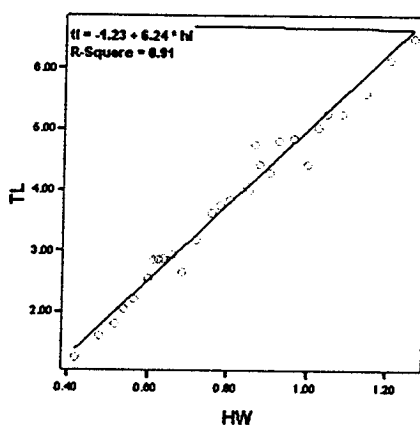
ภาพที่ 44 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ *Choroterpides* sp.

44.1 HW X WL 44.2 HW X TL 44.3 TL X WL

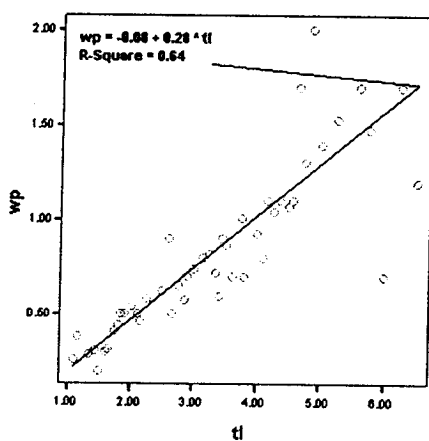
(HW = ความกว้างส่วนหัว WL = ความยาวตุ่มปาก TL = ความยาวทั้งหมด)



45.2



45.3



45.3

ภาพที่ 45 สหสัมพันธ์ถดถอย (regression) ระหว่างตัววัดการเจริญของ *Cryptopenella* sp.

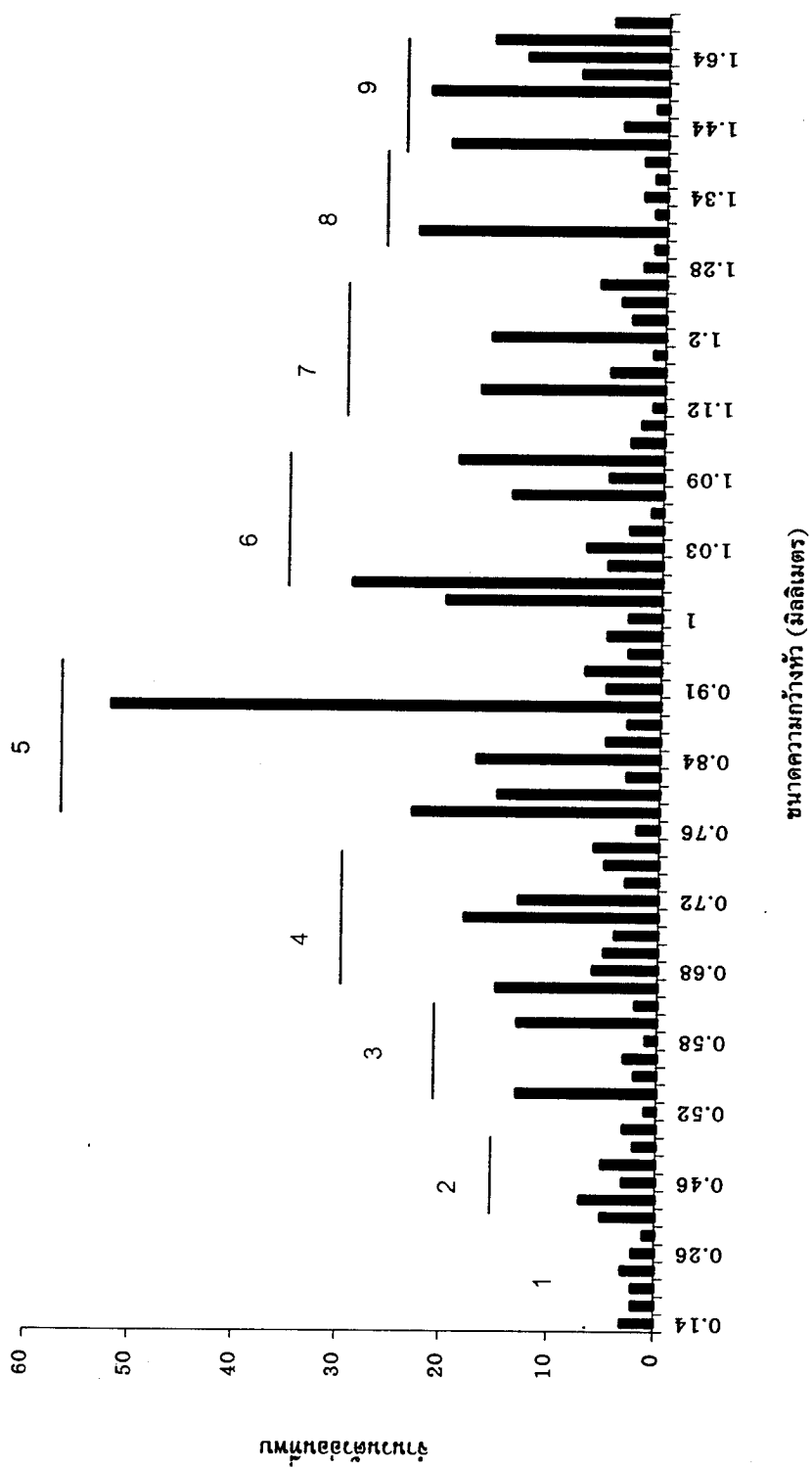
45.1 HW X WL 45.2 HW X TL 45.3 TL X WL

(HW = ความกว้างส่วนหัว WL = ความยาวตม้ปีก TL = ความยาวทั้งหมด)

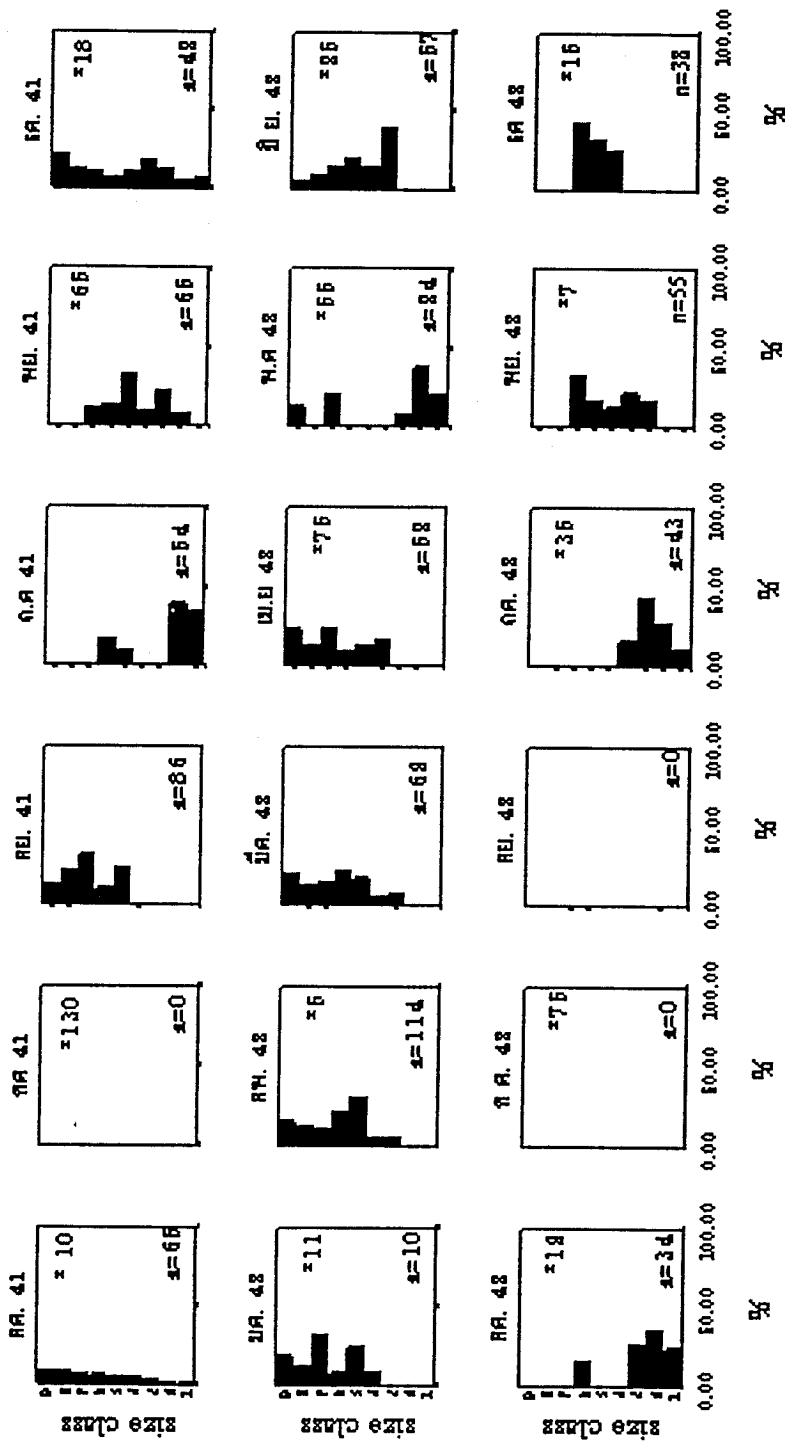
Choroterpes (Euthraulus) sp.1 พบตัวอ่อนในทุกเดือนที่เก็บตัวอย่าง สามารถแบ่งได้ทั้งหมด 9 size classes (ภาพที่ 46) โดยในแต่ละ size class สามารถแบ่งขนาดความกว้างส่วนหัวได้ดังตารางที่ 9 ตัวอ่อนระยะสุดท้ายของเพศผู้มีขนาดความกว้างส่วนหัวโดยเฉลี่ย 1.64 ± 0.03 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.85 ± 0.01 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 6.50 ± 0.03 มิลลิเมตร ขณะที่เพศเมียมีขนาดความกว้างส่วนหัวโดยเฉลี่ย 1.59 ± 0.20 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.75 ± 0.14 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 6.25 ± 0.20 มิลลิเมตร โดยตัวอ่อน size class ที่ 9 พบจำนวนตัวมากที่สุด (253 ตัว) รองลงมาเป็น size class ที่ 7 (191 ตัว) เมื่อดูการกระจายอายุในแต่ละเดือนพบว่ามีชีวิตแบบ non-seasonal แต่ระบุไม่ได้ว่ามีกี่รุ่นต่อปี ตัวเต็มวัยพบเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือน กันยายน และ พฤศจิกายน 2541 พฤษภาคม 2542 (ภาพที่ 47)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) ของความกว้างส่วนหัว ในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus) sp.1*

Size class	ค่าเฉลี่ยของความกว้างส่วนหัว (Mean $\pm$ SD)	จำนวนที่พบ (ตัว)	จำนวนที่พบ (%)
1	0.21 $\pm$ 0.07	6	0.68
2	0.39 $\pm$ 0.04	8	1.01
3	0.53 $\pm$ 0.03	19	2.14
4	0.69 $\pm$ 0.04	47	5.29
5	0.87 $\pm$ 0.05	171	19.24
6	1.02 $\pm$ 0.02	108	12.15
7	1.20 $\pm$ 0.03	191	21.49
8	1.34 $\pm$ 0.04	85	9.56
9			
- male	1.64 $\pm$ 0.25	48	5.40
- female	1.59 $\pm$ 0.20	205	23.06



ภาพที่ 46 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus) sp.1* จากตัวอ่อนจำนวน 888 ตัว

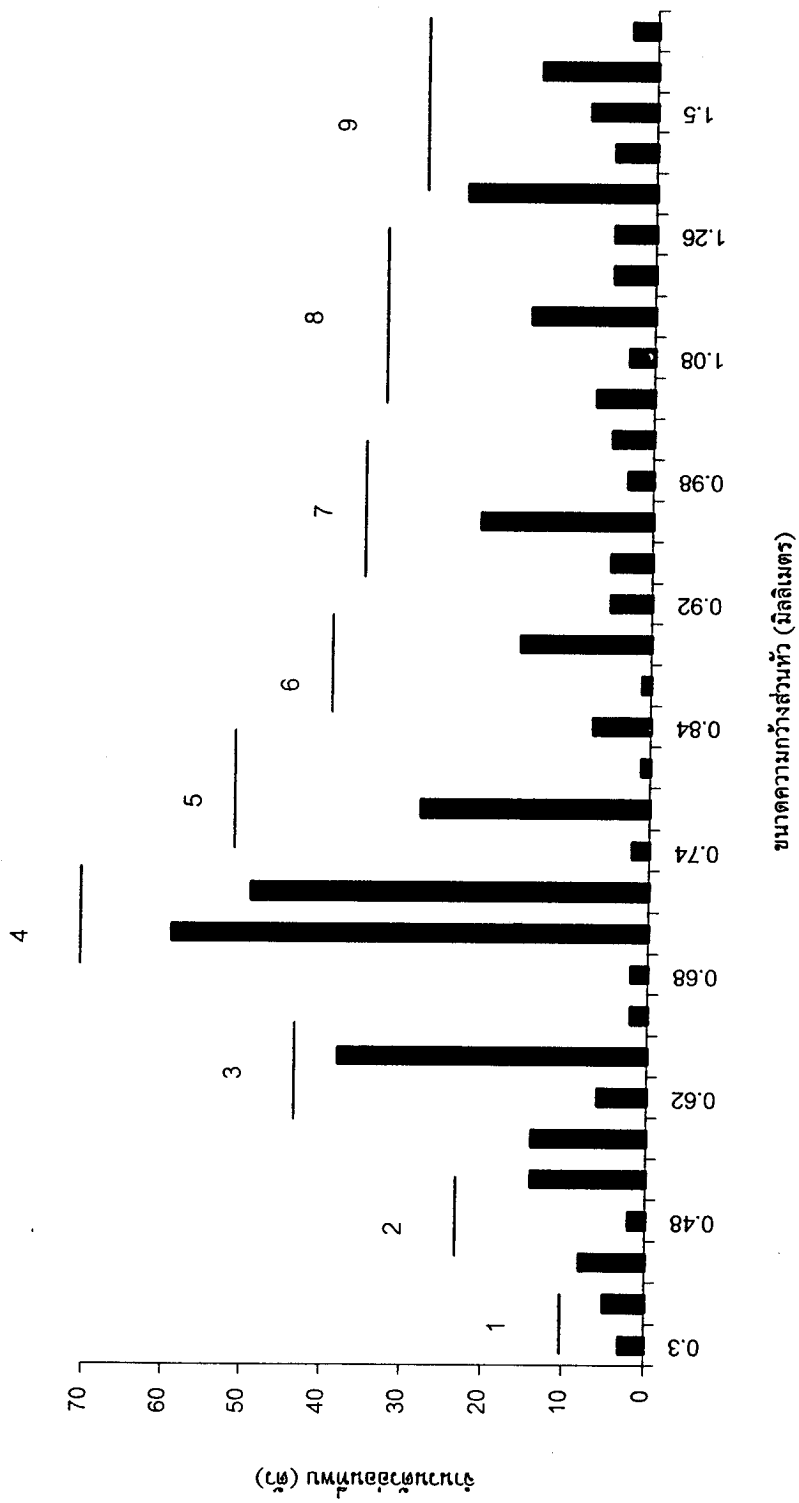


ภาพที่ 47 ร้อยละการกระจายของตัวอ่อน และจำนวนตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละเดือนของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus) sp.1* (9 size classes) หมายถึง n = จำนวนตัวอ่อนที่พบทั้งหมด * = จำนวนตัวเต็มวัยที่พบ เดือนสิงหาคม 2541 และ 2542 น้ำหนักเก็บตัวอย่างไม่ได้และไม่พบตัวเต็มวัย

Choroterpes (Euthraulius) sp.2 สามารถแบ่งตัวอ่อนได้ทั้งหมด 9 size classes (ภาพที่ 48) โดยในแต่ละ size class สามารถแบ่งขนาดความกว้างหัวได้ดังตารางที่ 10 ตัวอ่อนระยะสุดท้ายของเพศผู้มีขนาดความกว้างหัวเฉลี่ย 1.49 ± 0.02 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.86 ± 0.28 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 6.44 ± 0.85 มิลลิเมตร ส่วนเพศเมียมีขนาดความกว้างหัวเฉลี่ย 1.45 ± 0.04 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.51 ± 0.07 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 5.73 ± 0.76 มิลลิเมตร โดยตัวอ่อน size class ที่ 8 พบจำนวนตัวมากที่สุด (75 ตัว) รองลงมาเป็น size class ที่ 6 (60 ตัว) และ 7 (55 ตัว) ตามลำดับ เมื่อดูการกระจายช่วงอายุในแต่ละเดือนพบว่าตัวอ่อนมีชีวประวัติแบบ non-seasonal เนื่องจากในแต่ละเดือนพบตัวอ่อนหลาย size class ตัวเต็มวัยบินในช่วงเดือน เมษายน พฤษภาคม กันยายน ตุลาคม และเดือน พฤศจิกายน (ภาพที่ 49) แต่ไม่สามารถระบุได้ว่ามีกี่รุ่นต่อปี

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ความกว้างส่วนหัวในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulius) sp.2*

size class	ค่าเฉลี่ยของความกว้างส่วนหัว (Mean±SD)	จำนวนที่พบ (ตัว)	จำนวนที่พบ (%)
1	0.31 ± 0.01	10	3.18
2	0.42 ± 0.04	14	4.44
3	0.49 ± 0.04	23	7.30
4	0.63 ± 0.03	49	15.57
5	0.70 ± 0.03	21	6.67
6	0.82 ± 0.03	60	19.05
7	0.95 ± 0.04	55	17.46
8	1.03 ± 0.02	75	23.81
9			
- male	1.49 ± 0.02	8	2.54
- female	1.45 ± 0.04	5	1.59

