BRT 541072

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยทรมแลง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

SPECIES DIVERSITY OF CADDISFLIES (TRICHOPTERA:PHILOPOTAMIDAE) IN YAKRUEA AND PHROMLAENG STREAMS, NAM NAO NATIONAL PARK, THAILAND.

นางสาววิไลลักษณ์ ไขยปะ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2544

ISBN 974-654-465-9

An 25

12 พ.ย. 2544

โครงการ BRT ชั้น 15 อาคารมหานครยิบซั่ม
539/2 ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว

SPECIES DIVERSITY OF CADDISFLIES (TRICHOPTERA:PHILOPOTAMIDAE) IN YAKRUEA AND PHROMLAENG STREAMS, NAM NAO NATIONAL PARK, THAILAND.

นางสาววิไลลักษณ์ ไชยปะ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2544
ISBN 974-654-465-9

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

นางสาววิไลลักษณ์ ไชยปะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2544

ISBN 974-654-465-9

SPECIES DIVERSITY OF CADDISFLIES (TRICHOPTERA:PHILOPOTAMIDAE) IN YAKRUEA AND PHROMLAENG STREAMS, NAM NAO NATIONAL PARK, THAILAND.

MISS WILAILUK CHAIYAPA

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 974-654-465-9

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ นางสาววิไลลักษณ์ ไชยปะ

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ

.....กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา หาญจวณิช

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

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

สำเร็จการศึกษาเมื่อวันที่ 27 ส.ค. 2544

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

541072

วิไลลักษณ์ ไชยปะ. 2544. *ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. [ISBN 974-654-465-9]
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ. ดร. นฤมล แสงประดับ, รศ. ดร. ชุติมา หาญจวณิช

บทคัดย่อ

จากการสำรวจแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวเดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 โดยเก็บตัวอย่างตัวอ่อนเชิงคุณภาพในทุกแหล่งอาศัยย่อย และเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยด้วยกับดักแสงอัลตราไวโอเลต นำตัวอย่างที่ได้ดองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 และตรวจเอกลักษณ์ พบตัวเต็มวัย 1 สกุล 5 ชนิดคือ *Chimarra akkaorum, C. bimbltona, C. khamuorum, C. pipake* และ *C. spinifera* โดยที่ห้วยพรมแล้งพบเพียง 2 ชนิดคือ *C. khamuorum* และ *C. bimbltona* ขณะที่ห้วยหญ้าเครือพบทั้ง 5 ชนิด ส่วนตัวอ่อนของแมลงวงศ์นี้พบทั้งสิ้น 2 สกุล 6 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum, C. khamuorum, Chimarra* sp.1, *Chimarra* sp.2, *Chimarra* sp.3 และ *Wormaldia* sp.1 ตามลำดับ *Chimarra* sp.2 พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง และ *Chimarra* sp.3 พบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือ ส่วนตัวอ่อนที่เหลืออีก 4 ชนิดพบในทั้งสองลำธารที่ศึกษา ตัวอ่อนของ *C. khamuorum* มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา 2 แบบ ตัวอ่อนของ *Chimarra* ระยะที่ 1, 2 และ 3 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันมาก จึงไม่สามารถระบุชนิดได้ ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วของกระแสน้ำและความลึกของน้ำ ($r=0.60$, $p=0.03$ และ $r=0.75$, $p=0.02$ ตามลำดับ) กล่าวคือเมื่อความเร็วกระแสน้ำและความลึกของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบจำนวนตัวของตัวอ่อนเพิ่มขึ้น แม้ว่าตัวอ่อนอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยย่อยที่ไม่แตกต่างกัน แต่ตัวอ่อนบริโภคอาหารแตกต่างกัน (แสดง diet partitioning) คืออาหารที่พบในทางเดินอาหารระยะที่ 5 ของตัวอ่อน *C. akkaorum, C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ส่วนใหญ่เป็นเศษซากอินทรีย์สาร รองลงมาคือ ไดอะตอม ไดอะตอมที่พบมาก 4 อันดับแรก คือ *Navicula* sp., *Gomphonema* sp., *Cymbella* sp. และ *Diploneis* sp. ตามลำดับ ขนาดไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($\chi^2_{(2)}=0.398$, $p=0.05$) แต่จำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ไดอะตอมที่ตัวอ่อนทั้ง 2 ชนิดบริโภคมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{2,29}=6.148$, $p=0.006$ และ $F_{2,29}=13.679$, $p=0.001$ ตามลำดับ) โดย *C. akkaorum* บริโภคจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของสาหร่ายน้อยที่สุด ส่วนตัวอ่อน *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของสาหร่ายมากที่สุด (LSD test $p<0.05$) จากการศึกษารูปร่างตาข่ายตัวอ่อนระยะที่ 5 ของสกุล *Chimarra* พบว่าตาข่ายของ *C. akkaorum* เป็นเส้นไหมพาดทับกันไปมาหลายชั้นไม่เป็นระเบียบ ส่วนรูปร่างตาข่ายของ *C. khamuorum* เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็กจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบโดย *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 มีขนาดความกว้างและความยาวของช่องตาข่ายเฉลี่ย 0.60x3.75 และ 0.77x4.25 ไมโครเมตร ตามลำดับ

ในการศึกษาครั้งนี้สามารถเชื่อมโยงระยะตัวอ่อน ดักแด้และตัวเต็มวัยได้สำเร็จ 2 ชนิดคือ *C. akkaorum* และ *C. khamuorum* โดย *C. akkaorum* มีแนวโน้มว่าอาจมีชีวประวัติเป็นแบบ univoltine ส่วนตัวอ่อนของ *C. khamuorum* ทั้งสองแบบเป็นแบบ non-seasonal

Wilailuk Chaiyapa. 2001. ***Species Diversity of Caddisflies (Trichoptera: Philopotamidae) in Yakruea and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park, Thailand.*** Master of Science Thesis in Biology, Graduate School, Khon Kaen University. [ISBN 974-654-465-9]

Thesis Advisory Committee : Asst. Prof. Dr. Narumon Sangpradub

Assoc. Prof. Dr. Chutima Hanjavanit

Abstract

Adults, pupae and larvae of Philopotamid caddisflies were monthly qualitative sampled from Yakruea and Phromlaeng streams, Nam Nao National Park, during December 1998 to March 2000. Five species of *Chimarra* adults: *Chimarra akkaorum*, *C. bimbltona*, *C. khamuorum*, *C. spinifera* and *C. pipake* were collected from the Yakruea stream and only *C. bimbltona* and *C. khamuorum* were found from the Phromlaeng stream. The larvae of *Chimarra akkaorum*, *C. khamuorum*, *Chimarra* sp.1 and *Wormaldia* sp.1 inhabited both streams, *Chimarra* sp.2 only presented in the Phromlaeng stream while *Chimarra* sp.3 occurred only in the Yakruea stream. The larvae of *C. khamuorum* showed two morphological variations i.e. *C. khamuorum* type 1 and *C. khamuorum* type 2. The 1st, 2nd and 3rd of larval instars of *Chimarra* could not be distinguished because they had the slightly different morphological characteristics. There was a positive correlation between the larval individuals with water velocity ($r=0.60$, $p=0.03$) and depth of water ($r=0.75$, $p=0.02$). The larvae can coexist in the same microhabitat because of their diet partitioning. Gut analyses of the 5th larval instars of *C. akkaorum* and *C. khamuorum* revealed that their main diet was detritus and algae, especially diatom. The dominant species of diatoms were *Navicula* sp., *Gomphonema* sp., *Cymbella* sp. and *Diploneis* sp. Sizes of diatoms consumed by those two species were not significantly different ($\chi^2_{(2)}=0.398$, $p=0.05$). Number of taxa and cells of diatoms in the larvae guts of two species showed significantly different ($F_{2,29}=6.148$, $p=0.006$ and $F_{2,29}=13.679$, $p=0.001$). Nets of mature of larvae *C. akkaorum* were composed of several layers of variable sizes of meshes whereas nets of *C. khamuorum* type 1 and *C. khamuorum* type 2 larvae formed a lattice-like networks that varied from square to rectangular shapes. Average sizes of mesh opening of capture nets of the 5th instar of *C. khamuorum* type 1 and *C. khamuorum* type 2 were approximately 0.60 μm wide x 3.75 μm long and 0.77 μm wide x 4.25 μm long, respectively.

Associations of larvae with adults of *C. akkaorum* and *C. khamuorum* were successful. Life history of *C. akkaorum* showed a tendency to be univoltine but *C. khamuorum* was a non-seasonal pattern.

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดมา ขอขอบพระคุณ รองศาตราจารย์ ดร. ชุติมา หาญจวณิช กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา ให้ข้อคิดในการทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ ดร. ยรรยงค์ อินทร์ม่วง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและเสนอแนะข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ขอขอบคุณคุณวิโรจน์ หนักแน่น หัวหน้าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ที่อนุญาตให้ศึกษาในเขตอุทยาน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการเก็บตัวอย่างแมลงในภาคสนาม

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์ นิศารัตน์ คล้ายทอง คุณบุญเสฐียร บุญสูง และคุณประสาท เนืองเฉลิม ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการวาดภาพ คุณขวัญเดือน รัตนา และคุณประยุทธิ์ อุดรพิมาย ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยทุกด้าน รวมทั้งน้อง ๆ เพื่อน ๆ และพี่ ๆ ภาควิชาชีววิทยา ที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย จนการศึกษาสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ ทั้งสองคน ที่ให้ชีวิต ให้ความรัก ให้การสนับสนุนการศึกษาในทุก ๆ ด้าน รวมทั้งให้กำลังใจซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งต่อผู้วิจัย

วิไลลักษณ์ ไชยปะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 สถานที่เก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ และวิธีการ	10
บทที่ 4 ผลการศึกษา	21
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา	107
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	115
เอกสารอ้างอิง	117
ภาคผนวก	124
ประวัติผู้เขียน	126

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm SD$) ตัวแปรคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ของห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 23

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm SD$) ตัวแปรคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ของห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 24

ตารางที่ 3 จำนวนตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ที่พบในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 27

ตารางที่ 4 จำนวนตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ที่พบในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 27

ตารางที่ 5 แสดงการพบตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 28

ตารางที่ 6 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อน แมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* บริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 31

ตารางที่ 7 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ในห้วย หญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 33

ตารางที่ 8 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ในห้วย พรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 33

ตารางที่ 9 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อน *C. akkaorum* บริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 40

ตารางที่ 10 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. akkaorum* ในห้วย หญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 42

ตารางที่ 11 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. akkaorum* ในห้วย พรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 42

ตารางที่ 12 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อน *C. khamuorum* แบบ 1 บริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 53

ตารางที่ 13 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 55

ตารางที่ 14 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 1 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 55

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 15 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อน *C. khamuorum* แบบ 2 บริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 57

ตารางที่ 16 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 2 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 59

ตารางที่ 17 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 2 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 59

ตารางที่ 18 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อน *Chimarra* sp.1 บริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 63

ตารางที่ 19 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Chimarra* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 64

ตารางที่ 20 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Chimarra* sp.1 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 64

ตารางที่ 21 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อน *Chimarra* sp.3 บริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 69

ตารางที่ 22 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Chimarra* sp.3 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 70

ตารางที่ 23 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อน *Wormaldia* sp.1 บริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 74

ตารางที่ 24 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 76

ตารางที่ 25 การกระจายรายเดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Wormaldia* sp.1 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 76

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความเร็วและความลึกของน้ำ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่พบในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ของตัวอ่อนวงศ์ Philopotamidae 95

ตารางที่ 27 ลักษณะรังดักแด้ที่พบในตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* จำนวน 2 ชนิด 96

ตารางที่ 28 อาหารที่พบในทางเดินอาหารระยะที่ 5 ของตัวอ่อน *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ2 ในห้วยพรมแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ 2543 100

ตารางที่ 29 ชนิดและจำนวนตัวของสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของตัวอ่อน *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ2 101

ตารางที่ 30 ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ2 103

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 31 ชนิดและจำนวนตัวของสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 สกุล *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ	105
ตารางที่ 32 ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 สกุล *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ	106

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	รังของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae	3
ภาพที่ 2	ริมฝีปากบนที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเยื่อพิเศษของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae	4
ภาพที่ 3	ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae	6
ภาพที่ 4	ส่วนหัวตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae	7
ภาพที่ 5	แผนที่ตั้งของห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งในบริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว	11
ภาพที่ 6	สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว	12
ภาพที่ 7	สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว	14
ภาพที่ 8	อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดคุณภาพน้ำ	17
ภาพที่ 9	กับดักแสงไฟล่อ (ultraviolet light trap)	18
ภาพที่ 10	แสดงการวัดขนาดความกว้างส่วนหัวที่ระดับความกว้างของขอบลูกตาด้านนอกทั้งสองข้าง	19
ภาพที่ 11	แหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae	26
ภาพที่ 12	ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra*	30
ภาพที่ 13	ลักษณะต่าง ๆ ของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra*	30
ภาพที่ 14	ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ เนื่องจากมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก	32
ภาพที่ 15	ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* ระยะที่ 1-3	34
ภาพที่ 16	ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*	35
ภาพที่ 17	ลักษณะต่าง ๆ ของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*	36
ภาพที่ 18	ลักษณะรังของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*	38
ภาพที่ 19	ลักษณะกรามของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*	38
ภาพที่ 20	ลักษณะรยางค์ส่วนก้นของดักแด้เพศผู้ *C. akkaorum*	39
ภาพที่ 21	ลักษณะแผ่นแข็งของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*	39
ภาพที่ 22	ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*	41
ภาพที่ 23	ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*	43
ภาพที่ 24	ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1	44
ภาพที่ 25	ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2	45
ภาพที่ 26	ลักษณะต่าง ๆ ของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1	45
ภาพที่ 27	ลักษณะต่าง ๆ ของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2	46
ภาพที่ 28	ลักษณะรังของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* (ด้านบน)	48
ภาพที่ 29	ลักษณะกรามของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1 (ด้านบน)	49
ภาพที่ 30	ลักษณะรยางค์ส่วนก้นของดักแด้เพศผู้ *C. khamuorum* แบบ 1	49
ภาพที่ 31	ลักษณะรยางค์ส่วนก้นของดักแด้เพศเมีย *C. khamuorum* แบบ 1	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 32 ลักษณะกรามของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2 (ด้านบน) 50
ภาพที่ 33 ลักษณะรยางค์ส่วนก้นของดักแด้เพศผู้ *C. khamuorum* แบบ 2 51
ภาพที่ 34 ลักษณะรยางค์ส่วนก้นของดักแด้เพศเมีย *C. khamuorum* แบบ 2 51
ภาพที่ 35 ลักษณะแผ่นแข็งของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* 52
ภาพที่ 36 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1 54
ภาพที่ 37 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1 56
ภาพที่ 38 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2 58
ภาพที่ 39 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2 60
ภาพที่ 40 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.1 61
ภาพที่ 41 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.1 62
ภาพที่ 42 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.2 65
ภาพที่ 43 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.2 66
ภาพที่ 44 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.3 67
ภาพที่ 45 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.3 68
ภาพที่ 46 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1 72
ภาพที่ 47 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1 73
ภาพที่ 48 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1 75
ภาพที่ 49 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1 77
ภาพที่ 50 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. akkaorum* (ด้านบน) 79
ภาพที่ 51 ส่วนขาตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* 80
ภาพที่ 52 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. akkaorum* 81
ภาพที่ 53 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. akkaorum* 82
ภาพที่ 54 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. bimbltona* (ด้านบน) 83
ภาพที่ 55 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. bimbltona* 84
ภาพที่ 56 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. bimbltona* 85
ภาพที่ 57 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. khamuorum* (ด้านบน) 86
ภาพที่ 58 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. khamuorum* 87
ภาพที่ 59 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. khamuorum* 88
ภาพที่ 60 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. pipake* (ด้านบน) 89
ภาพที่ 61 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. pipake* 90
ภาพที่ 62 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. pipake* 91

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 63 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. spinifera* 92

ภาพที่ 64 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. spinifera* 93

ภาพที่ 65 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของตาข่ายของ *C. akkaorum* 97

ภาพที่ 66 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของตาข่ายตัวอ่อนของ *C. khamuorum* แบบ 1 ระยะที่ 5 98

ภาพที่ 67 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของตาข่ายตัวอ่อนของ *C. khamuorum* แบบ 2 ระยะที่ 5 99

ภาพที่ 68 แสดงการจัดกลุ่มระหว่างจำนวนเซลล์ของไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารระยะที่ 5 ของตัวอ่อน *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 102

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แมลงหนอนปลอกน้ำเป็นแมลงในอันดับ Trichoptera ซึ่งแมลงอันดับนี้จัดเป็นแมลงกลุ่มใหญ่ที่สุดกลุ่มหนึ่งของแมลงน้ำ โดยอาศัยอยู่ในน้ำอย่างน้อยช่วงหนึ่งของชีวิต แหล่งน้ำที่เป็นที่อยู่อาศัยของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำได้แก่ แหล่งน้ำจืดแทบทุกแห่ง เช่น ลำธาร น้ำตก แม่น้ำ บ่อ หนอง บึง และทะเลสาบ (Lehmkuhl, 1979) ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำมีความสำคัญต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืดในแง่ความหลากชนิดและปริมาณที่มีเป็นจำนวนมาก ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำมีบทบาทสำคัญต่อการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหารของระบบนิเวศน้ำจืด (Brown and Brown, 1984) โดยตัวอ่อนจะเป็นอาหารของสัตว์น้ำ เช่น ปลา สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์ปีก เช่น นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพวกค้างคาว (Edward *et al.*, 1990) เนื่องจากแมลงหนอนปลอกน้ำมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมสูง นักวิทยาศาสตร์จึงได้นำตัวอ่อนของสัตว์กลุ่มนี้มาช่วยในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและตรวจวัดคุณภาพน้ำ จนได้พัฒนามาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในประเทศแถบทวีปยุโรป อเมริกา รวมทั้งประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ (Rosenberg and Resh, 1993)

การศึกษาเกี่ยวกับแมลงน้ำในประเทศไทยมีน้อยมาก ทำให้การนำไปใช้ประเมินผลกระทบคุณภาพของสิ่งแวดล้อมได้ผลไม่ดีนัก ที่มีรายงานมากคือการศึกษาตัวอ่อนแมลงน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรายงานในวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เช่น Rajchapakdee (1992) อิสระ ธานี (2541) สมจิตร สมพงษ์ (2541) และ แตงอ่อน พรหมมิ (2542) มหาวิทยาลัยขอนแก่น เช่น จันดา วงศ์สมบัติ (2541) ศุภลักษณ์ ระดมสุข (2542) นิศารัตน์ คล้ายทอง (2543) ประสาท เนืองเฉลิม (2544) ไพบูลย์ เกตวงษา (2544) รวมทั้งรายงานในการวิจัยระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เช่น อิสระ ธานี (2537) รัตนา ปานเรียนแสน (2537) สุจิตรตรา ไทยทำนัส (2538) ศุภลักษณ์ ระดมสุข (2538) อลงกรณ์ ผาผง (2539) ประสาท เนืองเฉลิม (2540) วิไลลักษณ์ ไชยปะ (2540) ศิริพร แซ่เฮง (2540) บุญเสฐียร บุญสูง (2541) ศิริจิตร์ เขจรสัตย์ (2542) และ เสน่ห์ จิตต์กลาง (2543) ส่วนของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เช่น มนตรี อินทรสังขนาวิน (2537) นอกจากนี้ยังมีการสำรวจตัวอ่อนแมลงน้ำในภาคใต้ของประเทศไทย (ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์, 2538; Watanasit, 1996; 1999) การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น, 2541) การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (นฤมล แสงประดับ และคณะ, 2542) และรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกับคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำพอง (Sangprudab *et al.*, 1996)

การจัดจำแนกชนิดของตัวอ่อนของแมลงน้ำยังทำได้ยาก เนื่องจากลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานคืออวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) นั้นยังไม่ปรากฏในระยะตัวอ่อน แต่พบเจริญดีในระยะตัวเต็มวัย ส่วนดักแด้นั้นมีลักษณะที่สามารถใช้เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวเต็มวัยและระยะตัวอ่อนได้ โดยที่ดักแด้มีอวัยวะสืบพันธุ์ ซึ่งสามารถใช้เปรียบเทียบกับตัวเต็มวัย และมีคราบของตัวอ่อนระยะสุดท้ายอยู่ภายในถุงหุ้มดักแด้ ทำให้สามารถเปรียบเทียบกับตัวอ่อนได้ว่าเป็นแมลงชนิดเดียวกันหรือไม่ ดังนั้นการหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวเต็มวัยและตัวอ่อนทำให้สามารถระบุชนิดของตัวอ่อนได้อย่างถูกต้อง เพื่อใช้ตัวอ่อนเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและตรวจวัดคุณภาพน้ำ (Merritt and Cummins, 1996)

การศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมด้านความหลากชนิดและนิเวศวิทยาเบื้องต้นของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาสร้างเป็นรูปวิธาน และนำมาใช้เพื่อประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำของประเทศไทยในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความหลากชนิดของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

1.2.2 เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae สำหรับการสร้างรูปวิธานของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ของประเทศไทยในอนาคต

1. 2. 3 เพื่อศึกษานิเวศวิทยาเบื้องต้นของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาความหลากชนิดและนิเวศวิทยาของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวทุกเดือน เป็นระยะเวลา 16 เดือน (เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบความหลากชนิด ความเชื่อมโยงของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวงศ์นี้ นิเวศวิทยาเบื้องต้นในพื้นที่ที่ศึกษาคือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ซึ่งเป็นบริเวณลำธารต้นน้ำแหล่งกำเนิดของลำน้ำเชิญ และลำน้ำพรม ซึ่งเป็นลำธารของลุ่มน้ำชี และเป็นสถานที่ที่มีคุณค่าทางทรัพยากรชีวภาพอย่างยิ่งของประเทศไทย

1.4.2 ทราบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแมลงวงศ์นี้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดทำรูปวิธานแมลงวงศ์นี้ของประเทศไทยในอนาคต

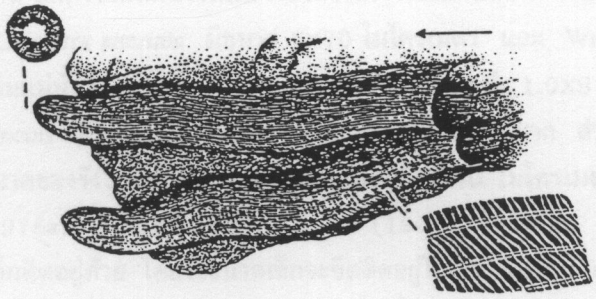
บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แมลงจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนสมาชิกมากที่สุด มีความสามารถแพร่กระจายและปรับตัวอยู่ได้ทั่วโลก ทั้งบนดิน ในอากาศ และในแหล่งน้ำ (McCafferty, 1981) แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae อยู่ในอันดับ Trichoptera มีการกระจายอย่างกว้างขวาง พบในแหล่งน้ำจืดทุกทวีปทั่วโลก ยกเว้นทวีปแอนตาร์กติก (Blahnik and Holzenthal, 1992) มีความสำคัญอย่างมากในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเป็นแหล่งพลังงานระดับต้น เป็นอาหารของสัตว์น้ำอื่นๆ เช่น ปลา นก ค้างคาว (Edward *et al.*, 1990) มีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานและแร่ธาตุในทุกลำดับขั้นของการบริโภค ทำให้ระบบนิเวศของแหล่งน้ำสมดุลย์ (Cummins, 1973) ลำดับขั้นอนุกรมวิธานของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae (Wiggins, 1996) เป็นดังนี้คือ

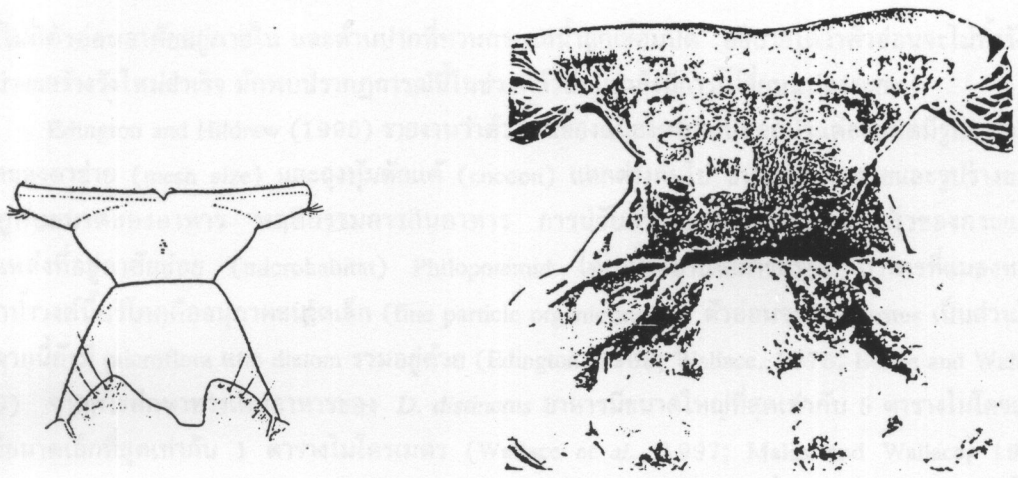
Phylum Arthropoda
Subphylum Uniramia
Class Insecta
Order Trichoptera
Suborder Annulipalpia
Family Philopotamidae

2.1 นิเวศวิทยา

ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหลทั่วโลก และมักพบบริเวณต้นน้ำ ตัวอ่อนสร้างรังด้วยเส้นไหมที่ปั่นออกมาจากต่อมบริเวณริมฝีปากล่าง รังที่สร้างมีลักษณะคล้ายถุงกาแฟยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) เพื่อกรองอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยจะกินอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์อื่นๆ ที่ได้อาหารโดยการกรอง (Edington and Hildrew, 1995) ตัวอ่อนสร้างรังอาศัยอยู่ใต้ก้อนหินขนาดใหญ่และบริเวณเศษซากใบไม้ที่ทับถมอยู่บริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง รังที่สร้างมีด้านปากรัง (anterior end) หันทวนกระแสน้ำ และด้านท้ายของรัง (posterior end) เป็นอิสระไม่ยึดติดกับพื้นอาศัย (substrate) ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในรังและกินอาหารโดยขูดกินอนุภาคที่ล่องลอยมาติดรังด้านในด้วยริมฝีปากบนที่เปลี่ยนไปเป็นเยื่อพิเศษ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 รังของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae (ที่มา:Wiggins, 1996)
← แสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำ



ก ข

ภาพที่ 2 ริมฝีปากบนที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเยื่อพิเศษของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

ก. ภาพวาด (ที่มา:Wiggins, 1996)

ข. ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (ที่มา:Wallace and Malas, 1976a)

รังจะไม่เป็นรูปทรงถุงกาแฟเมื่อถูกรบกวน ถ้ายกก้อนหินหรือเศษซากใบไม้ที่มีรังและตัวอ่อนอาศัยขึ้นจากน้ำรังจะเสียรูปทรงโดยแบนติดไปกับพื้นอาศัย จะเห็นเพียงตัวอ่อนเคลื่อนที่อยู่ภายในรัง (Wiggins, 1996) ขนาดของตาข่ายมีขนาดเล็กมาก Wallace and Malas (1976a) พบว่าตัวอ่อนของ *Dolophilodes distinctus* พบมากในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรงและอุณหภูมิของน้ำต่ำ ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในรัง พบตัวอ่อน 1 ตัวในแต่ละรังอาศัย ขนาดรังของตัวอ่อนที่โตเต็มที่มีความยาว 25 ถึง 60 มิลลิเมตร ตัวอ่อนระยะที่ 2 มีความยาวของรัง 4.5 มิลลิเมตร ขนาดของตาข่าย 0.2X2.5 ไมโครเมตร และขนาดตาข่ายในตัวอ่อนระยะที่ 5 มีขนาด 1.75X5.5 ไมโครเมตร รูเปิดทางด้านปากรัง มีขนาดใหญ่กว่าด้านท้ายรัง ตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *Philopotamus montanus* มีโครงสร้างของรังคล้ายกับ *D. distinctus* แต่ผนังของรังประกอบด้วยตาข่ายที่มีความยาว 10-13 ไมโครเมตร และมีความกว้างเท่ากับ 25-70 ไมโครเมตร (Wallace, 1977) ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* สร้างรังที่มีรูปแบบแตกต่างกันไป โดยชนิดเดียวกันจะสร้างรังที่มีโครงสร้างและรูปแบบเหมือนกัน แต่ต่างชนิดกันรังที่พบจะมีโครงสร้างไม่เหมือนกัน Willaims and Hynes (1973) รายงานว่าขนาดรังของ *Chimarra atterima* มีขนาด 6X70 ไมโครเมตร และ Wallace and Malas (1977) พบว่า *Chimarra socia* ในแม่น้ำ Savannah รัฐ Carolina มีขนาดรัง 0.8 ถึง 1.0X9 ไมโครเมตร ลักษณะทั่วไปของรังคล้ายกับ *D. distinctus* เว้นเพียงแต่ *Chimarra* sp. มีขนาดเล็กกว่ามาก ส่วนรังของสกุล *Wormaldia* มีตาข่ายหลายชั้นและมีขนาดของรังไม่แน่นอน อาจมีขนาดตั้งแต่ 9X40 ไมโครเมตร ถึง 9X80 ไมโครเมตร (Wallace and Malas, 1976a) จากการศึกษาของ Sattler (1962) ในรังของ *Chimarra* sp. พบว่ารังที่มีขนาดใหญ่มักมีรังขนาดเล็กติดอยู่ด้วย โดยรังขนาดเล็กจะยึดติดอยู่ใกล้ๆ กับด้าน anterior end ของรังขนาดใหญ่ Sattler คาดว่าตัวอ่อนเคลื่อนย้ายจากรังเก่าไปสู่รังใหม่เพื่ออาศัยและดักจับอาหารเมื่อลอกคราบเปลี่ยนระยะตัวอ่อน และใช้เวลาสักระยะหนึ่งรังเก่าจึงจะสลายไป สอดคล้องกับการศึกษาของ Wallace and Malas (1976b) ที่พบว่ารังของตัวอ่อน *Dolophilodes* sp. ระยะสุดท้ายมีรังขนาดเล็กกว่ายึดติดอยู่ด้วย รังขนาดเล็กที่