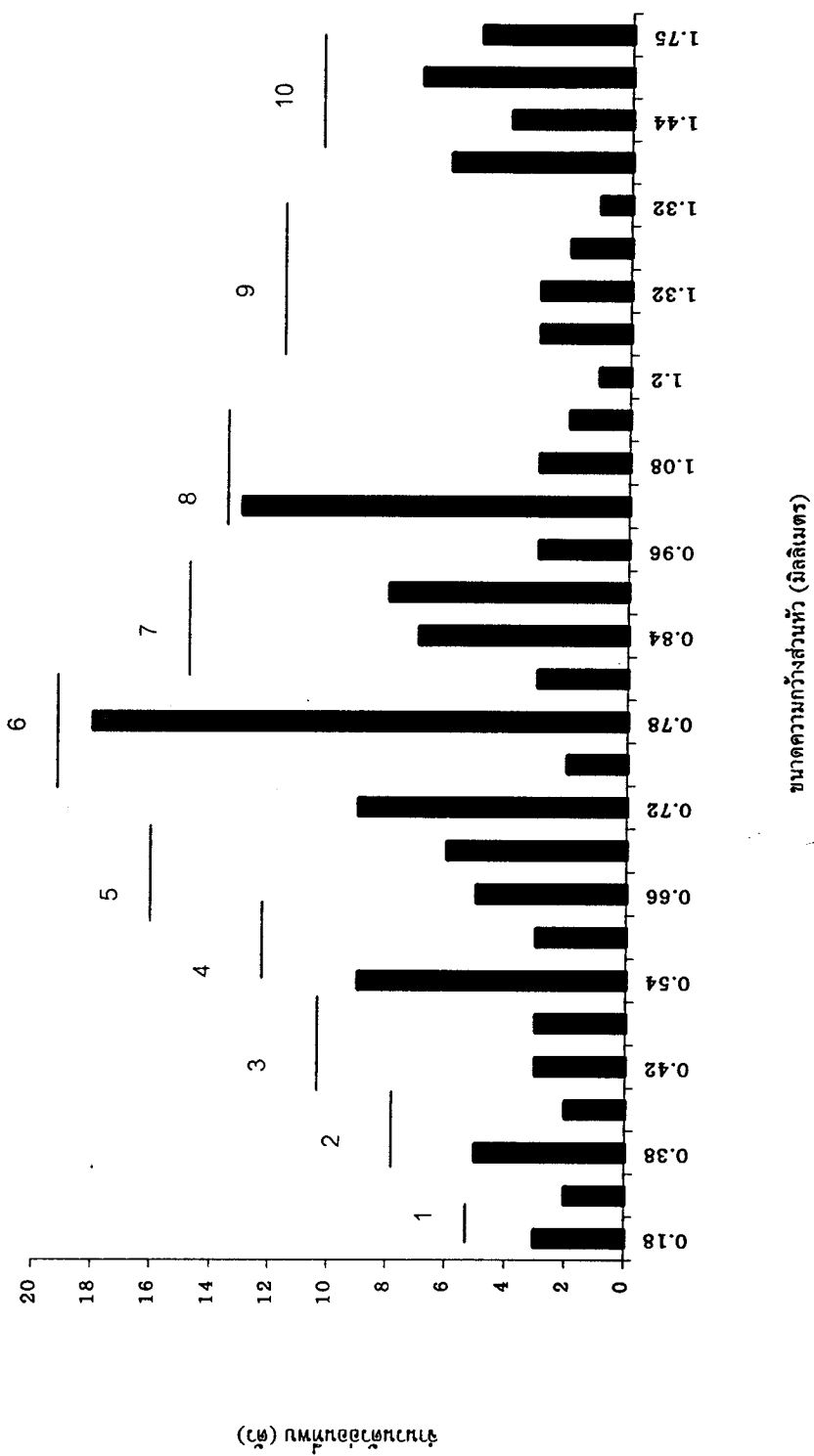


ภาพที่ 48 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size class ของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus) sp. 2* จากตัวอ่อนจำนวน 320 ตัว

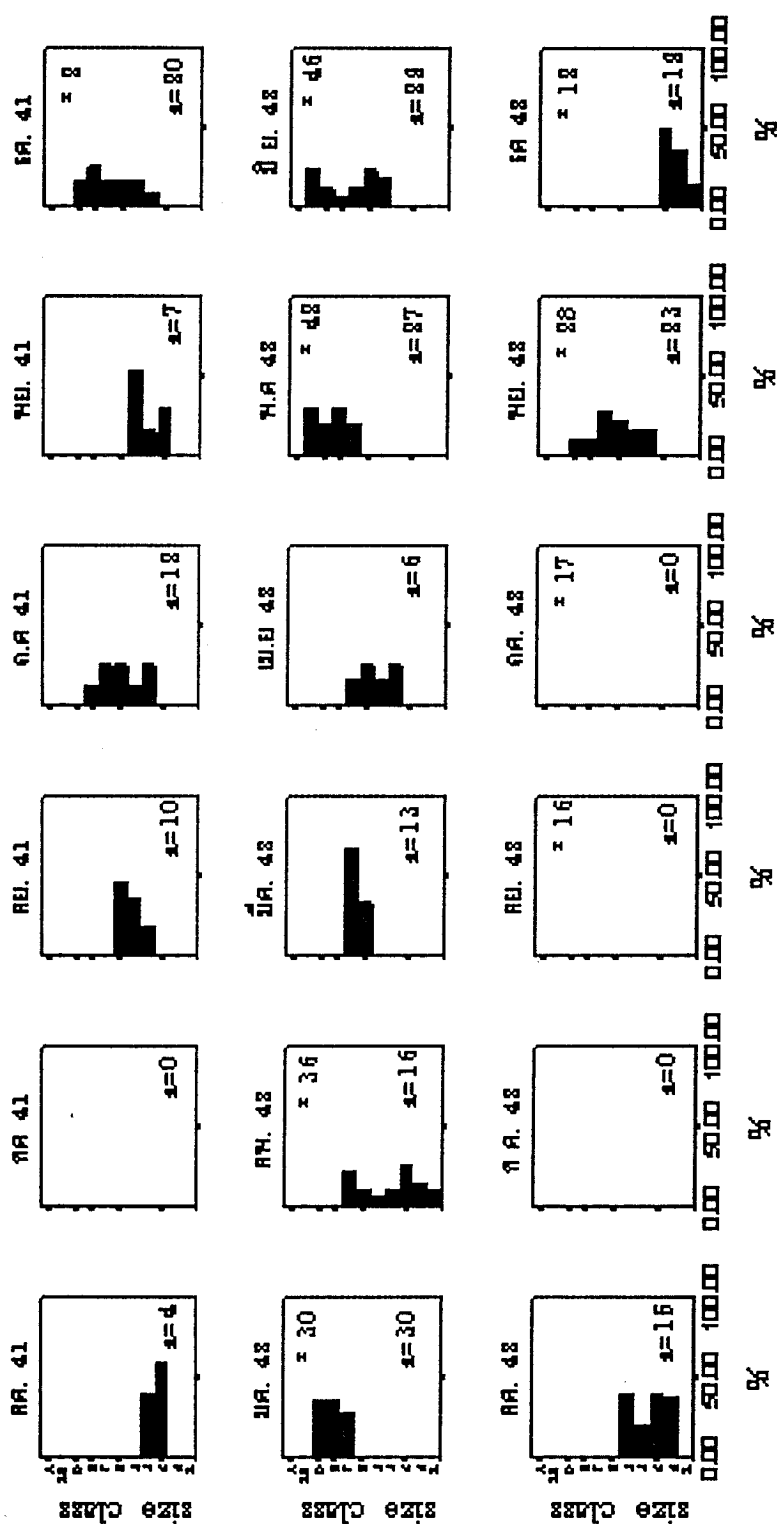
Choroterpides sp. สามารถแบ่งตัวอ่อนได้ทั้งหมด 10 size classes (ภาพที่ 50) โดยในแต่ละ size class สามารถแบ่งขนาดความกว้างหัวได้ดังตารางที่ 11 ตัวอ่อนระยะสุดท้ายของเพศผู้มีขนาดความกว้างหัวเฉลี่ย 1.65 ± 0.22 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.78 ± 0.34 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 6.44 ± 0.85 มิลลิเมตรเพศเมียมีขนาดความกว้างหัวโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1.54 ± 0.13 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.71 ± 0.28 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 7.15 ± 0.60 มิลลิเมตร โดยตัวอ่อน size class ที่ 7 พบจำนวนตัวมากที่สุด (40 ตัว) แผลงชีปะขาวชนิดนี้มีชีวประวัติแบบ non-seasonal เนื่องจากในแต่ละเดือนพบตัวอ่อนหลาย size class ตัวเต็มวัยพบในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ เมษายน พฤษภาคม ตุลาคม กันยายน พฤศจิกายน และเดือน ธันวาคม (ภาพที่ 51)

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ความกว้างส่วนหัวในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแผลงชีปะขาว *Choroterpides* sp.

Size class	ค่าเฉลี่ยของความกว้างส่วนหัว (Mean±SD)	จำนวนที่พบ (ตัว)	จำนวนที่พบ (%)
1	0.18 ± 0.00	5	3.21
2	0.37 ± 0.02	11	7.05
3	0.44 ± 0.04	8	5.13
4	0.60 ± 0.01	15	9.62
5	0.70 ± 0.03	5	3.21
6	0.79 ± 0.04	17	10.90
7	0.87 ± 0.07	40	25.64
8	1.07 ± 0.01	18	11.54
9	1.25 ± 0.05	15	9.62
10			
- male	1.65 ± 0.22	4	2.56
- female	1.54 ± 0.13	9	5.77



ภาพที่ 50 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size class ของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Chorotepides* sp จากตัวอ่อนจำนวน 147 ตัว

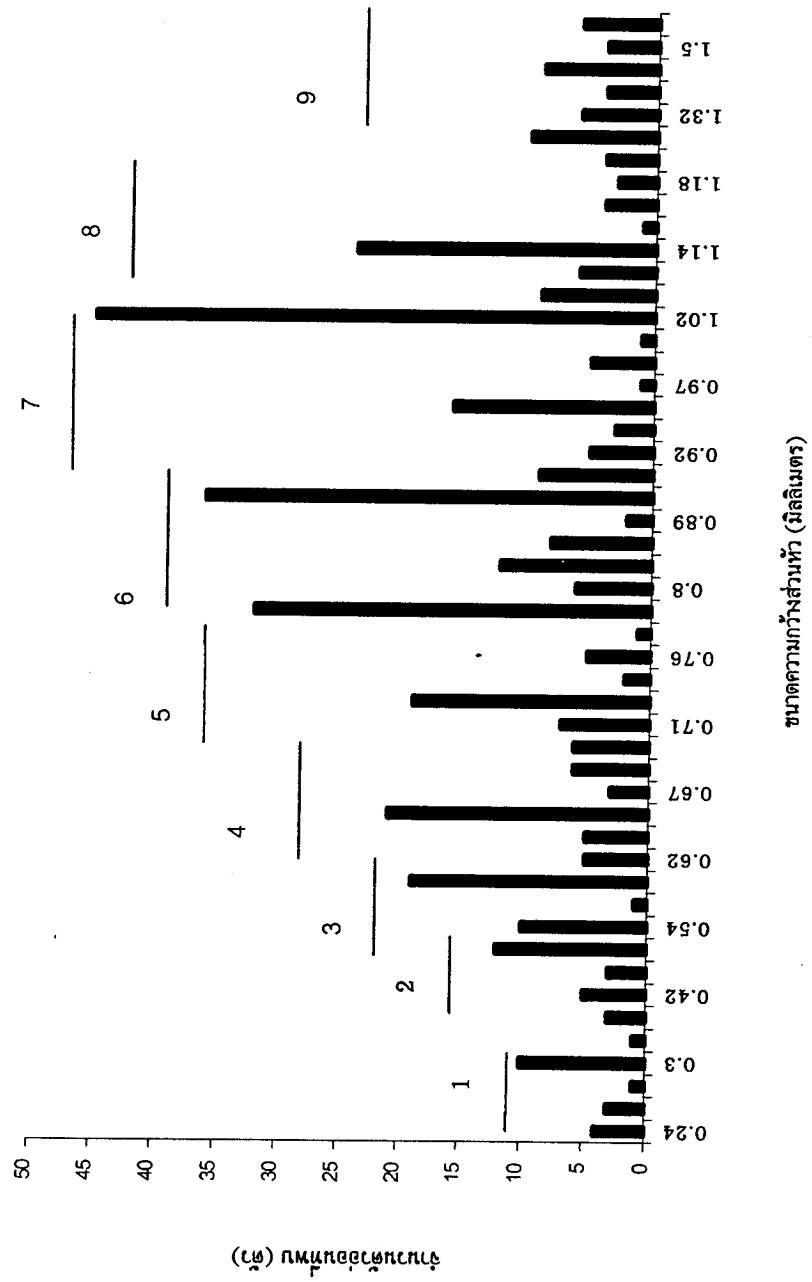


ภาพที่ 51 ร้อยละการกระจายของตัวอ่อน และจำนวนตัวเต็มวัยทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือนของแมลงชีปะขาว *Choroterpides* sp. (10 size classes)
 หมายถึง ๓ = จำนวนตัวอ่อนที่พบทั้งหมด * = จำนวนตัวเต็มวัยที่พบ เดือนสิงหาคม 2541 และ 2542 น้ำหนักเก็บตัวอย่างไม่ได้ และไม่พบตัวเต็มวัย

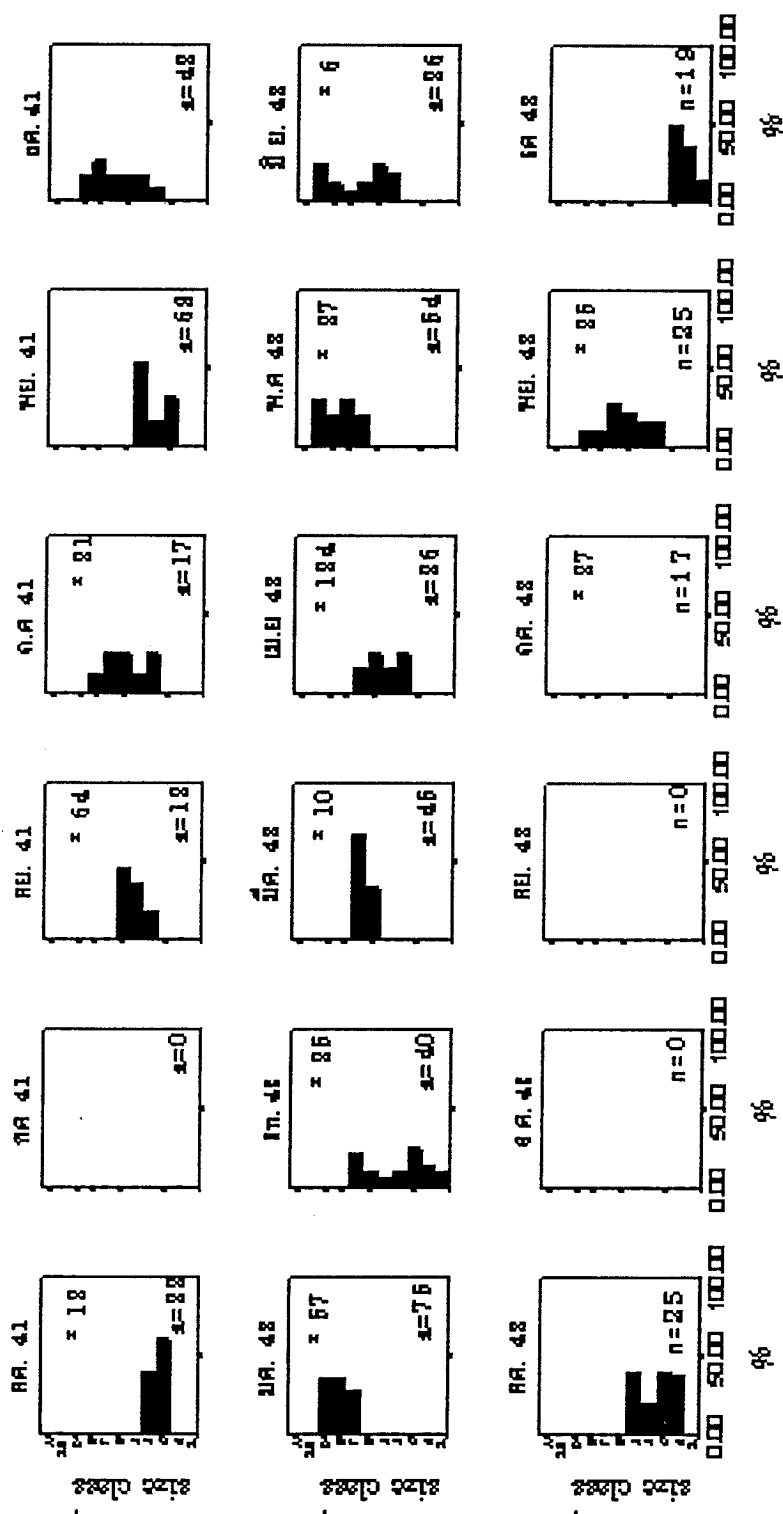
Cryptopenella sp. สามารถแบ่งตัวอ่อนได้ทั้งหมด 9 size classes (ภาพที่ 52) โดยในแต่ละ size class สามารถแบ่งขนาดความกว้างหัวได้ดังตารางที่ 12 ตัวอ่อนระยะสุดท้ายของเพศผู้มีขนาดความกว้างหัวเฉลี่ย 1.44 ± 0.13 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.60 ± 0.21 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 6.15 ± 0.15 มิลลิเมตร ส่วนเพศเมียมีขนาดความกว้างหัวเฉลี่ย 1.39 ± 0.13 มิลลิเมตร ตุ่มปีกยาว 1.55 ± 0.15 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 5.60 ± 0.66 มิลลิเมตร โดยตัวอ่อน size class ที่ 6 พบจำนวนตัวมากที่สุด (107 ตัว) เมื่อดูการกระจายตัวในแต่ละเดือนพบว่าตัวอ่อนมีชีวประวัติแบบ non – seasonal พบตัวอ่อนหลาย size class ในเดือนเดียวกัน ตัวเต็มวัยพบเกือบทั้งปียกเว้นช่วงเดือนกันยายน 2541 และ 2542 (ภาพที่ 53) แต่ไม่สามารถระบุจำนวนรุ่นต่อปีได้

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ของความกว้างส่วนหัว ในแต่ละ size class ของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Chryptopenella* sp.

Size class	ค่าเฉลี่ยของความกว้างส่วนหัว (Mean±SD)	จำนวนที่พบ (ตัว)	จำนวนที่พบ (%)
1	0.26 ± 0.02	8	1.89
2	0.32 ± 0.02	13	3.07
3	0.47 ± 0.04	30	7.09
4	0.69 ± 0.02	52	12.29
5	0.72 ± 0.02	68	16.08
6	0.89 ± 0.03	107	25.30
7	1.02 ± 0.05	83	19.62
8	1.17 ± 0.02	34	8.04
9			
- male	1.44 ± 0.13	8	1.89
- female	1.39 ± 0.13	20	4.73



ภาพที่ 52 การกระจายความถี่ของความกว้างส่วนหัวและการแบ่ง size class ของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Cryptopenella* sp. จากตัวอ่อนจำนวน 423 ตัว



ภาพที่ 53 ร้อยละการกระจายของตัวอ่อน และจำนวนตัวเต็มวัยทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือนของแมลงชีปะขาว *Cryptopenella* sp. (9 size classes)
 หมายเหตุ: n = จำนวนตัวอ่อนที่พบทั้งหมด * = จำนวนตัวเต็มวัยที่พบเดือนสิงหาคม 2541 และ 2542 นำหลักเก็บตัวอย่างไม่ได้ และไม่พบตัวเต็มวัย

5. การเลือกแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อน และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอ่อนและขนาดของพื้นที่แหล่งอาศัยย่อย

5.1 การเลือกแหล่งอาศัยย่อย

จากการทดลองในขั้นตอนที่ 1 โดยใช้ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthralus)* spp. จำนวน 50 ตัว พบว่า ตัวอ่อนจำนวน 41 ตัว เลือกแหล่งอาศัยที่เป็นก้อนหิน ส่วนตัวอ่อนที่เหลืออีก 9 ตัว เลือกแหล่งอาศัยที่เป็นใบไม้ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าตัวอ่อนเลือกแหล่งอาศัยที่เป็นก้อนหินมากกว่าแหล่งอาศัยที่เป็นใบไม้อย่างมีนัยสำคัญ ($t_{18} = 9.78, p < 0.05$) (ตารางที่ 13) จากผลการทดลองที่ได้นำมาทดลองต่อในขั้นตอนที่ 2 เพื่อทดสอบว่าแมลงชีปะขาว *C. (E.)* spp. จะเลือกแหล่งอาศัยย่อยที่เป็นก้อนหินขนาดใด ผลการทดลองพบว่า จำนวนตัวอ่อนเลือกแหล่งอาศัยย่อยที่เป็นก้อนหินทั้ง 5 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($F_{4, 99} = 4.941, p < 0.05$) โดยพบว่า ตัวอ่อนเลือกอาศัยที่ cobble มากที่สุด (LSD $p < 0.05$; ตารางที่ 14)

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอ่อน และขนาดของพื้นที่แหล่งอาศัยย่อย

จากผลการศึกษาพบว่าก้อนหินขนาดต่างกันมีจำนวนตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae อาศัยอยู่ในจำนวนตัวที่ต่างกัน จากการสังเกตพบว่าก้อนหินขนาดใหญ่ (boulder และ cobble) จำนวนมากจะพบจำนวนตัวอ่อนจำนวนมาก ซึ่งตัวอ่อนที่พบมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ ส่วนกรวดและก้อนหินขนาดเล็ก (gravel และ pebble) พบจำนวนตัวน้อยและมีขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามก้อนหินบางก้อนที่มีพื้นผิวขรุขระมากและมีขนาดเล็กแต่พบจำนวนตัวอ่อนมากกว่าก้อนหินขนาดใหญ่ที่มีผิวเรียบ เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอ่อนและขนาดก้อนหิน พบว่าทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ($r = 0.70, p < 0.05$) ดังตารางที่ 15 แสดงว่าจำนวนตัวอ่อนที่พบแปรผันโดยตรงตามขนาดแหล่งอาศัย

ตารางที่ 13 จำนวนตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Choroterpes (Euthraulius)* spp. ที่พบในแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 2 ชนิด และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยสถิติ t-test

แหล่งอาศัยย่อย/ จำนวนซ้ำ	ใบไม้ (1)	ก้อนหินขนาดต่าง ๆ (2)
1	0	5
2	0	5
3	2	3
4	1	4
5	1	4
6	0	5
7	2	3
8	0	5
9	1	4
10	2	3
รวม	9	41
ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test (p < 0.05)	$t_{18} = 9.78, p < 0.05$	

ตารางที่ 14 จำนวนตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* spp. ที่พบในแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 5 ชนิด
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและ LSD

แหล่งอาศัยย่อย / จำนวนซ้ำ	large cobble + small cobble (1)	large cobble (2)	pebble + gravel (3)	small cobble + pebble + gravel (4)	Small cobble (5)
1	1	0	0	1	3
2	1	0	0	2	2
3	2	1	1	0	1
4	1	1	0	1	2
5	1	1	0	2	2
6	2	1	0	0	1
7	2	1	0	1	3
8	1	0	1	0	2
9	0	0	0	3	4
10	0	1	0	1	2
11	1	0	1	1	3
12	0	0	0	2	2
13	0	1	0	1	2
14	1	1	0	2	4
15	0	0	0	0	1
16	1	0	0	0	5
17	1	0	0	1	4
18	1	1	0	1	2
19	1	1	0	2	1
20	1	1	0	1	3
รวม	17	10	3	22	48
ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน	$F_{4, 99} = 4.94, p < 0.05$				
ผลการวิเคราะห์ ด้วย LSD $p < 0.05$	(1) (2) (3) (4) (5)				

หมายเหตุ เส้นใต้ที่ขีดเชื่อมกันหมายถึงแหล่งอาศัยที่มีจำนวนตัวอ่อนไม่ต่างกันเมื่อทดสอบด้วย LSD ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 15 จำนวนตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่อาศัยในแหล่งอาศัยย่อยที่เป็นก้อนหินขนาด
ต่าง ๆ กัน หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร จำนวน 20 ก้อนในลำธารห้วยพรมแล้ง

พื้นที่ก้อนหิน (ตารางเซนติเมตร)	จำนวนตัวอ่อนที่พบ (ตัว)
156.40	4
336.00	25
52.50	5
304.00	15
104.50	8
80.50	3
160.00	3
203.00	2
192.00	3
33.00	3
60.00	5
121.50	8
81.00	3
154.00	3
90.00	2
175.50	5
154.00	3
132.50	10
75.00	5
60.00	2
r = 0.70, p < 0.05	

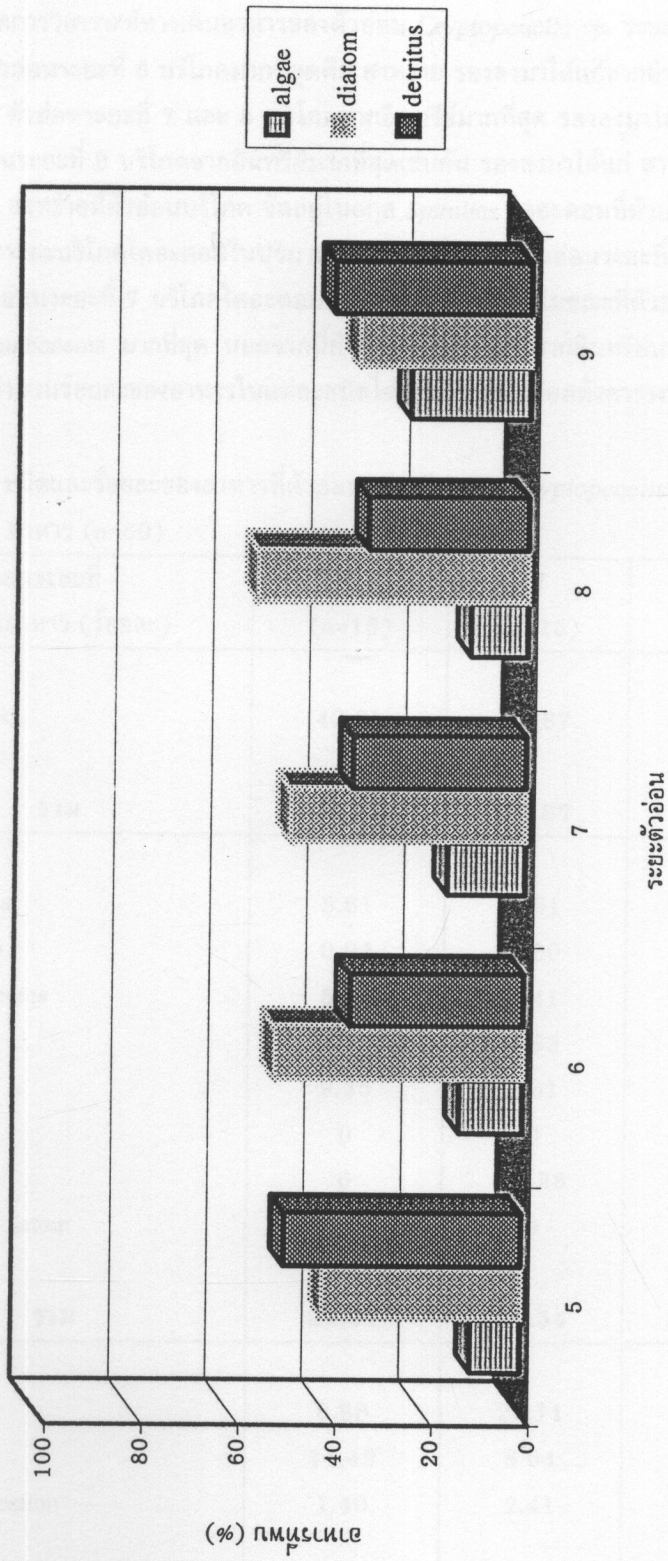
6. การวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว

6.1 ตัวอ่อนของ *Choroterpes (Euthraulus) spp.*

จากการวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อน *Choroterpes (Euthraulus) spp.* ระยะที่ 5 ถึง ระยะที่ 9 พบว่าอาหารส่วนใหญ่ที่ตัวอ่อนระยะที่ 5 และ 9 บริโภค คือ ซากอินทรีย์ รongลงมาเป็นไดอะตอม และสาหร่าย ตามลำดับ ขณะที่ตัวอ่อนระยะที่ 6 7 และ 8 บริโภคไดอะตอมมากที่สุด รongลงมาเป็นซากอินทรีย์ และสาหร่าย ตามลำดับ (ภาพที่ 54) สาหร่ายที่ตัวอ่อนบริโภคจัดอยู่ในสกุล *Spirulina* ซึ่งไม่สามารถจัดจำแนกชนิดได้ เนื่องจากพบเพียงเฉพาะผนังเซลล์ต่อกันเป็นสาย ไม่มีส่วนประกอบอื่นๆที่ใช้จำแนกชนิดได้ พบว่าตัวอ่อนบริโภคไดอะตอมทั้งหมด 9 ชนิด โดยตัวอ่อนทุกระยะบริโภคไดอะตอม *Gomphonema* มากที่สุด ยกเว้นตัวอ่อนระยะที่ 8 บริโภค *Navicula* มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีไดอะตอม และซากอินทรีย์บางส่วนที่ไม่สามารถจัดจำแนกได้ รายละเอียดจำนวนร้อยละของอาหารแต่ละชนิดที่ตัวอ่อนบริโภคแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ชนิดและร้อยละของอาหารที่ตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus) spp.* บริโภคทั้งหมดในทางเดินอาหาร (n=75)

ตัวอ่อนระยะที่ ชนิดของอาหาร (ร้อยละ)	5 (n=15)	6 (n=15)	7 (n=15)	8 (n=15)	9 (n=15)
Algae					
<i>Spirulina</i>	10.19	13.15	15.93	11.65	24.35
รวม	10.19	13.15	15.93	11.65	24.35
Diatom					
<i>Achnanthes</i>	1.27	2.92	0.40	1.09	0
<i>Cymbella</i>	0.64	16.79	11.52	2.80	3.92
<i>Fragilaria</i>	7.01	0	0	3.42	0.12
<i>Gomphonema</i>	17.83	18.98	32.06	16.62	19.12
<i>Martyana</i>	0	0	0.40	0.16	0.12
<i>Navicula</i>	4.46	3.65	1.25	19.57	10.45
<i>Nitzchia</i>	8.28	5.84	1.45	7.61	0
<i>Rhoicosphenia</i>	0.64	2.19	0.20	2.02	1.19
<i>Synedra</i>	0.68	0	0.40	1.09	0.24
Incomplete diatom	0	0	0.72	1.24	0.12
รวม	40.73	50.37	48.39	55.59	35.27
Detritus					
Fungi	18.47	17.52	14.09	18.17	15.08
Pollen	30.57	16.06	10.40	12.27	14.49
Unidentification	0	2.19	11.19	2.32	10.81
รวม	49.04	35.77	35.68	32.76	40.38



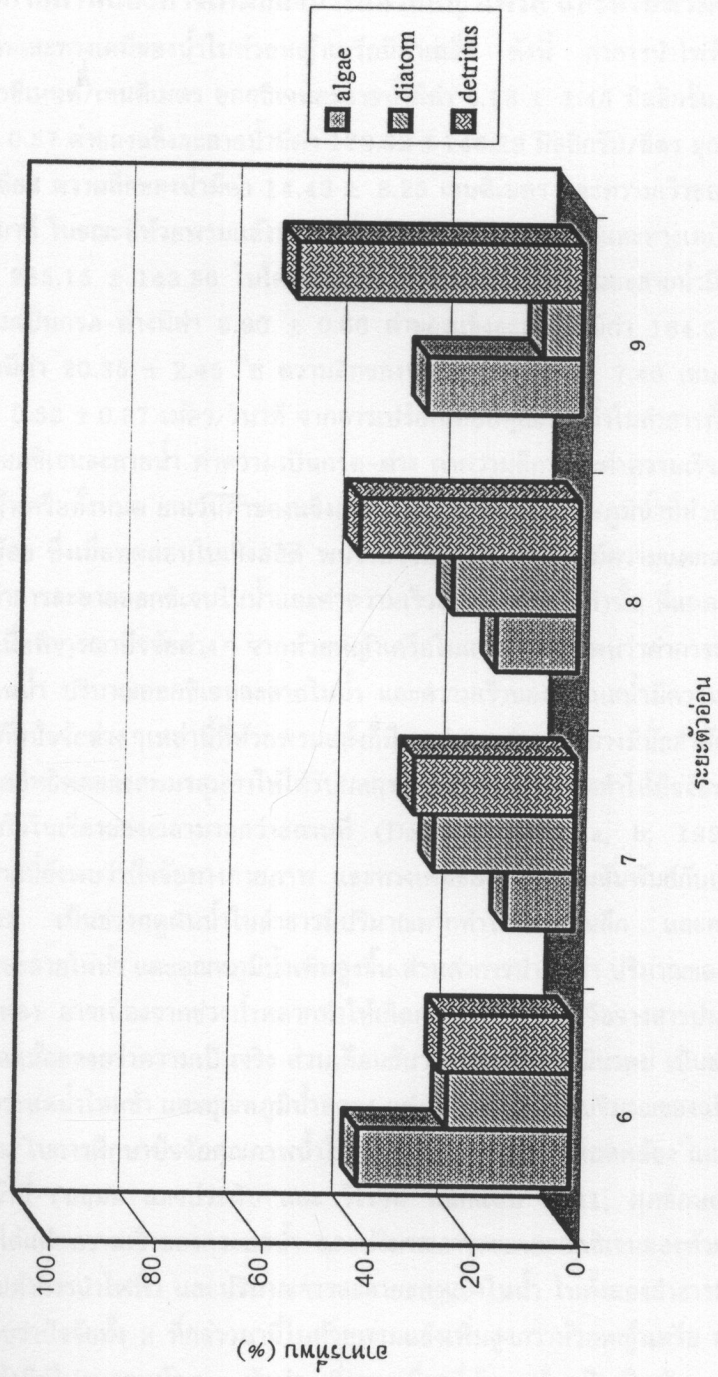
ภาพที่ 54 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแต่ละระยะของแมลงซีปะขาว *Choroterpes (Euthraulius) spp.* (n=75)

6.2 ตัวอ่อนของ *Cryptopenella* sp.

จากการวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อน *Cryptopenella* sp. ระยะที่ 6 ถึง ระยะที่ 9 พบว่าอาหารส่วนใหญ่ที่ตัวอ่อนระยะที่ 6 บริโภคมากที่สุดคือ สาหร่าย รองลงมาได้แก่ซากอินทรีย์ และ ไดอะตอมในปริมาณใกล้เคียงกัน ตัวอ่อนระยะที่ 7 และ 8 บริโภคซากอินทรีย์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ไดอะตอม และสาหร่ายตามลำดับ ตัวอ่อนระยะที่ 9 บริโภคซากอินทรีย์มากที่สุดเช่นกัน รองลงมาได้แก่ สาหร่าย และไดอะตอม ตามลำดับ (ภาพที่ 55) สาหร่ายที่ตัวอ่อนบริโภค จัดอยู่ในสกุล *Spirulina* ไดอะตอมที่ตัวอ่อนบริโภคมีทั้งหมด 7 ชนิด ตัวอ่อนในแต่ละระยะบริโภคไดอะตอมในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยตัวอ่อนระยะที่ 6 บริโภคไดอะตอม *Navicula* มากที่สุด ตัวอ่อนระยะที่ 7 บริโภคไดอะตอม *Synedra* มากที่สุด ในขณะที่ตัวอ่อนระยะที่ 8 และ 9 บริโภคไดอะตอม *Gomphonema* มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีไดอะตอม และซากอินทรีย์บางส่วนที่ไม่สามารถจัดจำแนกได้ รายละเอียดจำนวนร้อยละของอาหารในแต่ละชนิดได้แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ชนิดและร้อยละของอาหารที่ตัวอ่อนแมลงซีปะขาว *Cryptopenella* sp. บริโภคทั้งหมดในทางเดินอาหาร (n=60)

ตัวอ่อนระยะที่ ชนิดอาหาร (ร้อยละ)	6 (n=15)	7 (n=15)	8 (n=15)	9 (n=15)
Algae				
<i>Spirulina</i>	40.39	12.87	15.48	29.14
รวม	40.39	12.87	15.48	29.14
Diatom				
<i>Cymbella</i>	5.61	1.61	5.16	0.84
<i>Fragilaria</i>	0.94	0.80	0	0
<i>Gomphonema</i>	5.14	2.41	15.48	3.15
<i>Martyana</i>	0	4.83	0	0
<i>Navicula</i>	9.35	1.61	2.78	2.10
<i>Nitzchia</i>	0	0	0	1.26
<i>Synedra</i>	0	15.28	0.40	0
Incomplete diatom	2.34	0	0	0
รวม	23.37	26.54	23.81	7.34
Detritus				
Fungi	8.88	20.11	30.95	40.88
Pollen	14.49	8.04	10.71	7.55
Unidentification	1.40	2.41	0	5.66
รวม	24.77	30.56	41.67	54.03



ภาพที่ 55 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแต่ละระยะของแมลงชีปะขาว *Cryptopenella* sp. (n = 60)

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

1. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง

ปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีของน้ำในห้วยหญ้าเครือมีค่าเฉลี่ย ดังนี้ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่า 265.46 ± 212.34 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ออกซิเจนละลายน้ำมีค่า 6.13 ± 1.46 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรด-ด่างมีค่า 6.85 ± 0.57 ค่าของแข็งละลายน้ำมีค่า 179.52 ± 146.29 มิลลิกรัม/ลิตร อุณหภูมิมีค่า 20.51 ± 2.27 องศาเซลเซียส ความลึกของน้ำมีค่า 14.43 ± 8.25 เซนติเมตร และความเร็วของกระแสน้ำมีค่า 0.29 ± 0.25 เมตร/วินาที ในขณะที่ห้วยพรมแล้งมีค่าเฉลี่ยของปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ ดังนี้ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่า 285.15 ± 143.36 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ออกซิเจนละลายน้ำมีค่า 7.01 ± 0.68 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรด-ด่างมีค่า 6.90 ± 0.66 ค่าของแข็งละลายน้ำมีค่า 164.57 ± 67.88 มิลลิกรัม/ลิตร อุณหภูมิมีค่า 20.35 ± 2.45 °C ความลึกของน้ำมีค่า 14.65 ± 7.40 เซนติเมตร และความเร็วของกระแสน้ำมีค่า 0.52 ± 0.37 เมตร/วินาที จากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในลำธารทั้งสอง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความลึก และค่าความเร็วของกระแสน้ำในห้วยพรมแล้งสูงกว่าห้วยหญ้าเครือทั้งหมด ยกเว้นค่าของแข็งละลายน้ำ และค่าของอุณหภูมิที่ห้วยหญ้าเครือมีค่าสูงกว่าห้วยพรมแล้งเล็กน้อย ซึ่งเมื่อทดสอบในเชิงสถิติ พบว่าปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไม่มีความแตกต่างกันในเชิงสถิติ ($p > 0.05$) มีเพียงค่าการละลายออกซิเจนในน้ำและค่าความเร็วของกระแสน้ำเท่านั้น ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ จากห้วยหญ้าเครือในแต่ละเดือน พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกันปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ที่ห้วยพรมแล้งก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นเพราะลำธารทั้งสองอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมทำให้ได้รับผลกระทบจากฤดูกาล จึงทำให้ปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีของน้ำแตกต่างกันในเรื่องของเวลามากกว่าสถานที่ (Dudgeon, 1990 a, b; 1993; 1999; Watanasit, 1999) นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล เช่น เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม เป็นช่วงฤดูฝนน้ำในลำธารมีปริมาณมากทำให้ค่าความลึก และความเร็วของกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ส่วนค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่างลดลง อาจเนื่องจากช่วงน้ำหลากทำให้เกิดการชะล้าง และเจือจางสารปนเปื้อนในน้ำ ทำให้มีปริมาณสารปนเปื้อนลดน้อยลงกว่าความเป็นจริง ส่วนเดือนธันวาคม ถึงเดือน มีนาคม เป็นช่วงฤดูแล้ง ปริมาณน้ำในลำห้วยลดลง กระแสน้ำไหลช้า และอุณหภูมิลดลง แต่ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มสูงขึ้น ในการศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำในครั้งนี้พบว่ามีส่วนที่สอดคล้อง และขัดแย้งกับผู้ศึกษาในบริเวณนี้ก่อนหน้านี้ (นฤมล แสงประดับ และ วิโรจน์ หนักแน่น 2541; ศุภลักษณ์ ระดมสุข 2542) ในส่วนที่สอดคล้องได้แก่ ความเร็วของกระแสน้ำ และปริมาณการละลายออกซิเจนของห้วยพรมแล้งมีค่าสูงกว่าห้วยหญ้าเครือ ส่วนค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณการละลายของแข็งในน้ำ ในทั้งสองลำธารมีความแตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยทั้ง 2 ที่กล่าวมานี้ในห้วยพรมแล้งเพิ่มสูงกว่าห้วยหญ้าเครือ อาจเนื่องมาจากว่าก่อนหน้านี้ห้วยพรมแล้งมีผู้ไปรบกว่นน้อย นักท่องเที่ยวจะเที่ยวที่ห้วยหญ้าเครือเป็นส่วนมากในขณะที่ปัจจุบันจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าชมธรรมชาติในห้วยพรมแล้งเพิ่มสูงกว่าแต่ก่อนมาก จึงนำมาสู่ปัญหาการทิ้งขยะ หรือเกิดการปนเปื้อนในน้ำมากขึ้น รวมทั้งอาจมีสาเหตุมาจากการวัดคุณภาพน้ำ เนื่องจากในช่วงน้ำ

หลากไม่สามารถเข้าเก็บตัวอย่างน้ำในห้วยพรมแล้งได้จึงทำให้ไม่ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำในเดือนนั้นๆ ในขณะที่ห้วยหญ้าเครือทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในทุกเดือนจึงอาจทำให้เกิดความแปรปรวนมากกว่าปกติ

กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2538) และ Chapman (1992) รายงานว่าน้ำที่มีคุณภาพดีต้องมีค่าการละลายออกซิเจน ≥ 3 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำ $\leq 2,000$ ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6.5-8.5 และ ค่าของแข็งละลายน้ำ $\leq 1,300$ มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อพิจารณาค่าปัจจัยต่างๆเหล่านี้ในลำธารทั้งสอง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าของแข็งละลายน้ำมีค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานมาก ในขณะที่ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าน้ำในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้งมีคุณภาพดีมาก

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีของน้ำกับจำนวนตัวอ่อนของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae พบว่าจำนวนตัวอ่อนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าออกซิเจนละลายน้ำ ($r = 0.36$, $p < 0.05$) แสดงว่าเมื่อค่าการละลายออกซิเจนในน้ำเพิ่มสูงขึ้น จำนวนตัวอ่อนจะเพิ่มขึ้นตาม และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าของแข็งละลายน้ำ ($r = -0.43$, $p = 0.026$) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ($r = -0.36$, $p < 0.05$) ซึ่ง Dudgeon (1990a) พบว่าแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ลดจำนวนลงเมื่อค่าไนเตรท หรือ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเพิ่มสูงขึ้นในลำธารฮ่องกง Watanasit (1996) พบว่าจำนวนแมลงในอันดับ Ephemeroptera มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าความเร็วของกระแสน้ำ และ Courtney and Clements (2000) พบว่า แมลงชีปะขาว *Rhithrogena hagenii* และ *Ephemerella infrequens* ในแม่น้ำโคโลราโด ในประเทศสหรัฐอเมริกาลดจำนวนลงเมื่อค่าความเป็นกรดเพิ่มสูงขึ้น ($pH < 4.5$)

2. ความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae

2.1 ตัวเต็มวัย

ความหลากหลายชนิดของตัวเต็มวัยในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง พบทั้งหมด 6 สกุล 8 ชนิด พบที่ห้วยหญ้าเครือ 5 สกุล 7 ชนิด พบที่ห้วยพรมแล้ง 6 สกุล 8 ชนิด

ตัวเต็มวัยที่พบมากทั้งสองลำธาร ได้แก่ *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 1 พบทั้งหมดร้อยละ 43.895 *Cryptopenella* sp. พบทั้งหมดร้อยละ 29.976 ตัวเต็มวัยที่พบจำนวนปานกลางทั้งสองลำธารได้แก่ *Choroterpides* sp. พบทั้งหมดร้อยละ 13.126 และตัวเต็มวัยที่พบน้อยทั้ง 2 ลำห้วย ได้แก่ *C. (E.)* sp. 2, *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 3, *Thraulius* sp. 1 และ *Simothraulius seminiger* (ร้อยละ 5.006, 3.541, 2.930 และ 0.244 ตามลำดับ) *Habrophlebiodes* sp. พบจำนวนน้อย (ร้อยละ 0.183) และพบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้งเท่านั้น

ในการศึกษาครั้งนี้พบแมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpes (Euthraulus)* มากที่สุด 3 ชนิด ได้แก่ *C. (E.)* sp. 1, *C. (E.)* sp. 2 และ *C. (E.)* sp. 3 โดยแยกความแตกต่างในแต่ละชนิดด้วยลักษณะของอวัยวะเพศ และลักษณะ turbinate eyes ในเพศผู้ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน รวมทั้งลักษณะอื่นๆ ได้แก่ เล็บ ลวดลายบนปล้องท้อง และขาหน้า รวมทั้ง ขนาด และ การหักมุมของปีกคู่หลัง

แมลงชีปะขาวสกุล *Cryptopenella* และ *Choroterpides* พบจำนวนตัวมากเป็นอันดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยสกุล *Cryptopenella* พบเพียง 1 ชนิดเท่านั้น คือ *Cryptopenella* sp. ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกับ *Cryptopenella facialis* ที่พบครั้งแรกในประเทศฮ่องกง และเคยมีรายงานว่าพบเพศเมียของแมลงชีปะขาวชนิดนี้ในทางตอนเหนือของประเทศไทย (Hubbard, 1994) ส่วนสกุล *Choroterpides* ก็พบเพียง 1 ชนิด คือ *Choroterpides* sp. มีลักษณะคล้ายกับ *C. (E.)* sp. 1 มาก โดยมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในตำแหน่ง

ของเส้นปีก คือ *Choroterpides* sp. ปีกคู่หน้ามีตำแหน่งของเส้นปีก MA แยกเป็นคู่ และ ตำแหน่งหักมุมของเส้นปีกหลัง แต่การศึกษาครั้งนี้ พบว่าลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Choroterpides* sp. มีความแตกต่างจาก *C. (E.)* sp. 1 อาจเป็นไปได้ว่า *Choroterpides* sp. อาจเป็นแมลงชีปะขาวชนิดใหม่ของโลก (Janice G. Peters, 2001 ติดต่อกับการส่วนตัว)

Thraulius sp. 1 ที่พบในการศึกษานี้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปีกคู่หน้า และปีกคู่หลัง รวมทั้งลวดลายบนปล้องท้องคล้ายกับ *T. maculatus* ที่พบบนดอยเชียงดาว จ. เชียงใหม่ ของประเทศไทย แต่ลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ของ *T. sp. 1* เพศผู้มีลักษณะคล้ายกับ *T. bishopi* ซึ่งมีการกระจายตัวทางตะวันตกประเทศมาเลเซีย (Peters and Tsui, 1972) แต่อย่างไรก็ตามในการสำรวจครั้งนี้ยังไม่ทราบแน่ชัดว่า *T. sp. 1* เป็นชนิดใดซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเป็นชนิดใหม่ที่พบ (Janice G. Peters, 2001 ติดต่อกับการส่วนตัว)

Simothraulius seminiger พบเฉพาะตัวเต็มวัย มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาลักษณะคล้ายกับสกุล *Thraulius* แตกต่างที่ *S. seminiger* มีเส้นปีก Rs และ MA ของปีกคู่หน้าแยกกันเป็นคู่เท่านั้น โดยมีรายงานพบการกระจายของตัวเต็มวัยทางตอนเหนือของประเทศมาเลเซีย ซึ่งแต่เดิมแมลงชนิดนี้ถูกจัดอยู่ในสกุล *Thraulius* ต่อมาเมื่อมีการตรวจความถูกต้องของสกุล *Thraulius* จึงพบข้อแตกต่างเหล่านี้ และแยกออกมาเป็นสกุลใหม่ (Grant and Peters, 1993)

ตัวเต็มวัยของ *Habrophlebiodes* sp. พบจำนวนน้อยมากและพบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้งเท่านั้น มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาลักษณะคล้ายกับ *H. gilliesi* มีการแพร่กระจายที่หมู่เกาะชวา เกาะสุมาตรา และอินเดีย (Peters and Edmunds, 1970) แตกต่างกันตรงเยื่อที่คลุมส่วนปลายของ penis โดย *Habrophlebiodes* sp. (ภาพที่ 32.4) เยื่อที่คลุมจะคลุมหมดตั้งแต่ส่วนปลายในขณะที่ *H. gilliesi* เยื่อคลุมเฉพาะตรงกลางไม่คลุมส่วนปลายของ penis (ดูในภาพที่ 77 หน้า 186; Peters and Edmunds, 1970)

จากการสำรวจความหลากหลายชนิดระยะตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae พบว่า *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Habrophlebiodes* sp. และ *Simothraulius seminiger* พบครั้งแรกในการศึกษานี้ (new record)

2.2 ตัวอ่อน

ความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้งพบทั้งหมด 5 สกุล 9 ชนิด พบที่ห้วยหญาเครือ 4 สกุล 8 ชนิด พบที่ห้วยพรมแล้ง 5 สกุล 8 ชนิด

ตัวอ่อนที่พบมากทั้งสองลำธาร คือ *Choroterpes (Euthraulius)* sp.1 และ *Cryptopenella* sp. (พบทั้งหมดร้อยละ 29.648 และ 28.311 ตามลำดับ) ตัวอ่อนที่พบทั้งสองลำธารและพบในปริมาณปานกลาง ได้แก่ *C. (E.)* sp.2 พบทั้งหมดร้อยละ 17.558 และ *Choroterpides* sp. พบทั้งหมดร้อยละ 10.328 ส่วน *C. (E.)* sp. 3, *Thraulius* sp. 1 และ *Thraulius* sp. 2 พบจำนวนน้อยทั้งสองลำธาร (พบทั้งหมดร้อยละ 2.612, 2.369 และ 1.337 ตามลำดับ) แต่ *Choroterpes (Choroterpes) proba* พบเพียงร้อยละ 0.304 ที่ห้วยหญาเครือ และ *Isca* sp. พบทั้งหมดร้อยละ 1.458 ที่ห้วยพรมแล้งเท่านั้น โดยสอดคล้องกับรายงานการพบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpes*, *Choroterpides* และ *Thraulius* sp. ในลำห้วยหญาเครือ ห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (นฤมล แสงประดับ และ วิโรจน์หนักแน่น 2541) ลุ่มน้ำพรม ลุ่มน้ำชี (นฤมล แสงประดับ และคณะ 2542) ห้วยแก้งมดแดง และห้วยมะแวงในอุทยานแห่งชาติภูพาน (นฤมล แสงประดับ และ ชุตินา หาญวิช 2541)

ในการสำรวจครั้งนี้พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpes* ทั้งหมด 2 subgenus ได้แก่ *C. (Choroterpes)* พบเพียง 1 ชนิด คือ *C. (Choroterpes) proba* และ *C. (E.)* พบทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ *C.*