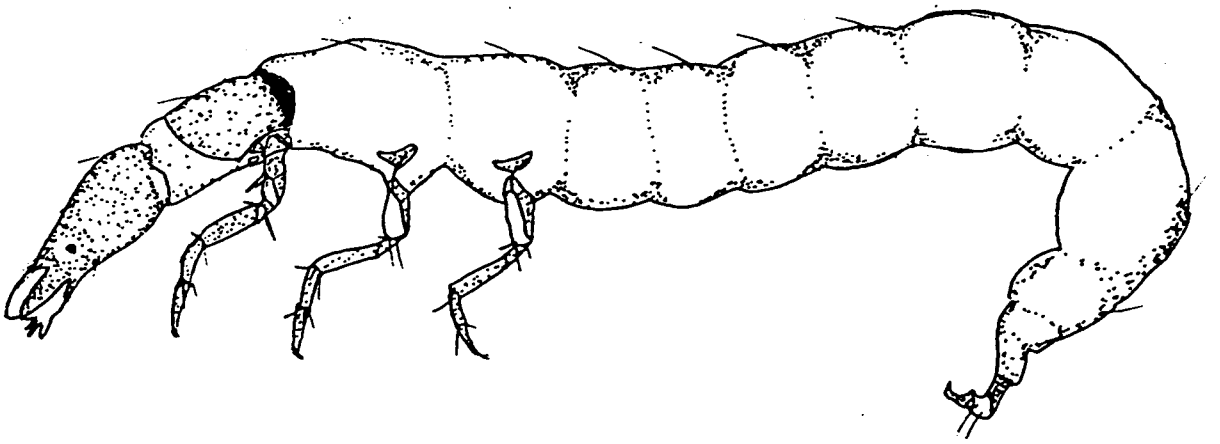
พบนี้ไม่มีตัวอ่อนอาศัยอยู่ภายใน และด้านปากที่ทวนกระแสน้ำถูกเชื่อมปิด อธิบายได้ว่าตัวอ่อนจะไม่ทิ้งรังเดิมจนกว่าจะสร้างรังใหม่สำเร็จ มักพบปรากฏการณ์นี้ในช่วงที่ตัวอ่อนกำลังมีการเปลี่ยนแปลงระยะ

Edington and Hildrew (1995) รายงานว่าตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำแต่ละชนิดมีรูปร่างของรัง ขนาดของตาข่าย (mesh size) และถุงหุ้มดักแด้ (cocoon) แตกต่างกันไป ขนาดของตาข่ายและรูปร่างของรังขึ้นอยู่กับขนาดของอาหาร พฤติกรรมการกินอาหาร การปรับตัวให้เหมาะสมกับความเร็วของกระแสน้ำ และแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย (microhabitat) Philopotamid ได้อาหารมาโดยการกรอง อาหารที่แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้บริโภคคืออนุภาคขนาดเล็ก (fine particle organic matter) ตัวอ่อนจะกิน ditritus เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมี microflora และ diatom รวมอยู่ด้วย (Edington, 1968; Wallace, 1975; Benke and Wallace, 1980) จากการศึกษาทางเดินอาหารของ *D. distinctus* อาหารมีขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับ 5 ตารางไมโครเมตร และมีขนาดเล็กที่สุดเท่ากับ 1 ตารางไมโครเมตร (Wallace *et al.*, 1997; Malas and Wallace, 1997) ส่วน *P. montamus* และ *Wormaldia subnigra* พบว่ามี detritus และ diatom ที่มีขนาดเล็กมาก รวมทั้งพบเศษซากพืชจำนวนมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Williams *et al.* (1993) พบว่ามี diatom และ detritus เป็นประเภทของอาหารที่พบเด่นในทางเดินอาหารของ *P. montamus* และ *W. occipitalis* Satija and Satija (1960) ศึกษาทางเดินอาหารของ *W. occipitalis* ในแม่น้ำ Blyth สหราชอาณาจักร อาหารที่แมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้กินคือ detritus และมี diatom เพียงเล็กน้อย diatom ที่พบอยู่ในสกุล *Navicula* ทางเดินอาหารของ *W. occipitalis* แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือทางเดินอาหารส่วนต้น ซึ่งมีขนาดเล็กมาก มีความยาวตั้งแต่ปากถึงกึ่งกลางของอกปล้องที่ 2 ทางเดินอาหารส่วนกลางมีความยาวมากที่สุด โดยมีความยาวจนถึงปล้องท้องลำดับที่ 6 และทางเดินอาหารส่วนปลายมีขนาดเล็กและมีความยาวใกล้เคียงกับทางเดินอาหารส่วนต้น อาหารที่พบมีขนาดไม่แตกต่างกันในทางเดินอาหารทั้ง 3 ส่วน

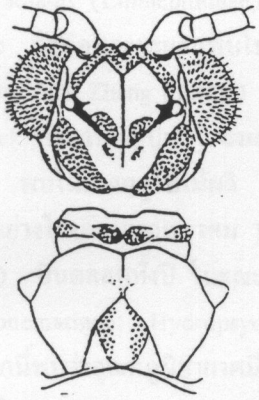
การกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับพื้นที่อาศัยและความเร็วของกระแสน้ำ (Edington, 1968) พบ *Dolophilodes* sp. อาศัยอยู่ใต้ก้อนหินขนาดใหญ่ที่มีความเร็วกระแสน้ำประมาณ 20 เซนติเมตรต่อวินาที และเมื่อมีความเร็วของกระแสน้ำสูงมากเกินกว่า 30 หรือน้อยกว่า 10 เซนติเมตรต่อวินาทีจะไม่พบตัวอ่อนอาศัยอยู่ในบริเวณเดิม เช่นเดียวกับ *Hydropsyche instabilis* (Hydropsychidae) ที่พบอยู่ในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรงอยู่ในช่วง 15-100 เซนติเมตรต่อวินาที และ *Plectrocnemia conspersa* (Polycentropodidae) พบเฉพาะบริเวณที่กระแสน้ำไหลไม่แรงนัก อยู่ในช่วงความเร็ว 0-20 เซนติเมตรต่อวินาที Wiggins (1996) พบว่าการกระจายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Hydropsyche* ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ถ้าความเร็วของกระแสน้ำลดลงต่ำกว่าสภาพปกติทำให้ตัวอ่อนได้รับผลกระทบ ส่งผลให้มีจำนวนตัวลดน้อยลง Hendricks และคณะ (1995) ศึกษาผลกระทบของปริมาณน้ำหลากต่อความหนาแน่นของแมลงน้ำในแม่น้ำ South รัฐ Verginia ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าหลังจากมีน้ำหลากเกิดขึ้น จำนวนตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Hydropsyche* ลดจำนวนลงอย่างมาก อิสระ ธานี (2542) ศึกษาความหลากชนิดตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำจากลำธารน้ำตกแม่กลางบนดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบวงศ์ที่มีความหลากชนิดมากที่สุดคือวงศ์ Hydropsychidae รองลงมาคือวงศ์ Philopotamidae และพบว่าในทั้งสองวงศ์นี้มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ สมจิตร์ สมพงษ์ (2541) ศึกษาความหลากชนิดตัวเต็มวัยในลำธารห้วยทรายเหลือง และลำธารห้วยสบแอบ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ Cereghino *et al.* (1997) ศึกษาความหลากหลาย ชีวประวัติ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ 6 ชนิด คือ *Hydropsyche instabilis* (Hydropsychidae), *Rhyacophila occidentalis* และ *R. meridionalis* (Rhyacophilidae), *Drusus rectus* และ *Anomalopterygella chauviniana* (Limnephilidae) และ

Micrasema longulum (Brachycentridae) ในแม่น้ำ Orige ประเทศฝรั่งเศส ในช่วงที่มีกระแสน้ำหลาก พบว่าการเปลี่ยนแปลงความเร็วของกระแสน้ำ และอุณหภูมิของน้ำมีผลให้รูปแบบชีวประวัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ส่งผลกระทบต่อการฟักออกจากไข่ และอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อน นอกจากนี้ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำลดลงในทันทีเมื่อมีกระแสน้ำหลาก ศุภลักษณ์ ระดมสุข (2542) ศึกษาความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae บริเวณห้วยพรมแล้งและห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบว่าลักษณะของพื้นลำธาร และความเร็วกระแสน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกระจายตัวและความชุกชุมของตัวอ่อน ภาวะน้ำหลากเป็นปัจจัยควบคุมปริมาณตัวอ่อนของ *Cheumatopsyche, Hydropsyche* และ *Macrostermum fenestratum* ในขณะที่ภาวะน้ำแห้งเป็นปัจจัยควบคุมปริมาณตัวอ่อนของ *Pseudoleptonema supalak* นฤมล แสงประดับ และ วิโรจน์ หนักแน่น (2541) พบว่าความแตกต่างของโครงสร้างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแต่ละลำห้วยที่ศึกษา คือลำห้วยหญ้าเครือ และลำห้วยพรมแล้ง เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของพื้นอาศัย ฤดูกาลมีผลต่อความหนาแน่นและจำนวนชนิดสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน สัตว์จะถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำที่ไหลเร็วและแรงในช่วงฤดูฝนทำให้ความหนาแน่นและจำนวนชนิดลดลง จำนวนชนิดและความหนาแน่นจะลดลงเล็กน้อยในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นช่วงที่สัตว์หลายชนิดกลายเป็นตัวเต็มวัยบินไปจากลำธาร

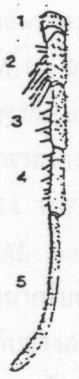
ลักษณะเฉพาะของตัวอ่อนวงศ์นี้คือ หัวและแผ่นอกปล้องแรกมีสีน้ำตาลและเป็นแผ่นแข็ง ส่วนแผ่นอกปล้องที่ 2 และ 3 ไม่เป็นแผ่นแข็ง ส่วนท้องมีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ไม่มีเหงือก ด้านข้างของลำตัวมี anal papillae (ภาพที่ 3) ส่วนตัวเต็มวัยมีขนาดเล็ก มีสีดำ มีตาเดี่ยว 3 ตา maxillary palp มี 5 ปล้อง และปล้องที่ 5 มีความยาวเป็น 2 เท่าหรือมากกว่า 2 เท่าของปล้องที่ 4 (ภาพที่ 4) (Wiggins, 1996)



ภาพที่ 3 ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae



ก



ข

ภาพที่ 4 ส่วนหัวตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae
ก. ส่วนหัวด้านบน ข. maxillary palp

การเปลี่ยนแปลงของรูปร่างระหว่างการเจริญเติบโตของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae เป็นแบบ holometabolous หรือ complete metamorphosis โดยไข่จะเจริญและพัฒนาเป็นตัวอ่อน แล้วเข้าสู่ระยะดักแด้ ก่อนที่จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย โดยจะมีวุ้น (gelatin) หุ้มไข่ทำให้ไข่ไม่แห้ง เมื่อเข้าสู่ระยะดักแด้และเจริญเป็นตัวเต็มวัยนั้น ตัวเต็มวัยระยะแรกมีปีกที่ไม่เปียกน้ำทำให้สามารถว่ายน้ำมาผึ่งปีกให้แห้งบนบกได้ (Lehmkuhl, 1979)

วงจรชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน Wiggins (1996) กล่าวถึงวงจรชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำในทวีปอเมริกาเหนือว่าส่วนใหญ่มีวงจรชีวิตเพียง 1 ปี จัดเป็นพวก univoltine บางชนิดพบว่าใน 1 ปี สามารถเจริญเติบโตได้ 2 ชั่วรุ่น เป็นพวก bivoltine บางชนิดใช้เวลาในการเจริญเติบโตจากระยะตัวอ่อนเป็นตัวเต็มวัย 2 ปี เป็นพวก semivoltine บางชนิดก็สามารถเจริญเติบโตได้หลายชั่วรุ่นใน 1 ปี จัดเป็นพวก multivoltine ชีวประวัติของแมลงในกลุ่มนี้มีการศึกษากันมาก เช่น Elliott (1968) ศึกษาชีวประวัติของแมลงหนอนปลอกน้ำ ในลำธาร Dartmoor สหราชอาณาจักร เป็นเวลา 3 ปี พบว่า *Rhyacophila dorsalis* เป็นพวก univoltine มีช่วงเวลาที่บินตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม *R. munda* มีวงชีวิตแบบ univoltine *Hydropsyche instabilis* มีวงชีวิตแบบ univoltine โดยตัวเต็มวัยพบในช่วงฤดูร้อน ส่วน *Polycentropus flavomaculatus* ยังระบุวงจรชีวิตไม่ได้เนื่องจากพบตัวอ่อนทุกระยะตลอดทั้งปี Benke and Wallace (1980) ศึกษาชีวประวัติของแมลงหนอนปลอกน้ำ 6 ชนิด ในแม่น้ำ Tallulah รัฐ Georgia ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า *Arctopsyche irroata*, *Parapsyche cardis*, *Hydropsyche sparna* และ *Diplectrona modesta* (Hydropsychidae) มีวงชีวิตแบบ univoltine ส่วน *Dolophilodes distinctus* (Philopotamidae) มีชีวประวัติที่ยังสรุปไม่ได้ เนื่องจากใน 1 ปีมีการเจริญเติบโตอย่างน้อย 2 ถึง 3 ชั่วรุ่น และมีตัวเต็มวัยบินตลอดทั้งปี ในขณะที่ *P. montanus* (Philopotmaidae) ที่ทำการศึกษาในสหราชอาณาจักร มีวงจรชีวิตเป็นแบบ univoltine ใช้เวลาพัฒนาจากตัวอ่อนระยะที่ 1 เป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 ประมาณ 14 ถึง 18 วัน และตัวเต็มวัยจะบินในเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน (Elliott, 1981 อ้างถึงใน Edington and

Hildrew, 1995) นอกจากนี้พบว่า *W. occipitalis* (Philopotmaidae) มีวงจรชีวิตเป็นแบบ semivoltine (Mackereth, 1960 อ้างถึงใน Edington and Hildrew, 1995) Andersen and Tysse (1984) ศึกษาวงชีวิตของ *Haleasus radiatus* (Limnephilidae) ในลำธาร West Norwegian lowland ประเทศนอร์เวย์ พบว่าเป็นพวก univoltine ตัวอ่อนระยะแรกพบในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม ตัวเต็มวัยบินในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม Zhang (1996) ศึกษาชีวประวัติของ *Hydatophylax intermedius* (Limnephilidae) ใน Shojin Creek ประเทศญี่ปุ่น แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้จัดเป็นพวก univoltine โดยตัวเต็มวัยของ *H. intermedius* พบในช่วงฤดูใบไม้ผลิ Dudgeon (1988) ศึกษาช่วงเวลาการบินของแมลงน้ำในประเทศฮ่องกง ที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤษภาคม 1983 ถึงเดือนมิถุนายน 1984 พบว่า *Stenopsyche angustata* (Stenopsychidae) บินตลอดทั้งปี ในขณะที่ *Macrostemum fastosum*, *M. lautum* และ *Polymorphanisus astictus* (Macronematinae: Hydropsychidae) จะพบบินเป็นจำนวนมากในเดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน นอกจากนี้พบว่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับช่วงการบินของ Macronematinae คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Waringer (1991) ที่พบว่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ กับช่วงการบินของตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Hydropsyche pellucidula*, *H. bulgaromanorum* และ *H. contubernalis*

2.2 ความหลากชนิด

ความหลากชนิดของตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ในทวีปเอเชียพบตัวเต็มวัยของวงศ์ Philopotamidae มีจำนวนมากถึง 500 ชนิด และสกุล *Chimarra* มีจำนวนสมาชิกมากที่สุด พบกระจายตัวอยู่ในทุกพื้นที่ (Blahnik and Holzenthal, 1992) Wiggins (1996) กล่าวว่าสกุล *Chimarra* เป็นสกุลของวงศ์ Philipotamidae ที่พบเด่นในทวีปเอเชีย และอาจเป็นไปได้ว่าจำนวนชนิดในสกุลนี้มีมากกว่าจำนวนชนิดของสกุลอื่นๆ ในวงศ์นี้รวมกัน จากการศึกษาในหลายๆ ประเทศของทวีปเอเชีย พบว่ามีจำนวนสมาชิกชนิดใหม่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น ในประเทศศรีลังกา และพม่า จากการศึกษาของ Kimmins (1955; 1957; 1964) พบชนิดใหม่จำนวน 39 ชนิด และ May (1990; 1993; 1995a; 1995b) พบชนิดใหม่จำนวน 10 ชนิด ประเทศเวียดนาม พบชนิดใหม่จำนวน 19 ชนิด (Malicky, 1995) ประเทศจีน (Wang, 1957; Banks, 1940; Mosely, 1942) พบชนิดใหม่จำนวน 8 ชนิด ประเทศฟิลิปปินส์ (Banks, 1937; Ulmer, 1930; 1957; Malicky, 1993a; 1993b) พบชนิดใหม่จำนวน 9 ชนิด เกาะสุมาตรา (Malicky, 1989; 1993a) พบชนิดใหม่จำนวน 12 ชนิด และประเทศเนปาล (Malicky, 1993a) พบชนิดใหม่จำนวน 2 ชนิด นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในซาราวัค (Harrison, 1932) ประเทศปากีสถาน (Schmid, 1960) และประเทศอินเดียด้วย (Martynov, 1935)

ประเทศไทยพบว่ามีตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำ 27 วงศ์ 76 สกุล 491 ชนิด (Malicky and Chantaramongkol, 1999) จากการศึกษาของ Malicky and Chantaramongkol (1998) ในภาคเหนือของประเทศไทยมีจำนวนสมาชิกของ Philopotamids 83 ชนิด อิสระ ธานี (2541) ศึกษาความหลากชนิดตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำจากลำธารน้ำตกแม่กลางบนดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบทั้งหมด 15 วงศ์ 55 ชนิด วงศ์ที่มีความหลากชนิดมากที่สุดคือวงศ์ Hydropsychidae รองลงมาคือ วงศ์ Philopotamidae สมจิตร์ สมพงษ์ (2541) ศึกษาความหลากหลายของตัวเต็มวัย ในลำธารห้วยทรายเหลืองพบ 21 วงศ์ 109 ชนิด และลำธารห้วยสบแอบพบ 15 วงศ์ 55 ชนิด แตงอ่อน พรหมมิ (2542) ศึกษาความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ระดับความสูงต่างๆ ของลำธารห้วยแก้ว ลำธารผาลาด และลำธารห้วยกู่ขาว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าวงศ์ Philopotamidae มีความ

หลากชนิดมากที่สุด โดยพบจำนวน 32 ชนิด วิไลลักษณ์ ไชยปะ (2540) ศึกษาความหลากวงศ์ของตัวเต็มวัยแมลงน้ำ 4 อันดับ ในลำห้วย 2 แห่งของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบว่ามีตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ถึงร้อยละ 21.77 ซึ่งมากเป็นอันดับ 3 ของจำนวนแมลงในอันดับ Trichoptera ทั้งหมด นฤมล แสงประดับ และคณะ (2542) ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลง กลุ่ม EPT ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบตัวเต็มวัยของแมลงอันดับ Trichoptera ทั้งสิ้น 19 วงศ์ 39 สกุล 88 ชนิด ในจำนวนนี้พบตัวเต็มวัยของวงศ์ Philopotamidae จำนวน 5 ชนิด และสามารถระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำโดยใช้การเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้จำนวน 9 ชนิด นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความหลากชนิดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ ซึ่งผลการศึกษาส่วนใหญ่สามารถระบุได้ถึงระดับสกุลเท่านั้น เช่น รัตนา ปานเรียนแสน (2537) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพอง โดยใช้ Surber sampler ในการเก็บตัวอย่างแมลง พบจำนวนทั้งหมด 34 ชนิด เป็นแมลงหนอนปลอกน้ำกลุ่มนี้เพียง 2 ชนิด มนตรี อินทรสังขนาวิน (2537) สำรวจแมลงน้ำบริเวณน้ำตกต่างๆ ของจังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย พบแมลงน้ำทั้งหมด 34 วงศ์ เป็นแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae จำนวน 2 ชนิด ศุภลักษณ์ ระดมสุข (2538) ศึกษาความหลากชนิดของแมลงน้ำบริเวณน้ำตกเพ็ญพบใหม่ และน้ำตกวังกวาง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งหมด 56 ชนิด เป็นตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้ 6 ชนิด และ นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น (2541) ได้รายงานการศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวว่าพบจำนวนทั้งหมด 84 ชนิดในห้วยหญ้าเครือ และ 77 ชนิด ในห้วยพรมแล้ง ในจำนวนนี้สำรวจพบตัวอ่อนของแมลงวงศ์ Philopotamidae 2 สกุล ซึ่งยังไม่สามารถระบุถึงชนิดได้ การที่การศึกษาดังกล่าวข้างต้นยังไม่สามารถระบุถึงชนิดของตัวอ่อนได้ เนื่องจากขาดความรู้เกี่ยวกับตัวอ่อนในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะทำให้ทราบถึงระดับชนิดของตัวอ่อน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและตรวจวัดคุณภาพน้ำ และทำให้ได้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเพื่อรวบรวมไว้สำหรับทำรูปวิธานต่อไป

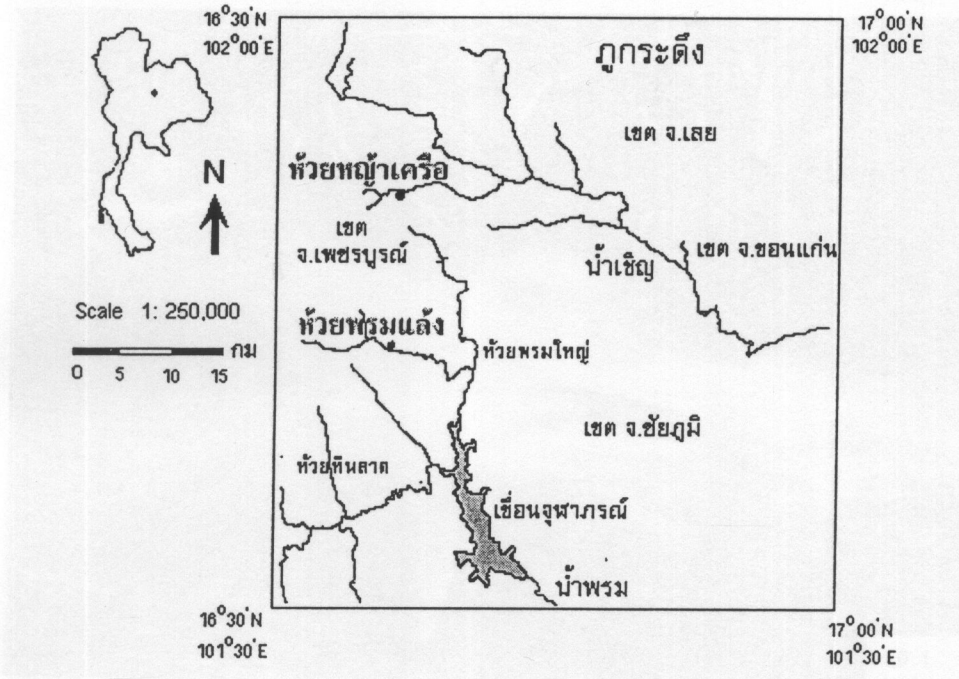
บทที่ 3
สถานที่เก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ และวิธีการ

3.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ด้านตะวันออกระหว่างรอยต่อของภาคเหนือกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเส้นรุ้งที่ 16° 30′ ถึง 16° 57′ และเส้นแวงที่ 101° 23′ ถึง 101° 45′ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 966 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ อ. หล่มเก่า อ. หล่มสัก อ. น้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ และ อ. คอนสาร จ. ชัยภูมิ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 800 เมตร สภาพภูมิอากาศของอุทยานประกอบด้วย 3 ฤดูกาล โดยฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และฤดูหนาวจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนช่วงเปลี่ยนผ่านระหว่างฤดูก็คือฤดูร้อน แต่เนื่องจากพื้นที่อยู่บนภูเขาสูงสภาพอากาศโดยทั่วไปจึงค่อนข้างเย็น มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส ลักษณะทางธรณีวิทยาในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวประกอบด้วยหิน 2 ชุด ส่วนใหญ่เป็นชั้นหินโคราชซึ่งเป็นหินทราย มีสีแดงเกือบทั้งหมด พบกระจายตัวอยู่ในทิศตะวันออกและตะวันตกของอุทยาน ส่วนหินอีกชุดที่พบในอุทยาน คือ หินชุดราชบุรี เป็นหินปูน มีกระจายตัวในบริเวณทิศเหนือและทิศใต้ของอุทยาน

อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวประกอบด้วยสังคมป่าที่หลากหลาย ได้แก่ ป่าดงดิบแล้ง ซึ่งมีมากถึงร้อยละ 60 ส่วนที่เหลือเป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสนเขา ป่าดิบเขา ป่าหญ้า และมีป่าดงดิบชื้นอยู่เป็นส่วนน้อย จากสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ทำให้อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวเป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำ ลำธารหลายสาย เช่น ลำน้ำพรม ลำน้ำเชิญของลุ่มน้ำชี ห้วยสักวา และห้วยแดงของลุ่มน้ำป่าสัก (ดวงดาว สุวรรณรังษี, 2529)

การเก็บตัวอย่างสัตว์ดำเนินการในสองลำห้วยคือห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 แผนที่ตั้งของห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งในบริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
เครื่องหมาย • แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่าง

ห้วยหญ้าเครือ

เป็นลำธารลำดับที่ 2 ของลำน้ำเชิญ มีต้นกำเนิดจากผืนป่าดงดิบทางทิศเหนือของที่ทำการอุทยาน น้ำจะไหลมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปรวมกับห้วยมดและห้วยจาน ก่อนที่จะไปรวมกันเป็นลำน้ำเชิญ บริเวณที่ศึกษาตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 16° 44′ 19.7″ เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 34′ 26.4″ ตะวันออก ระดับความสูง 840 เมตรจากระดับน้ำทะเล เริ่มจากบริเวณทางแยกของลำห้วยผ่านโครงการปลูกสนของเนสท์เล่ บริเวณที่กางเต็นท์ไปสิ้นสุดที่บริเวณหลังฝายกั้นน้ำ บริเวณริมฝั่งมีพืชปกคลุมร้อยละ 75 ประกอบด้วยไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้พื้นล่าง เช่น เฟิน ว่านน้ำ (*Acronus rumphianus*) และหญ้าถอดปล้อง (*Equisetum* sp.) เป็นต้น พื้นลำห้วยประกอบด้วยพื้นที่อาศัย (substrate) หลายลักษณะประกอบด้วยกรวด (gravel) ประมาณร้อยละ 60 ลานหิน (bedrock) ประมาณร้อยละ 30 ที่เหลือเป็นหินขนาดใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 25 เซนติเมตร (boulder) หินขนาดกลางมีขนาดอยู่ระหว่าง 5-25 เซนติเมตร (cobble) หินขนาดเล็กมีขนาดเล็กกว่า 5 เซนติเมตร (pebble) และทราย (sand) คละกันไป บางบริเวณมีการสะสมของซากใบไม้ ลำห้วยมีความกว้างเฉลี่ยประมาณ 2 เมตร ริมลำห้วยถูกปกคลุมด้วยพืชประมาณร้อยละ 70 ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง 3 สถานีย่อย คือสถานีที่ 1 (ภาพที่ 6.1) พื้นลำห้วยเป็นลานหินผิวเรียบ มีความลาดเอียงประมาณ 75 องศา ความกว้างประมาณ 2 เมตร มีแสงแดดส่องถึงลำห้วยประมาณร้อยละ 60 กระแสน้ำไหลแรง สถานีที่ 2 (ภาพที่ 6.2) อยู่ห่างจากสถานีที่ 1 ประมาณ 50 เมตร พื้นลำห้วยประกอบด้วยหินขนาดกลาง หินขนาดเล็ก และทรายจำนวนเล็กน้อย ความกว้างของสถานีประมาณ 1 เมตร กระแสน้ำไหลไม่แรงนัก สถานีที่ 3 (ภาพที่ 6.3) อยู่ห่างจากสถานีที่ 1 ประมาณ 120 เมตร เป็นลานหินมีความลาดเอียงเพียงเล็กน้อย แสงแดดส่องถึงลำห้วยมากกว่าสถานีที่ 1 และ 2 กระแสน้ำไหลแรง และมีความเร็วของกระแสน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงฤดูฝน

ภาพที่ 6 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

6.1 สถานีที่ 1 6.2 สถานที่ 2

ภาพที่ 6 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ต่อ)
6.3 สถานีที่ 3

ห้วยพรมแล้ง

เป็นลำธารลำดับที่ 3 ของลำน้ำพรม มีต้นกำเนิดจากป่าสนบริเวณสวนสนดงแปก ไหลผ่านด้านหลังของหน่วยพิทักษ์พรมแล้ง ก่อนไปรวมกับลำน้ำพรมและไหลลงสู่เขื่อนจุฬาภรณ์ ห้วยพรมแล้งมีน้ำไหลตลอดปี ลำห้วยนี้ถูกแบ่งเป็นสองตอนโดยฝายกั้นน้ำคอนกรีตที่ทำให้บริเวณเหนือฝายกลายเป็นแอ่งน้ำลึก น้ำไหลช้า ส่วนบริเวณใต้ฝายน้ำตื้นกว่าและไหลแรงกว่า บริเวณที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 16° 38′ 24.2″ เหนือและเส้นแวงที่ 101° 34′ 52.9″ ตะวันออก ระดับความสูง 720 เมตรจากระดับน้ำทะเล เริ่มตั้งแต่ใต้ฝายไปจนถึงวังน้ำพรมระยะทางประมาณ 200 เมตร ลักษณะเป็นลำห้วยเปิดถูกปกคลุมด้วยป่าดิบเขาร้อยละ 10 เฉพาะริมฝั่งทางด้านทิศเหนือเท่านั้นประกอบไปด้วยไม้ยืนต้น เช่น ต้นหว้า (*Syzygium* spp.) พบต้นไผ่ (*Bembusa* spp.) กระจายอยู่ทั่วไป ด้านทิศใต้ของลำห้วยไม่ติดกับป่าเนื่องจากมีลานหินกั้นทำให้ไม่ได้รับร่มเงาจากจากต้นไม้ใหญ่ ลักษณะพื้นลำห้วยโดยทั่วไปประกอบด้วยลานหินกว้างประมาณร้อยละ 85 ของส่วนประกอบทั้งหมด เป็นหินขนาดใหญ่ร้อยละ 5 ที่เหลือร้อยละ 10 เป็นหินขนาดกลาง หินขนาดเล็ก กรวดและทรายอยู่คละกันไป ลำห้วยมีความกว้างประมาณ 2 เมตร

กำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง 5 สถานีย่อย สถานีที่ 1 (ภาพที่ 7.1) ประกอบด้วยหินขนาดใหญ่หลายก้อนวางซ้อนอยู่บนลานหิน กระแสน้ำไหลแรง ในช่วงฤดูฝนหรือลมมรสุมมักเก็บตัวอย่างไม่ได้ เนื่องจากมีระดับน้ำสูง สถานีที่ 2 (ภาพที่ 7.2) พื้นลำห้วยเป็นก้อนหินขนาดใหญ่และขนาดกลางวางซ้อนอยู่บนลานหิน มีก้อนหินขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป กระแสน้ำไหลไม่แรงนัก สถานีที่ 3 (ภาพที่ 7.3) พื้นลำห้วยเป็นลานหินต่างระดับ มีก้อนหินขนาดใหญ่วางซ้อนอยู่ด้านบน ทำให้กระแสน้ำบริเวณนี้ไหลแรง สถานีที่ 4 (ภาพที่ 7.4)

พื้นลำห้วยเป็นลานหินที่มีความลาดเอียง และมีก้อนหินขนาดใหญ่วางซ้อนอยู่ด้านบน กระแสน้ำไหลแรง ส่วนสถานีที่ 5 (ภาพที่ 7.5) พื้นลำธารเป็นลานหินผิวไม่เรียบ และลาดเอียงเล็กน้อย มีก้อนหินขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วไป กระแสน้ำไหลแรง

ภาพที่ 7 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
7.1 สถานีที่ 1 7.2 สถานีที่ 2

ภาพที่ 7 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ต่อ)

7.3 สถานีที่ 3 7.4 สถานีที่ 4

ภาพที่ 7 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ต่อ)
7.5 สถานีที่ 5

3.2 อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของลำห้วย

สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากลำห้วยทั้งสองแห่งห้วยละ 4 ซ้ำ เพื่อเป็นตัวแทนแสดงถึงคุณภาพน้ำของลำห้วย ด้วยอุปกรณ์ภาคสนาม (ภาพที่ 8) โดยวัดคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิน้ำวัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)
1. ความเร็วของกระแสน้ำวัดโดยใช้เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (Flow Velocity Indicator Model D622F) ยี่ห้อ Gurley Precision Instruments ที่บริเวณกึ่งกลางของระดับความลึกหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)
2. ความลึกของกระแสน้ำมีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)
3. ความเป็นกรด-ด่างของน้ำวัดด้วย pH-Meter แบบปากกา
4. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำวัดด้วย Oxygen Meter ยี่ห้อ YSI Model 57 หน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร (mg/l)
5. ค่าการนำไฟฟ้าวัดด้วยเครื่อง Traceable TM Conductivity, Resistivity, Total Dissolved Solid, Temperature Meter ยี่ห้อ Fisher Scientific 09-326-2 หน่วยเป็นไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร (microSiemen/cm)
6. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ หน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร (mg/l) เครื่องมือในการวัดใช้เครื่องเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า

ภาพที่ 8 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดคุณภาพน้ำ

การเก็บตัวอย่างสัตว์

ตัวอ่อนและดักแด้

จากการสำรวจเบื้องต้นพบตัวอ่อนและดักแด้ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในบริเวณที่มีน้ำไหล ไม่พบในบริเวณที่เป็นแอ่งหรือมีน้ำนิ่ง จึงเก็บตัวอย่างเฉพาะบริเวณที่มีน้ำไหลเท่านั้น โดยเก็บตัวอย่างตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

เก็บตัวอย่างตัวอ่อนและดักแด้ในทั้งสองลำห้วยแบบเชิงคุณภาพ (qualitative) เป็นระยะเวลา 16 เดือน (เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543) โดยใช้ปากคีบจับตัวอ่อนและรังที่มีตัวอ่อนอาศัยอยู่ภายใน และ/หรือ ปลอกดักแด้ ตามบริเวณที่มีการสะสมของเศษซากใบไม้ใต้ก้อนหิน และใช้สวิงที่มีตาข่ายขนาด 450 ไมโครเมตรรองด้านท้ายน้ำเพื่อดักจับตัวอ่อนหรือดักแด้ที่หลุดลอยมากับกระแสน้ำ ในการเก็บตัวอย่างสัตว์แต่ละสถานีใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างสัตว์ที่ได้มาดองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

ตัวเต็มวัย

เก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยทุกเดือนในวันเดียวกับที่เก็บตัวอย่างตัวอ่อนเป็นระยะเวลา 16 เดือน จากลำธารทั้งสอง โดยใช้แสงไฟล่อ (ultraviolet light trap) (ภาพที่ 9) ตั้งแต่เวลา 18.00 น. ถึง 6.00 น. ของวันรุ่งขึ้น จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาดองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 แล้วนำตัวอย่างระยะตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำจากลำห้วยทั้งสอง มาศึกษาต่อที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพที่ 9 กับดักแสงไฟล่อ (ultraviolet light trap)

เอกสารหลักที่ใช้ในการตรวจเอกลักษณ์ตัวอย่างแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae มีดังนี้คือ

Chantaramongkol and Malicky (1989), Edington and Hildrew (1995), Malicky and Chantaramongkol (1998), Merrit and Cummins (1996) และ Wiggins (1996)

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาครั้งนี้ต้องใช้ตัวอย่างสัตว์ทั้ง 3 ระยะคือ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย เพื่อยืนยันว่าตัวอ่อนที่กำลังศึกษาเป็นแมลงชนิดนั้นจริง โดยใช้อวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) ตรวจสอบในตัวเต็มวัยให้ถึงระดับชนิด ส่วนดักแด้นั้นจะใช้เชื่อมโยงระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเพราะภายในถุงหุ้มดักแด้จะมีคราบของตัวอ่อนแมลงระยะสุดท้าย และในดักแด้ที่เจริญเต็มที่จะมีอวัยวะสืบพันธุ์จึงสามารถใช้เปรียบเทียบกับตัวอ่อนของแมลงและอวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยได้ และได้นำตัวอ่อนและดักแด้มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย

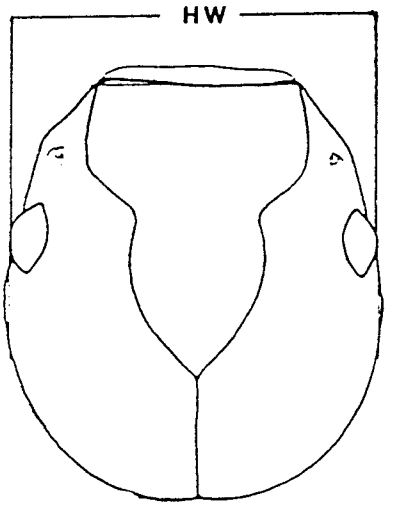
การเตรียมตัวอย่างอวัยวะสืบพันธุ์ตัวเต็มวัย

นำตัวอย่างตัวเต็มวัยเพศผู้มาศึกษาโดยใช้พู่กันปัดเบา ๆ บริเวณส่วนท้องของแมลงเพื่อให้สิ่งสกปรกหลุดออก แล้วตัดส่วนท้องตรงปล้องท้องที่ 2 หรือ 3 และนำส่วนท้องที่ได้ไปทำให้ใสตามวิธีของ Neboiss (1994) ด้วยการต้มในสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นระยะเวลานาน 45 นาที เพื่อที่จะพิจารณาส่วนต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด หลังจากนั้นล้างด้วย detergent แล้วจึงนำไปศึกษาเพื่อการตรวจเอกลักษณ์ถึงระดับชนิด

ตรวจดูอวัยวะสืบพันธุ์ของดักแด้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับอวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัย และเปรียบเทียบคราบของตัวอ่อนระยะสุดท้ายที่อยู่ในถุงหุ้มดักแด้กับตัวอ่อนแมลงที่เก็บตัวอย่างมาจากลำห้วยทั้งสอง เมื่อทราบชนิดแล้วจึงวาดรูปแสดงสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัย ดักแด้และตัวอ่อนด้วยท่อวาดภาพ (drawing tube ของ camera lucida) ที่ต่อกับกล้องสเตอริโอ

3.3 การศึกษาการกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

หลังจากตรวจเอกลักษณ์และหาความเชื่อมโยงของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae แล้ว นำตัวอ่อนที่เก็บได้ในแต่ละเดือนมาวัดขนาดความกว้างของส่วนหัวภายใต้กล้องจุลทรรศ์ด้วย ocular micrometer โดยวัดที่ระดับความกว้างของขอบลูกตาด้านนอกทั้งสองข้าง (ภาพที่ 10) นำข้อมูลของจำนวนตัวและความกว้างส่วนหัวที่วัดได้มาสร้างแผนภูมิเพื่อกำหนดจำนวนระยะของตัวอ่อน หลังจากนั้นจึงแสดงการกระจายของตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ในแต่ละเดือนเพื่อวิเคราะห์ว่าตัวอ่อนชนิดนั้นมีการเจริญเติบโตเป็นแบบใด



ภาพที่ 10 แสดงการวัดขนาดความกว้างของส่วนหัวที่ระดับความกว้างของขอบลูกตาด้านนอกทั้งสองข้าง
(ที่มา:Andersen and Tysse, 1984)
HW=Head Width

3.4 การศึกษาลักษณะตาข่ายของรังตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *Chimarra akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2

เก็บตาข่ายจากรังของตัวอ่อนระยะที่ 5 จากตัวอ่อน *C. akkaorum* และ *C. khamuorum* รักษาสภาพตัวอย่างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 นำไปศึกษาต่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ตัดตาข่ายให้มีขนาด 3 มิลลิเมตร ปล่อยให้แห้งในอากาศนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) บันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายรูปที่ต่อกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.5 การวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

นำตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *Chimarra akkaorum, C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ที่เก็บตัวอย่างได้ในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 จากห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว เลือกตัวอ่อนระยะที่ 5 ชนิดละ 10 ตัวโดยวิธีการสุ่ม เพื่อเป็นตัวแทนของตัวอ่อนแต่ละชนิดที่ศึกษา ทำการศึกษาตามวิธีของ Cummins (1973) โดยสุ่มเลือกตัวอ่อนแล้วสังเกตภายในทางเดินอาหารทั้ง 3 ส่วนและประเมินว่ามีอาหารอยู่ภายในทางเดินอาหารคิดเป็นร้อยละเท่าใด แล้วจึงนำตัวอ่อนไปผ่าท้องภายใต้กล้องสเตอริโอ นำทางเดินอาหารทั้งหมดที่ได้วางลงบนแผ่นสไลด์ หยด glycerine ลงไปเล็กน้อย แล้วจึงปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ กดด้านบนของแผ่นปิดสไลด์อย่างแผ่วเบาเพื่อให้อาหารที่อยู่ภายในกระจายไม่ซ้อนทับกัน ง่ายแก่การสังเกต ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยเลื่อนแผ่นวางสไลด์ตามแนวนอน เริ่มจากขอบแผ่นสไลด์ด้านซ้ายไปจนสุดขอบแผ่นสไลด์ด้านขวา ศึกษาพื้นที่ถัดไปด้วยการเลื่อนแผ่นสไลด์ขึ้นเล็กน้อยและเลื่อนแผ่นสไลด์จากขอบแผ่นสไลด์ด้านขวาไปจนสุดขอบแผ่นสไลด์ด้านซ้าย ทำเช่นนี้เรื่อยไปทั้งพื้นที่ วิเคราะห์ทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 3 ของสกุล *Wormaldia* sp.1 ด้วยวิธีการเดียวกันกับที่กล่าวข้างต้น แต่ใช้จำนวนตัวอ่อน 10 ตัวที่พบตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา เนื่องจากตัวอ่อนของสกุลนี้พบจำนวนน้อย บันทึกชนิดของอาหารที่พบโดยใช้เอกสารของ ลัดดา วงศ์รัตน์ (2539), Bellinger (1992), Cox (1996) และ Precott (1954) เป็นเอกสารอ้างอิงหลักในการตรวจเอกลักษณ์อาหารที่พบ นับจำนวนชนิด จำนวนตัวของอาหารทั้งหมดและวัดความยาวด้วย ocular micrometer

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ค่าตัวแปรปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ แสดงด้วยสถิติพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวแปรปัจจัยทางกายภาพระหว่างสองลำห้วยด้วยสถิติ t-test และวิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงเวลาด้วยสถิติ One-Way ANOVA รวมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของกระแสน้ำและความลึกของน้ำกับจำนวนของตัวอ่อน การวิเคราะห์ข้อมูลนี้ใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS 8.0 for Windows ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ไดอะตอมที่พบในแต่ละชนิดด้วยสถิติ One-Way ANOVA เมื่อพบว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยสถิติเชิงซ้อนด้วย Least-Significant Difference (LSD) ในโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS 8.0 for Windows ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จัดกลุ่มจำนวนเซลล์และจำนวนสกุลของไดอะตอมที่พบด้วย Hierachical Cluster Analysis เปรียบเทียบขนาดของไดอะตอมในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของตัวอ่อนทุกชนิดที่ศึกษา โดยใช้ Kruskal-Wallis Test ในโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS 8.0 for Windows (Zar, 1977)

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 คุณสมบัติของน้ำในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 พบว่าคุณภาพน้ำในลำธารทั้งสองเป็นดังนี้

อุณหภูมิอากาศในบริเวณห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งมีค่าต่างกันเล็กน้อย ห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 14-27 และ 12-29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในเดือนเมษายนห้วยพรมแล้งมีอุณหภูมิสูงถึง 29.50 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าห้วยหญ้าเครือที่มีอุณหภูมิเท่ากับ 24 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t_5=-7.490, p=0.001) เนื่องจากห้วยพรมแล้งเป็นลำธารเปิด จึงทำให้แสงส่องลงมายังบริเวณลำธารมากกว่าที่ห้วยหญ้าเครือ

อุณหภูมิน้ำที่ห้วยหญ้าเครือมีค่าอยู่ระหว่าง 10-22 องศาเซลเซียส ที่ห้วยพรมแล้งมีค่าอยู่ระหว่าง 10-23 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน ที่ห้วยหญ้าเครือมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2542 และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน 2542 และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 เช่นเดียวกัน

ความเร็วกระแสน้ำในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.07-0.46 และ 0.08-1.08 เมตร/วินาที ตามลำดับ ที่ห้วยหญ้าเครือความเร็วกระแสน้ำสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2542 ต่ำสุดในเดือนมกราคม 2542 ในขณะที่ห้วยพรมแล้งมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2542 และต่ำสุดเดือนธันวาคม 2541 โดยส่วนใหญ่ห้วยพรมแล้งมีค่าความเร็วกระแสน้ำสูงกว่าห้วยหญ้าเครือพบในเดือนมกราคม 2542 (t_4=-3.595, p=0.023) เดือนมีนาคม 2542 (t_6=-2.851, p=0.029) เดือนพฤษภาคม (t_5=-3.051, p=0.030) เดือนกรกฎาคม 2542 (t_6=-4.223, p=0.006) เดือนพฤศจิกายน 2542 (t_5=-7.778, p=0.001) และเดือนมีนาคม 2543 (t_6=-2.864, p=0.029)

ความลึกของน้ำในห้วยหญ้าเครือมีค่าอยู่ในช่วง 6-23 เซนติเมตร มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน 2542 ห้วยพรมแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 6-30 เซนติเมตร มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม 2542 มีค่าความลึกต่ำที่สุดในเดือนมีนาคม 2542

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในห้วยหญ้าเครืออยู่ในช่วง 6.35-9.18 ห้วยพรมแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 6.17-8.23 ห้วยหญ้าเครือมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม 2542 ห้วยพรมแล้งมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม 2543 ค่าต่ำสุดของห้วยหญ้าเครือพบในเดือนกรกฎาคม 2542 ส่วนในห้วยพรมแล้งพบค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม 2541

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของห้วยหญ้าเครือมีค่าอยู่ในช่วง 3.73-9.23 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนที่ห้วยพรมแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 5.97-9.28 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 2542 และมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม 2542 เช่นเดียวกัน โดยส่วนใหญ่ที่ห้วยพรมแล้งมีปริมาณออกซิเจนละลายสูงกว่าห้วยหญ้าเครืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเดือนธันวาคม 2541 (t_4=-8.139, p=0.001) เดือนมกราคม 2542 (t_4=-5.050, p=0.007) เดือนกุมภาพันธ์ 2542 (t_4=-10.262, p=0.001) เดือนเมษายน 2542 (t_5=-3.015, p=0.030) และเดือนตุลาคม 2542 (t_5=-2.947, p=0.032)

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบริเวณห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้งมีความแตกต่างกันมาก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 71.33-588.75 และ 99.83-593.33 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ตามลำดับ ห้วยหญ้าเครือมีค่าสูงสุดใน

เดือนกุมภาพันธ์ 2543 ห้วยพรมแล้งมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2542 ค่าต่ำสุดของห้วยหญ้าเครือพบในเดือนมิถุนายน 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม 2542 พบว่าห้วยหญ้าเครือมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าในห้วยพรมแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเดือนธันวาคม 2541 (t_4=28.857, p=0.001) เดือนกุมภาพันธ์ 2542 (t_4=72.371, p=0.001) เดือนมีนาคม 2542 (t_4=11.040, p=0.001) เดือนกรกฎาคม 2542 (t_5=2.834 p=0.030) เดือนตุลาคม 2542 (t_5=6.104, p=0.002) เดือนพฤศจิกายน 2542 (t_5=9.443, p=0.001) เดือนธันวาคม 2542 (t_6=8.820, p=0.001) และเดือนมกราคม 2543 (t_6=41.556, p=0.001) และห้วยพรมแล้งมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าห้วยหญ้าเครือในเดือนมกราคม 2542 (t_4=15.052, p=0.001) เดือนมิถุนายน 2542 (t_5=-34.680, p=0.001) เดือนกันยายน 2542 (t_5=-15.078, p=0.001) เดือนกุมภาพันธ์ 2543 (t_6=76.083, p=0.001) และเดือนมีนาคม 2543 (t_6=37.778, p=0.001)

ปริมาณของแข็งละลายน้ำในห้วยหญ้าเครือ ค่าที่วัดได้อยู่ในช่วง 52.05-391.50 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ห้วยพรมแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 66.65-252.00 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งสองลำห้วยมีค่าสูงสุดในเดือนเดียวกัน คือเดือนกุมภาพันธ์ 2543 ส่วนค่าต่ำสุดในห้วยหญ้าเครือพบในเดือนกันยายน 2542 และห้วยพรมแล้งพบในเดือนสิงหาคม 2542 ห้วยหญ้าเครือพบว่ามีค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำสูงกว่าในห้วยพรมแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเดือนธันวาคม 2541 (t_4=47.022, p=0.001) เดือนกุมภาพันธ์ 2542 (t_4=83.967, p=0.001) เดือนมีนาคม 2542 (t_4=4.414, p=0.004) เดือนกรกฎาคม 2542 (t_6=2.742, p=0.034) เดือนตุลาคม 2542 (t_6=6.007, p=0.002) เดือนพฤศจิกายน 2542 (t_6=10.023, p=0.001) เดือนธันวาคม 2542 (t_6=9.710, p=0.001) เดือนมกราคม 2543 (t_6=44.839, p=0.001) เดือนกุมภาพันธ์ 2543 (t_6=96.976, p=0.001) และเดือนมีนาคม 2543 (t_6=48.736, p=0.001) ส่วนเดือนกันยายน 2542 (t_6=-15.808, p=0.001) เป็นเดือนที่ห้วยพรมแล้งมีค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำสูงกว่าในห้วยหญ้าเครือ

เมื่อเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ในห้วยหญ้าเครือที่มีช่วงเดือนต่างกัน พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($F_{15,59}$=9.359, p=0.001) ความเร็วกระแสน้ำ ($F_{12,47}$=3.149, p=0.004) ค่าความลึก ($F_{14,52}$=2.075, p=0.001) อุณหภูมิน้ำ ($F_{15,58}$=22.064, p=0.001) อุณหภูมิอากาศ ($F_{14,55}$=14.747, p=0.001) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ($F_{14,55}$=6.655, p=0.001) ค่าการนำไฟฟ้า ($F_{14,55}$=49.978, p=0.001) และค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($F_{12,48}$=37.396, p=0.001) ล้วนมีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับค่าต่าง ๆ ของห้วยพรมแล้ง พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($F_{15,55}$=42.314, p=0.001) ความเร็วกระแสน้ำ ($F_{13,48}$=8.865, p=0.001) ค่าความลึก ($F_{15,55}$=8.033, p=0.001) อุณหภูมิน้ำ ($F_{15,55}$=259.356, p=0.001) อุณหภูมิอากาศ ($F_{12,46}$=7.985, p=0.001) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ($F_{15,55}$=25.147, p=0.001) ค่าการนำไฟฟ้า ($F_{14,52}$=735.151, p=0.001) ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($F_{12,46}$=125.297, p=0.001) มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ซึ่งรายละเอียดของค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ในลำธารทั้งสองได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$±SD) ตัวแปรคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพของห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 (n=จำนวนครั้ง)

เดือน	อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) n=55 ($\bar{X}$±SD)	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) n=58 ($\bar{X}$±SD)	ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที) n=47 ($\bar{X}$±SD)	ความลึก (เซนติเมตร) n=52 ($\bar{X}$±SD)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง n=55 ($\bar{X}$±SD)	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) n=59 ($\bar{X}$±SD)	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร) n=55 ($\bar{X}$±SD)	ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) n=48 ($\bar{X}$±SD)
ธค.41	19.17±0.58	19.00±0.50	0.16±0.05	13.83±2.47	6.60±0	6.02±0.23	446.67±1.15	298.00±1.00
มค.42	27.00±0	15.00±0	0.07±0.06	8.83±5.62	7.20±0.26	3.73±0.35	433.33±5.77	-
กพ.42	19.00±0	18.73±0.21	0.22±0.32	10.33±6.81	7.43±0.06	4.73±0.42	569.67±4.04	381.33±2.31
มีค.42	22.13±1.31	20.40±0.77	0.09±0.05	7.50±3.00	7.65±0.10	6.10±0.93	579.00±8.52	389.00±4.24
เมย.42	24.17±0.29	21.20±0.36	0.0.11±0.08	6.33±3.21	-	4.00±1.56	-	-
พค.42	24.67±0.29	22.70±0	0.44±0.19	21.00±15.59	7.63±0.06	6.53±1.17	209.17±179.24	140.30±120.19
มิย.42	-	21.40±0.17	0.46±0.24	21.33±4.93	6.38±0.34	6.46±0.14	71.33±8.14	-
กค.42	22.88±1.44	18.50±0.41	0.40±0.17	16.25±8.54	6.35±0.13	7.21±0.17	213.90±25.44	142.90±17.14
สค.42	24.00±2.04	22.88±0.98	-	-	7.45±0.13	7.50±0.20	129.73±30.76	88.20±22.11
กย.42	20.38±1.11	21.05±0.10	-	23.00±12.36	6.60±0	5.08±2.42	77.78±5.84	52.05±3.92
ตค.42	20.03±0.50	20.77±0.25	-	15.00±5.66	6.73±0.06	5.33±1.10	213.70±28.94	142.93±19.21
พย.42	18.50±1.29	18.38±0.85	0.32±0.18	10.00±0	7.33±0.28	9.23±0.35	363.25±45.15	241.25±27.84
ธค.42	14.00±3.24	10.75±3.59	0.25±0.10	11.25±2.50	9.18±1.89	8.58±0.45	482.50±67.87	326.50±41.83
มค.43	20.88±2.59	17.63±1.80	0.24±0.11	10.00±5.72	9.00±1.33	7.38±0.67	561.50±15.09	375.25±9.39
กพ.43	16.88±1.03	19.13±0.25	0.19±0.07	13.25±5.38	7.08±0.10	6.85±0.96	588.75±5.50	391.50±3.32
มีค.43	25.00±3.03	20.88±0.85	0.19±0.04	8.75±4.35	7.20±0.08	6.00±1.02	554.75±14.42	372.75±6.75

หมายเหตุ - = ไม่ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$±SD) ตัวแปรคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพของห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 (n=จำนวนครั้ง)

เดือน	อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) n=55 ($\bar{X}$±SD)	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) n=58 ($\bar{X}$±SD)	ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที) n=47 ($\bar{X}$±SD)	ความลึก (เซนติเมตร) n=52 ($\bar{X}$±SD)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง n=55 ($\bar{X}$±SD)	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) n=59 ($\bar{X}$±SD)	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร) n=55 ($\bar{X}$±SD)	ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) n=48 ($\bar{X}$±SD)
ธค.41	18.00±0	16.93±0.12	0.08±0.02	12.33±2.02	6.17±0.06	7.53±0.23	245.67±8.74	166.00±3.52
มค.42	-	17.33±0.58	0.49±0.19	14.17±0.29	7.17±0.06	5.97±0.68	220.00±17.32	-
กพ.42	24.00±0	19.23±0.25	0.35±0.30	7.00±1.00	7.50±0	7.20±0	358.67±3.06	242.00±1.73
มีค.42	27.50±0	19.57±0.40	0.22±0.09	6.67±2.89	7.57±0.06	6.67±0.31	379.67±33.08	231.40±61.73
เมย.42	29.50±0	23.03±0.40	0.60±0.55	8.33±4.16	7.07±0.06	6.33±0.06	-	-
พค.42	25.00±0	21.22±0.03	1.08±0.21	11.83±7.08	7.83±0.32	7.47±0.12	330.67±1.53	221.00±1.00
มิย.42	-	22.23±0.06	0.63±0.06	17.67±3.79	6.91±0.51	6.49±0.10	593.33±5.77	-
กค.42	24.50±0	22.13±0.25	0.92±0.17	30.00±4.08	6.58±0.10	7.18±0.05	181.05±1.26	121.43±0.57
สค.42	24.00±0	22.83±0.05	-	13.25±4.65	7.93±0.17	7.35±0.10	99.83±2.56	66.65±1.66
กย.42	-	21.50±0	-	17.67±7.02	6.90±0	7.23±0.15	166.53±7.25	109.20±1.82
ตค.42	23.00±0	19.63±1.02	1.00±0	23.95±4.32	6.78±0.05	7.15±0.53	144.20±1.14	97.30±0.73
พย.42	18.00±0	18.60±0.20	1.00±0	15.00±4.08	7.40±0.22	9.28±0.10	205.25±0.96	137.25±0.64
ธค.42	12.00±0	10.25±0.29	0.45±0.14	12.50±2.89	7.25±0.35	8.55±0.06	264.25±6.24	179.48±0.85
มค.43	24.00±0	16.63±0.48	0.45±0.20	7.50±2.89	8.23±0.21	7.93±0.05	321.00±1.41	214.75±0.50
กพ.43	18.00±0	18.43±0.15	0.31±0.09	15.75±1.50	6.93±0.05	7.03±0.21	379.00±2.58	252.00±0.82
มีค.43	23.50±0	21.00±0	0.46±0.18	9.50±1.00	7.20±0.12	6.60±0	355.25±2.50	236.75±0.96

หมายเหตุ - = ไม่ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำ

4.2 ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

4.2.1 ความหลากชนิดตัวเต็มวัย

จากการสำรวจแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 พบตัวเต็มวัยทั้งสิ้น 1 สกุล 5 ชนิด

ห้วยหญ้าเครือมีความหลากชนิดมากกว่าห้วยพรมแล้ง ที่ห้วยหญ้าเครือพบ 1 สกุล 5 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum* Chantaramongkol and Malicky, 1989, *C. bimbltona* Malicky, 1979, *C. khamuorum* Chantaramongkol and Malicky, 1989, *C. pipake* Malicky and Chantaramongkol, 1993 และ *C. spinifera* Kimmins, 1957 ส่วนที่ห้วยพรมแล้งพบ 1 สกุล 2 ชนิด คือ *Chimarra bimbltona* และ *C. khamuorum*

C. khamuorum เป็นชนิดที่พบจำนวนตัวมากที่สุด ตลอดช่วงที่ทำการศึกษาพบ 19 ตัวในบริเวณห้วยหญ้าเครือ และ 20 ตัวในห้วยพรมแล้ง อันดับรองลงมาคือ *C. bimbltona* พบ 3 ตัวในห้วยหญ้าเครือ และพบ 9 ตัวในห้วยพรมแล้ง ตัวเต็มวัย 3 ชนิดที่พบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือพบจำนวนตัวน้อยมาก โดย *C. akkaorum* พบจำนวน 2 ตัว ในเดือนมีนาคม และเดือนพฤษภาคม 2542 *C. pipake* และ *C. spinifera* พบชนิดละ 1 ตัว ในเดือนมีนาคม และ พฤษภาคม 2542 ตามลำดับ

เดือนที่เก็บตัวเต็มวัยวงศ์นี้ได้มากที่สุดคือเดือนพฤษภาคม 2542 ห้วยหญ้าเครือพบจำนวน 41 ตัว ในจำนวนนี้เป็นตัวเมีย 22 ตัว ส่วนในห้วยพรมแล้งเก็บตัวเต็มวัยได้มากที่สุดเดือนมิถุนายน จำนวน 27 ตัว และในจำนวนนี้เป็นตัวเมีย 15 ตัว เมื่อเปรียบเทียบจำนวนตัวที่พบทั้งหมดตลอดระยะเวลาที่ศึกษา พบว่าห้วยพรมแล้งพบแมลงวงศ์นี้มากกว่าที่ห้วยหญ้าเครือ มีจำนวน 68 ตัว และ 50 ตัวตามลำดับ นอกจากนี้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2542 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2543 ไม่พบตัวเต็มวัยของแมลงวงศ์นี้เลยในทั้ง 2 ลำห้วย ยกเว้นในเดือนสิงหาคม 2542 ที่พบ *C. bimbltona* จำนวน 2 ตัว และเดือนมีนาคม 2543 พบ *C. khamuorum* จำนวน 1 ตัว ในห้วยพรมแล้งเท่านั้น รายละเอียดชนิดและจำนวนตัวของตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละเดือนในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง แสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

4.2.2 ความหลากชนิดของตัวอ่อน

จากการสำรวจแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้ทั้งหมด 2 สกุล 6 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum*, *C. khamuorum*, *Chimarra* sp.1, *Chimarra* sp.2, *Chimarra* sp.3 และ *Wormaldia* sp.1 ทุกชนิดพบทั้งในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง ยกเว้น *Chimarra* sp.2 พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง และ *Chimarra* sp.3 พบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือ (ตารางที่ 5)

ตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันมากจนไม่สามารถระบุชนิดได้ ลักษณะเด่นของแต่ละชนิดจะปรากฏเมื่อตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ ระยะที่ 4 และระยะที่ 5 แต่ตัวอ่อนชนิด *C. akkaorum*, *C. khamuorum* และ *Chimarra* sp.1 สามารถระบุตัวอ่อนระยะที่ 3 ได้ เนื่องจากช่วงที่ตัวอ่อนลอกคราบเปลี่ยนแปลงระยะจากตัวอ่อนระยะที่ 3 ไปเป็นตัวอ่อนระยะที่ 4 ปรากฏรอยหยักเว้าจาง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแต่ละชนิดที่ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน ทำให้สามารถระบุได้ว่าเป็นตัวอ่อนระยะที่ 3 ส่วน *Chimarra* sp.3 ปรากฏลักษณะเด่นประจำชนิดตั้งแต่ตัวอ่อนระยะที่ 2

C. khamuorum เป็นตัวอ่อนที่มีจำนวนตัวมากที่สุดถึง 1,934 ตัว จากการศึกษาครั้งนี้สามารถจัดจำแนกตัวอ่อนได้เป็น 2 แบบ โดยใช้ลักษณะขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน และกราม ในการจำแนก

จากการเชื่อมโยงตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยใช้ดักแด้ ทั้งแบบที่ 1 และแบบที่ 2 พบจำนวนตัวอ่อนใกล้เคียงกัน คือ 1,101 ตัว และ 833 ตัว ตามลำดับ โดยที่ตัวเต็มวัยของทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่าตัวอ่อนอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยย่อยคล้ายคลึงกัน ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 4

ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae แต่ละชนิดอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยย่อยคล้ายคลึงกัน มักพบอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง มีความลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร โดยอาศัยอยู่กับเศษซากใบไม้ที่ลอยไปทับถมกันใต้ก้อนหินขนาดใหญ่ หรือสร้างรังติดอยู่ด้านใต้ของก้อนหินขนาดใหญ่ ที่มีกระแสน้ำไหลแรงผ่านด้านใต้ก้อนหิน หรือบริเวณที่มีเศษซากใบไม้ทับถมกัน (ภาพที่ 11)

ภาพที่ 11 แหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

ตารางที่ 3 จำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ที่พบในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 (* หมายถึงจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมีย)

ชนิด/เดือน	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	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
Chimarra akkaorum	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C. bimbltona	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C. khamuorum	0	0	0	3	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
C. pipake	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C. spinifera	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C. khamuorum *	0	0	0	2	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
รวม	0	0	0	9	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50

ตารางที่ 4 จำนวนตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ที่พบในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 (* หมายถึงจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมีย)

ชนิด/เดือน	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	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
Chimarra akkaorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. bimbltona	2	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	9
C. khamuorum	3	6	0	0	2	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
C. pipake	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. spinifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. khamuorum *	19	2	1	0	1	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
รวม	24	8	1	0	3	2	27	0	2	0	0	0	0	0	0	1	68

ตารางที่ 5 แสดงการพบตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543

ชนิดที่	ชนิด	ห้วยหญ้าเครือ	ห้วยพรมแล้ง
1	*Chimarra akkaorum*	+	+
2	*C. khamuorum*	+	+
3	*Chimarra* sp.1	+	+
4	*Chimarra* sp.2	-	+
5	*Chimarra* sp.3	+	-
6	*Wormaldia* sp.	+	+

หมายเหตุ + = พบ, - = ไม่พบ

4.3 สัณฐานวิทยา, นิเวศวิทยาและการกระจายอายุของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์

Philopotamidae

ในการศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae 2 สกุล 6 ชนิด ดักแด้ 2 ชนิด และตัวเต็มวัย 1 สกุล 5 ชนิด สามารถหาความเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนกับระยะตัวเต็มวัยได้ 2 ชนิด

สกุล *Chimarra* Stephen, 1829

พบตัวอ่อนสกุลนี้ 5 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum*, *C. khamuorum*, *Chimarra* sp.1, *Chimarra* sp.2 และ *Chimarra* sp.3. ยกเว้น *Chimarra* sp.2 พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง และ *Chimarra* sp.3 พบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือแล้วอีก 3 ชนิดที่เหลือพบในทั้งสองลำห้วย สามารถเชื่อมโยงตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้ 2 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum* และ *C. khamuorum* ตัวอ่อนมี 5 ระยะ ลักษณะทั่วไปทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงในสกุลนี้คล้ายคลึงกันมาก โดยเฉพาะตัวอ่อนระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกัน ไม่สามารถระบุชนิดที่แน่นอนได้ เมื่อตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะที่ 4 จึงปรากฏลักษณะเด่นของแต่ละชนิด

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน

ส่วนหัว

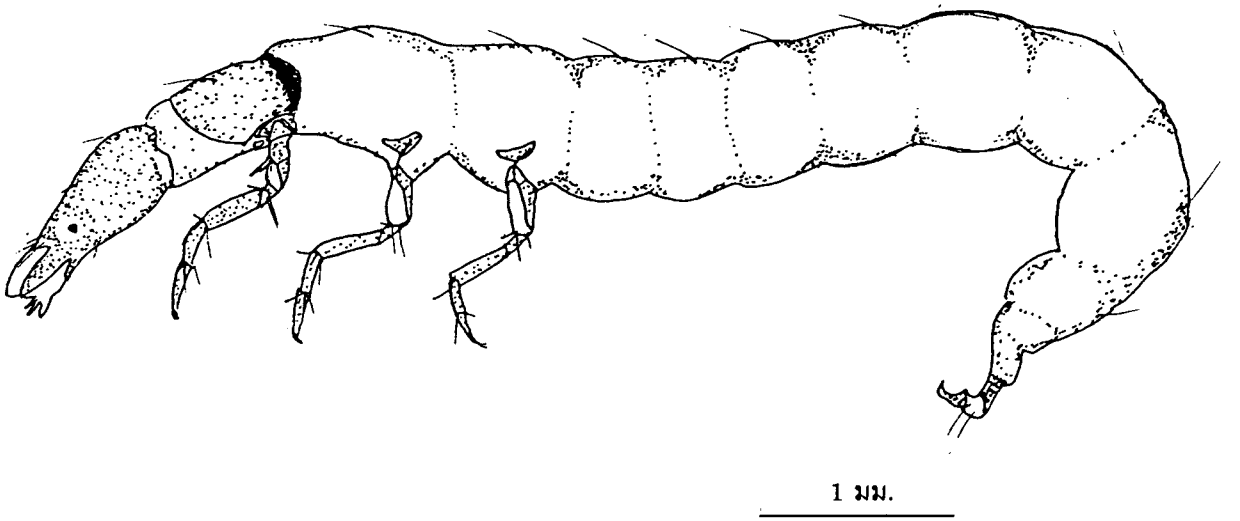
ส่วนหัวยาวรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสีน้ำตาลอ่อน หัวมักมีขนาดใหญ่กว่าความกว้างของลำตัวและมีแผ่นแข็งปกคลุม ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน (frontoclypeal apotome) ของตัวอ่อนระยะที่ 1 ถึงตัวอ่อนระยะที่ 3 ไม่เรียบมีรอยเว้าลึกลงไปคล้ายรูปตัวยู (U) รอยเว้ามีขอบเรียบไม่หยัก (notch) (ภาพที่ 13ก) ส่วนตัวอ่อนระยะที่ 4 และ ระยะที่ 5 มีรอยหยักเว้าลึกลงไปแตกต่างกันในแต่ละชนิด ริมฝีปากบนมีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ยื่นออกมา ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของวงศ์นี้ มี maxillary palp 1 คู่ แผ่นหัวซีกซ้ายและขวาเรียบไม่มีลวดลาย แผ่นหัวด้านล่างมี 1 แผ่น คือแผ่นหัวด้านหน้า (anterior gula) ด้านล่างของส่วนหัวมีขน 1 คู่ (setae no. 18) อยู่ใกล้กับแผ่นหัวด้านหน้า (ภาพที่ 13ข) ตามีขนาดเล็ก กราม (mandible) เป็นรูปสามเหลี่ยมปลายแหลม ฐานกว้างมีฟันกรามข้างละ 4 ซี่ (ภาพที่ 13ค)

ส่วนอก

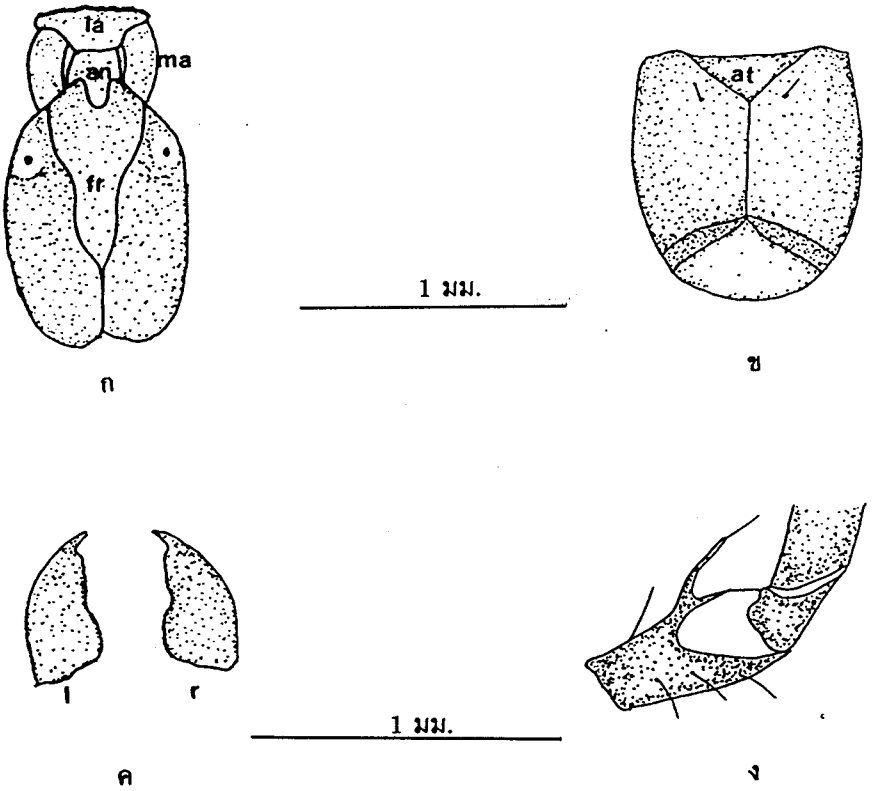
ส่วนอกมีแผ่นแข็งในปล้องแรกเพียง 1 ปล้อง มีสีน้ำตาลอ่อนเช่นเดียวกับส่วนหัว มีเส้นตรงตามยาว (median ecdysial line) ลากผ่านแบ่งแผ่นอกปล้องแรกออกทางด้านบนเป็น 2 ส่วน มีขนปกคลุมเล็กน้อย ด้านท้ายของแผ่นอกปล้องแรกมีแถบสีดำคาด อกปล้องแรกมีขนาดเล็กกว่าอกปล้องกลาง และอกปล้องท้าย ส่วนอกปล้องกลาง และ อกปล้องท้าย มีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ขาทั้ง 3 คู่มีความยาวเท่าๆ กัน บริเวณ coxa ของขาคู่แรกมีหนามแหลมสีดำยื่นยาวออกมา (ภาพที่ 13ง) ขาแต่ละข้างมีกรงเล็บ 1 คู่ ปลายกรงเล็บแหลม

ส่วนท้อง

ส่วนท้องไม่มีแผ่นแข็งปกคลุม มีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ไม่มีเหงือกและริ้วขนทางด้านข้างลำตัว ปล้องท้องมีจำนวนทั้งหมด 10 ปล้อง ปล้องท้องที่ 9 ไม่มีแผ่นแข็งทางด้านหลัง ปล้องที่ 10 เป็นโปรเลค (anal proleg) 1 คู่ โปรเลคแต่ละข้างมีแผ่นแข็งเชื่อมกับกรงเล็บส่วนท้าย (anal claw) มี anal papillae (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra*



ภาพที่ 13 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra*

ก. ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน ข. ส่วนหัวด้านล่าง

ค. กราม ง. forecoxa ของขาคู่หน้า

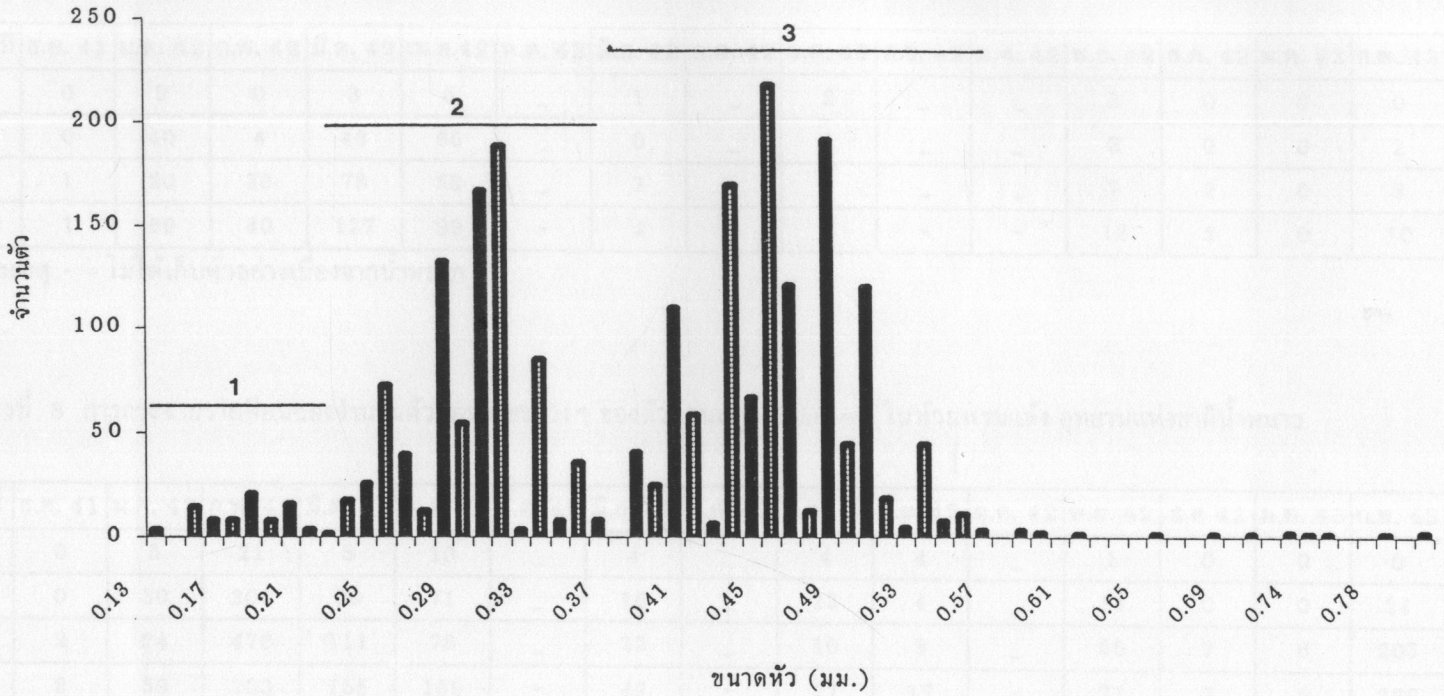
(an=anteclypeus, at=anterior gula, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)

การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra*

การศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อนในสกุลนี้ 3 ระยะ ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้คือตัวอ่อนระยะที่ 1-3 (ภาพที่ 14) ความกว้างเฉลี่ยของขนาดหัวที่วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอก คือ 0.18, 0.29 และ 0.47 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 6) ผลรวมของตัวอ่อนทั้งสองลำธาร (จากตารางที่ 7 และ 8) พบตัวอ่อนระยะที่ 1 น้อยที่สุดจำนวน 79 ตัว มีจำนวนตัวมากในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน 2542 ไม่พบตัวอ่อนระยะนี้ในเดือนธันวาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ตัวอ่อนระยะที่ 2 พบ 624 ตัว พบในทุกเดือนที่ทำการศึกษา ยกเว้นเดือนธันวาคม 2542 และมกราคม 2543 ตัวอ่อนระยะที่ 3 พบจำนวนมากที่สุด 1,269 ตัว ตัวอ่อนระยะนี้พบในทุกเดือน ที่ทำการศึกษาและพบจำนวนมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ของปี 2542 และปี 2543 (ภาพที่ 15)

ตารางที่ 6 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* ระยะที่ 1-3 บริเวณห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอ่อนระยะที่	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	จำนวน
1	0.13-0.22	0.18±0.02	79
2	0.23-0.36	0.29±0.03	624
3	0.37-0.56	0.47±0.04	1269



ภาพที่ 14 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ เนื่องจากมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก

ตารางที่ 7 การกระจายรายดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

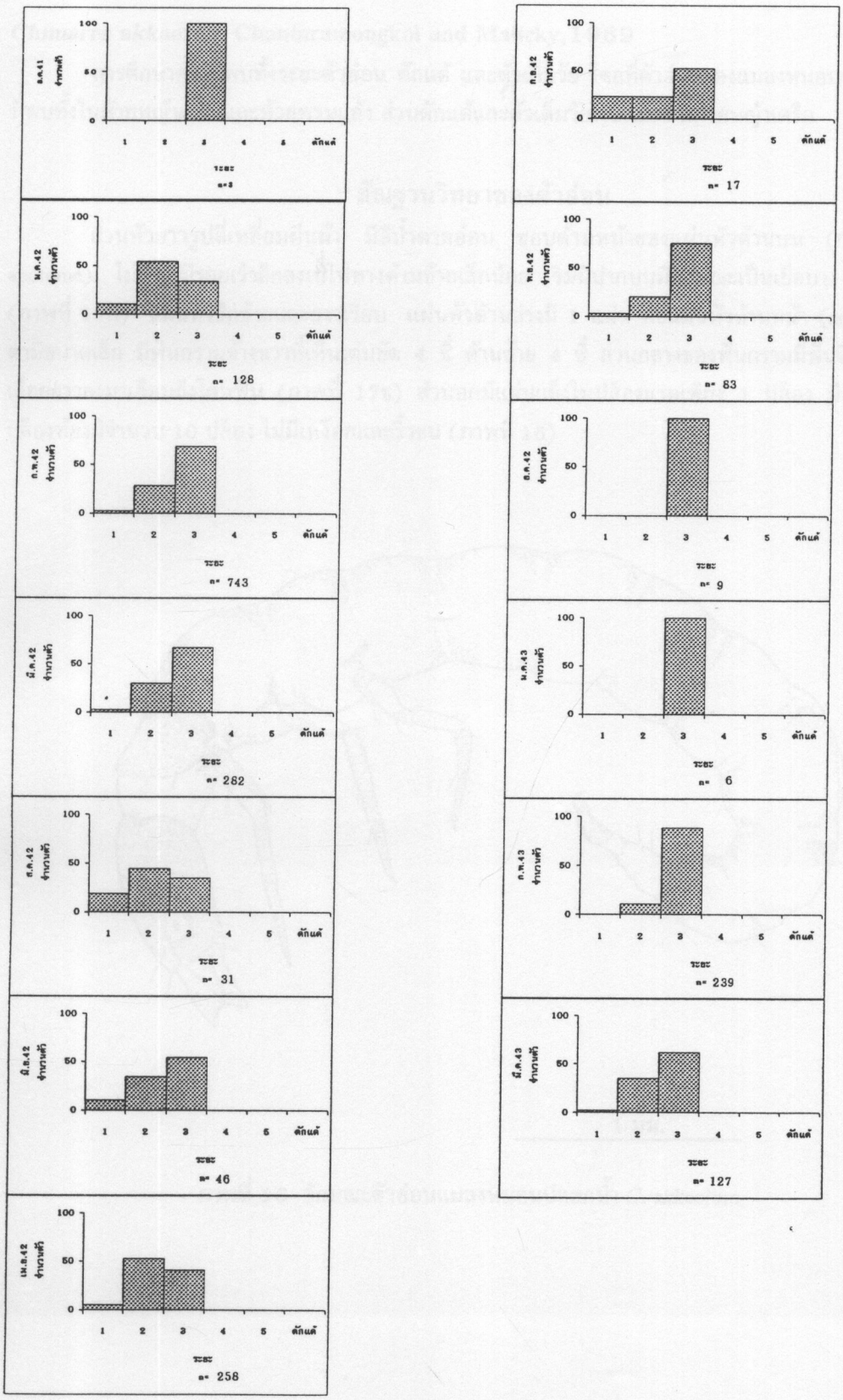
ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย.42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	9	0	3	5	_	1	_	2	_	_	2	0	0	0	3	25
2	0	40	4	46	66	_	0	_	1	_	_	3	0	0	2	21	183
3	1	20	36	78	28	_	3	_	1	_	_	7	2	0	8	23	207
รวม	1	69	40	127	99	-	4	-	4	-	-	12	2	0	10	47	415

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

ตารางที่ 8 การกระจายรายดือนของจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ระยะที่	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	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	5	21	5	10	_	4	_	4	4	_	1	0	0	0	0	54
2	0	30	206	39	71	_	16	_	13	4	_	14	0	0	24	24	441
3	2	24	476	111	78	_	22	_	10	9	_	56	7	6	205	56	1062
รวม	2	59	703	155	159	-	42	-	27	17	-	71	7	6	229	80	1557

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก



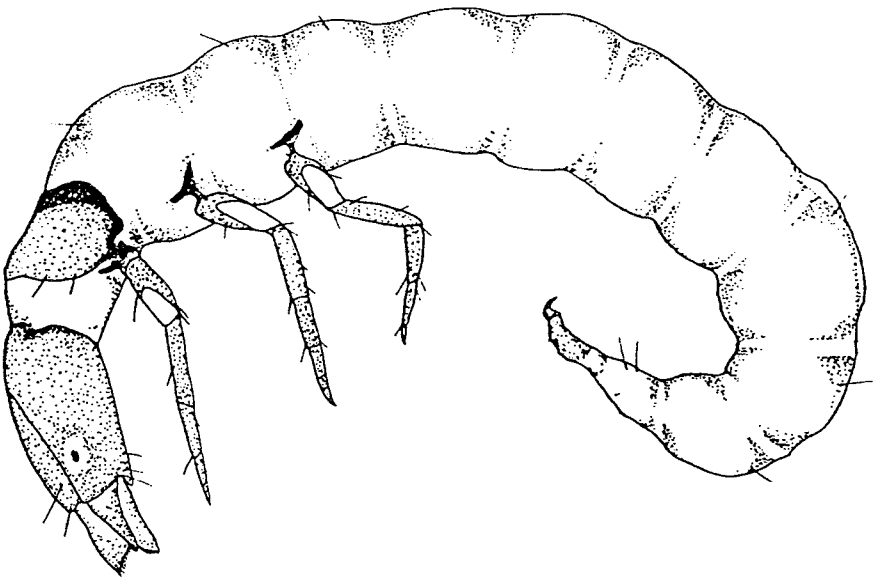
ภาพที่ 15 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* ระยะที่ 1-3 ใน ลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ตัวเลขบนแกนนอนหมายถึง ลำดับที่ของระยะตัวอ่อน, n=จำนวนตัวอ่อนทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือน)

Chimarra akkaorum Chantaramongkol and Malicky, 1989

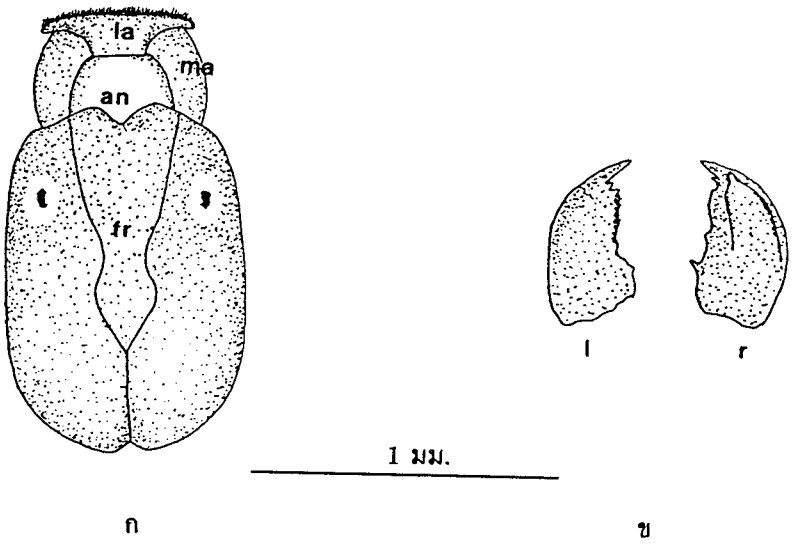
การศึกษาครั้งนี้พบทั้งระยะตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยที่ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้พบทั้งในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง ส่วนดักแด้และตัวเต็มวัยพบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือ

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน

ส่วนหัวยาวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสีน้ำตาลอ่อน ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน (frontoclypeal apotome) ไม่เรียบมีรอยเว้าลึกลงเข้าไปทางด้านซ้ายเล็กน้อย ริมฝีปากบนมีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ยื่นออกมา (ภาพที่ 17ก) แผ่นหัวซีกซ้ายและขวาเรียบ แผ่นหัวด้านล่างมี 1 แผ่น คือแผ่นหัวด้านหน้า (anterior gula) ตามีขนาดเล็ก มีฟันกรามข้างขวาที่เห็นเด่นชัด 4 ซี่ ด้านซ้าย 4 ซี่ ส่วนกลางของฟันกรามมีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อยยาวลงมาเกือบถึงโคนฟัน (ภาพที่ 17ข) ส่วนอกมีแผ่นแข็งในปล้องแรกเพียง 1 ปล้อง มีสีน้ำตาลอ่อน ปล้องท้องมีจำนวน 10 ปล้อง ไม่มีเหงือกและริ้วขน (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*



ภาพที่ 17 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*
ก. ส่วนหัวด้านบน ข. กราม
(an=anteclypeus, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)

สัณฐานวิทยาของดักแด้

ดักแด้อาศัยอยู่ภายในปลอกหุ้มดักแด้ใช้เศษใบไม้ที่เน่าเปื่อยมาเป็นส่วนประกอบ (ภาพที่ 18) ดักแด้สังเกตได้ยาก เนื่องจากมีลักษณะกลมกลืนไปกับสภาวะแวดล้อม หัวมี wart เหมือนกับตัวเต็มวัย หนวดไม่พันรอบตัว และมีความยาวน้อยกว่าลำตัว ตาสีดำ ปากมี maxillary palp จำนวน 5 ปล้อง ส่วน labium palp มีจำนวน 3 ปล้อง กรามสีน้ำตาลอ่อนมี 1 คู่ มีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมปลายแหลม ฐานกว้าง ขอบด้านนอกผิวเรียบ ขอบด้านในมีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อยจำนวนมาก (ภาพที่ 19)

ดักแด้เพศผู้มีรยางค์ยื่นออกมาจากปล้องท้องที่ 10 มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย เพียงแต่ยังเจริญไม่เต็มที่ ประกอบด้วย inferior appendage 1 คู่เรียวยาว และแหลม ventral projection 1 คู่อยู่ติดกับ phallus ส่วน phallus ยังเจริญไม่เต็มที่ยื่นออกมาจากส่วนท้องปล้องที่ 10 มีปลายกลมมน (ภาพที่ 20)

อกมี 3 ปล้อง ลวดลายบนปล้องคล้ายกับตัวเต็มวัย ปีกมี 2 คู่อยู่ในถุงหุ้มปีก ส่วนท้องด้านบนของดักแด้เพศผู้มีแผ่นแข็งขนาดเล็ก (hookplates) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันอยู่ปล้องท้องที่ 3 ถึงปล้องที่ 8 โดยมี anterior hookplate อยู่ตรงปล้องท้องที่ 3 ถึงปล้องท้องที่8 และมี posterior hookplate ตรงปล้องท้องที่ 5 มีลักษณะดังนี้ (ภาพที่ 21)

3a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

4a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

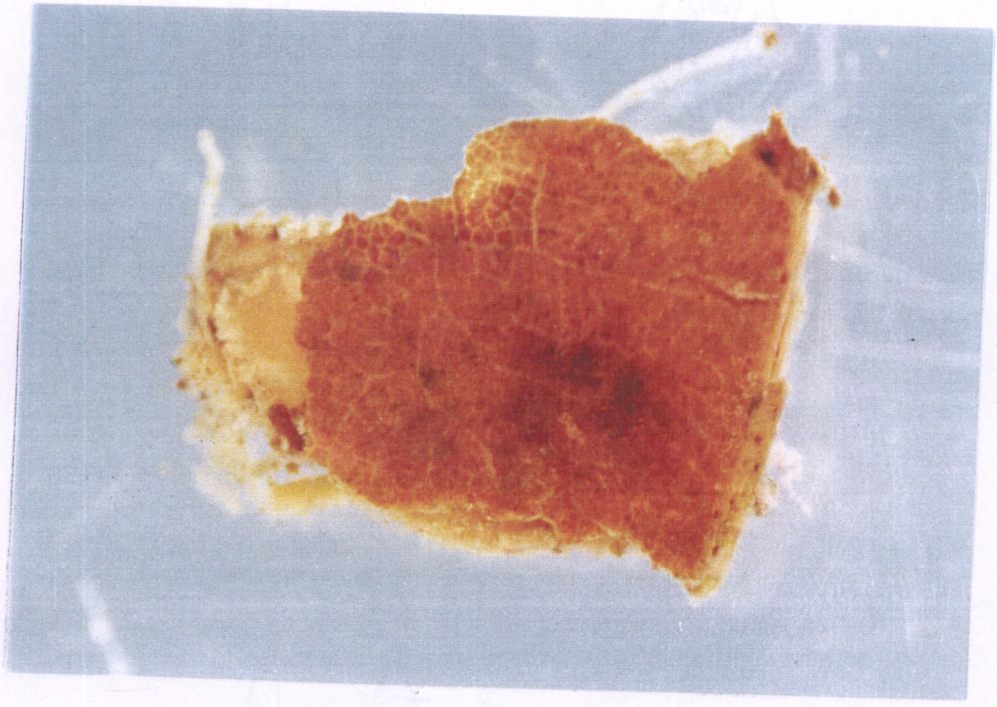
5a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

5p hookplates มีลักษณะฐานกว้าง ปลายฟันแหลม

6a hookplates มีลักษณะฐานกว้าว สั้นกว่า 5p ปลายฟันแหลม

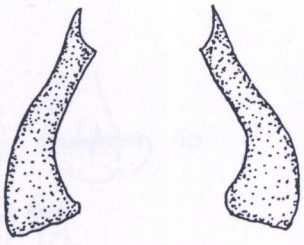
7a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

8a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม



1 มม.

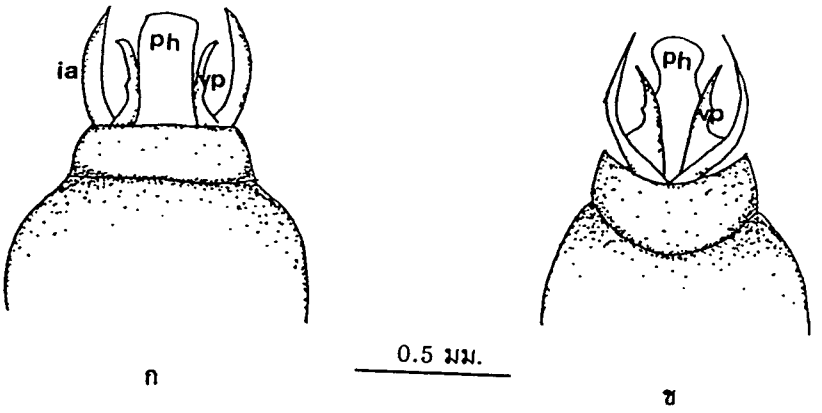
ภาพที่ 18 ลักษณะรังของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*



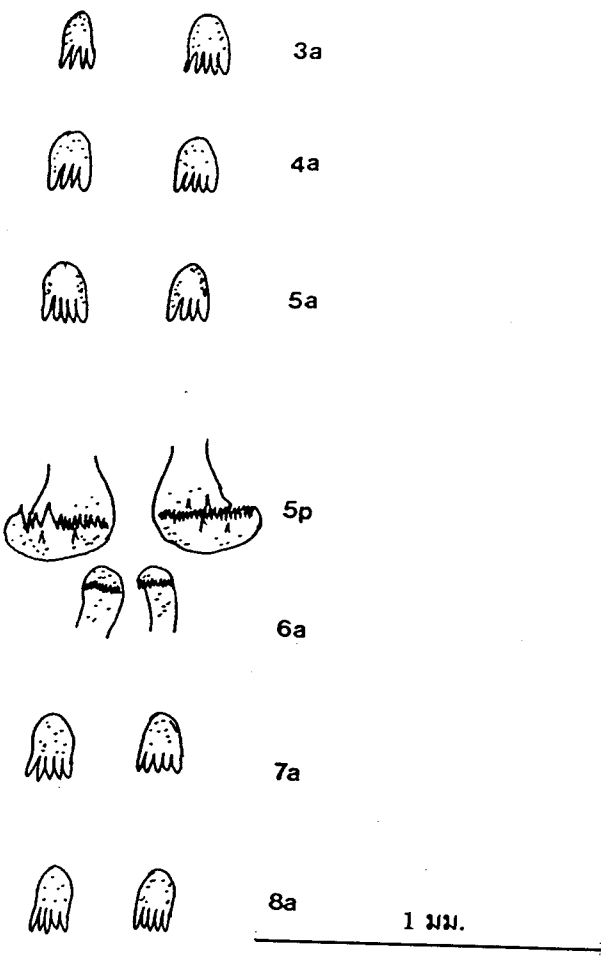
ก ข

0.5 มม.