(E.) sp. 1, C. (E.) sp. 2 และ C. (E.) sp. 3 ซึ่งมีรายงานว่า C. (E.) sp.1 มีการกระจายมากในแถบเอเชีย เช่น ประเทศฮ่องกง ประเทศเกาหลี ประเทศจีน และ ประเทศมาเลเซีย (Hubbard and Peters, 1976, 1978; Hubbard, 1986, 1990; Dudgeon, 1999) C. (E.) sp.2 มีลักษณะคล้ายกับ *Choroterpes* (*Choroterpes*) sp. ที่พบในฮ่องกง (Dudgeon, 1999) C. (E.) sp. 3 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายกับ *Choroterpes trifurcata* ที่พบในรัสเซีย (Ulmer, 1963) ในการศึกษาครั้งนี้พบ *Cryptopenella* sp. จำนวนมากเช่นกัน โดยตัวอ่อนมีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายกับ C. (E.) sp.1 แต่ต่างกันตรงปล้องท้องที่ 9 ของ *Cryptopenella* sp. มีหนามแหลมยื่นยาวออกมา ซึ่งเป็นลักษณะที่ยากแก่การจำแนก (Peters and Edmunds, 1972; Kluge, 1984; Dudgeon, 1999) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่าเป็นคนละชนิดจากการเลี้ยงตัวอ่อนเป็นตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการของ *Cryptopenella* sp. ตัวอ่อนของ *Choroterpides* sp. ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะของริมฝีปากบนต่างจากที่พบมาแล้ว (Peters and Edmunds, 1972) ซึ่งคาดว่าจะอาจเป็นชนิดใหม่ Gose (1969) รายงานพบแมลงชีปะขาว *Choroterpes* sp. ที่จังหวัดจันทบุรี แต่เมื่อพิจารณาจากรูปวาดพบ C. sp. มีลักษณะ ของ maxillary palp ยาวเห็นได้ชัดเจนคล้ายกับ *Choroterpides* sp. แมลงชีปะขาวสกุล *Thraulius* พบทั้งหมด 2 ชนิด โดยแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งดูจากลักษณะของเหงือกคู่ที่ 1 และลักษณะของเล็บที่ต่างกัน เหงือกคู่ที่ 1 ของ T. sp. 2 มีลักษณะคล้ายกับเหงือกของ T. *torrentis* และ T. sp. 3 เหงือกมีลักษณะคล้ายกับ T. *bishopi* (Peters and Tsui, 1972) ตัวอ่อนของ *Choroterpes* (*Choroterpes*) *proba* มีรายงานพบในประเทศรัสเซีย (Ulmer, 1940) ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสกุล *Isca* พบ 1 ชนิด คือ *Isca* sp. มีลักษณะที่ต่างจาก *Isca* (*Purpurea*) และ *Isca* (*Minyphlebia*) ที่มีรายงานพบที่ฮ่องกง และ อินเดีย (Hubbard, 1986) ซึ่งคาดว่าจะอาจเป็นชนิดใหม่ของโลก (Janice G. Peter, 2001 ติดต่อยังเป็นการส่วนตัว) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสกุล *Habrophlebiodes* แต่ จันทา วงษ์สมบัติ (2541) รายงานพบตัวอ่อนของสกุล นี้ที่ถ้ำใหญ่น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ อาจเนื่องจากตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสกุลนี้มีปัจจัยจำกัดทางสภาพแวดล้อม ซึ่ง Dudgeon (1990 a) ได้รายงานว่าตัวอ่อนแมลงกลุ่มนี้พบน้อยในลำธารประเทศฮ่องกงเช่นกัน

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าตัวอ่อนของ C. (C.) *proba*, *Cryptopenella* sp. และ *Isca* sp. เป็นครั้งแรก (new record) ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานการพบแมลงชีปะขาวชนิดเหล่านี้ในประเทศไทยมาก่อน

3. แบบแผนการกระจายของช่วงอายุ

ความกว้างส่วนหัว ความยาวตุ่มปีก และความยาวทั้งหมด มีความสัมพันธ์กันสูงในเชิงบวก แต่เมื่อนำแต่ละคู่มา fit curve regression พบว่าไม่สามารถแยก size class ตัวอ่อนได้ (ภาพที่ 42 -45) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจำนวนตัวอ่อนน้อยไป ดังนั้นจึงแยกพิจารณาในแต่ละลักษณะ และพบว่าลักษณะความกว้างส่วนหัวมีความเหมาะสมมากที่สุดในการพิจารณา เนื่องจากมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูงกับทั้งความยาวตุ่มปีก และความยาวทั้งหมด และยังพบว่าความยาวตุ่มปีกไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เพราะตุ่มปีกในตัวอ่อนระยะต้นๆดูยากไม่ชัดเจน และตุ่มปีกในตัวอ่อนระยะสุดท้ายพัฒนาการของเส้นปีกมากกว่าจะยาวออกมา ความยาวลำตัวค่อนข้างมีปัญหาในการวัด เนื่องจากตัวอ่อนบางตัวไม่สมบูรณ์ และอาจเกิดการบิดงอจากการตอด้วยแอลกอฮอล์ (Britt, 1953; Clifford, 1969, 1970) โดย Pamrong (1998) รายงานว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Austrophlebioides marchanti* ที่ตอในฟอรัมาลิน 90 % พบว่าความกว้างส่วนหัวได้รับผลกระทบน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นส่วนที่แข็ง

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp.1, C. (E.) sp.2 และ *Cryptopenella* sp. พบตัวอ่อนทั้งหมด 9 size class ส่วน *Choroterpides* sp. พบตัวอ่อนทั้งหมด 10 size class โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ Collier (1994) ที่พบตัวอ่อน *Deleatidium* มี 9 ระยะ ซึ่งได้จากการวัดความกว้างส่วนหัว และพบว่า

ตัวอ่อนระยะที่ 9 เพศเมียมักมีขนาดความกว้างส่วนหัวที่เล็กกว่าเพศผู้ ดังนั้นจึงต้องแยกเพศก่อนการวัดความกว้างส่วนหัวในระยะนี้ (Winterbourn, 1974; Collier, 1994) ในการแบ่ง size class แต่ละระยะ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิการกระจายความกว้างส่วนหัวเพียงอย่างเดียวจะดูได้ยากเนื่องจากตัวอ่อนมีการเจริญที่เหลื่อมกันซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของตัวอ่อนที่เจริญในเขตร้อน (Landa, 1968; Towns, 1983; Dudgeon, 1996) ดังนั้นจึงใช้จำนวนตัวที่พบในแต่ละระยะในแต่ละเดือนมาประกอบกับการใช้ Dyar's law ซึ่งกล่าวว่าตัวอ่อนที่มีขนาดความกว้างส่วนหัวแตกต่างกัน 1.3 เท่า ถือเป็นตัวอ่อนรุ่นใหม่ (Dyar and Rhinebeck, 1890) เพื่อช่วยในการแบ่ง size class ของตัวอ่อน และพบว่าสามารถใช้ได้ดีในการแบ่งตัวอ่อนระยะต้นๆ แต่ใช้ไม่ได้กับตัวอ่อนระยะท้ายๆ *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1 มีชีวประวัติแบบ non-seasonal และไม่สามารถระบุได้ว่ามีกี่รุ่นใน 1 ปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ที่พบว่าการเจริญของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในเขตร้อนมีชีวประวัติแบบ multivoltine คือมีหลายรุ่นต่อปี ซึ่งแบบแผนชีวประวัติแบบ non-seasonal นี้ อาจเป็น multivoltine ได้ (Clifford, 1982; Britain, 1990; Dudgeon, 1999) Dudgeon (1996) ได้รายงานว่าการเจริญของ Ephemeridae ในประเทศญี่ปุ่นมีชีวประวัติแบบ bivoltine (มี 2 รุ่นต่อปี) ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว 3 ชนิดที่เหลือ คือ *C. (E.)* sp.2, *Choroterpides* sp. และ *Cryptopenella* sp. มีชีวประวัติแบบ non-seasonal เช่นกัน อาจเป็นเพราะประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน ทำให้ตัวเต็มวัยวางไข่ได้ตลอดทั้งปี (Wolda and Flowers, 1985) จึงพบตัวอ่อนหลายระยะในเดือนเดียวกัน และพบตัวอ่อนระยะที่ 4-8 มากที่สุดในขณะที่ตัวอ่อนระยะที่ 1-3 ส่วนตัวอ่อนระยะสุดท้ายพบน้อยซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Britain, 1976) ที่พบว่าตัวอ่อนระยะแรกๆ และตัวอ่อนระยะสุดท้ายมักตายได้ง่ายกว่าตัวอ่อนระยะอื่นๆ จึงทำให้พบน้อย (Parnrong, 1998) ในการศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อนเพศผู้้น้อยกว่าเพศเมียมากในทุกระยะ โดยเฉพาะตัวอ่อนระยะสุดท้ายมักเป็นเพศเมียเช่นเดียวกับผลการศึกษาอื่นๆ (Winterbourn, 1974; Parnrong, 1998)

4. ความสัมพันธ์ และการเลือกแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อน

จากการสำรวจตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae พบว่าตัวอ่อนชอบอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยย่อยที่ต่างกัน เช่น ในการทดลองการเลือกแหล่งอาศัยย่อยของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* spp. พบว่าผลการศึกษานี้สอดคล้องกับที่มีผู้ศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า ตัวอ่อนของ *C. (E.)* spp. เลือกอยู่ใต้แหล่งอาศัยย่อยที่เป็น cobble มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ (นฤมล แสงประดับ และคณะ 2542, Minshall, 1984; Dudgeon, 1996) นอกจากนี้ Holomuzki (2000) ได้รายงานว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสกุล *Heptagenia* พบมากบน cobble/boulder มากกว่าแหล่งอาศัยย่อยอื่นอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจาก cobble เป็นแหล่งอาศัยที่เด่นที่สุดในลำธารต้นน้ำ (Allan, 1995) และ cobble มีลักษณะเด่นเฉพาะที่แตกต่างจากแหล่งอาศัยย่อยแบบอื่น ได้แก่ ด้านบนของ cobble มีพื้นที่มากพอที่สาหร่ายจะเจริญขึ้นได้ทำให้มีอาหารบน cobble มาก และบริเวณร่องด้านข้างของ cobble จะมีการวัด และทรายมาสะสมอยู่โดยรอบทำให้เป็นแหล่งอาศัยที่เหมาะสมของสิ่งมีชีวิตซึ่งทำให้มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่บน cobble มากกว่าแหล่งอาศัยย่อยแบบอื่นๆ ถึง 2 เท่า (Hawkins, 1984) นอกจากนี้ cobble ยังเป็นแหล่งอาศัยย่อยที่ไม่ถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำได้ง่ายเหมือนกับ pebble หรือ gravel (Hawkins, 1990) เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอ่อนและขนาดก้อนหินที่ใช้อาศัยพบว่าผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ Giller and Cambell (1989) Hearnden and Pearson (1991) และ Buffagni et al. (1995) ที่พบว่าจำนวนตัว และขนาดของตัวอ่อนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับขนาดก้อนหิน อาจเนื่องจากก้อนหินขนาดใหญ่มีอาหารอยู่มากกว่าก้อนหินขนาดเล็ก และเป็นสถานที่หลบภัยได้ดี รวมทั้งตัวอ่อนระยะสุดท้ายต้องหาที่พักเพื่อการเจริญเป็นตัวเต็มวัย และสอดคล้องกับการศึกษาของ Hawkins (1990) ที่พบว่า ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว Ephemerellidae ในระยะต้นๆ มักชอบอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยที่เป็น

gravel หรือ pebble ในขณะที่ตัวอ่อนระยะสุดท้ายชอบอาศัยอยู่ใต้ cobble หรือ boulder และยังพบว่าตัวอ่อนมีพฤติกรรมการหลบอยู่ใต้ก้อนหินในเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tabacchi et al. (1993) และ Giller and Sangpradub (1993)

ในการศึกษครั้งนี้ พบว่าตัวอ่อนแต่ละชนิดมีแหล่งอาศัยในลำห้วยต่างกัน แมลงชีปะขาวสกุล *Choroterpes* พบกระจายอยู่ทั่วไปทั้งบริเวณด้านข้างใกล้ริมฝั่ง และตรงกลางลำธาร *Cryptopenella* และ *Choroterpides* พบบางบริเวณใกล้ริมฝั่ง แต่ส่วนมากพบอาศัยอยู่ตรงบริเวณกลางลำธารที่น้ำไหลเร็วมากกว่า

Isca sp. มักพบบริเวณแหล่งที่น้ำไหลเร็ว (0.573 ± 0.367 เมตร/วินาที) ในขณะที่สกุล *Thraulius* มักจะพบบริเวณใกล้ริมฝั่งมากกว่า (Peter and Tsui, 1972; Dudgeon, 1999) สาเหตุที่ตัวอ่อนแต่ละสกุลกระจายตัวต่างกัน อาจเกี่ยวเนื่องกับรูปร่างของเหงือกของตัวอ่อนแต่ละชนิด เช่น ตัวอ่อนสกุล *Choroterpes* มีเหงือกรูปร่างคล้ายใบไม้ ตรงปลายแยกเป็น 3 แฉก ทำให้มีเพิ่มพื้นที่ในการรับออกซิเจนได้มาก ส่วน *Cryptopenella* เหงือกมีรูปร่างคล้ายกับเหงือกของสกุล *Choroterpes* แต่เหงือกมีขนาดเล็กกว่า สำหรับ *Choroterpides* เหงือกลักษณะเป็นแผ่นใหญ่ และมีเฉพาะบริเวณตรงปลายเหงือกเท่านั้นที่แยกเป็นแฉกสั้นๆ จึงทำให้มีพื้นที่รับออกซิเจนน้อยกว่าดังนั้นจึงต้องอาศัยกระแสน้ำที่ไหลเร็วกว่า ส่วน *Isca* sp. เหงือกมีรูปร่างเรียวยาวไม่มีส่วนที่แตกแขนงจึงจำเป็นต้องอาศัยในบริเวณน้ำไหลเร็วเพื่อให้ได้รับออกซิเจนจำนวนมากเพียงพอสำหรับการมีชีวิตอยู่ ส่วนสกุล *Thraulius* มีเหงือกขนาดใหญ่แตกสาขามากมายจึงมีพื้นที่รับออกซิเจนมากที่สุด จึงสามารถอาศัยในบริเวณที่น้ำไหลช้า (0.053 ± 0.0153 เมตร/วินาที) มากกว่ากลุ่มอื่นๆ ได้ (Eriksen and Moeur, 1990; Jhantarawaree and Beaver, 1990; Dudgeon, 1999)

5 การวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes* (*Euthraulius*) spp. และ *Cryptopenella* sp.

ผลการวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว 2 ชนิด พบว่า *Choroterpes* (*Euthraulius*) spp. บริโภคอาหารในเชิงปริมาณมากกว่า *Cryptopenella* sp. อย่างมีนัยสำคัญ ($t_{116} = 4.314$, $p = 0.000$) แต่ไม่แตกต่างกันในเชิงชนิดของอาหาร เมื่อทดสอบทางสถิติ (t-test) พบว่าตัวอ่อนของ *C. (E.)* spp. บริโภคอาหารหลากหลายชนิดมากกว่า *Cryptopenella* sp. โดยบริโภคไดอะตอมถึง 9 ชนิด ขณะที่ตัวอ่อนของ *Cryptopenella* sp. บริโภคไดอะตอมเพียง 7 ชนิด และเมื่อวัดขนาดของไดอะตอมที่ตัวอ่อนแต่ละชนิดบริโภคพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอ่อนชนิดเดียวกันแต่ต่างระยะกันบริโภคไดอะตอมขนาดไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wallance (1975) และ Short (1983) ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างของขนาดชิ้นส่วนที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในแต่ละชนิด และในแต่ละระยะ และ ซึ่งต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ได้มีผู้ตั้งข้อสังเกตว่าขนาดของอาหารที่ตัวอ่อนกินเข้าไปน่าจะแตกต่างกันในตัวอ่อนแต่ละระยะ (Allan, 1975) Tindall and Kovalak (1979) และ นิศารัตน์ คล้ายทอง (2543) พบว่าขนาดของไดอะตอมในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแต่ละระยะของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Glossosoma nigrior* และ *Stenopsyche siamensis* ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแมลงหนอนปลอกน้ำ และแมลงชีปะขาวอยู่ต่างอันดับ (order) ดังนั้นจึงมีการบริโภคอาหารที่แตกต่างกัน

ตัวอ่อนของ *C. (E.)* spp. บริโภคซากอินทรีย์สารมากที่สุด รองลงมาได้แก่ สาหร่าย และไดอะตอมตามลำดับ ขณะที่ *Cryptopenella* sp. บริโภคซากอินทรีย์สารมากที่สุดเช่นกัน และบริโภคไดอะตอมมากกว่าสาหร่าย และพบว่าตัวอ่อนระยะที่ 9 ของทั้ง 2 ชนิดบริโภคอาหารน้อยชนิดกว่า แต่มีปริมาณมากกว่าระยะที่ 5 และ 6 ซึ่งอาจเป็นเพราะตัวอ่อนระยะสุดท้ายต้องสะสมพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเป็นตัวเต็มวัย ซึ่ง Hawkins

(1990) พบว่าแมลงชีปะขาว *Drunella spinifera* ในระยะต้นบริโภคนสาหร่าย และไดอะตอมเป็นอาหาร แต่ตัวอ่อนระยะสุดท้ายได้เปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคมาบริโภคแมลงขนาดเล็กๆ และตัวอ่อนของ *Baetis* เป็นอาหาร

ในการศึกษครั้งนี้พบว่าตัวอ่อนทั้ง 2 ชนิด บริโภคซากอินทรีย์สารมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wallace (1975) ที่รายงานว่า พบซากอินทรีย์สารร้อยละ 88-100 ในทางเดินอาหารของ *Baetis tricaudatus* และ *Rhithrogena hageni* และการศึกษาของ Short and Ward, (1981) และ Short (1983) ที่พบซากอินทรีย์สารมากในทางเดินอาหารของแมลงน้ำหลายกลุ่ม สาเหตุสำคัญที่ทำให้พบซากอินทรีย์สารมากที่สุด ในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงน้ำ อาจเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูงจึงสามารถเกิดกระบวนการย่อยสลายเศษซากของต้นไม้ และใบไม้ซึ่งมีปริมาณมากในลำธารต้นน้ำให้เป็นซากอินทรีย์สารได้มาก (Allan, 1995; Dudgeon, 1994, 1999) และซากอินทรีย์สารอาจติดอยู่บนก้อนหินมาก ดังนั้นเวลาที่ตัวอ่อนขูดกินสาหร่ายบนก้อนหินทำให้มีซากอินทรีย์ติดเข้าไปด้วย (Wellnitz and Ward, 1998)