ภาพที่ 19 ลักษณะกรามของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum* (ด้านบน)
ก. ด้านซ้าย ข. ด้านขวา



ภาพที่ 20 ลักษณะรยางค์ส่วนก้นของดักแด้เพศผู้
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง
(ia=inferior appendage, ph=pallus, vp=ventral projection)



ภาพที่ 21 ลักษณะแผ่นแข็งของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*
(ตัวเลขแสดงลำดับที่ของปล้องท้อง, a=anterior, p=posterior)

การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*

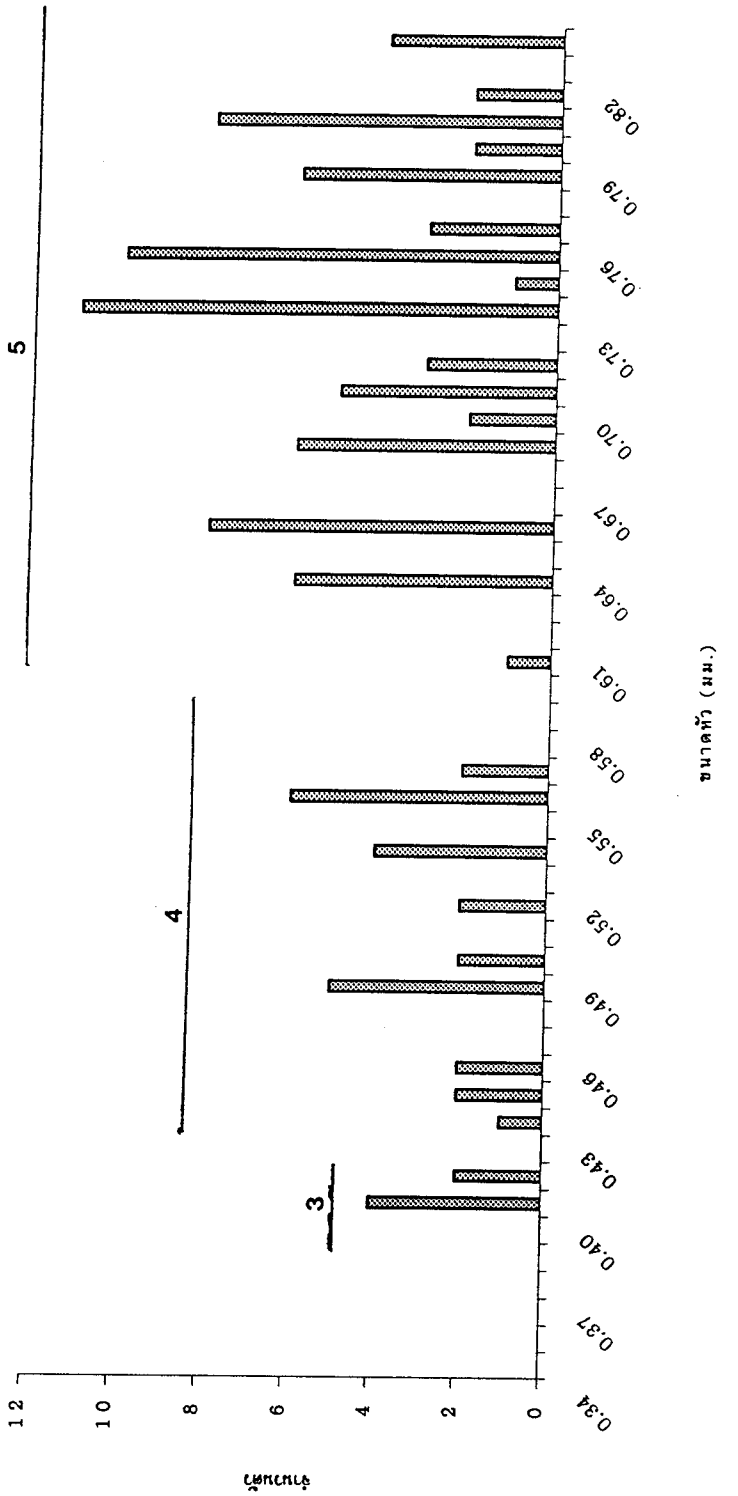
พบตัวอ่อนที่สามารถระบุได้ว่าเป็น *C. akkaorum* เพียง 3 ระยะ คือตัวอ่อนระยะที่ 3 ถึงระยะที่ 5 (ภาพที่ 22) ความกว้างเฉลี่ยของขนาดหัวตัวอ่อนระยะที่ 3, 4 และ 5 คือ 0.35, 0.51 และ 0.61 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ผลรวมของตัวอ่อนทั้งสองลำธาร (จากตารางที่ 10 และ 11) พบจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 5 มากที่สุดรองลงมาได้แก่ตัวอ่อนระยะที่ 4 และระยะที่ 3 ตัวอ่อนระยะที่ 5 พบทั้งหมด 60 ตัว พบมากในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม 2543 ไม่พบเลยในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน 2542 ตัวอ่อนระยะที่ 4 พบ 17 ตัว พบจำนวนมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2543 จำนวน 10 ตัว ส่วนตัวอ่อนระยะที่ 3 พบจำนวนเพียง 3 ตัวและพบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง โดยพบในเดือนมีนาคม 2543 เท่านั้น ดักแด้พบทั้งสิ้น 2 ตัว พบในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 และเดือนมกราคม 2543 ที่ห้วยพรมแล้ง

ตัวเต็มวัยมีจำนวน 2 ตัว พบในเดือนมีนาคม และเดือนพฤษภาคม 2542 ที่ห้วยหญ้าเครือ ไม่พบตัวเต็มวัยชนิดนี้ที่ห้วยพรมแล้ง

C. akkaorum มีแนวโน้มว่าอาจมีวงจรชีวิตแบบ univoltine เนื่องจากพบดักแด้ในช่วงต้นปีของปี 2542 และ 2543 อย่างไรก็ตามไม่สามารถทราบวงจรชีวิตที่ชัดเจน เพราะไม่สามารถระบุชนิดที่แน่นอนในตัวอ่อนระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 ได้ (ภาพที่ 23)

ตารางที่ 9 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกตัวอ่อนของ *C. akkaorum* บริเวณห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอ่อนระยะที่	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	จำนวน
1	-	-	-
2	-	-	-
3	0.28-0.41	0.35±0.04	3
4	0.42-0.59	0.51±0.05	17
5	0.60-0.83	0.72±0.07	60



ภาพที่ 22 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*

ตารางที่ 10 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. akkaorum* ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

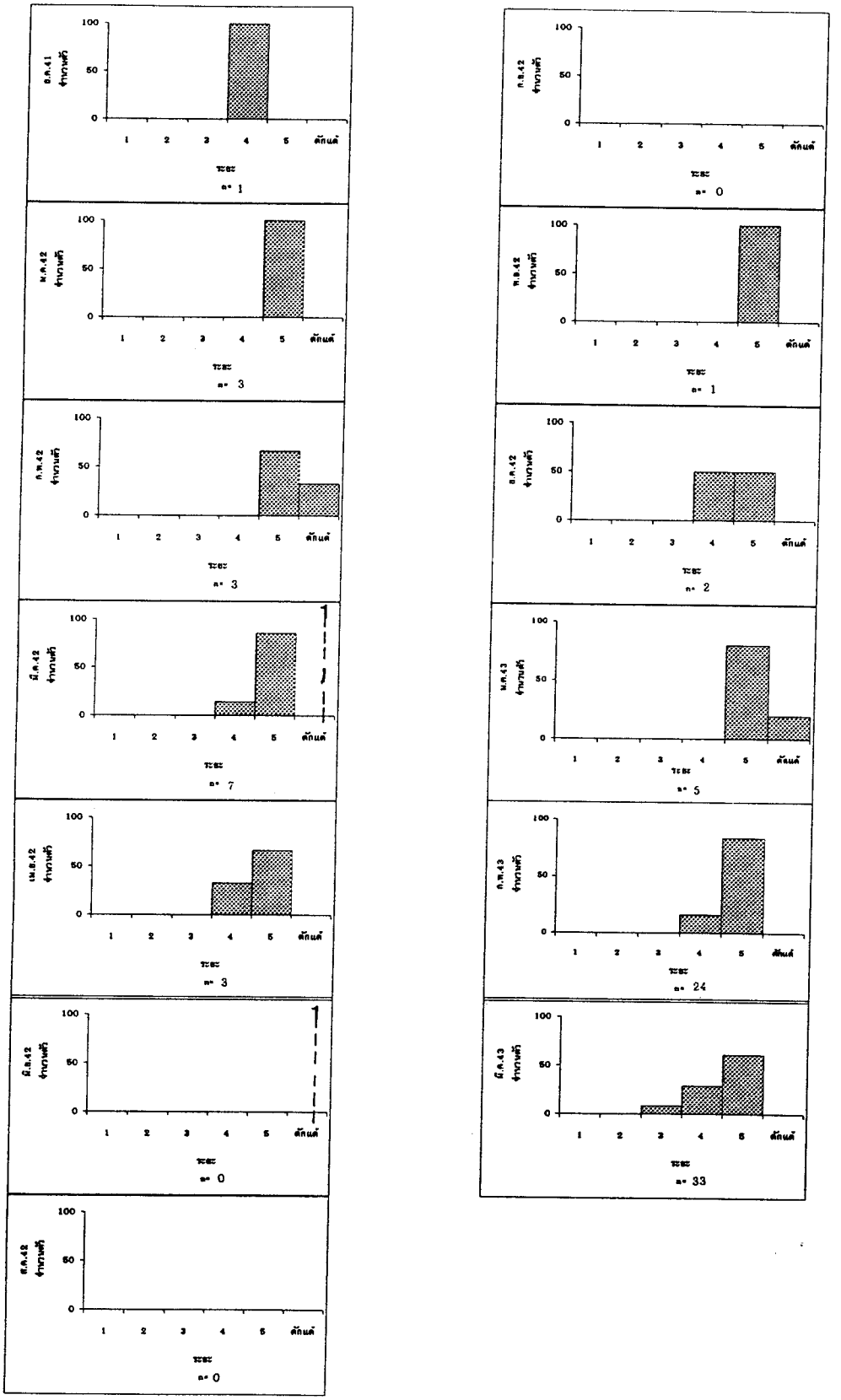
ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย. 42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	2	3
5	0	2	0	4	0	_	0	_	0	_	_	0	0	1	4	1	12
ดักแด้	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
รวม	0	2	0	5	0	_	0	_	0	_	_	0	0	1	4	3	15

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

ตารางที่ 11 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *C. akkaorum* ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ระยะที่	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	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	3	3
4	1	0	0	0	1	_	0	_	0	0	_	0	1	0	4	7	14
5	0	1	2	2	2	_	0	_	0	0	_	1	1	3	16	20	48
ดักแด้	0	0	1	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	1	0	0	2
รวม	1	1	3	2	3	_	0	_	0	0	_	1	2	4	20	30	67

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก



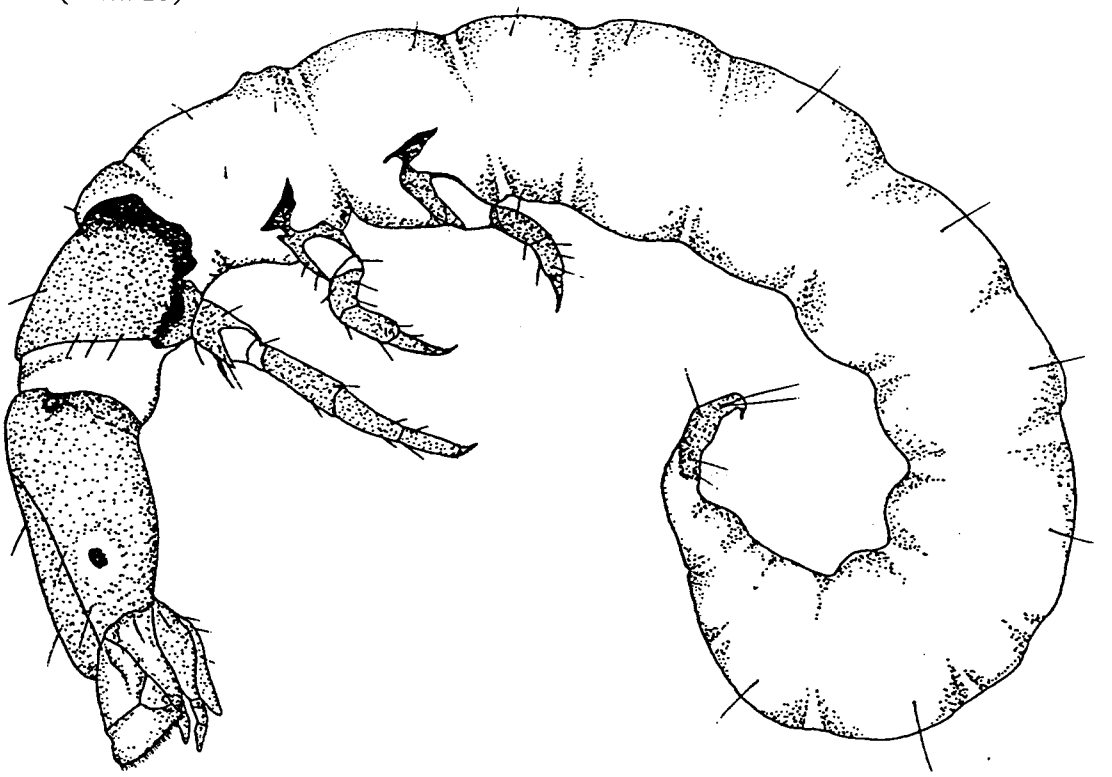
ภาพที่ 23 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum* ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ตัวเลขบนแกนนอนหมายถึงถึงลำดับที่ของระยะตัวอ่อน, ┆ หมายถึงตัวเต็มวัยตัวเลขข้างบนหมายถึงจำนวนที่พบ, n=จำนวนตัวอ่อนทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือน)

***Chimarra khamuorum* Chantaramongkol and Malicky, 1989**

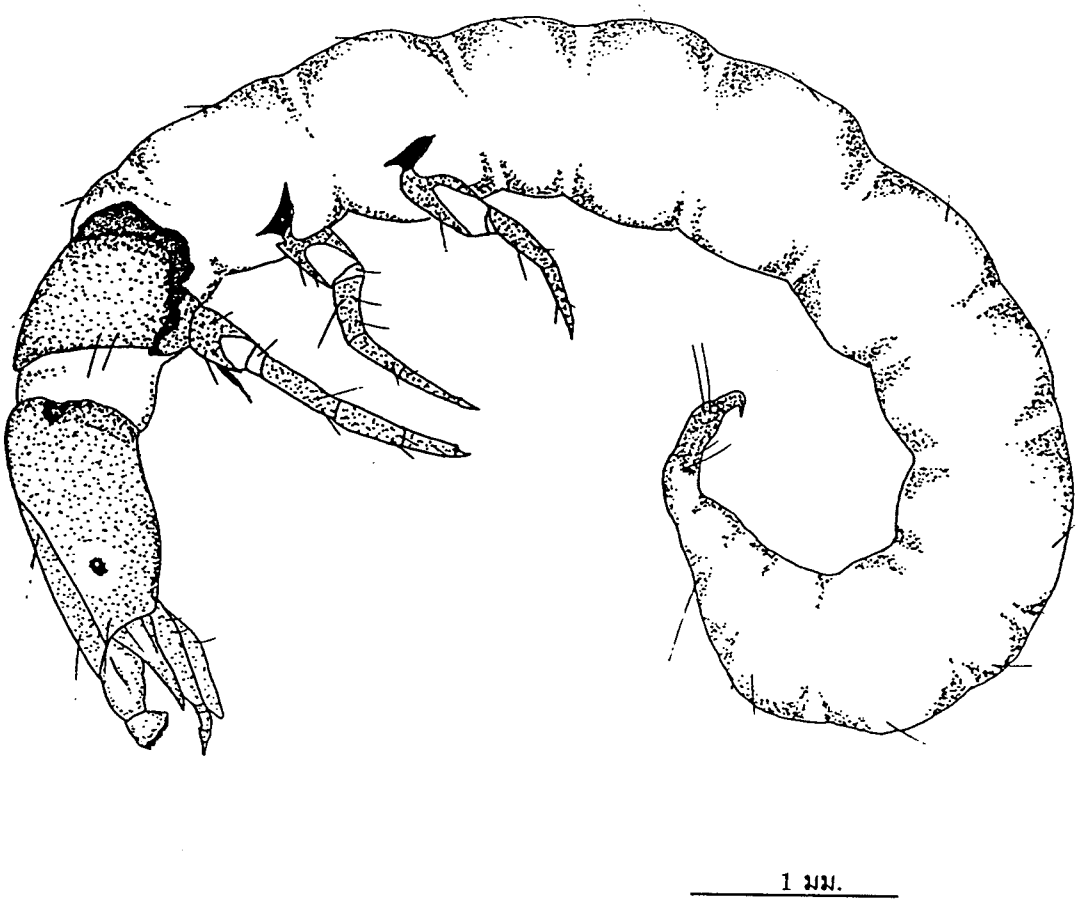
ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา 2 แบบ จำแนกได้เป็นแบบ 1 และแบบ 2 การศึกษาครั้งนี้พบทั้งระยะตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยที่ตัวอ่อนของทั้ง 2 แบบ ดักแด้และตัวเต็มวัยพบทั้งในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน

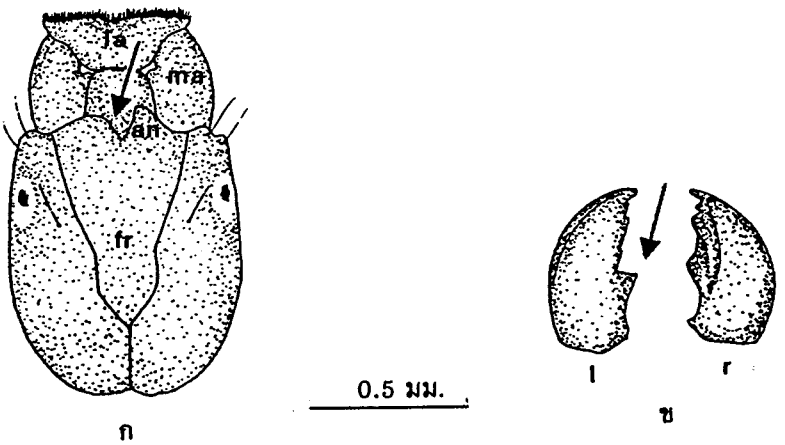
ตัวอ่อนทั้งสองแบบมีลักษณะคล้ายคลึงกันโดยมีส่วนหัวยาวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสีน้ำตาลอ่อน ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน (frontoclypeal apotome) ไม่เรียบมีรอยเว้าลึกคล้ายรูปตัววี (V) และมีความลึกมากกว่า *C. akkaorum* *C. khamuorum* แบบ 1 มีรอยเว้าลึกคล้ายรูปตัววีที่เรียบ (ภาพที่ 26ก) ส่วน *C. khamuorum* แบบ 2 มีรอยเว้าลึกคล้ายรูปตัววีเช่นกันแต่ด้านท้ายสุดมีรอยหยักลึกกว่า (ภาพที่ 27ก) ริมฝีปากบนมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ยื่นออกมา แผ่นหัวซีกซ้ายและขวาเรียบ แผ่นหัวด้านล่างมี 1 แผ่น คือแผ่นหัวด้านหน้า (anterior gula) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันในทั้งสองแบบ ตามีขนาดเล็ก มีฟันกรามข้างขวาที่เห็นเด่นชัด 4 ซี่ ด้านซ้าย 4 ซี่ ส่วนกลางของฟันกรามซี่ที่ 3 และ 4 มีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อย ฟันซี่ที่ 3 ด้านขวาของ *C. khamuorum* แบบ 1 มีความแหลมคมมากกว่าฟันซี่ที่ 3 ด้านขวาของ *C. khamuorum* แบบ 2 (ภาพที่ 26ข และ 27ข ตามลำดับ) ส่วนอกมีแผ่นแข็งในปล้องแรกเพียง 1 ปล้อง มีสีน้ำตาลอ่อน ปล้องท้องมีจำนวน 10 ปล้อง ไม่มีเหงือกและริ้วขนเช่นกันทั้งใน *C. khamuorum* แบบ 1 (ภาพที่ 24) และ *C. khamuorum* แบบ 2 (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 24 ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1



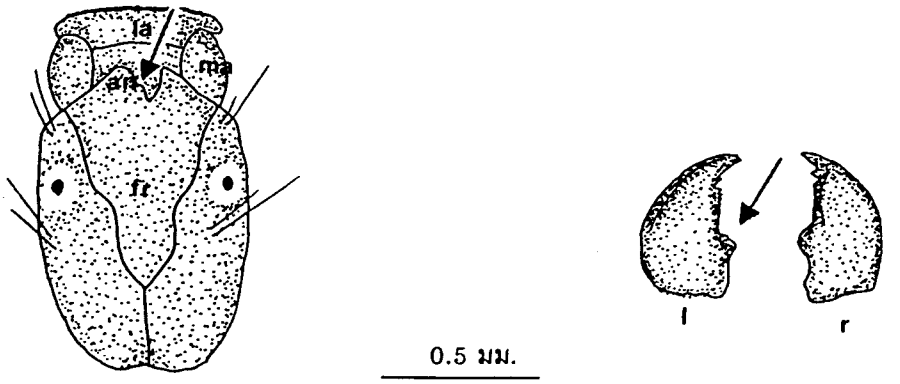
ภาพที่ 25 ลักษณะตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2



ภาพที่ 26 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1

ก. ส่วนหัวด้านบน ข. กราม

(an=anteclypeus, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)



ก ข

ภาพที่ 27 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2
ก. ส่วนหัวด้านบน ข. กราม
(an=anteclypeus, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)

สัณฐานวิทยาของดักแด้

ดักแด้อาศัยอยู่ภายในปลอกหุ้มดักแด้เช่นเดียวกับ *C. akkaorum* แต่วัสดุที่ใช้มาเป็นส่วนประกอบของรังมีความหลากหลายมากกว่าได้แก่เศษใบไม้ที่เน่าเปื่อย กรวดทรายขนาดเล็ก เปลือกหอย บางส่วนของแมลงหนอนปลอกน้ำ เช่นแผ่นแข็งของส่วนอก เมล็ดพืชมาเป็นส่วนประกอบ (ภาพที่ 28) ดักแด้สังเกตได้ยาก เนื่องจากมีลักษณะกลมกลืนไปกับสภาวะแวดล้อมเช่นกัน และมีขนาดใหญ่กว่าดักแด้ของ *C. akkaorum* หัวมี wart เหมือนกับตัวเต็มวัย หนวดมีความยาวน้อยกว่าลำตัว และไม่พันรอบตัว ตาสีดำ ปากมี maxillary palp จำนวน 5 ปล้อง ส่วน labium palp มีจำนวน 3 ปล้อง

***C. khamuorum* แบบ 1**

กรามมี 1 คู่ สีน้ำตาลอ่อน มีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมปลายแหลม ฐานกว้าง ขอบด้านนอกผิวเรียบ ขอบด้านในมีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อยจำนวนมาก ฟันซี่แรก และฟันซี่ที่สองมีขนาดใหญ่เห็นชัดเจน (ภาพที่ 29)

ดักแด้เพศผู้มีรยางค์ยื่นออกมาจากปล้องท้องที่ 10 มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย เพียงแต่ยังเจริญไม่เต็มที่ ประกอบด้วย inferior appendage 1 คู่ ฐานกว้างกว่าส่วนปลายที่เรียวยาว dorsal projection 1 คู่ phallus ยังเจริญไม่เต็มที่ยื่นออกมาจากส่วนท้องปล้องที่ 10 มีปลายกลมมนเป็นกระเปาะ (ภาพที่ 30)

ดักแด้เพศเมียปล้องท้องมีสีน้ำตาลอ่อน และเรียวลงมาทางด้านปลายสุด มีรยางค์ 1 คู่ยื่นออกมาจากปล้องที่ 10 (ภาพที่ 31)

C. khamuorum แบบ 2

กรามมี 1 คู่ สีน้ำตาลอ่อน มีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมปลายแหลม ฐานกว้าง ขอบด้านนอกผิวเรียบ ขอบด้านในมีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อยจำนวนมาก ฟันซี่แรก และฟันซี่ที่สองมีขนาดใหญ่เห็นชัดเจนเช่นกัน (ภาพที่ 32)

ดักแด้เพศผู้ยังเจริญไม่เต็มที่ ด้านบนของปล้องที่ 10 มี inferior appendage ยื่นออกมา 1 คู่ ฐานกว้าง phallus ยื่นออกมาด้านปลายสุดกลมมน (ภาพที่ 33)

ดักแด้เพศเมียมีขนาดใหญ่ ปล้องท้องที่ 9 มีขนาดใหญ่กว่าปล้องท้องที่ 10 มาก มีรยางค์ยื่นออกมา 1 คู่คล้ายกับที่พบใน *C. khamuorum* แบบ 1(ภาพที่ 34)

ส่วนอกของ *C. khamuorum* ทั้ง 2 ชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกันโดยส่วนอกมี 3 ปล้อง ลวดลายบนปล้องคล้ายกับตัวเต็มวัย ปีกมี 2 คู่อยู่ในถุงหุ้มปีก ส่วนท้องด้านบนของดักแด้เพศผู้และเพศเมียมีแผ่นแข็งขนาดเล็ก (hookplates) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันอยู่ปล้องท้องที่ 3 ถึงปล้องที่ 8 โดยมี anterior hookplate อยู่ในปล้องท้องที่ 3 ถึงปล้องท้องที่ 8 และมี posterior hookplate ในปล้องท้องที่ 5 มีลักษณะดังนี้

3a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

4a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

5a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

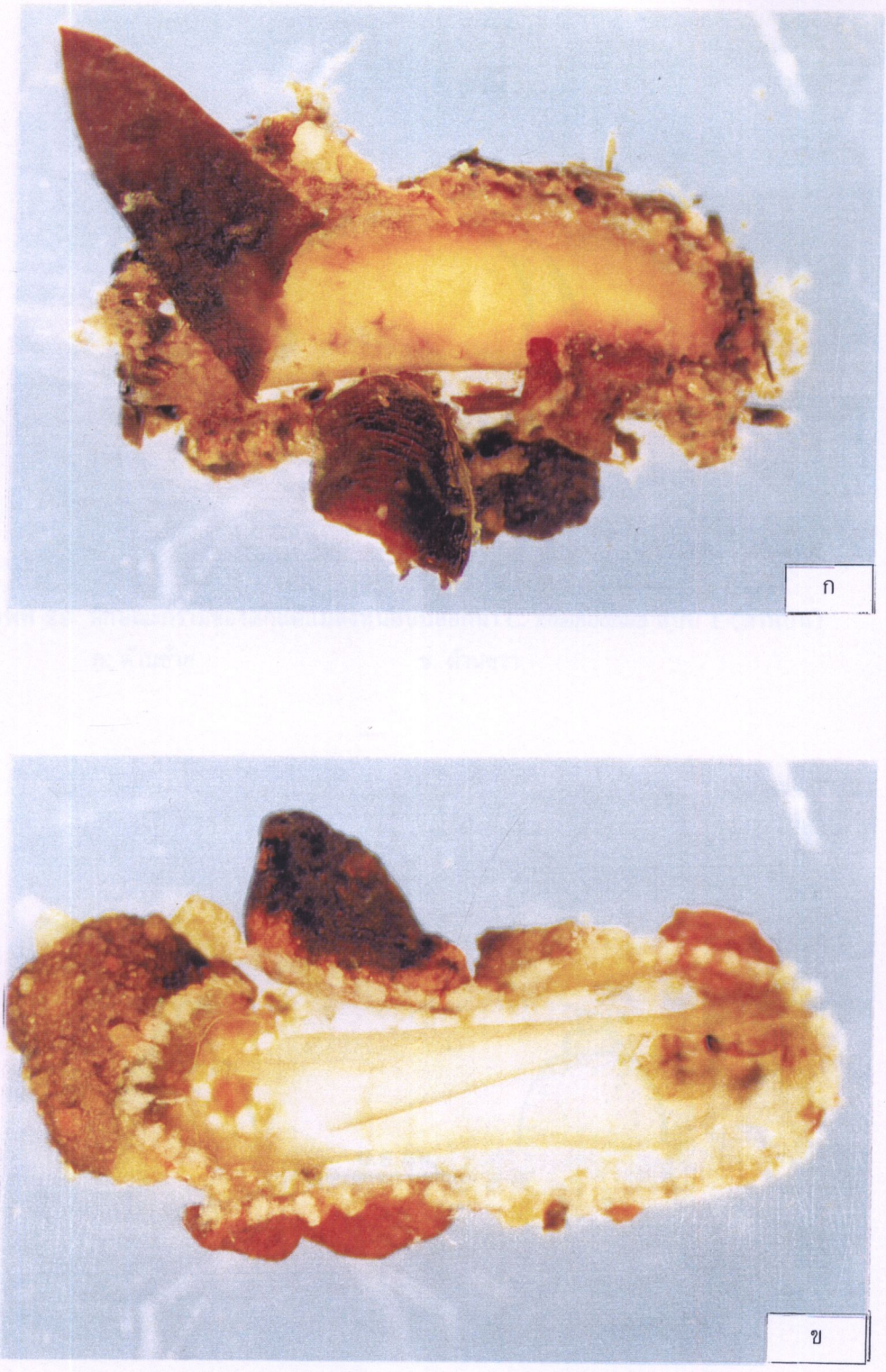
5p hookplates มีลักษณะฐานกว้าง ปลายฟันแหลม

6a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

7a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

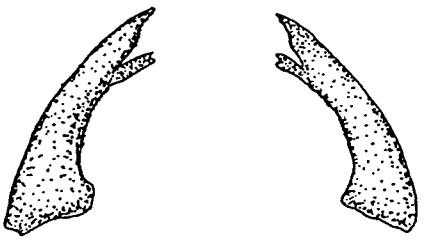
8a hookplates มีลักษณะฐานแคบ ปลายฟันแหลม

ซึ่งได้แสดงภาพของดักแด้เพศผู้และเพศเมียของทั้ง 2 แบบไว้ด้วย (ภาพที่ 35)



ภาพที่ 28 ลักษณะรังของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* (ด้านบน)

ก. *C. khamuorum* แบบ 1 ข. *C. khamuorum* แบบ 2



ก ข

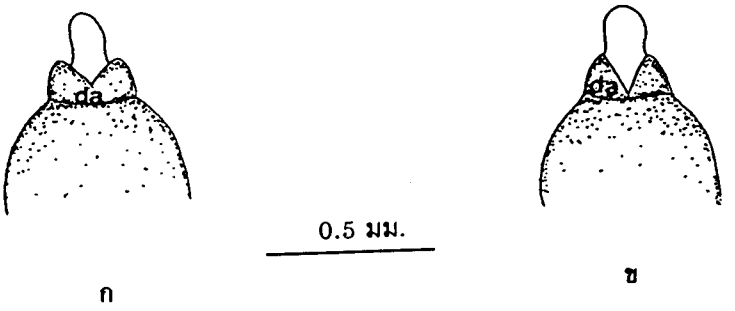
1 มม.

ภาพที่ 29 ลักษณะกรามของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1 (ด้านบน)
ก. ด้านซ้าย ข. ด้านขวา

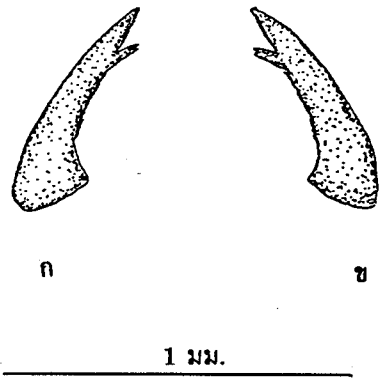
0.5 มม.

ก ข

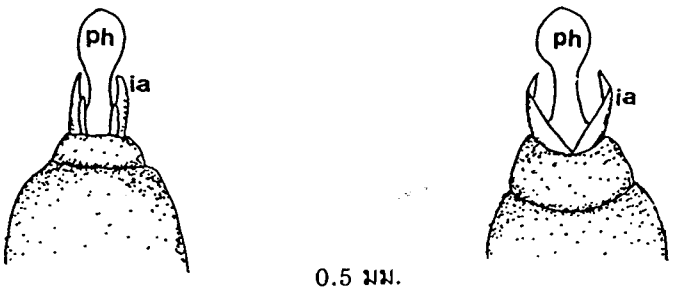
ภาพที่ 30 ลักษณะรยางค์ส่วนก้นดักแด้เพศผู้ของ *C. khamuorum* แบบ 1
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง
(ia=inferior appendage)



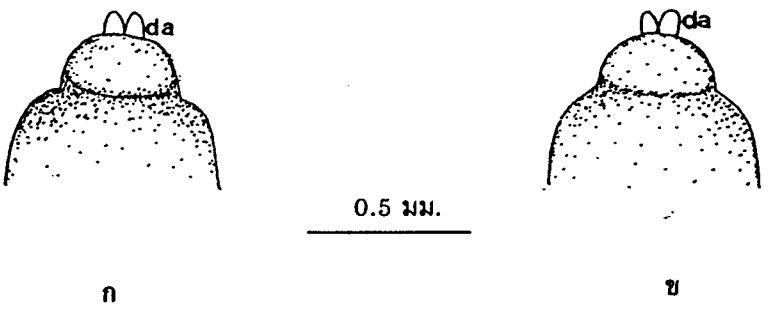
ภาพที่ 31 ลักษณะรยางค์ส่วนก้นดักแด้เพศเมียของ *C. khamuorum* แบบ 1
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง
(da=dorsal appendage)



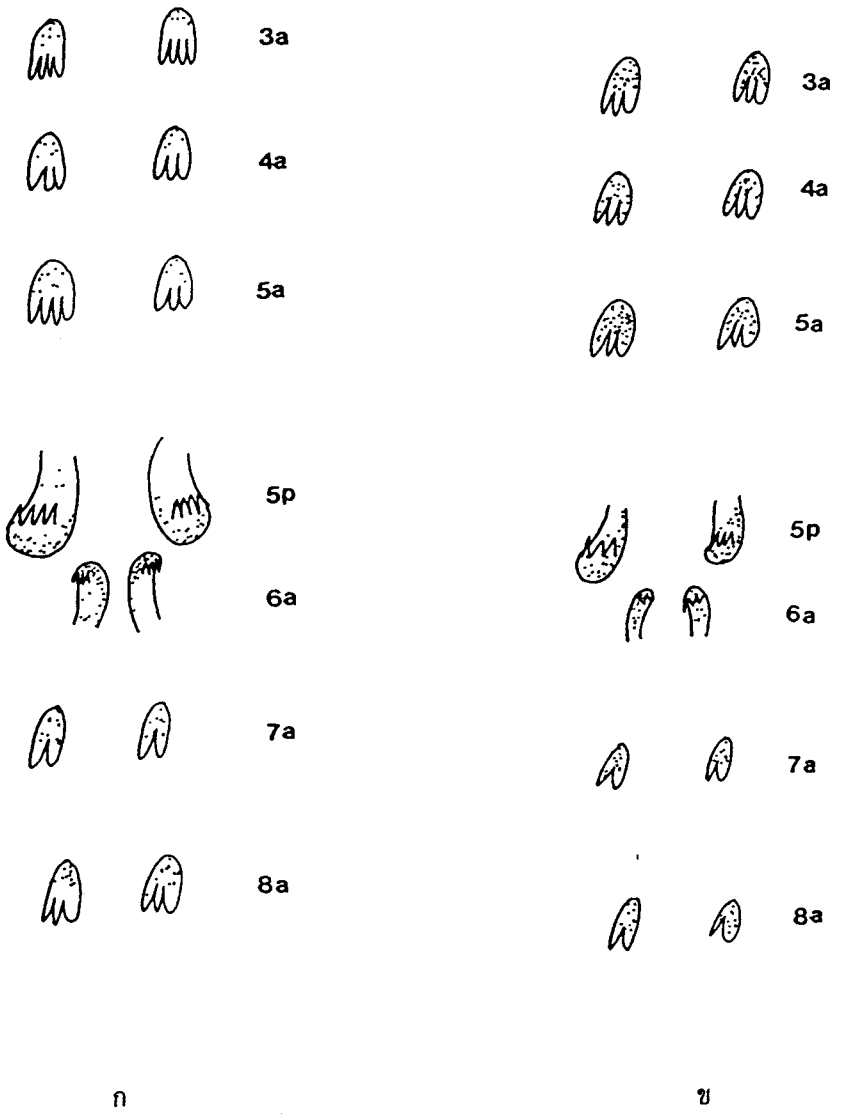
ภาพที่ 32 ลักษณะกรามของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2 (ด้านบน)
ก. ด้านซ้าย ข. ด้านขวา



ภาพที่ 33 ลักษณะรยางค์ส่วนก้นดักแด้เพศผู้ของ *C. khamuorum* แบบ 2
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง
(ia=inferior appendage, ph=pallus)



ภาพที่ 34 ลักษณะรยางค์ส่วนก้นดักแด้เพศเมียของ *C. khamuorum* แบบ 2
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง
(da=dorsal appendage)



ภาพที่ 35 ลักษณะแผ่นแข็งของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำ

ก. *C. khamuorum* แบบ 1 ข. *C. khamuorum* แบบ 2

(ตัวเลขแสดงลำดับที่ของปล้องท้อง, a=anterior, p=posterior)

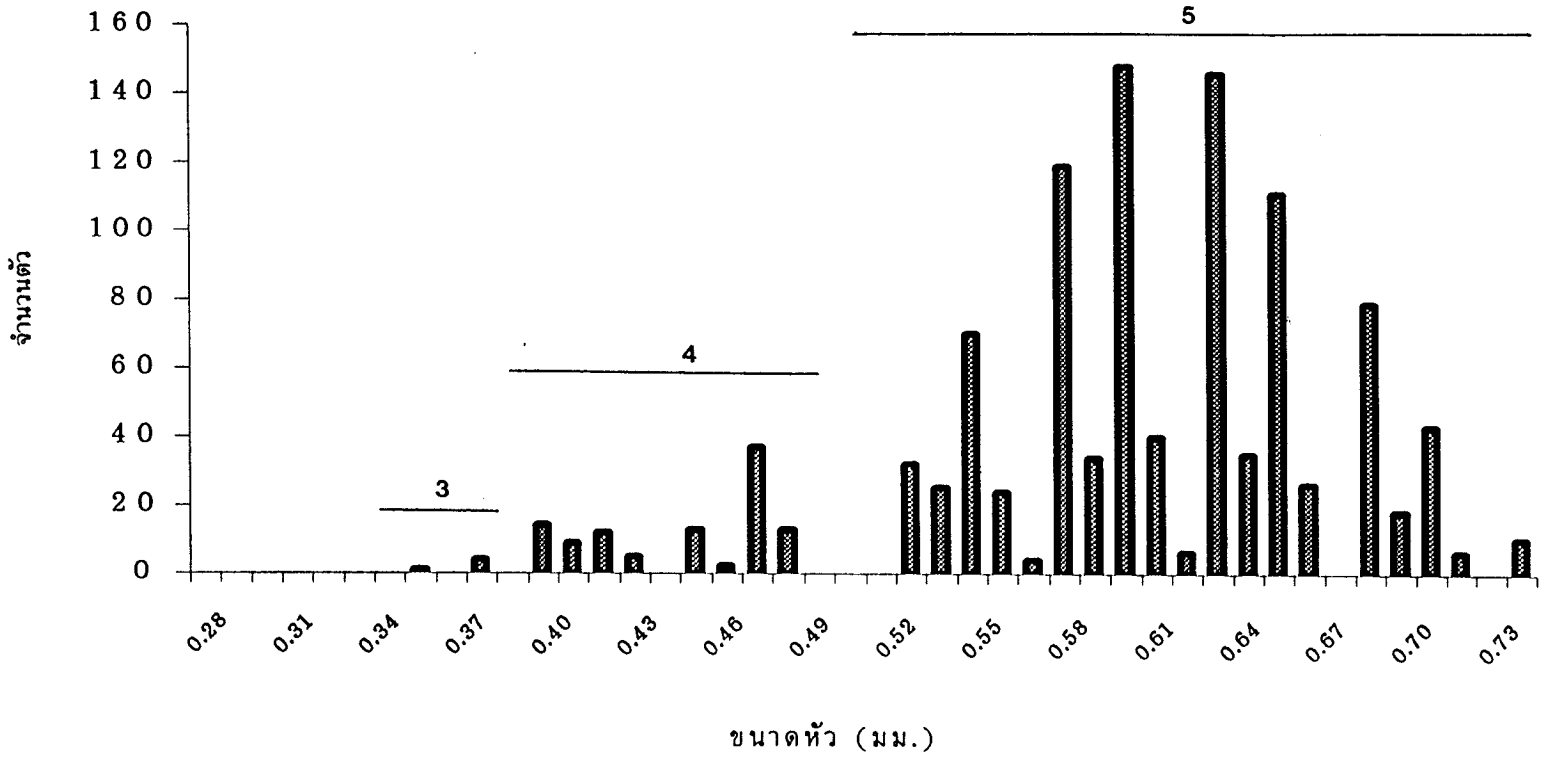
การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบที่ 1

พบตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้ 3 ระยะ คือระยะที่ 3, 4 และ 5 (ภาพที่ 36) ความกว้างเฉลี่ยของขนาดหัววัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกคือ 0.33, 0.48 และ 0.67 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 12) ผลรวมของตัวอ่อนทั้งสองลำธาร (จากตารางที่ 13 และ 14) พบตัวอ่อนระยะที่ 3 พบจำนวนน้อยที่สุดเพียง 3 ตัว เดือนที่พบตัวอ่อนระยะนี้คือเดือนมกราคม 2542 เดือนเมษายน 2542 และเดือนกุมภาพันธ์ 2543 เดือนละ 1 ตัว ตัวอ่อนระยะที่ 4 พบจำนวน 122 ตัว พบอยู่ในทุกเดือนที่ทำการศึกษายกเว้นเดือนสิงหาคม และกันยายน 2542 ตัวอ่อนระยะที่ 5 พบจำนวนตัวมากที่สุดจำนวน 976 ตัว พบในทุกเดือนที่ศึกษายกเว้นเดือนธันวาคม 2541 และเดือนกันยายน 2542 ที่ไม่พบตัวอ่อนระยะนี้ ตัวอ่อนระยะที่ 5 พบมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2542 จำนวน 259 ตัว ดักแด้พบทั้งหมด 54 ตัว ไม่พบระยะดักแด้ในเดือนธันวาคม 2541 มิถุนายน 2542 สิงหาคม 2542 กันยายน 2542 พฤศจิกายน 2542 และเดือนกุมภาพันธ์ 2543 และเดือนมีนาคมพบจำนวนดักแด้มากที่สุดจำนวน 21 ตัว

C. khamuorum แบบ 1 มีแนวโน้มว่าอาจมีวงจรชีวิตแบบ non-seasonal เนื่องจากในแต่ละเดือนพบตัวอ่อนหลายระยะ รวมทั้งดักแด้และตัวเต็มวัยก็พบตลอดช่วงที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 37)

ตารางที่ 12 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกตัวอ่อนของ *C. khamuorum* แบบ 1 บริเวณห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอ่อนระยะที่	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	จำนวน
1	-	-	-
2	-	-	-
3	0.27-0.39	0.33±0.04	3
4	0.40-0.56	0.48±0.05	122
5	0.57-0.78	0.68±0.07	976



ภาพที่ 36 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1

ตารางที่ 13 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

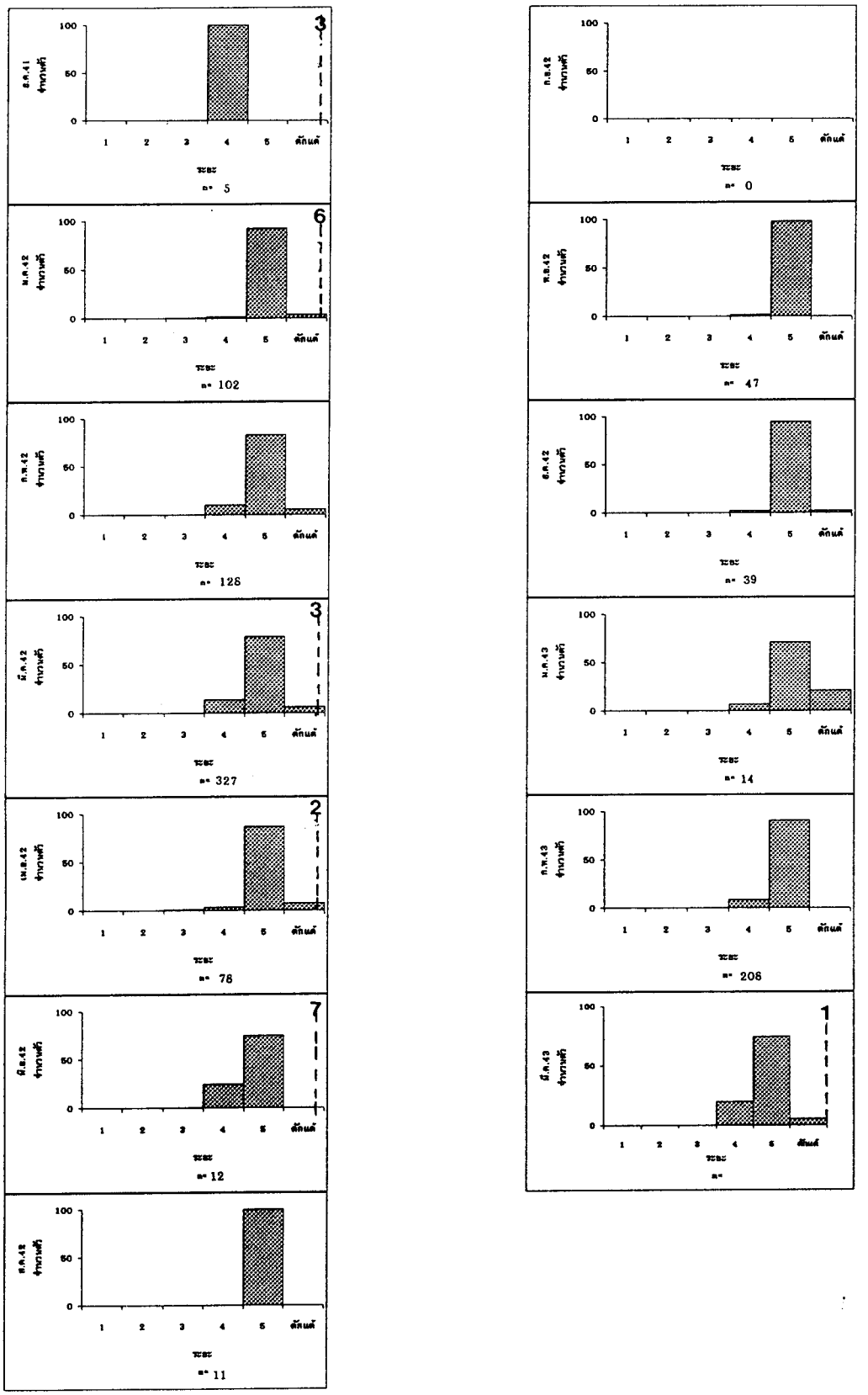
ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	-	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	-	_	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	1	0	2
4	1	1	3	30	2	_	1	_	0	_	_	0	0	1	4	9	52
5	0	75	107	189	21	_	3	_	5	_	_	12	27	5	40	23	507
ดักแด้	0	7	5	15	3	_	0	_	0	_	_	0	1	0	0	2	33
รวม	1	84	115	234	26	_	4	_	5	_	_	12	28	6	45	34	594

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

ตารางที่ 14 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 1 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	1
4	4	1	21	16	1	_	2	_	0	0	_	1	1	0	14	9	70
5	0	13	83	72	47	_	6	_	6	0	_	34	10	5	149	44	469
ดักแด้	0	4	9	5	3	_	0	_	0	0	_	0	0	3	0	3	27
รวม	4	18	113	93	52	_	8	_	6	0	_	35	11	8	163	56	567

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก



ภาพที่ 37 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1 ใน ลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ตัวเลขบนแกนนอนหมายถึง ลำดับที่ของระยะตัวอ่อน, ¦ หมายถึงตัวเต็มวัยตัวเลขข้างบนหมายถึงจำนวนที่พบ, n=จำนวนตัวอ่อนทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือน)

การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบที่ 2

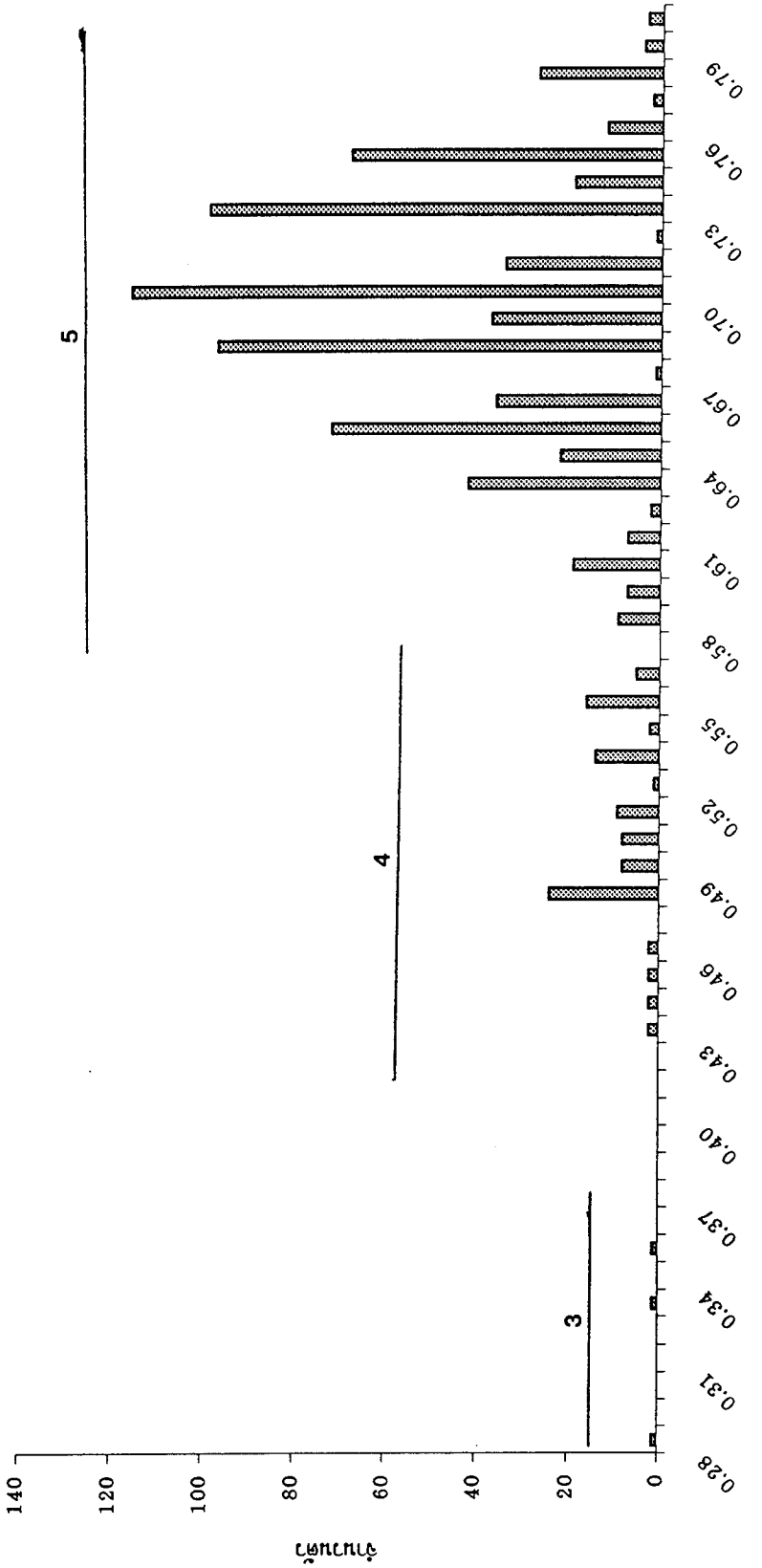
พบตัวอ่อน 3 ระยะ เช่นเดียวกับ *C. khamuorum* แบบ 1 (ภาพที่ 38) มีความกว้างเฉลี่ยของขนาดหัววัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกคือ 0.34, 0.49 และ 0.69 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 15) ผลรวมของตัวอ่อนทั้งสองลำธาร (จากตารางที่ 16 และ 17) พบตัวอ่อนระยะที่ 3 พบจำนวนน้อยที่สุด จำนวน 3 ตัว พบในเดือนมีนาคม 2542 จำนวน 1 ตัว และเดือนพฤศจิกายน 2542 จำนวน 2 ตัว ตัวอ่อนระยะที่ 4 พบทั้งหมดจำนวน 95 ตัว เดือนที่พบจำนวนมากที่สุดได้แก่เดือนกุมภาพันธ์ 2543 จำนวน 37 ตัว พบน้อยที่สุดเดือนมิถุนายนจำนวน 1 ตัว ส่วนเดือนมกราคม 2542 สิงหาคม 2542 ธันวาคม 2542 และเดือนมกราคม 2543 ไม่พบตัวอ่อนระยะนี้ ระยะที่ 5 เป็นระยะที่พบจำนวนตัวอ่อนมากที่สุดจำนวน 735 ตัว โดยเดือนกุมภาพันธ์ 2542 พบจำนวนตัวมากที่สุด จำนวน 260 ตัว และตัวอ่อนระยะนี้พบทุกเดือนที่ทำการศึกษา ดักแด้พบทั้งหมด 52 ตัว เดือนกุมภาพันธ์พบดักแด้มากที่สุดจำนวน 28 ตัว ส่วนเดือนธันวาคม 2541 เดือนมกราคม 2542 เดือนสิงหาคม 2542 เดือนกันยายน 2542 และเดือนธันวาคม 2542 ไม่พบดักแด้

ตัวเต็มวัยของ *C. khamuorum* พบทั้งหมด 102 ตัว เป็นตัวเต็มวัยเพศผู้ 39 ตัว ตัวเต็มวัยเพศเมีย 63 ตัว พบตัวเต็มวัยมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2542 โดยเป็นตัวเต็มวัยเพศผู้ 17 ตัว และเป็นตัวเต็มวัยเพศเมีย 23 ตัว ตัวเต็มวัยชนิดนี้มีช่วงบินตั้งแต่เดือนธันวาคม 41ถึงเดือนมิถุนายน 2542

C. khamuorum แบบ 2 มีแนวโน้มว่าอาจมีวงจรชีวิตแบบ non-seasonal เช่นกันกับ *C. khamuorum* แบบ 1 เนื่องจากในแต่ละเดือนพบตัวอ่อนหลายระยะ รวมทั้งดักแด้และตัวเต็มวัยก็พบตลอดช่วงที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 39)

ตารางที่ 15 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกตัวอ่อนของ *C. khamuorum* แบบ 2 บริเวณห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอ่อนระยะที่	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	จำนวน
1	-	-	-
2	-	-	-
3	0.28-0.40	0.34±0.04	3
4	0.41-0.57	0.49±0.05	95
5	0.58-0.80	0.69±0.07	735



ภาพที่ 38 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2

ตารางที่ 16 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 2 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

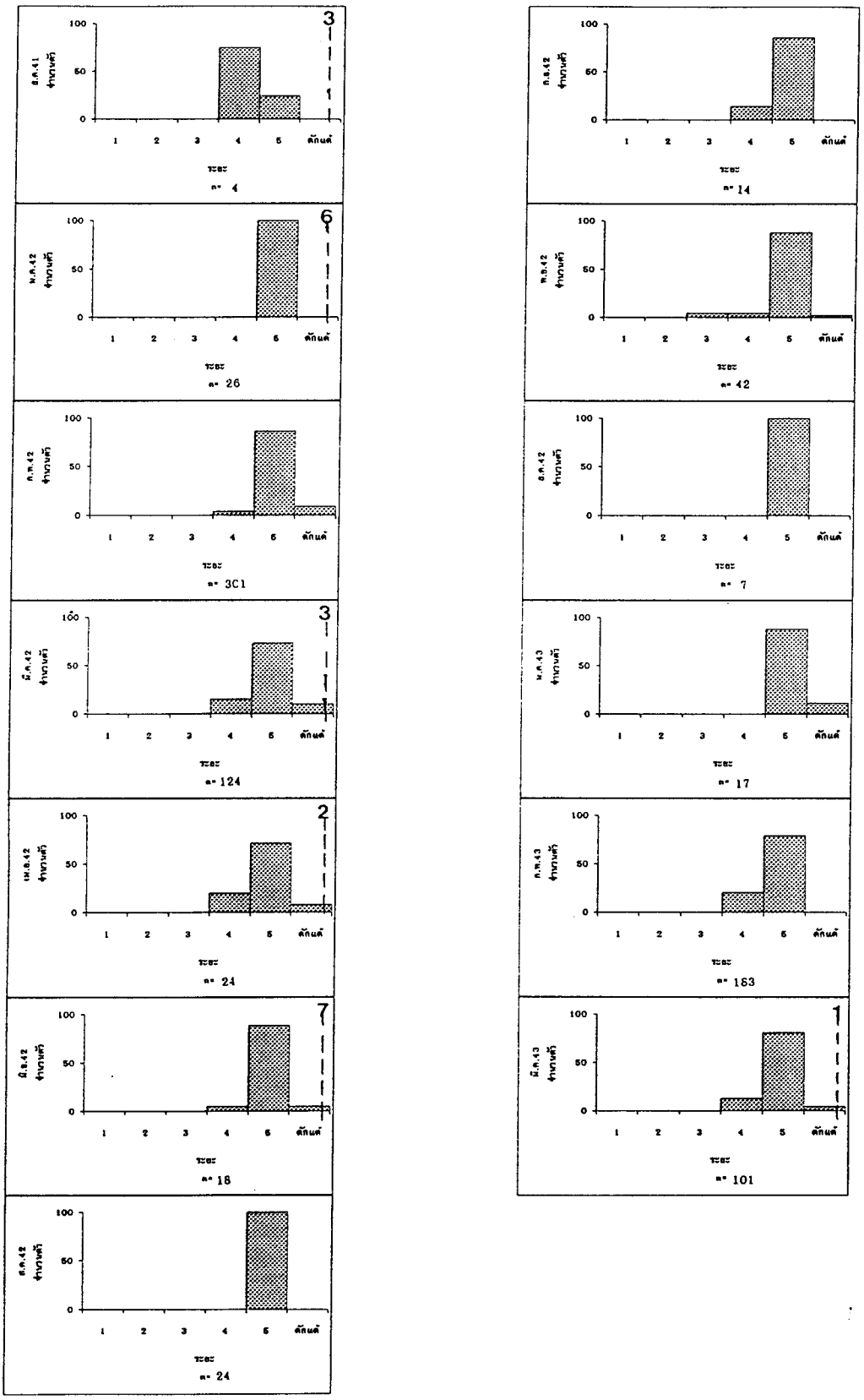
ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย. 42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	-	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	-	_	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	4	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	2	2	8
5	0	12	0	4	0	_	0	_	1	_	_	0	2	0	1	3	23
ดักแด้	0	0	0	4	1	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	5
รวม	0	12	0	12	1	_	0	_	1	_	_	0	2	0	3	5	36

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

ตารางที่ 17 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของ *C. khamuorum* แบบ 2 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ระยะที่	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	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	_	0	_	0	0	_	2	0	0	0	0	3
4	3	0	13	15	4	_	1	_	0	2	_	2	0	0	35	12	87
5	1	14	260	87	18	_	16	_	23	12	_	37	5	15	142	82	712
ดักแด้	0	0	28	9	1	_	1	_	0	0	_	1	0	2	3	2	47
รวม	4	14	301	112	23	_	18	_	23	14	_	42	5	17	180	96	849

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

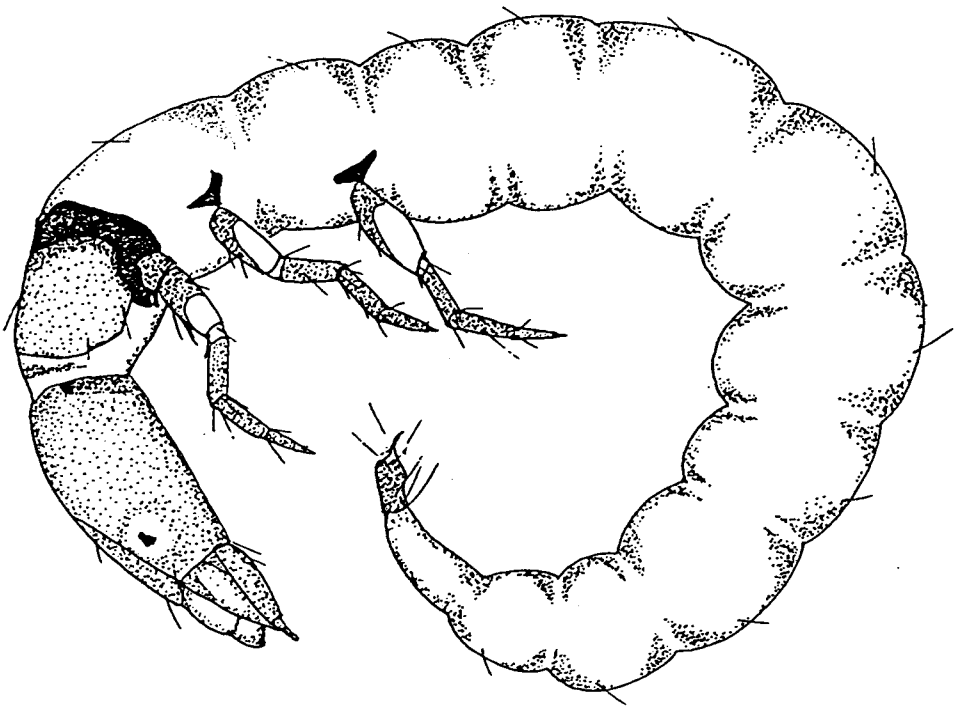


ภาพที่ 39 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 2 ใน ลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ตัวเลขบนแกนนอนหมายถึง ลำดับที่ของระยะตัวอ่อน, ¦ หมายถึงตัวเต็มวัยตัวเลขข้างบนหมายถึงจำนวนที่พบ, n=จำนวนตัวอ่อนทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือน)

Chimarra sp.1

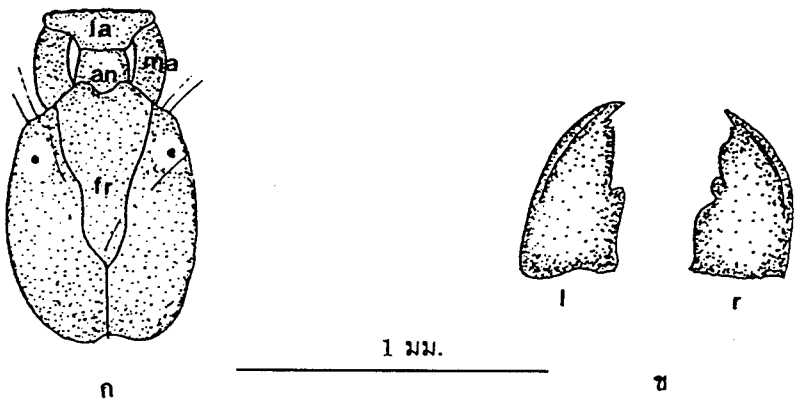
สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน

ส่วนหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน (frontoclypeal apotome) หยักเว้าลงไปเล็กน้อย ริมฝีปากบนมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ยื่นออกมา (ภาพที่ 41ก) แผ่นหัวซีกซ้ายและขวาเรียบ แผ่นหัวด้านล่างมี 1 แผ่น คือแผ่นหัวด้านหน้า (anterior gula) ตามีขนาดเล็ก ฟันกรามมีข้าง 2 ฟันกรามข้างขวาซี่ที่ 2 กลมมน ส่วนกลางของฟันกรามซี่ที่ 1 และ 2 ทั้งสองด้านมีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อย (ภาพที่ 41ข) ส่วนอกมีแผ่นแข็งในปล้องแรกเพียง 1 ปล้อง มีสีน้ำตาลอ่อน ปล้องท้องมีจำนวน 10 ปล้อง ไม่มีเหงือกและริ้วขน (ภาพที่ 40)



1 มม.