ในการศึกษครั้งนี้ พบว่า ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus)* spp. และ *Cryptopenella* sp. มีลักษณะนิสัยการบริโภคอาหารแบบขูดกินสาหร่ายบนก้อนหิน (scrapers) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์หลายท่านที่พบว่าตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวหลายชนิดในวงศ์นี้มีลักษณะนิสัยการบริโภคอาหารแบบ scrapers (Wallace, 1975; Sivaramakrishnan, 1985; Pamrong, 1998; Wellnitz and Ward, 1998) และยังพบว่าตัวอ่อนทั้ง 2 ชนิดบริโภคไดอะตอม *Gomphonema* และ *Navicula* มากที่สุด ซึ่งไดอะตอมทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นกลุ่มเด่นในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง (คมคณิต วรไพบูรณ์ 2540) แสดงให้เห็นว่าตัวอ่อนมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีอยู่มากในลำธารนั้นๆ มากกว่าที่จะเลือกกิน (Short, 1983, Pamrong, 1998; Wellnitz et al., 1996; Wellnitz and Ward, 1998)

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

1. น้ำในลำธารทั้งสองมีคุณภาพดี น้ำในห้วยพรมแล้งมีค่าออกซิเจนละลายน้ำและความเร็วกระแสน้ำสูงกว่าห้วยหญาเครืออย่างมีนัยสำคัญ จำนวนตัวอ่อนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าออกซิเจนละลายน้ำ ($r = 0.36, p < 0.05$) และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าของแข็งละลายน้ำ ($r = -0.43, p < 0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ($r = -0.36, p < 0.05$) ตามลำดับ
2. ตัวเต็มวัยแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae พบทั้งหมด 6 สกุล 8 ชนิด พบที่ห้วยหญาเครือ 5 สกุล 7 ชนิด พบที่ห้วยพรมแล้ง 6 สกุล 8 ชนิด ตัวอ่อนพบทั้งหมด 5 สกุล 9 ชนิด พบที่ห้วยหญาเครือ 4 สกุล 8 ชนิด พบที่ห้วยพรมแล้ง 5 สกุล 9 ชนิด *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 1 เป็นกลุ่มเด่น (dominant species) ทั้งตัวเต็มวัย และตัวอ่อน ทั้งสองลำธาร ในขณะที่ *Habrophlebiodes* sp. พบเฉพาะตัวเต็มวัย และพบน้อย (rare species) ที่ห้วยพรมแล้ง ส่วน *Choroterpes (Chorotepes)* proba และ *Isca* sp. เป็น rare species ตัวอ่อนพบเฉพาะที่ห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้งตามลำดับ
3. ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแมลงชีปะขาววงศ์นี้พบว่าสามารถระบุชนิดของตัวเต็มวัยและตัวอ่อนได้อย่างละ 1 ชนิด คือ *Choroterpes (Chorotepes)* proba และ *Simothraulus seminiger* นอกนั้นพบว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกับชนิดที่มีการศึกษามาก่อนแล้ว และคาดว่าเป็นชนิดใหม่ของโลกซึ่งได้รับการยืนยันแล้วจากผู้เชี่ยวชาญ 2 ชนิดคือ *Choroterpides* sp. และ *Isca* sp. รวมทั้ง *Thraulus* sp. 1 ซึ่งยังต้องการตรวจสอบยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญ ในการศึกษาครั้งนี้สามารถเชื่อมโยงตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากการเลี้ยงตัวอ่อนระยะสุดท้ายให้เจริญเป็นตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการได้ทั้งหมด 4 ชนิด ดังนี้ *C. (E.)* sp. 1, *C. (E.)* sp. 3, *Choroterpides* sp. และ *Cryptopenella* sp. และพบ new record ในประเทศไทยทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *C. (C.) proba*, *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Habrophlebiodes* sp., *Isca* sp. และ *Simothraulus seminiger*
4. ความกว้างส่วนหัวมีความเหมาะสมที่สุดในการวัดการเจริญของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวและสามารถแบ่งตัวอ่อน *C. (E.)* sp. 1, *C. (E.)* sp. 2 และ *Cryptopenella* sp. ได้ 9 size class ส่วน *Choroterpides* sp. แบ่งได้ทั้งหมด 10 size classes และพบว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาวทุกชนิดมีชีวประวัติแบบ non-seasonal แต่ไม่สามารถระบุได้ว่ามีกี่รุ่นต่อปี
5. ตัวอ่อน *Choroterpes. (Euthraulus)* spp. เลือกอาศัยอยู่ใต้ cobble มากที่สุด และเมื่อหาความสัมพันธ์กับแหล่งอาศัยย่อยพบว่า ขนาด และจำนวนตัวอ่อนของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับขนาดก้อนหินที่ตัวอ่อนอาศัยอยู่
6. ตัวอ่อนระยะที่ 5-9 ของแมลงชีปะขาว *C. (E.)* spp. และตัวอ่อนระยะที่ 6-9 ของ *Cryptopenella* sp. บริโภคอาหารที่พบทั่วไปในลำธารไม่เฉพาะเจาะจง (generalist) โดย *C.(E.)* spp. บริโภคเศษซากอินทรีย์สารมากที่สุด รองลงมาคือ ไดอะตอม และ สาหร่าย ส่วน *Cryptopenella* sp. บริโภค สาหร่ายและไดอะตอม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าตัวอ่อนระยะที่ 9 ของแมลงชีปะขาวทั้งสองชนิดบริโภคอาหารในเชิงปริมาณที่มากกว่า แต่จำนวนชนิดของอาหารที่พบน้อยกว่าตัวอ่อนระยะอื่นๆ

2. ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อนระยะที่ 1 และ 2 น้อย ซึ่งอาจเป็นเพราะการเก็บตัวอย่างไม่ครอบคลุมแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนระยะต้น เนื่องจากตัวอ่อนระยะต้นเจริญเร็ว ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างควรถี่ขึ้น
2. ในการเชื่อมโยงตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีความจำเป็น เพราะทำให้สามารถระบุชนิดของตัวอ่อนได้อย่างแท้จริง แต่ที่ผ่านมาพบว่ามีอุปสรรคทำให้ตัวอ่อนตายในขณะเลี้ยง เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการที่เลี้ยงกับลำธารที่ตัวอ่อนอาศัยอยู่จริง ดังนั้นควรมีสถานที่เลี้ยงตัวอ่อนที่สามารถควบคุมปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้
3. ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae บางชนิดมีการกระจายตัวแบบจำกัด เช่น *Choroterpes (Euthraulus) proba* และ *Isca* sp. พบเฉพาะตัวอ่อนที่ห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้งตามลำดับ ในขณะที่ *Habrophlebioides* sp. พบเฉพาะตัวเต็มวัยที่ห้วยพรมแล้ง ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะมีการศึกษาต่อไปว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการกระจายตัวของแมลงชีปะขาว

เอกสารอ้างอิง

- กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. (2538).
เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ และมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย Water Quality Criteria &
Standard in Thailand . กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- คมคณิต วรไพบูรณ์. (2540). การสำรวจสาหร่ายในลำห้วยสองแห่งของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.
โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- แคลเลีย นวลฉวี. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกับ
ปริมาณเศษซากที่หล่นร่วงลงในแหล่งน้ำไหล. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จันดา วงศ์สมบัติ. (2541). ผลกระทบจากการถางป่าริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูก
สันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จุไรรัตน์ จันทรกระจ่าง. (2539). การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแบ่งตามลักษณะการได้มาของ
อาหารในลำธารภูหินเหล็กไฟ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. โครงการงานวิจัย
สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นฤมล แสงประดับ, & วิโรจน์ หนักแน่น. (2541). การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำ
ห้วยห้วยแครีและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วารสารวิจัย มช., 3(1), 1-15.
- _____, & ชุตินา หาญจวนิช. (2541). การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำในเขตอุทยานแห่งชาติ
ภูพาน. หน้า 85-95 ใน ทศนีย์ แจ่มจรรยา และ คณะ. การศึกษาความหลากหลายทางสัต
วิทยาในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน. (หน้า 88-95). รายงานการวิจัย โครงการพัฒนาองค์ความรู้
และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- _____, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชุตินา หาญจวนิช, อาษา อาษาไชย, & ประยุทธ์ อุดรพิมาย. (2542).
การศึกษาการกระจายตัวของแมลงกลุ่ม Ephemeroptera Plecoptera และ Trichoptera (EPT)
ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการวิจัย โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษา
นโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิศารัตน์ คล้ายทอง. (2543). ชีววิทยาของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Stenopsyche siamensis*
(Insecta: Trichoptera). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญเสริญ บุญสูง. (2541). ผลของการเลี้ยงปลากระชังต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่ง
น้ำจืด. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประสาท เนืองเฉลิม. (2540). ความหลากหลายชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Stenopsychidae ในบริเวณ
ลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ไพบูรณ์ เกตวงษา. (2540). การศึกษาช่วงเวลาการออกเป็นตัวเต็มวัย (Emergency timing) ของแมลงชีปะขาวและแมลงหนอนปลอกน้ำด้วยกับดักล่อไฟบริเวณอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รัตนา ปานเรียนแสน. (2537). การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพอง. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิไลลักษณ์ ไชยปะ. (2540). ความหลากหลายของตัวเต็มวัยในอันดับ Coleoptera, Ephemeroptera, Plecoptera และ Tricoptera ในสองลำธารของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริพร แซ่เฮง. (2540). ความหลากหลายชนิดของมวนน้ำจืดในลำห้วยห้วยแครือ และลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์. (2538). การสำรวจแมลงบริเวณป่าพรุของจังหวัดภูเก็ต. วารสารสงขลานครินทร์, 17(3), 299-311.
- _____, & สันต จรูญวรรณ. (2541). การแพร่กระจายของแมลงน้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดนงาช้าง จังหวัดสงขลา. วารสารสงขลานครินทร์, 20(2), 157-167.
- ศุภลักษณ์ ระดมสุข. (2538). การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณน้ำตกเพ็ญพบใหม่ และน้ำตกวังกวาง อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- _____. (2542). ความหลากหลายชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ *Hydropsychidae* บริเวณห้วยห้วยแครือ และห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. (2539). แพลงก์ตอนพืช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุจิตรา ไทยท้านัส. (2538). การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยห้วยแครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวัฒน์ อัครไชยชาญ. (2541). หนังสือคู่มือชุดท่องเที่ยว: อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สารคดี.
- อิสระ ธาณี. (2537). การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยห้วยแครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. (2542). แบบบันทึกรายงานอดุณิคมวิทยา ประจำปี พ.ศ. 2542. จังหวัดเพชรบูรณ์: อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. (แบบบันทึก)
- อลงกรณ์ ผาผง. (2539). การทดสอบค่าคะแนนแก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเพื่อติดตามคุณภาพน้ำ. โครงการงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Allan, J.D. (1975). The Distributional Ecology and Diversity of Benthic Insects in Cement Creek, Colorado. *Ecology*, 56, 1040-1053.
- _____. (1995). *Stream Ecology Structure and Function of Running Water*. London: Chapman & Hall
- Allen, R.K. (1974). *Neochoroterpes*, a New Subgenus of *Choroterpes* Eaton from North America (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Canadian Entomologist*, 106, 161-168.

- Allen, J.D. (1995). **Stream Ecology Structures and Function or Runing Waters.**
London: Chapman & Hall.
- Bae, Y.J, Yoon, I.B., & Chun, D.J. (1994). A Catalogue of the Ephemeroptera of Korea.
Entomological Research Bulletin, 20, 31-50.
- . (1997). A Revised Catalogue of the Ephemeroptera of Korea. **Entomological Research Bulletin**, 23, 31-50.
- Bailey, P.C.E. (1981). Diel Activity Patterns in Nymphs of an Australian Mayfly *Atalophlebioides* sp. (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). **Australia Journal Marine and Freshwater Reserch**, 32, 121-31.
- Balasubramanian, C., Venkataraman, K., & Sivaramakrishnan, K.G. (1991). Life Stages of a South Indian Burrowing Mayfly, *Ephemera (Aethephemera) nadinae* McCafferty & Edmunds 1973 (Ephemeroptera: Ephemeridae). **Aquatic Insects**, 13, 223-228.
- Banks, N. (1900). New Genera and Species of Nearctic Neurotropteroid Insects. **Transactions of the American Fisheries Society**, 26, 239-339.
- Bourrelley, P. (1968). **Les algues D' Eau Douce.** Avec le Coneours du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Britt, N.W. (1953). Difference Between Measurements of Living and Preserved Aquatic Nymphs Caused by Injury and Preservation. **Ecology**, 34, 802-803.
- Brittain, J.E. (1972). Experimental Studies on Nymphal Growth in *Leptophlebia vespertina* (L.) (Ephemeroptera). **Freshwater Biology**, 8, 440-449.
- . (1976). Experimental Studies on Nymphal Growth in *Leptophlebia vespertina* (L.) (Ephemeroptera). **Freshwater Biology**, 6, 445-449.
- . (1982). Biology of Mayflies. **Annual Review of Entomology**, 27, 119-147.
- . (1990). Life History Strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. In I.C. Campbell (Ed.). **Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology.** (pp. 1-12). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- , & Campbell, I.C. (1991). The Effect of Temperature on Egg Development in Australian Mayfly Genus *Coloburiscoides* (Ephemeroptera: Coloburiscidae) and Its Relationship to Distribution and Life History. **Journal of Biogeography**, 18, 231-235.
- Buffagni, A., Crosa, G., & Marchetti. (1995). Size-Related Shifts in the Physical Habitat of Two Mayfly Species (Ephemeroptera). **Freshwater Biology**, 34, 297-302.
- Butler, M.G. (1984). Lift History of Aqautic Insects. In V.H. Resh & D.M. Rosenberg (Eds), **The Ecology of Aquatic Insect.** (pp. 24-55). New York: Praeger.
- Campbell, I.C. (1990). The Australian Mayfly Fauna: Composition, Distribution and Covergence. In I.C. Campbell (Ed.). **Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology.** (pp. 149-153). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Campbell, I.C. (1991). Size Allometry in Some Australian Mayfly Nymphs (Insecta: Ephlemeroptera). **Aquatic Insects**, 13(2), 79-86.

- Chapman, D. (1992). **Water Quality Assessments**. London: Chapman & Hall.
- Clifford, H.F. (1969). Variability of Linear Measurements Throughout the Life Cycle of the Mayfly *Leptophlebia cupida* (Say) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). **Pan-Pacific Entomologist**, 46, 98-106.
- . (1970). Analysis of a Northern Mayfly (Ephemeroptera) Population, With Special Reference to Allometry of Size. **Canadian Journal of Zoology**, 48, 305-316.
- . (1982). Life Cycle of Mayflies (Ephemeroptera) with Special Reference to Votanism. **Quaestiones Entomologicae**, 18, 15-90.
- Collier, K. (1994). Influence of Nymphal Size, Sex and Morphotype on Microdistribution of *Deleatium* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) in New Zealand River. **Freshwater Biology**, 34, 35-42.
- Courtney, L.A., & Clements, W.H. (2000). Sensitivity to Acidic pH in Benthic Invertebrate Assemblages with Different Histories of Exposure to Metals. **Journal of North American Benthological Society**, 19(1), 112-127.
- Cox, E.J. (1996). **Identification of Freshwater Diatoms from Live Material**. Oxford Great Britain: Alden Press, Osney Mead.
- Demoulin, G. (1958). Nouveau schema de Classification des Archodonates et des E'phe'me'ropte'ra. **Bull. Ins. R. Sci. Nat. Belg**, 34(27), 1-19.
- Dudgeon, D. (1990a). Determinants of the Distribution and Abundance of Larval Ephemeroptera (Insecta) in Hong Kong Running Waters. In I.C. Campbell (Ed.). **Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology**. (pp. 221-232). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- . (1990b). Seasonal Dynamics of Invertebrate Drift in a Hong Kong Stream. **The Zoological Society of London**, 222, 187-196.
- . (1993). The Effects Spate-Induced Disturbance Predation and Environmental Complexity on Microinvertebrate in a Tropical Stream. **Freshwater Biology**, 30, 189-197.
- . (1994). Research Strategies for the Conservation and Management of Tropical Asian Streams and Rivers. **International Journal of Ecology & Environmental Sciences**, 20, 255-285.
- . (1996a). The Life History Secondary Production and Microdistribution of *Ephemera* spp. (Ephemeroptera: Ephemeridae) in a Tropical Forest Stream. **Archiv Für Hydrobiologie**, 135(4), 473-483.
- . (1996b). Life Histories, Secondary Production and Microdistribution of Heptageniid Mayflies (Ephemeroptera) in a Tropical Forest Stream. **The Zoological Society of London**, 240, 341-361.
- . (1999). **Tropical Asian Streams**. Hong Kong: Nordica Printing. Co. Ltd.
- Dyar, H.G., & Rhinebeck, N.Y. (1890). The Number of Molts of Lepidoptera Larvae. **Psyche**, 5, 420-422.