ภาพที่ 40 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.1



ภาพที่ 4 1 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.1

ก. ส่วนหัวด้านบน ข. กราม

(an=anteclypeus, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)

การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.1

พบจำนวนตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้ทั้งหมด 21 ตัว ในห้วยหญ้าเครือ และพบตัวอ่อนจำนวน 1 ตัว ในห้วยพรมแล้ง สามารถแบ่งระยะตัวอ่อนที่พบได้ 3 ระยะ คือตัวอ่อนระยะที่ 3, 4 และ 5 มีความกว้างเฉลี่ยของขนาดหัววัดที่ขอบระดับลูกตาคือ 0.34, 0.48 และ 0.67 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 18) ผลรวมของตัวอ่อนทั้งสองลำธาร (จากตารางที่ 19 และ 20) พบตัวอ่อนระยะที่ 5 เพียง 1 ตัว ในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ตัวอ่อนระยะที่ 4 พบทั้งหมด 14 ตัว ในเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนมีนาคม 2542 โดยเดือนมีนาคมพบมากที่สุดจำนวน 8 ตัว (ตารางที่ 19 และ 20) และเนื่องจากไม่พบระยะดักแด้และตัวเต็มวัยจึงไม่สามารถระบุชนิดและวงจรชีวิตได้

ตารางที่ 18 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกตัวอ่อนของ *Chimarra* sp.1 บริเวณห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอ่อนระยะที่	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	จำนวน
1	-	-	-
2	-	-	-
3	0.28-0.39	0.34±0.04	7
4	0.40-0.55	0.48±0.05	14
5	0.67	0.67	1

ตารางที่ 19 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Chimarra* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	-	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	-	_	0	0	0	0	0	0
3	3	0	4	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	7
4	0	1	4	8	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	13
5	0	0	1	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	1
ดักแด้	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
รวม	3	1	9	8	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	21

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

ตารางที่ 20 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Chimarra* sp.1 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

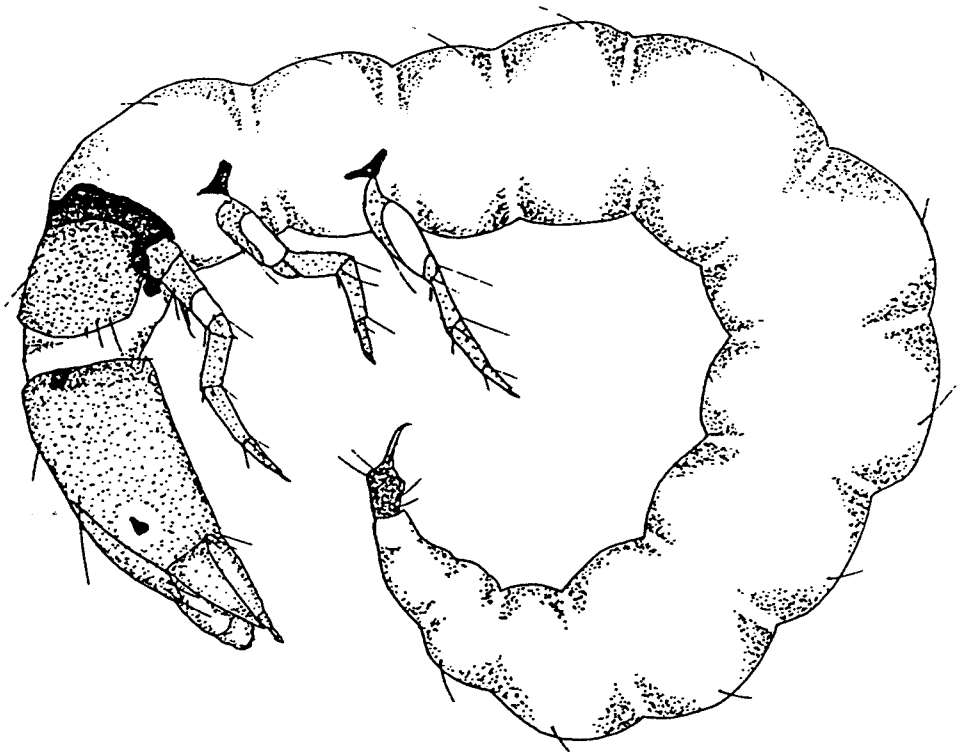
ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
ดักแด้	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0
รวม	0	0	0	0	0	_	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	1

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

Chimarra sp.2

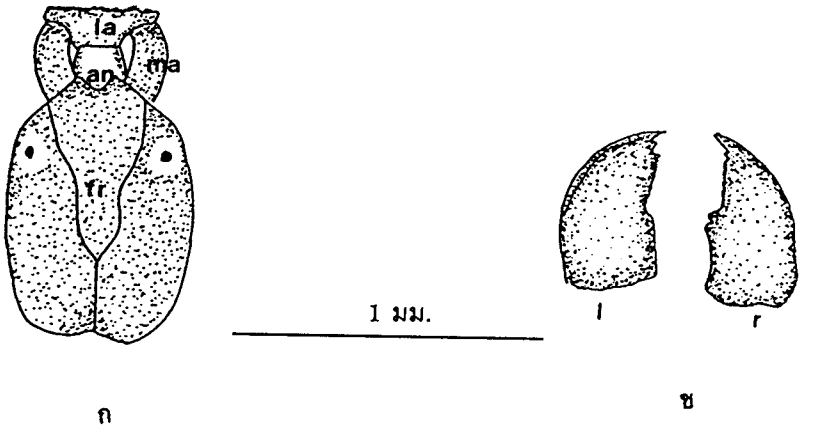
สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน

ส่วนหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน (frontoclypeal apotome) หยักเว้าลงไปเล็กน้อย ริมฝีปากบนมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ยื่นออกมา (ภาพที่ 43ก) แผ่นหัวซีกซ้ายและขวาเรียบ แผ่นหัวด้านล่างมี 1 แผ่น คือแผ่นหัวด้านหน้า (anterior gula) ตามีขนาดเล็ก ฟันกรามข้างขวามี 5 ซี่ ข้างซ้ายมี 4 ซี่ ส่วนกลางของฟันกรามซี่ที่ 3 และ 4 ทั้งสองด้านมีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อย (ภาพที่ 43ข) ส่วนอกมีแผ่นแข็งในปล้องแรกเพียง 1 ปล้อง มีสีน้ำตาลอ่อน ปล้องท้องมีจำนวน 10 ปล้อง ไม่มีเหงือกและริ้วขน (ภาพที่ 42)



1 มม.

ภาพที่ 42 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.2



ภาพที่ 43 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.2

ก. ส่วนหัวด้านบน ข. กราม

(an=anteclypeus, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)

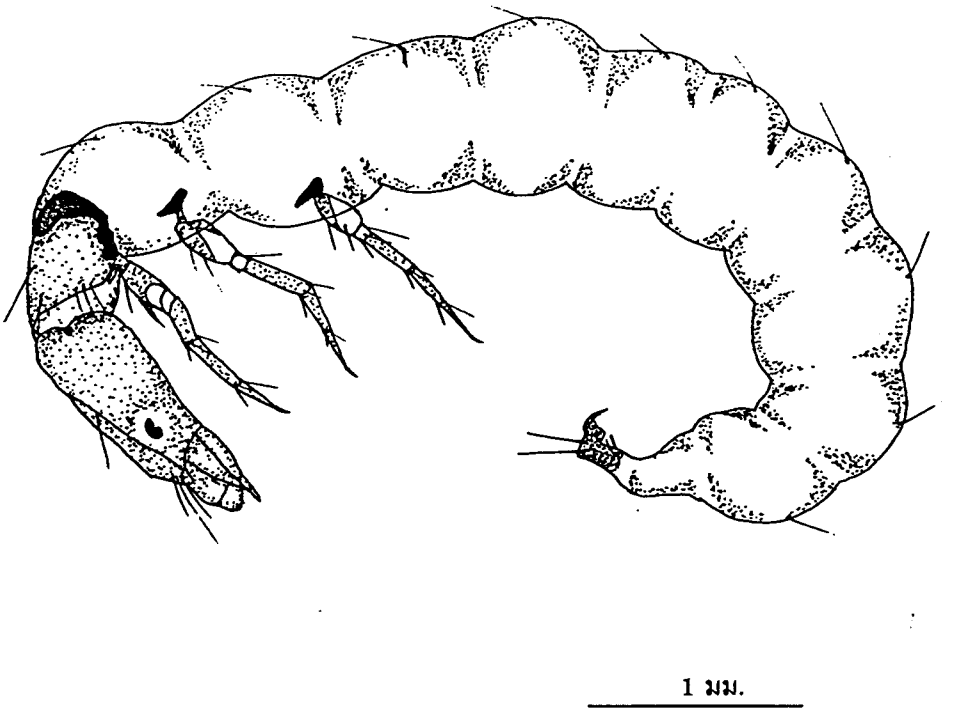
การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.2

ตัวอ่อนของ *Chimarra* sp.2 พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้งจำนวน 5 ตัวเท่านั้น โดยพบตัวอ่อนในช่วงเดือนธันวาคม 2541 มกราคม 2542 และเดือนกุมภาพันธ์ 2542 จำนวน 1, 2 และ 2 ตัวตามลำดับ ตัวอ่อนมีความกว้างของขนาดหัววัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกอยู่ในช่วง 0.58-0.89 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.74±0.09 มิลลิเมตร) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอ่อนของสกุล *Chimarra* ชนิดอื่นๆ ที่พบคาดว่าน่า จะเป็นตัวอ่อนระยะสุดท้าย คือตัวอ่อนระยะที่ 5 และเนื่องจากไม่พบตัวอ่อนระยะอื่นๆ รวมทั้งดักแด้ และตัวเต็มวัย ทำให้ไม่สามารถระบุแบบของวงจรชีวิตได้

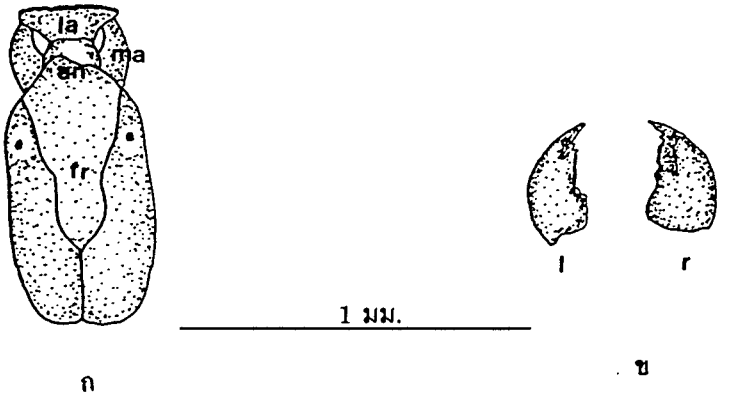
Chimarra sp.3

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน

ส่วนหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน (frontoclypeal apotome) ไม่เรียบเป็นเส้นตรง แต่หยักเว้าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ ที่พบในสกุลนี้ ริมฝีปากบนมีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ยื่นออกมา (ภาพที่ 45ก) แผ่นหัวซีกซ้ายและขวาเรียบ แผ่นหัวด้านล่างมี 1 แผ่น คือแผ่นหัวด้านหน้า (anterior gula) ตามีขนาดเล็ก ฟันกรามมีข้างละ 4 ซี่ ส่วนกลางของฟันกรามซี่ที่ 3 และ 4 ทั้งสองด้านมีฟันซี่เล็กคล้ายใบเลื่อย (ภาพที่ 45ข) ส่วนอกมีแผ่นแข็งในปล้องแรกเพียง 1 ปล้อง มีสีน้ำตาลอ่อน ปล้องท้องมีจำนวน 10 ปล้อง ไม่มีเหงือกและริ้วขน (ภาพที่ 44)



ภาพที่ 44 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.3



ภาพที่ 45 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.3

ก. ส่วนหัวด้านบน ข. กราม

(an=anteclypeus, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)

การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chimarra* sp.3

จากการศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อนเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือจำนวน 6 ตัว ตัวอ่อนมีขนาดความกว้างของส่วนหัววัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกอยู่ในช่วง 0.24-0.50 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ชนิดอื่นๆ ที่ศึกษาพบ คาดว่าน่าจะเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2, 3 และ 4 โดยมีขนาดความกว้างของส่วนหัวเฉลี่ยคือ 0.19, 0.32 และ 0.49 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 21) ระยะที่ 4 เป็นระยะที่พบจำนวนตัวอ่อนมากที่สุด จำนวน 4 ตัว ในเดือนเมษายน 2542 ส่วนเดือนสิงหาคม 2542 และเดือนธันวาคม 2542 พบเดือนละ 1 ตัว (ตารางที่ 22) เนื่องจากไม่พบระยะดักแด้และตัวเต็มวัยทำให้ไม่สามารถระบุแบบวงจรชีวิตได้

ตารางที่ 21 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกตัวอ่อนของ *Chimarra* sp.3 บริเวณห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอ่อนระยะที่	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	จำนวน
1	-	-	-
2	0.19	0.19	1
3	0.32	0.32	1
4	0.40-0.58	0.49±0.06	4
5	-	-	-

ตารางที่ 22 การกระจายรายดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของ *Chimarra* sp.3 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	-	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	2	_	0	_	1	_	_	0	1	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	_	0	_	0	-	_	0	0	0	0	0	0
ดักแด้	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
รวม	0	0	0	0	4	_	0	_	1	-	_	0	1	0	0	0	6

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

สกุล *Wormaldia* McLachlan, 1865

จากการศึกษาพบตัวอ่อนในสกุล *Wormaldia* จำนวน 1 ชนิด คือ *Wormaldia* sp.1 พบตัวอ่อนทั้งในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ไม่พบตัวเต็มวัยของสกุลนี้

Wormaldia sp.1

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อน

ส่วนหัว

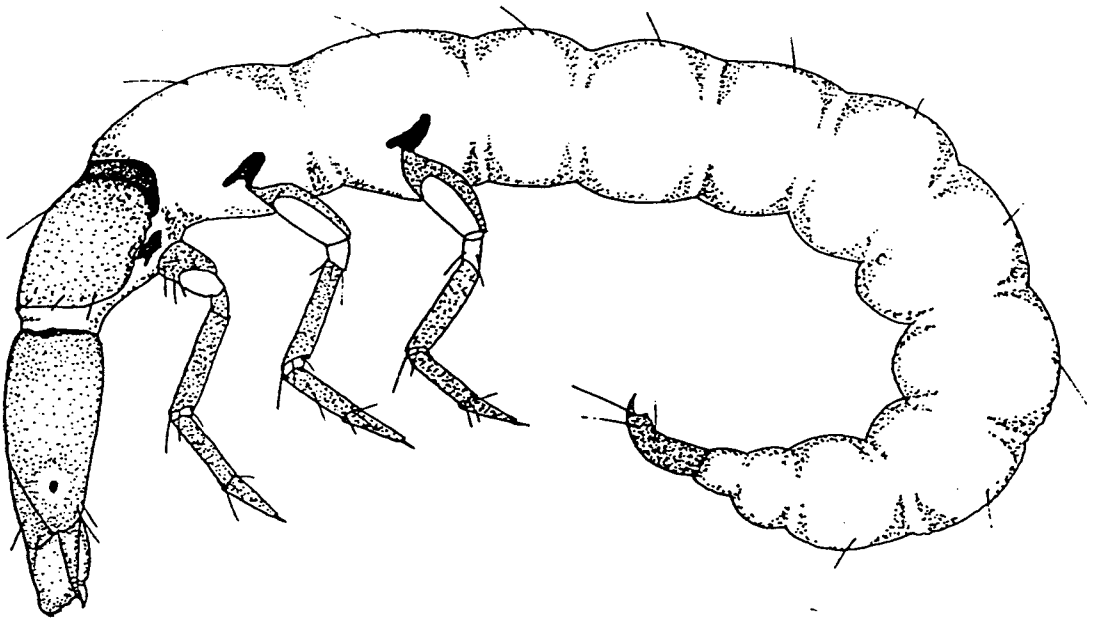
ส่วนหัวมีแผ่นแข็งปกคลุม ยาวคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสีน้ำตาลอ่อน ขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน (frontoclypeal apotome) เรียบไม่มีรอยหยักเว้า (ภาพที่ 47ก) แผ่นหัวซีกซ้ายและซีกขวาเรียบไม่มีลวดลาย แผ่นหัวด้านล่างมี 1 แผ่นคือ แผ่นหัวด้านหน้า (anterior gula) ด้านล่างของส่วนหัวมีขน 1 คู่ (setae no. 18) อยู่ค่อนไปทางด้านท้าย (ภาพที่ 47ข) ริมฝีปากบนมีเยื่อบางๆ ยื่นออกมาเช่นเดียวกับสกุล *Chimarra* ตามีขนาดเล็ก ฟันกรามเป็นรูปสามเหลี่ยม ปลายแหลม ฐานกว้าง มีฟันข้างละ 4 ซี่ (ภาพที่ 47ค)

ส่วนอก

ส่วนอกมีแผ่นแข็งในปล้องแรก 1 ปล้อง มีสีน้ำตาลอ่อน มีเส้นตรงตามยาว (medial ecdysial line) ลากผ่านแบ่งแผ่นอกปล้องแรกออกทางด้านบนเป็น 2 ส่วน ด้านท้ายของแผ่นอกปล้องแรกมีแถบสีดำกับสีน้ำตาลอ่อนคาด อกปล้องที่ 1 มีขนาดเล็กกว่าแผ่นอกปล้องที่ 2 และ 3 อกปล้องที่ 2 และ 3 มีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ขาทั้ง 3 คู่มีความยาวเท่าๆ กัน บริเวณ coxa มีหนามแหลมยื่นออกมา (ภาพที่ 47ง) แต่มีขนาดสั้นกว่าและไม่เป็นสีดำเช่นสกุล *Chimarra* ขาแต่ละข้างมีกรงเล็บ 1 คู่

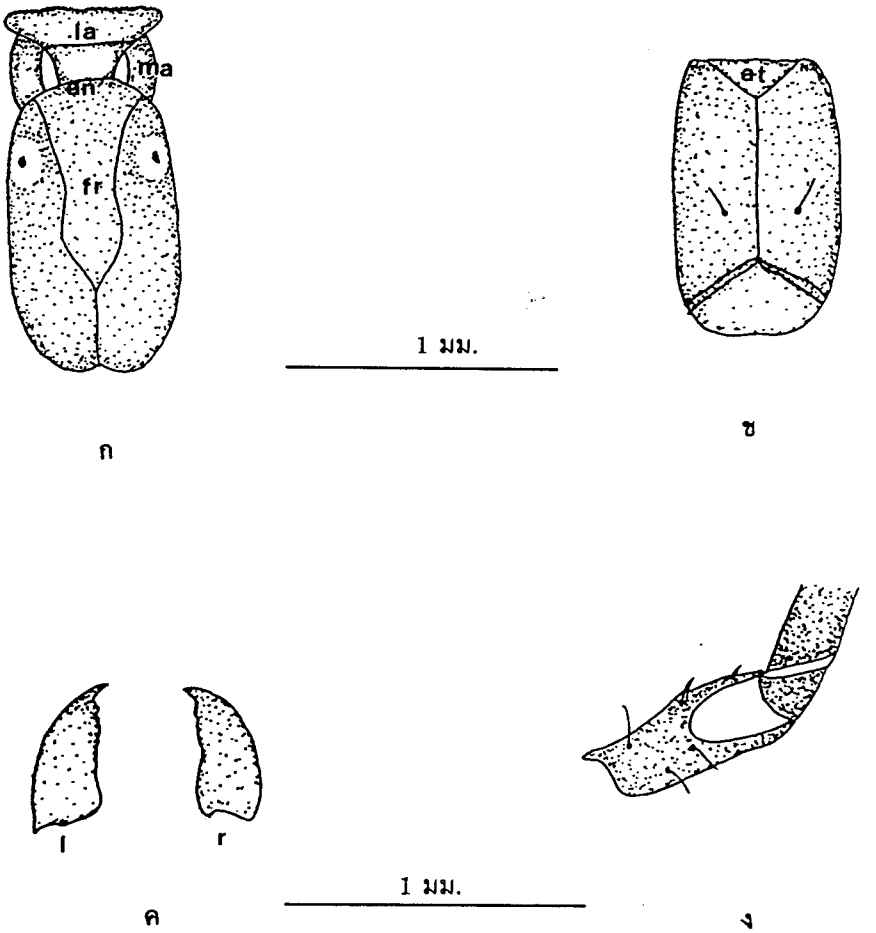
ส่วนท้อง

ส่วนท้องไม่มีแผ่นแข็งปกคลุม มีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ไม่มีเหงือกและริ้วขนทางด้านข้างลำตัว ปล้องท้องมีจำนวนทั้งหมด 10 ปล้อง ปล้องที่ 10 เป็นโปรเลค (proleg) 1 คู่ โปรเลคแต่ละข้างมีแผ่นแข็งเชื่อมกับกรงเล็บส่วนท้าย (anal claw) มี anal papillae (ภาพที่ 46)



1 มม.

ภาพที่ 46 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1



ภาพที่ 47 ลักษณะต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1

ก. ส่วนหัวด้านบน ข. ส่วนหัวด้านล่าง

ค. กราม ง. forecoxa ของขาคู่หน้า

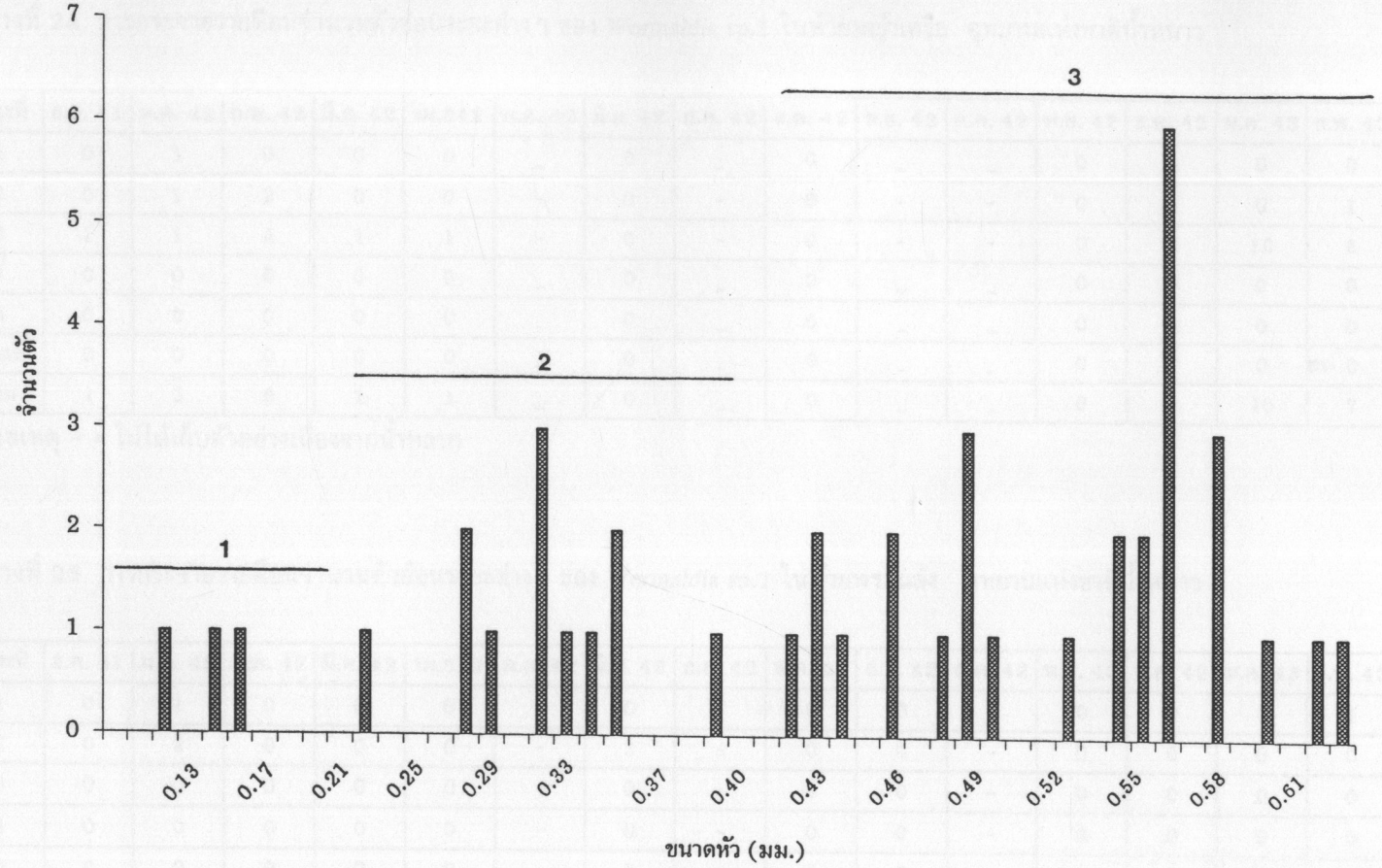
(an=anteclypeus, at=anterior gula, fr=frontoclypeal apotome, l=left, la=labrum, ma=maxillary, r=right)

การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1

การศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อน 1 ชนิด ตัวอ่อนที่พบมี 3 ระยะคือระยะที่ 1, 2 และ 3 (ภาพที่ 48) มีความกว้างเฉลี่ยของขนาดหัววัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกคือ 0.10, 0.23 และ 0.41 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 23) ผลรวมของตัวอ่อนทั้งสองลำธาร (จากตารางที่ 24 และ 25) พบตัวอ่อนระยะที่ 3 มากที่สุด จำนวน 28 ตัวโดยพบในเดือนมกราคม 2543 มากที่สุดจำนวน 10 ตัว รองลงมาได้แก่ตัวอ่อนระยะที่ 2 พบจำนวน 12 ตัว ส่วนตัวอ่อนระยะที่ 1 พบน้อยที่สุดจำนวน 3 ตัว โดยพบในเดือนมกราคม 2542 จำนวน 2 ตัว และเดือนกุมภาพันธ์ 2543 จำนวน 1 ตัว ไม่สามารถจัดจำแนกชนิดได้เนื่องจากไม่พบดักแด้และตัวเต็มวัยเพศผู้ จึงไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้ รวมทั้งไม่สามารถระบุได้ว่ามีวงจรชีวิตเป็นแบบใด (ภาพที่ 49)

ตารางที่ 23 ขนาดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) วัดที่ขอบระดับลูกตาด้านนอกตัวอ่อนของ *Wormaldia* sp.1 บริเวณห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอ่อนระยะที่	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	จำนวน
1	0.05-0.15	0.10±0.03	3
2	0.16-0.30	0.23±0.04	12
3	0.31-0.55	0.41±0.06	28
4	-	-	-
5	-	-	-



ภาพที่ 48 ขนาดความกว้างส่วนหัว (มม.) และจำนวนตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1

ตารางที่ 24 การกระจายรายเดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของ *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