- Eaton, A.E. (1881). An Annoucement of New Genera of Ephemeridae. *Ent. Mon. Mag.* 17: 21-27.
- . (1884). A Revisional Monograph of Recent Ephemeridae or Mayflies. *Transections of the Royal Linneus Society of London*, 3(1), 352-365.
- Edmunds, G.F., Jr., & McCafferty, W.P. (1988). The Mayfly Subimago. *Annual Review Entomology*, 33: 509-529.
- , & Traver, J.R. (1954). And Outline of a Recclassification of the Ephemeroptera. *Proceeding of Entomological Society Wash*, 56, 236-240.
- , & Waltz, R.D. (1996). Ephemeroptera. In R.W. Merrit & K.W. Cummins (Eds.) *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. (pp. 126-163). 3rd ed. Kendall/Hunt: Publishing Company.
- Eriksen, C.H., & Moeur, J.E. (1990). Respiratory Functions of Motile Tracheal Gills in Ephemeroptera Nymphs as Exemplified by *Siphonurus occidentalis* Eaton. I.C. Campbell (Ed.). *Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology*. (pp. 109-118). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Filter, R., & Manue, R. (1986). *The Freshwater Life of Britain and North West Europe*. London: Collins Grafton Street.
- Fontaine, J., Castella, E., & Nelva, A. (1990). Some Aspects of the Ecology of *Leptophlebia Vepertina* (L.) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). In I.C. Campbell (Ed.). *Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology*. (pp. 275-280). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Giller, P.S., & Cambell, N.B. (1989). Colonisation Patterns of Mayfly Nymys (Ephemeroptera) on Implanted Substrate Tays of Different Size. *Hydrologia*, 178, 59-71.
- , & Sangpradub, N. (1993). Predatory Foraging a Behaviour and Activity Patterns of Larvae of Two Species of Limnephilid Cased Caddis. *Oikos*, 67, np
- Gose, K. (1969). Mayflies (Ephemeroptera) from Thailand. *Nature and Life in Southeast Asia*, 6, 124-138.
- Grant, P.M., & Sivaramakrishnan, K.G. (1985). A New Species of *Thraulius* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) From Southern India. *Florida Entomologist*, 68, 424-432.
- , & Peters, W.L. (1993). Description of new Genera of Four New Genera of *Thraulius* Groups Mayflies from the Eastern Hemisphere and Redescription of *Simothraulius* and *Chiusanophlebia* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Transactions of the American Entomological Society*, 119(2), 131-168.
- Gui, H. (1994). Ephemeroptera. In J.C. Morse, Y. Lianfang & T. Lixin. (Eds.). *Aquatic Insects of China useful for Monitoring Water Quality*. (pp. 117-4-185). Nanjing: Hohai University Press.
- Halaewell, J.M. (1986). *Biological Surveillance of River: Abiological Monitoring Handbook*. United Kingdom: National Environment Reserch Council.

- Hawkins, C.P. (1984). Substrate Associations and Longitudinal Distributions in Species of Ephemerellidae (Ephemeroptera: Insecta) from Western Oregon. *Freshwater Invertebrate Biology*, 3(4), 181-188.
- . (1990). Relationships Between Habitat Dynamics Food Availability, and Growth Patterns of Ephemerellid Mayflies from Western North American. In I.C. Campbell (Ed.). *Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology*. (pp. 35-42). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Hearnden, M.N., & Pearson, R.G. (1991). Habitat Partitioning among the Mayfly Species (Ephemeroptera) of Yaccabine Creek, a Tropical Australia Stream. *Oecologia*, 87, 97-101.
- Henry, B.C., Jr. (1993). A revision of Neochoroterpes (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) New Status. *Transactions of the American Entomological Society*, 119, 317-333.
- Holomuzki, J.R. (2000). Effects of Substrate and Predator Type on Microdistributions and Drift of a Lotic Mayfly. *Journal of the North American Benthological Society*, 15(4), 520-528.
- Hubbard, M.D. (1986). A Catalog of the Mayflies (Ephemeroptera) of Hong Kong. *Insecta Mundi*, 1, 247-254.
- . (1990). *Mayflies of the World: A Catalog of the Family and Genus Group Taxa; Flora & Fauna Handbook no. 8*. Gainesville Florida: Sandhill Crane Press.
- . (1994). The Mayfly Family Behningiidae (Ephemeroptera: Ephemeroidae): Keys to the Recent Species with a Catalog of the Family. *Great Lacks Entomology*, 27, 161-168.
- , & Peters, W.L. (1976). The Number of Genera and Species of Mayflies (Ephemeroptera). *Entomological News*, 87-245.
- . 1978. A Catalogue of the Ephemeroptera of the Indian Subregion. *Oriental Insects Supplement*, 9, 1-43.
- , & Sivaramakrishnan, K.G. (1984). A New Species of Petersula from Southern India (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *International Journal of Entomology*, 26, 204-205.
- Huizingh, E. (1994). *Introduction to SPSS/PC + 5.0 and Data Entry*. Company Inc.: Addison Wesley Publishing.
- Hurn, A.D. (1996). Temperature Dependent Growth and Life Cycle of *Deleatidium* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) in Two High-Country Streams in New Zealand. *Freshwater Biology*, 36, 351-361.
- Hynes, J.D. (1976). Downstream Drift of Invertebrates in a River in Southern Ghana. *Freshwater Biology*, 5, 515-532.
- Janice, G. P. *Personal Communication*, Jan 8, 2001.
- Jhantarawaree, C., & Beaver, O.P. (1990). Respiratory Rate of Mayfly Nymphs in Water Differing Oxygen and Ionic Concentrations. In I.C. Campbell (Ed.). *Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology*. (pp. 105-107). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Kang, S.C., & Yang, C.T. (1994d). Leptophlebiid of Taiwan. *Journal of Taiwan Mus*, 47, 57-82.

- Kluge, N.Y. (1984). Mayflies of the Subgenus *Euthraulius* Bran. (Ephemeroptera: Leptophlebiidae, genus Choroterpes) of the USSR. *Annual Review of Entomology*, 63, 56-62.
- Landa, V. (1968). Developmental Cycles of Central European Ephemeroptera and Their Interrelations. *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 65, 276-284.
- Lauda, V. (1959). Problems of Internal Anatomy of Ephemeroptera and their Relation to the Phylogeny and Systematics of This Order. *Proc. XV. International Cong. Zoology*, 113-115.
- Malicky, H. 1997. A Preliminary Picture Atlas for the Identification of Trichoptera of Thailand. (n.p.)
- _____, & Chantaramongkol, P. (1993). The Altitudinal Distribution in Mae Klang Catchment on Doi Inthanon, Northern Thailand: Stream Zonation and Cool - and Warm - Adapted Groups. *Review of Hydrobiologie Tropical*, 26(4), 279-291.
- _____. (1998). Trichoptera from Doi Suthep - National Park, Northern Thailand. *Proceeding of the 8th International Symposium on Trichoptera*. Minnesota USA.
- _____. (1999). A Preliminary Survey of Caddisflies (Trichoptera) of Thailand. *Proceeding of the 9th International Symposium on Trichoptera*; 1998 January 5 - 10; Chiang Mai, Thailand. Chiang Mai University.
- McCafferty, W.P. (1981). *Aquatic Entomology*. Jones and Batlett, INC.
- _____. (1992). New Larval Descriptions and Comparisons of North American *Choroterpes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Great Lakes Entomologist*, 25, 71-78.
- _____, & Edmunds, G.F., Jr. (1979). The Higher Classification of the Ephemeroptera and It's Evolutionary Basis. *Entomological Society of America*, 72(1), 5-12.
- Merritt, R.W. and Cummins, K.W. (1996). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall Hunt Publishing Company.
- Minshall, G.W. (1984). Aquatic Insect - Substratum Relationship. In V.H. Resh & D.M. Rosenberg (Eds.) *The Ecology of Aquatic insects*. (pp. 384-400). New York: Praeger Publisher.
- Mustow, S.E. (1997). *Aquatic Macroinvertebrate and Environment Quality of Rivers in North Thailand*. Ph.D. Thesis. University of London.
- Needham, J.G., Traver, J.R. & Hsu, Y. (1972). *The Biology of Mayflies with a Systematic Account of North American Species*. Classey LTD. Hampton, Middlesex England.
- Norusis, M.J. (1993). *SPSS for Windows Base System User's Guide Release*. Chicago Inc.
- Parnrong, S. (1998). *Biology, Life History and Secondary Production of the Mayfly Austrophlebioides marchanti* PARNRONG and CAMPBELL (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) from Forest and Pasture Site of Two Victorian Stream the Influence of Land-Use. Ph.D. Thesis Department of Biology Science Monash University. Australia.
- Peters, W.L. (1963). A New species of *Habrophlebiodes* from China (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Proceeding of Royal Entomology Society of London*, 32, 41-43.
- Peters, W.L., & Campbell, I.C. (1991). Ephemeroptera (Mayflies). In CSIRO (Eds.). *The Insects of Australia*. (np). Melbourne: Melbourne University Press.

- Peters, W.L., & Edmunds, G.F., Jr. (1964). A revision of the generic classification of the Ethiopian Leptophlebiidae (Ephemeroptera). **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, 116, 225-253.
- _____. (1970). A Revision of the Generic Classification of Certain Leptophlebiidae from Southern South America (Ephemeroptera). **Annals of the Entomological Society of America**, 65, 1398-1414.
- _____, & Tsui, P.T.P. (1972). A New Name For a Specific Homonym in *Thraulius* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). **Oriental Insects**, 6, 5-65.
- Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porteo, K.D., Grossor, S.K., & Hughes, R.M. (1989). The Concept of Biomonitoring Rapid Bioassessment. **Protocols for Use in Stream and River Benthic Macroinvertebrates and Fish**, 2(1), 2-14.
- Rashid, S.A. (1967). The Mayfly Nymphs (Order: Ephemeroptera) of Rawalpindi District. **Pakistan Journal of Science**, 19(3), 73-86.
- Rajachapakdee, M. (1997). **Benthic Macroinvertebrate Relatives to Altitude and Water Quality in Streams on Suthep**. Master's Thesis in Science Graduate School Chiang Mai University.
- Rosenberg, D.M., & Resh, V.H. (1993). **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrate**. London: Chapman & Hall New York.
- Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C., & Inmuong, U. (1996-1998). A Correlation Study between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand. The Research Project Funded by The Thailand Research Fund (TFR). Khon Kaen University Thailand.
- Short, R.A. (1983). Food Habits and Dietary Overlap Among Six Streams Collector Species. **Freshwater Invertebrate Biology**, 2(3), 132-138.
- _____, & Ward, J.V. (1981). Benthic Detritus Dynamics in Mountain Stream. **Holarct Ecology**, 4, 31-35.
- Sivaramakrishnan, K.G., & Hubbard, M.D. (1984). A New Species of *Petersula* from Southern India (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). **International Journal of Entomology**, 26, 204-205.
- _____, & Venkataraman K. (1990). Abundance Altitudinal Distribution on Swarming of Ephemeroptera in Palni Hills, South Indian. In I.C. Campbell (Ed.). **Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology**. (pp. 221- 232). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Slack, H.D. (1936). The Food of Caddis Fly (Trichoptera) Larvae. **Journal Animal Ecology**, 5, 105-115.
- Suter P.J., & Bishop, J.E. (1990). Post-Oviposition Development of Eggs of South Australian Mayflies. In I.C. Campbell (Ed.). **Mayflies and Stoneflies, Life Histories and Biology**. (pp. 105-107). Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Tabacchi, E., Decamps, H., & Thomas, A. (1993). Substrate Interstices for Larval *Thraulius bellus* (Ephemeroptera) in a Temporary Floodplain Pond. **Freshwater Biology**, 29, 429-439.

- Tindall, M.J., & Kovalak, W.P. (1979). Food Particle Size Consumed by Larvae *Glossosoma nigrum* (Trichoptera: Glossosomatidae). *The Great Lakes Entomologist*, 12(3), 105-108.
- Towns, D.R. (1983). Life History Patterns of Six Sympatric Species of Leptophlebiidae (Ephemeroptera) in a New Zealand Stream and the Role of Interspecific Competition in Their Evolution. *Hydrobiologia*, 99, 37-50.
- , & Peters, W.L. (1979). New Genera and Species of Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 6, 439-452.
- Tsui, P.T.P., & Peters, W.L. (1970). The Nymph of *Habrophlebiodes gilliesi* Peters (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London*, 45, 89-90.
- Ueno, M. (1969). Mayflies (Ephemeroptera) from Various Regions of Southeast Asia. *Oriental Insects*, 3(3), 221-238.
- Ulmer, G. (1940). Eintagsfliegen (Ephemeroptera) Von Den Sudan Inseln. Part II and III. *Archiv Für Hydrobiologie*, 16, 581-692.
- . (1963). Aquatic Insects of China. Article VI. Revised Key to the Genera of Ephemeroptera. *Peking Natural History Bulletin*, 7, 195-218.
- Wallace, J.D. (1975). The Distributional Ecology and Diversity of Benthic Insects in Cement Creek, Colorado. *Ecology*, 56, 1040-1053.
- Wallace, R.K. Jr. (1981). An Assessment of Diet-Overlap Indexes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 101, 72-76.
- Ward, J.V. (1992). *Aquatic Insect Ecology; Biology and Habitat*. Inc.: John Wiley & Sons.
- Watanasit, S. (1996). Aquatic Insects in Streams in Southern Provinces of Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 18(4), 385-396.
- . (1999). Seasonal Change in Aquatic Insect Communities of Freshwater Streams in Southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 21(2), 141-153.
- Wellnitz, T.A., Rader, R.B., & Ward, J.V. (1996). Light and Grazing Mayfly Shape Periphyton in a Rocky Mountain Stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 15(4), 496-507.
- , & Ward, J.V. (1998). Does Light Intensity Modify the Effect Mayfly Grazers have on Periphyton?. *Freshwater Biology*, 39, 135-149.
- Winterbourn, T. (1974). The Life Histories Tropical Relations and Production of *Stenoperla prasina* (Plecoptera) and *Deleatidium* sp. (Ephemeroptera) in New Zealand River. *Freshwater Biology*, 4, 507-524.
- . (1990). Interaction Among Nutrients, Algae and Invertebrate in a New Zealand Mountain Streams. *Freshwater Biology*, 23(3), 463-474.
- Wolda, H., & Flowers, R.W. (1985). Seasonality and Diversity of Mayfly Adults (Ephemeroptera) in a Non-Seasonal Tropical Environment. *Biotropica*, 17, 330-335.
- Zar, J.H. (1974). *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

ภาคผนวก

ความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ LEPTOPHLEBIIDAE ในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

อลงกรณ์ ผาผง

นักศึกษา

นฤมล แสงประดับ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ชุติมา หาญจวนิช

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญาเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว โดยเก็บตัวอย่างระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยด้วยวิธีเชิงคุณภาพเดือนละครั้งระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนเมษายน 2542 พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่ห้วยหญาเครือ 2 สกุล 3 ชนิด ห้วยพรมแล้งพบ 3 สกุล 4 ชนิด โดยชนิดที่พบจะต่างกันระหว่างตัวอ่อน และตัวเต็มวัย ตัวอ่อนที่พบทั้ง 2 ลำธาร ได้แก่ *Thraulius* sp.1, *Thraulius* sp.2 และ *Choroterpes* (*Euthraulius*) ตัวเต็มวัยที่ห้วยหญาเครือพบ 2 สกุล 4 ชนิด ที่ห้วยพรมแล้งพบ 3 สกุล 5 ชนิด ที่พบเหมือนกันทั้ง 2 ลำธาร คือ *Thraulius* และ *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp.1, *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp.2, *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp.3 ส่วนสกุล *Habrophlebiodes* พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้งเท่านั้น ตัวอ่อนของ *Thraulius* sp.1 มีจำนวนมาก ส่วนตัวเต็มวัยพบ *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp.1 มากที่สุด ขณะนี้การวิจัยยังไม่เสร็จสมบูรณ์

SPECIES DIVERSITY OF MAYFLIES (EPHEMEROPTERA: LEPTOPHLEBIIDAE) IN YAKRUEA AND PHROMLAENG STREAMS AT NAM NAO NATIONAL PARK

A. Phaphong

Graduate Student

N. Sangpradub

Thesis Advisor

C. Hangavanich

Thesis Co-advisor

Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Qualitative sampling of Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from two streams of Nam Nao National Park, Yakrua and Phromlaeng, was conducted monthly from July 1998 to April 1999. Two genera and 3 species of mayfly larvae inhabited the Yakrua stream, whereas in the Phromlaeng stream, 3 genera and 4 species were found. *Thraulius* sp. 1, *Thraulius* sp. 2 and *Choroterpes* (*Euthraulius*) larvae were found in both streams, but *Habrophlebiodes* was present only in the Phromlaeng stream. Adults of 2 genera and 4 species of mayflies were found in Yakrua stream, whereas 3 genera and 5 species were collected from the Phromlaeng stream. Adults of *Thraulius*, *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp. 1, *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp. 2 and *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp. 3 were found in both streams, but *Habrophlebiodes* occurred only in the Phromlaeng stream. In both streams, *Thraulius* sp. 1 was the most abundant mayfly larva, but the most abundant adult was *Choroterpes* (*Euthraulius*) sp. 1. Research is still in progress.

LEPTOPHLEBIID MAYFLY (INSECTA: EPHEMEROPTERA) AT NAM NAO
NATIONAL PARK, THAILAND

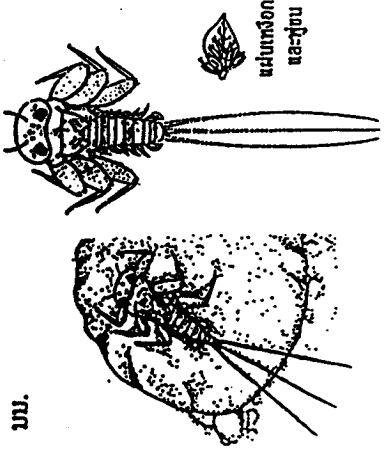
PHAPHONG A., SANGPRADUB N. and HANJAVANIT C.

Department of Biology, Faculty of Science, Khokaen University, Khokaen 40002, THAILAND

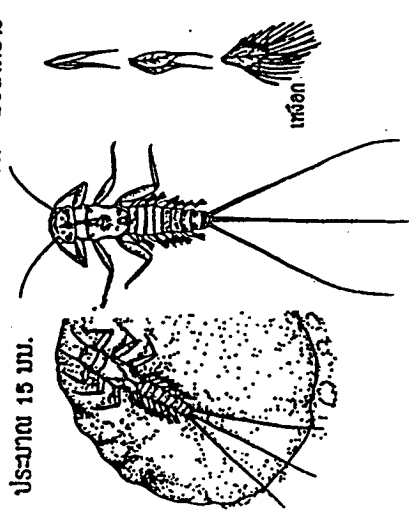
Qualitative samplings of Leptophlebiid mayflies (Ephemeroptera) from two streams at Nam Nao National Park, Thailand were taken monthly during July 1998 to June 1999. Four genera and 6 species of mayflies inhabited in Yakraue stream and 6 genera and 7 species were found at Phromlaeng stream. The species inhabited in both streams were *Choroterpes* (*Euthralus*) sp., *Cryptopenella* sp., *Chorotertipes* sp., *Thraulius torrentis* and *T. maculatus*. *Choroterpes* (*Choroterpes*) sp. was found only in Yakraue stream while *Habrophlebiodes* sp. and *Isca* (*Minyphlebia*) sp. were found only in Phromlaeng stream.

แมลงชีปะขาวหัวโต (Family Heptageniidae)

หัว และลำตัวแบนราบ ส่วนหัวมีขนาดโตและกว้างกว่าลำตัว ส่วนมากจะเจอจะมีฟองอยู่ใต้อาณานิคมหรือ ชอนเกาะนอนอยู่ใกล้กับก้อนหินในบริเวณที่มีน้ำไหล ตัวอ่อนที่โตเต็มที่ มีขนาดยาวประมาณ 15-20 มม.



แมลงชีปะขาวหัวเล็ลง (Family Leptophlebiidae) หัวมีลักษณะเป็นเหลี่ยม ลำตัวรูปทรงกระบอก เหนือมีรูปร่างได้หลายแบบ ส่วนมากเกาะอยู่กับก้อนหินในบริเวณที่มีน้ำไหล ตัวอ่อนที่โตเต็มที่ มีขนาดยาวประมาณ 15 มม.

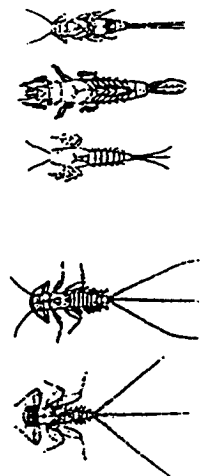


ด้ยชีชีวกาฬ

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม จึงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อนคุณภาพแหล่งน้ำได้ ซึ่งตัวอ่อนในแต่ละกลุ่มมีความทนทานต่อมลภาวะแตกต่างกัน

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวหัวโต และแมลงชีปะขาวหัวเหลี่ยมเป็นส่วนมาก

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำระหว่าง 3-5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวเข้มน แมลงชีปะขาวการามงอน และแมลงชีปะขาวกระโปรง เป็นส่วนมาก



น้ำคุณภาพดี

น้ำคุณภาพปานกลาง

ความหลากหลาย

ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารหัวหินน้ำเค็ม และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบ (ข้อมูลถึงเดือน ก.พ. 43)

แมลงชีปะขาวเข้มน 3 สก

แมลงชีปะขาวกระโปรง 1 สก

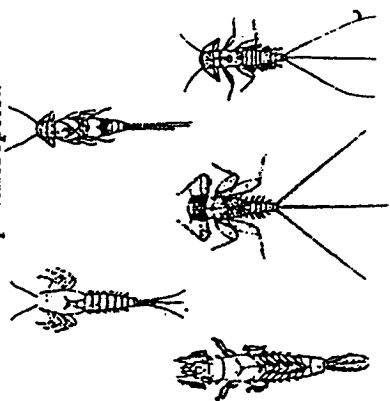
แมลงชีปะขาวการามงอน 1 สก

แมลงชีปะขาวหัวโต 3 สก

แมลงชีปะขาวหัวเหลี่ยม 5 สก 8 ชนิด

ธรรมชาติศึกษา แหล่งน้ำไหล ตอนที่ 2

แมลงชีปะขาว
Ephemeroptera



คณะผู้จัดทำ :

นางสาวอภรณ์ ผาง
นายณฐกร บุญสูง
กลุ่มศึกษาแมลงน้ำ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
<http://www.get.co/wetlab/>

สนับสนุน โดย :

อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
โครงการที่บ่งบอกถึงความรู้และ
ศักยภาพในการจัดการทรัพยากรชีวภาพ
ในประเทศไทย (BRT)

แมลงชีปะขาว ใช้ชีวิตส่วนใหญ่เป็นตัวย่อย
อาศัยอยู่ในน้ำ สามารถอยู่ได้ทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและ
แหล่งน้ำไหล เมื่อตัวย่อยเจริญเต็มที่จะเจริญเป็นตัว
ร่อนตัวเต็มวัยที่มีปีก แต่จะอพยพหลังจากเจริญไม่เต็ม
จากนั้นจะลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยที่มีอายุสั้น ซึ่งจะ
ทำหน้าที่ผสมพันธุ์และวางไข่เท่านั้น

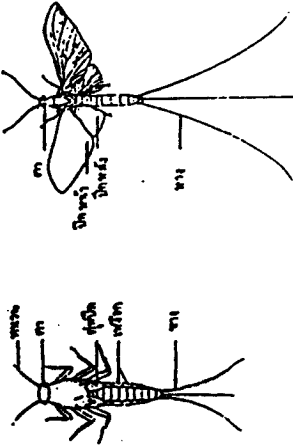


บทบาททางนิเวศวิทยา

ตัวย่อยแมลงชีปะขาวส่วนมากกับเศษซาก
อินทรีย์เล็กๆ ที่เก็บได้ตามพื้นท้องน้ำและชุดกับ
สารละลายกับอินทรีย์เป็นอาหาร ในขณะที่ตัวเต็ม
วัยเป็นอาหารสำคัญของปลา แมลงชีปะขาวจึงมีบทบาท
สำคัญในการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียน
ธาตุในระบบนิเวศของแหล่งน้ำจืด



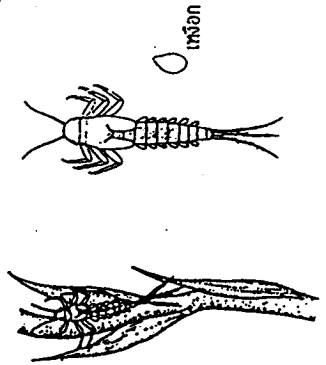
ลักษณะทั่วไปของแมลงชีปะขาว
ตัวย่อย หัวมีรูปร่างหลายแบบ ลำตัวยาว
เรียว มีหรืออยู่ด้านข้างของลำตัวมีขนาด 3 เส้น
ตัวเต็มวัย ส่วนหัวมีตาประกอบขนาดใหญ่ 1
คู่และตาเดี่ยว 3 คู่ ลำตัวยาวเรียว มีปีก 2 คู่ ปีกคู่
หน้าเจริญดี ปีกคู่หลังมีขนาดเล็ก มีพยาง 2-3
เส้น



หัวจน

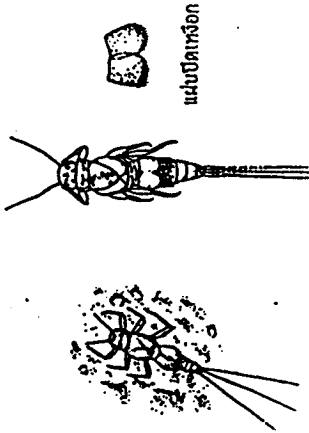
ตัวเต็มวัย

ตัวย่อยแมลงชีปะขาวกลุ่มที่พบอยู่ในอุทยาน
แห่งชาติน้ำหนาว ได้แก่
แมลงชีปะขาวเขิน (Family Baetidae)
รูปร่างยาวเรียว ทบดขาว เหลืองเป็นแผ่น ขำน้ำ
แก่ ส่วนมากอาศัยอยู่ตามรากไม้ และพืชน้ำ
ตัวย่อยที่โตเต็มที่ มีขนาดยาวประมาณ 12 มม.



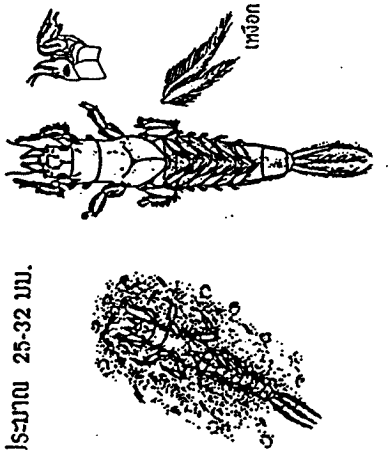
เหงือก

แมลงชีปะขาวกระโปรง (Family Caenidae)
มีขนาดเล็ก แผ่นปิดเหงือกที่ปล้องท้องที่ 2 ขอบด้าน
ในยกขึ้นเล็กน้อย อาศัยอยู่ตามโคลน และพืชน้ำ
ตัวย่อยที่โตเต็มที่ มีขนาดยาวประมาณ 8 มม.



แผ่นปิดเหงือก

แมลงชีปะขาวกระมอ (Family Ephemeridae)
ตัวยาวเรียว เหงือกเป็นแถบคล้ายขนบดและพับไปอยู่
บนด้านหลังของช่องท้อง เพื่อยึดกับพื้นดินและ
ปลายใ้กับพื้น ทดแทนสำหรับอุดรู ตัวอ่อนอยู่
ในโคลน และทราย ตัวอ่อนที่โตเต็มที่ มีขนาดยาว
ประมาณ 25-32 มม.



เหงือก

ความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ LEPTOPHLEBIIDAE ในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

อลงกรณ์ ผาผอง (นักศึกษา), นฤมล แสงประดับ (อาจารย์ที่ปรึกษา), ชุตติมา หาญจวนิช (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญาเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติ น้ำหนาว โดยเก็บตัวอย่างตัวอ่อน และตัวเต็มวัย ด้วยวิธีเชิงคุณภาพเดือนละครั้ง ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2541 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2542 พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่ห้วยหญาเครือ 4 สกุล 7 ชนิด ห้วยพรมแล้งพบ 5 สกุล 8 ชนิด ตัวเต็มวัยพบที่ห้วยหญาเครือ 4 สกุล 6 ชนิด ห้วยพรมแล้งพบ 5 สกุล 7 ชนิด ชนิดที่พบทั้งสองลำธาร คือ *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1, *Choroterpes (Choroterpes)* sp., *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Tharulus* sp.1 และ *Tharulus* sp.2 ส่วน *Choroterpes (Euthraulus)* sp.2 พบเฉพาะที่ห้วยหญาเครือ ในขณะที่ *Isca (Minyphlebia)* sp. และ *Habrophlebiodes* sp. พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง ตัวอ่อนที่พบจำนวนตัวมากทั้งสองลำธาร คือ *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1 และ *Cryptopenella* sp. ตามลำดับ ส่วน *Choroterpides* sp. พบมากที่ห้วยพรมแล้ง ความเร็วของกระแส น้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ค่าของแข็งละลายน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายของทั้งสองลำธาร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สามารถเชื่อมโยงตัวอ่อน และตัวเต็มวัย โดยการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้ 2 ชนิด คือ *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1 และ *Cryptopenella* sp.

SPECIES DIVERSITY OF MAYFLIES (EPHEMEROPTERA: LEPTOPHLEBIIDAE) IN YAKRAUE AND PHROMLAENG STREAMS AT NAM NAO NATIONAL PARK, PETCHABUN PROVINCE

A. Phaphong (Graduate Student), N. Sangpradub (Thesis Advisor), C. Hanjavanit (Thesis Co-advisor)
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Qualitative sampling of Leptophlebiid mayflies from Yakraue and Phromlaeng Streams at Nam Nao National Park was conducted monthly from July 1998 to June 1999. Four genera and seven species of mayfly larvae were found in Yakraue Stream and five genera and eight species were found in Phromlaeng Stream. Adults of four genera and six species of mayflies were found in Yakraue Stream whereas five genera and seven species were collected from Phromlaeng Stream. *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1, *Choroterpes (Choroterpes)* sp., *Choroterpides* sp., *Cryptopenella* sp., *Tharulus* sp.1 and *Tharulus* sp.2 were found in both streams. *Choroterpes (Euthraulus)* sp.2 inhabited only Yakraue Stream while *Isca (Minyphlebia)* sp. and *Habrophlebiodes* sp. occurred only in Phromlaeng Stream. *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1 and *Cryptopenella* sp. were the most abundant mayflies in both streams. Water velocity, conductivity, TDS and DO were significantly different in both streams. By rearing nymphs in the laboratory, the nymphal stages were able to be associated with the imago of *Choroterpes (Euthraulus)* sp.1 and *Cryptopenella* sp. and *Cryptopenella* sp.

ความหลากหลายของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือและ ห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

อลงกรณ์ ผาผิง ผศ.ดร. นฤมล แสงประดับ และ รศ.ดร. ชุตินา หาญจวนิช
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

จากการสำรวจแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2542 ได้ ผลการศึกษาดังนี้ พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวทั้งหมด 5 สกุล 10 ชนิด ตัวเต็มวัยพบทั้งหมด 6 สกุล 10 ชนิด *Choroterpes (Euthraulus)* sp 1. และ *Cryptopenella* sp. พบตัวอย่างทั้งตัวอ่อน และตัวเต็มวัยจำนวนมากทั้ง 2 ลำห้วย ในขณะที่ *Isca* sp พบเฉพาะตัวอ่อนที่ห้วยพรมแล้ง และ *Habrophlebioides gilliesi*, *Simothraulus seminiger* พบเฉพาะตัวเต็มวัยที่ห้วยพรมแล้งเช่นกัน ในการศึกษาครั้งนี้สามารถเชื่อมโยง ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยโดยการเลี้ยงได้ 3 ชนิด คือ *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 1, *Cryptopenella* sp. และ *Choroterpides* sp. และสามารถแบ่ง size class โดยวัดขนาดความกว้างของส่วนหัวของตัวอ่อนทั้ง 3 ชนิดนี้รวมทั้ง *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 2 ออกได้ทั้งหมด 9 ระยะเท่ากันยกเว้น *Choroterpides* n. sp. ที่พบ 10 ระยะ และพบว่าตัวอ่อนทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มการกระจายของอายุเป็นแบบหลายรุ่นในหนึ่งปี (multivoltine) ตัวเต็มวัยจะพบเกือบทุกเดือน เมื่อศึกษาถึงนิเวศวิทยาของแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนพบว่า ตัวอ่อนของ *Choroterpes (Euthraulus)* spp ชอบอาศัยอยู่ใน cobble มากที่สุด ($F_{4,99} = 4.941$ $P = 0.02$) จำนวนและขนาดตัวอ่อนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับขนาดก้อนหิน ($r = 0.696$, $P = 0.001$) เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางเคมีและทางกายภาพของน้ำพบว่าค่า DO ($t_{64} = 3.056$ $P = 0.003$) และ ความเร็วกระแส น้ำ ($t_{64} = -3.069$ $p = 0.003$) ในห้วยพรมแล้งสูงกว่าห้วยหญ้าเครืออย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าจำนวนตัวอ่อนที่พบมีค่าความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่า DO ($r=0.357$ $P = 0.045$) และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่า TDS ($r = -0.428$ $P=0.026$) และค่า pH ($r=-0.36$ $P = 0.049$)

ประวัติผู้เขียน

นางสาวลงกรณ์ ผาผง เกิดเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2517 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2540 และศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชา ชีววิทยาน้ำจืด คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี 2541 ได้รับการสนับสนุนทุนในการทำ วิทยานิพนธ์จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2543. รหัสโครงการ BRT 541073

การเสนอผลงานทางวิชาการ

1. เสนอโปสเตอร์เรื่อง ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ ในงานการประชุมวิชาการประจำปีครั้งที่ 3 โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ระหว่างวันที่ 11-14 ตุลาคม พ.ศ. 2542 ณ จังหวัด สงขลา
2. เสนอโปสเตอร์ และบทคัดย่อในงาน The 1 st Joint Meeting and Symposium of Aquatic Entomologists Societies in East Asia (AESEA Meeting) เรื่อง Leptophlebiid Mayfly (Insecta: Ephemeroptera) at Nam Nao National Park, Thailand ระหว่างวันที่ 17-20 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ณ กรุงโซล ประเทศเกาหลี
3. จัดทำเอกสารแผ่นพับเผยแพร่ความรู้เรื่อง แมลงชีปะขาว ในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ ให้แก่เจ้าหน้าที่อุทยานเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ
4. เสนอโปสเตอร์เรื่อง การกระจายตัวในแต่ละช่วงอายุ (Age distribution) ของแมลงชีปะขาว *Choroterpes (Euthraulus) sp.2*, *Cryptopenella sp.* และ *Choroterpides sp.* (F. Leptophlebiidae: O. Ephemeroptera) ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ ในงานการประชุมวิชาการประจำปีครั้งที่ 4 โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ระหว่างวันที่ 9-12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 จังหวัดพิษณุโลก และ ในงาน RGJ Seminar Series: Biodiversity I ณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น