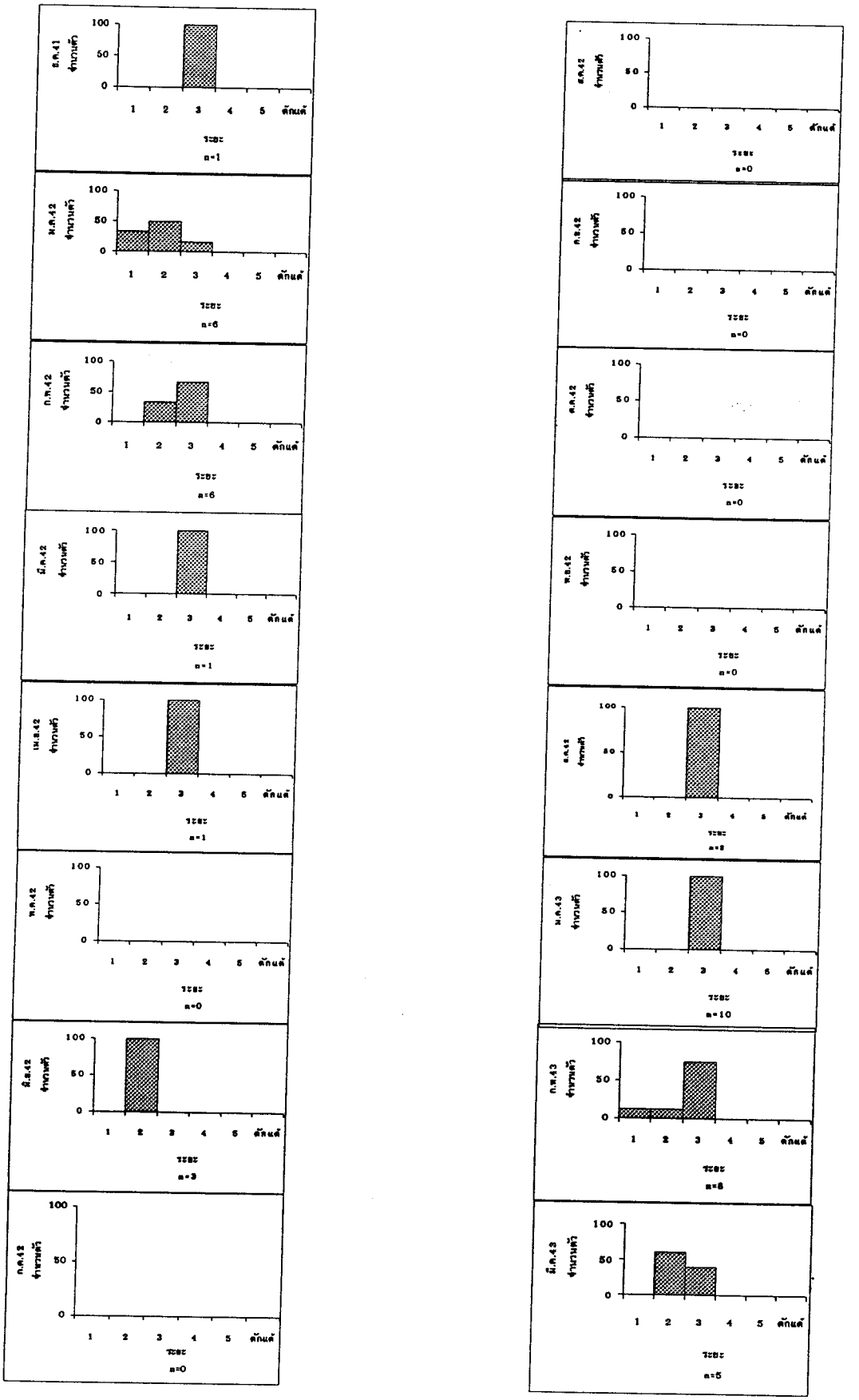
ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	1	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	1
2	0	1	2	0	0	-	0	-	0	-	-	0	0	0	1	3	7
3	1	1	4	1	1	-	0	-	0	-	-	0	2	10	6	2	28
4	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
ดักแด้	0	0	0	0	0	_	0	_	0	_	_	0	0	0	0	0	0
รวม	1	3	6	1	1	_	0	_	0	_	_	0	2	10	7	5	36

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก

ตารางที่ 25 การกระจายรายเดือนจำนวนตัวอ่อนระยะต่างๆ ของ *Wormaldia* sp.1 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ระยะที่	ธ.ค. 41	ม.ค. 42	ก.พ. 42	มี.ค. 42	เม.ย42	พ.ค. 42	มิ.ย. 42	ก.ค. 42	ส.ค. 42	ก.ย. 42	ต.ค. 42	พ.ย. 42	ธ.ค. 42	ม.ค. 43	ก.พ. 43	มี.ค. 43	รวม
1	0	1	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0	1	0	2
2	0	2	0	0	0	-	3	-	0	0	-	0	0	0	0	0	5
3	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ดักแด้	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
รวม	0	3	0	0	0	-	3	-	0	0	-	0	0	0	1	0	7

หมายเหตุ – = ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากน้ำหลาก



ภาพที่ 49 ร้อยละและการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *Wormaldia* sp.1 ระยะที่ 1-3 ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ตัวเลขบนแกนนอนหมายถึงลำดับที่ของระยะตัวอ่อน, n=จำนวนตัวอ่อนทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือน)

สัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra*

จากการศึกษาพบตัวเต็มวัยในสกุล *Chimarra* จำนวน 5 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum, C. bimbltona, C. khamuorum, C. pipake* และ *C. spinifera* ตัวเต็มวัยมีลักษณะที่คล้ายกันคือส่วนหัว รูปร่างของอก เส้นปีก และขา 3 คู่มี spur formula ของขาคู่หน้า-คู่กลาง-คู่หลัง เป็น 2-4-4 เหมือนกัน แต่มีลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ที่ต่างกันอย่างชัดเจน การจัดจำแนกชนิดจึงอาศัยอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศผู้เป็นหลัก

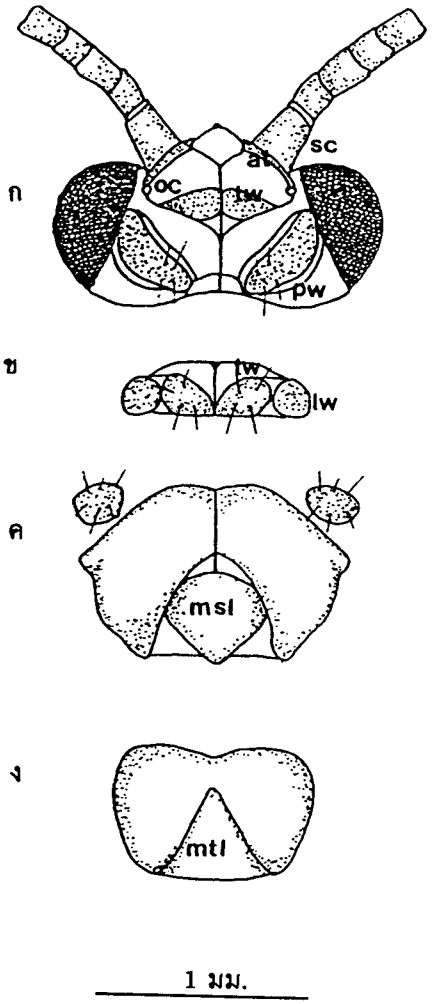
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย

ส่วนหัว

มีตาเดี่ยว 3 ตา ด้านบนของหัวมี wart 3 คู่ คือ anterior wart 1 คู่ posterior wart 1 คู่ และ transverse wart 1 คู่ โดย posterior wart มีขนาดใหญ่กว่าทั้ง anterior wart และ transverse wart มาก (ภาพที่ 50ก) ด้านบนของหัวมีเส้นแบ่งหัวจากตอนกลางออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวา หนวดมีความยาวน้อยกว่าความยาวปีก ฐานของหนวด (scape) มีขนาดใหญ่ pedicel ที่อยู่ถัดไป maxillary palp มี 5 ปล้อง ปล้องที่ 1, 2, 3 และ 4 มีขนาดใกล้เคียงกัน ส่วนปล้องที่ 5 มีความยาวมากกว่า 2 เท่าของปล้องที่ 4

ส่วนอก

ส่วนอกประกอบด้วย อกปล้องที่ 1 (pronotum) อกปล้องที่ 2 (mesonotum) และ อกปล้องที่ 3 (metanotum) มีสีน้ำตาลอ่อน อกปล้องแรกมี wart 2 คู่ คือ transverse wart และ lateral wart อย่างละ 1 คู่ ซึ่ง transverse wart มีขนาดใหญ่กว่า lateral wart (ภาพที่ 50ข) อกปล้องที่ 2 ประกอบด้วย mesoscutellum ค่อนข้างกลมภายในมี mesoscutellar wart 1 คู่ แต่ไม่เด่นชัดนัก ด้านข้างของอกปล้องที่ 2 มี tegula สีน้ำตาลอ่อน 1 คู่ (ภาพที่ 67ค) อกปล้องสุดท้ายมี metascutellum รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม (ภาพที่ 50ง) ขาทุกคู่มีสีน้ำตาล spur formula ขาคู่หน้า-ขาคู่กลาง-ขาคู่หลังเป็น 2-4-4 (ภาพที่ 51)

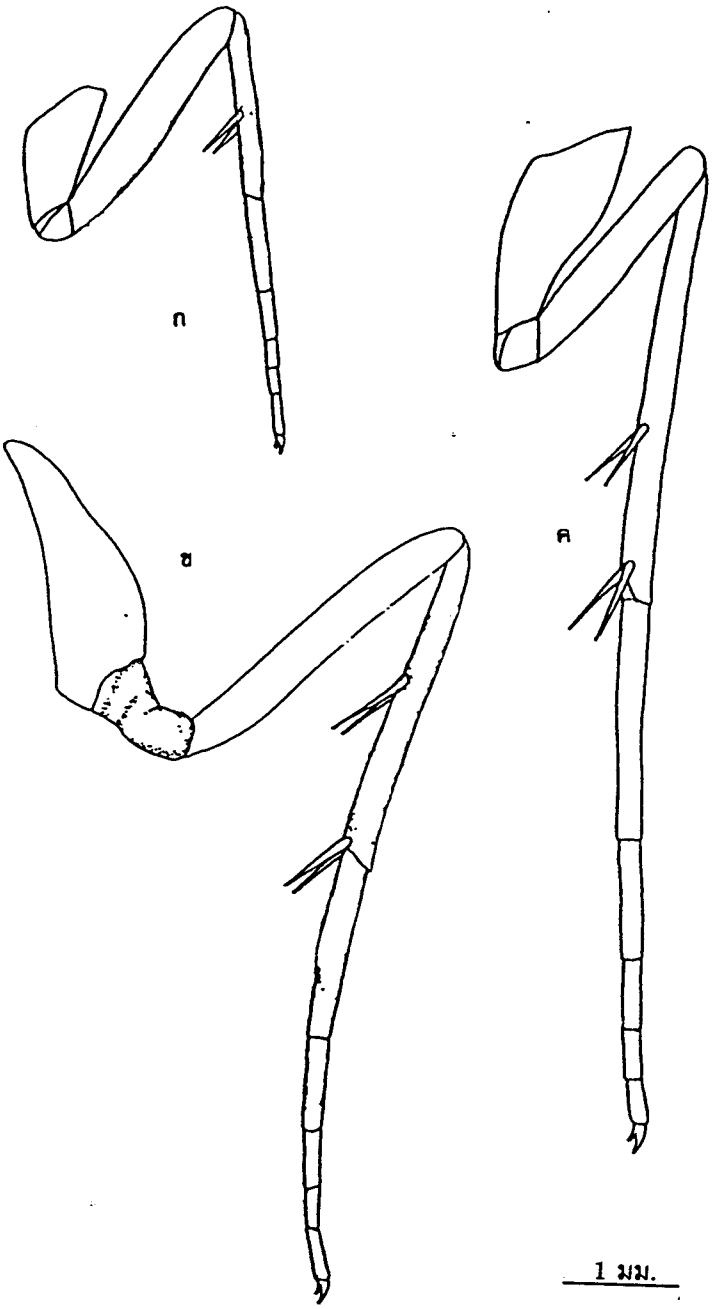


ภาพที่ 50 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. akkaorum* (ด้านบน)

ก. ส่วนหัว ข. pronotum

ค. mesonotum ง. metanotum

(lw=lateral warts, msl=mesoscutellum; mtl=metascutellum; oc=ocelli; pe=pedicel; pw=posterior warts; sc;scape tw;transverse warts)



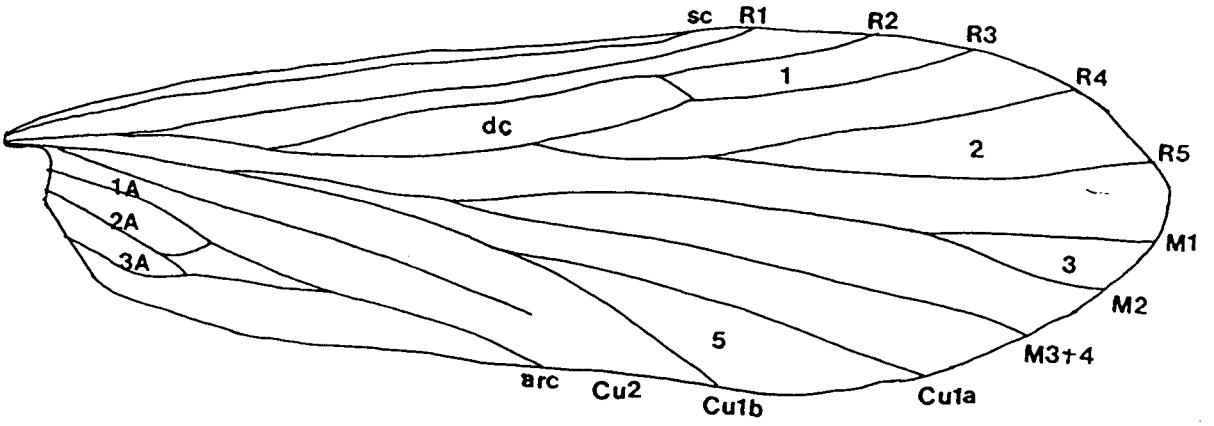
ภาพที่ 51 ส่วนขาตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra*
ก. ขาคู่หน้า ข. ขาคู่กลาง
ค. ขาคู่หลัง

C. akkaorum **Chantaramongkol and Malicky, 1989**

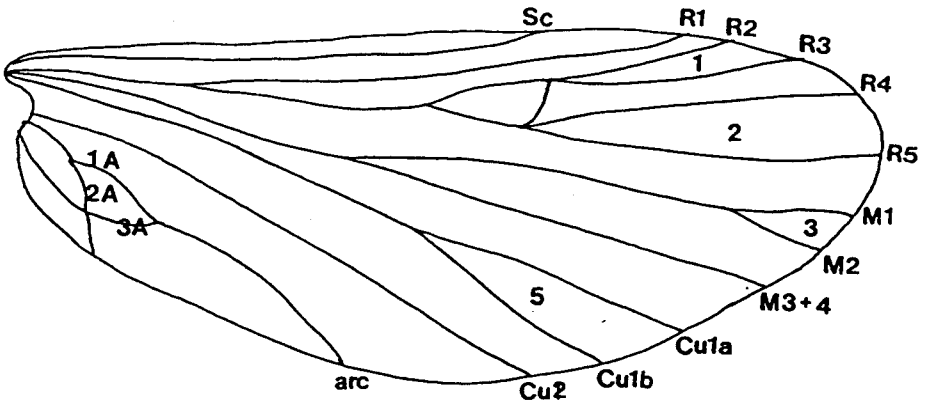
ตัวเต็มวัยมีจำนวน 2 ตัว พบในเดือนมีนาคม และเดือนพฤษภาคม 2542 ที่ห้วยหญ้าเครือ ไม่พบตัวเต็มวัยชนิดนี้ที่ห้วยพรมแล้ง (ส่วนหัวและส่วนอกแสดงในภาพที่ 50)

ส่วนปีก

ปีกคู่หน้ามีพื้นปีกสีน้ำตาลอ่อน ประกอบไปด้วยเส้น Sc, R1, R2, R3, R4, R5, M1, M2, M3+4, Cu1a, Cu1b, Cu2 ซึ่งไม่มาบรรจบที่ขอบปีก และเส้น arc ปีกคู่หน้ามี discoidal cell ขนาดใหญ่คล้ายรูปสามเหลี่ยม มี fork 1, 2, 3 และ 5 ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลอ่อน ประกอบไปด้วยเส้น Sc, R1, R2, R3, R4, R5, M1, M2, M3+4, Cu1a, Cu1b, Cu2 และ arc discoidal cell มีลักษณะคล้ายปีกคู่หน้าและมี fork 1, 2, 3 และ 5 (ภาพที่ 52)



ก



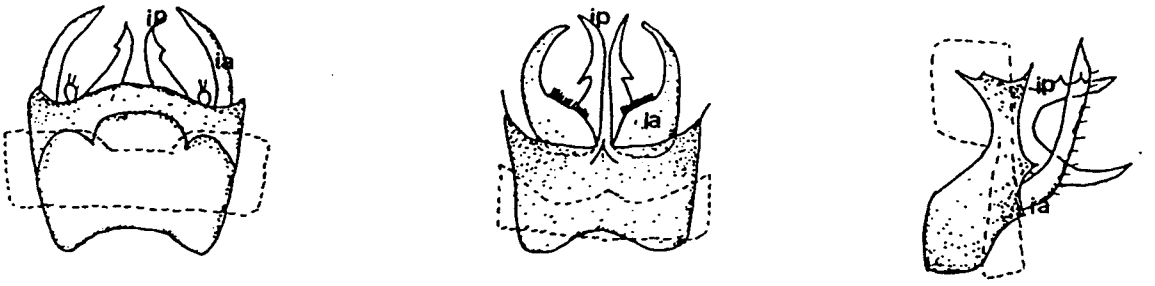
ข

1 มม.

ภาพที่ 52 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. akkaorum*
ก. ปีกคู่หน้า ข. ปีกคู่หลัง

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

ปล้องท้องมีสีเหลืองอ่อน ด้านข้างของปล้องท้องที่ 10 มีแผ่นแบนยื่นออกมาคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า มุมของแผ่นแบนแยกออกเป็นหนามแหลมข้างละ 1 อัน บริเวณหนามแหลมมีสีดำ หนามด้านบน มีหนามเล็กๆ ยื่นออกมาอีก 1 คู่ ส่วนขอด้านล่างงอเว้าขึ้นไปทางด้านบน (ภาพที่ 53ค) ด้านล่างของปล้อง inferior appendage มีขนาดใหญ่และยาวเรียวงอเข้าหากัน (ภาพที่ 53ข) ปลายสุดของ phallus มีหนามแหลมสีดำยื่นออกมา และบริเวณ phallus มีแถบสีดำเล็กๆ 1 คู่ (ภาพที่ 53ก)



ก ข ค

0.1 มม.

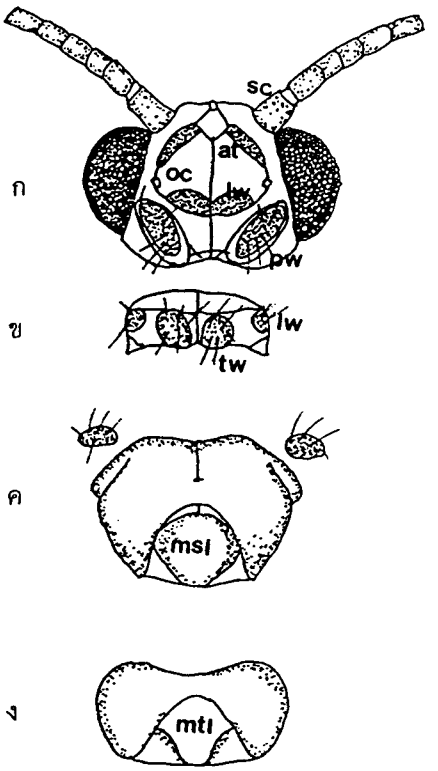
ภาพที่ 53 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. akkaorum*
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง ค. ด้านข้าง
(ia=inferior appendage; ip=intermediate projection)

C. bibmltona **Malicky, 1979**

พบทั้งหมดจำนวน 12 ตัว ที่ห้วยหญ้าเครือพบ 3 ตัว ห้วยพรมแล้งพบ 9 ตัว เดือนที่พบจำนวนตัวมากที่สุดคือเดือนมิถุนายน 2542 จำนวน 5 ตัว (ส่วนหัวและส่วนอกแสดงในภาพที่ 54)

ส่วนปีก

มีสีน้ำตาลอ่อน มีเฉพาะ discoidal cell ปีกคู่หน้ามีความยาวประมาณ 4.5 มิลลิเมตร ปีกคู่หลังมีความยาวประมาณ 3.5 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้าและหลังมี fork 4 อันคือ 1,2,3 และ 5 เส้น 1a และ 2a มาบรรจบรวมกับเส้น 3a ก่อนจะมาบรรจบที่เส้นขอบปีก ส่วนเส้น Cu2 ไม่มาบรรจบที่ขอบปีก ปีกคู่หลังมี discoidal cell ขนาดเล็ก (ภาพที่ 55)

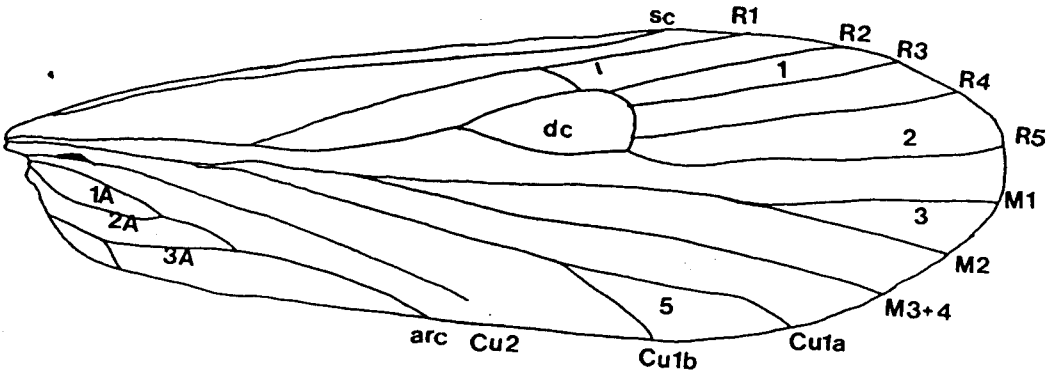


ภาพที่ 54 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. bimbltona* (ด้านบน)

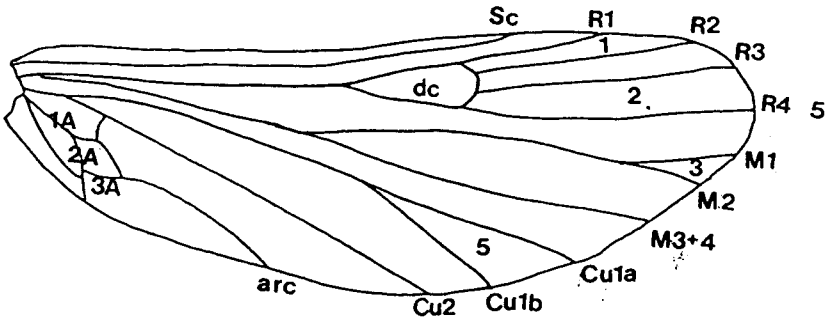
ก. ส่วนหัว ข. pronotum

ค. mesonotum ง. metanotum

(lw=lateral warts, msl=mesoscutellum; mtl=metascutellum; oc=ocelli; pe=pedicel; pw=posterior warts; sc;scape tw;transverse warts)



ก



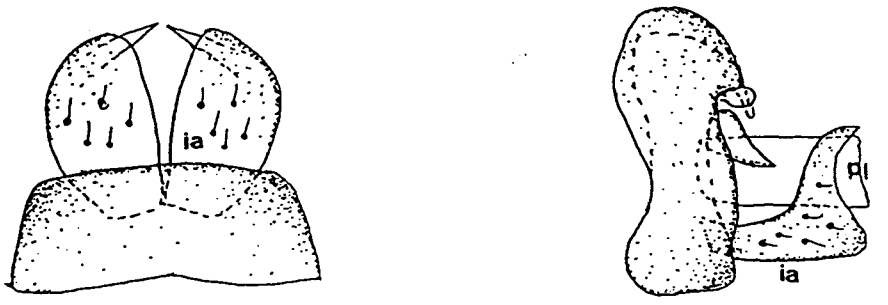
ข

1 มม.

ภาพที่ 55 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. bimbltona*
ก. ปีกคู่หน้า ข. ปีกคู่หลัง

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

ด้านข้างของปล้องที่ 10 ส่วนปลายของปล้องมีลักษณะมน ปลายสุดด้านท้ายของปล้องมีตุ่มนูนขึ้นมา ด้านบนของปล้อง inferior appendaage มีขนาดยาวและกว้างแผ่แบนออก ขอบด้านในเว้า ปลายสุดของ inferior appendaage เรียวแหลม หักงอเข้าหากันคล้ายตะขอ (ภาพที่ 56ก) ด้านข้างของปล้อง phallus มีขนาดยาวคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้ายื่นออกมา (ภาพที่ 56ข)



ก ข

0.1 มม.

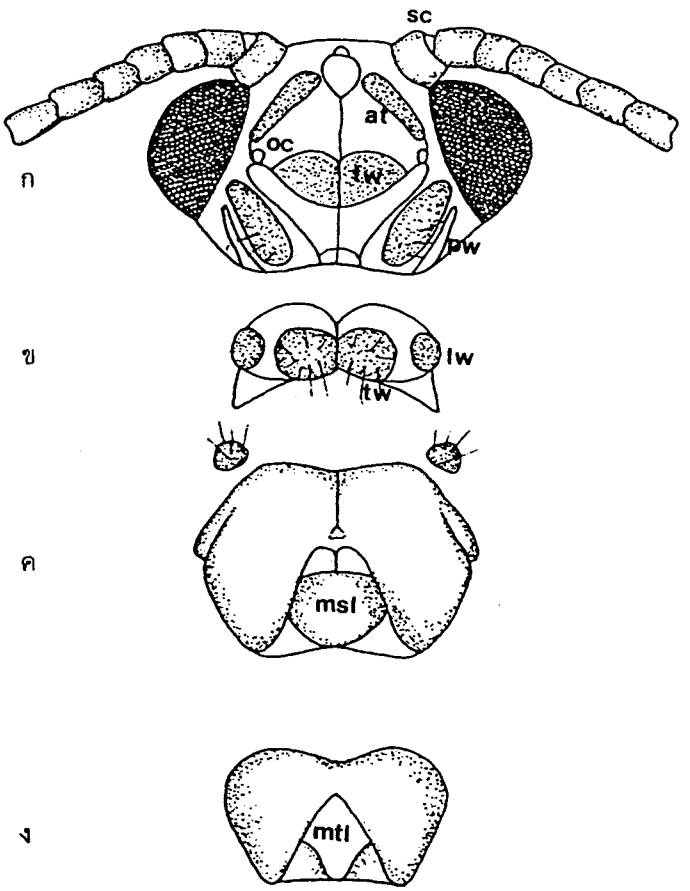
ภาพที่ 56 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. bimbltona*
ก. ด้านล่าง ข. ด้านข้าง
(ia=inferior appendage; pl=phallus)

C. khamuorum **Chantaramongkol and Malicky, 1989**

พบตัวเต็มวัยทั้งหมด 39 ตัว โดยห้วยพรมแล้งพบ 20 ตัว ส่วนห้วยหญ้าเครือพบ 19 ตัว เดือนพฤษภาคม 2542 พบตัวเต็มวัยจำนวนมากที่สุด แมลงชนิดนี้มีช่วงบินตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542 (ส่วนหัวและส่วนอกแสดงในภาพที่ 57)

ส่วนปีก

มีสีน้ำตาลอ่อน ปีกคู่หน้าและปีกคู่หลังมีความยาว 5.5 และ 4 มิลลิเมตรตามลำดับ ปีกคู่หน้ามี fork 4อันคือ fork ที่ 1, 2, 3 และ 5 มีเฉพาะ discoidal cell เส้น Cu2 ไม่มาบรรจบที่ขอบปีก เส้น 2a และ 3a มารวมกันก่อนจะบรรจบกับเส้น 1a ปีกคู่หลังมี fork 4 อัน คือ fork ที่ 1, 2, 3 และ 5 มีเฉพาะ discoidal cell (ภาพที่ 58)

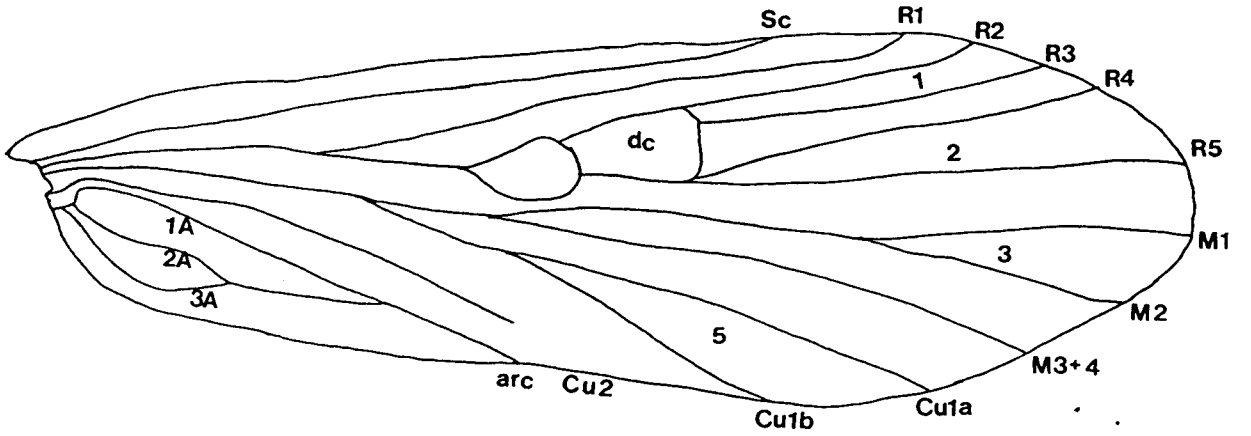


ภาพที่ 57 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. khamuorum* (ด้านบน)

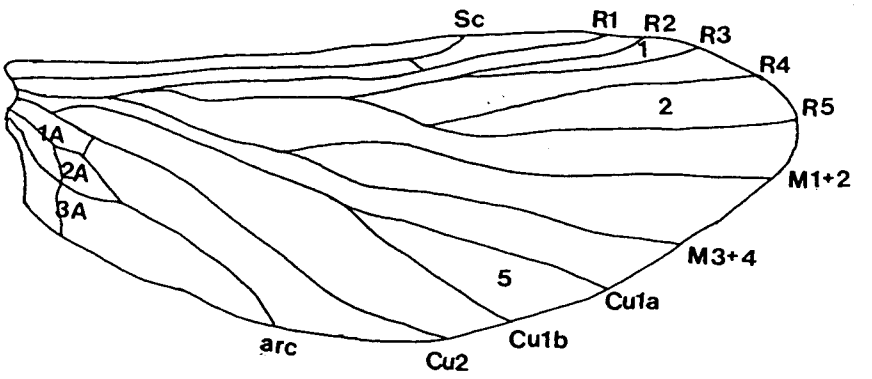
ก. ส่วนหัว ข. pronotum

ค. mesonotum ง. metanotum

(lw=lateral warts, msl=mesoscutellum; mtl=metascutellum; oc=ocelli; pe=pedicel; pw=posterior warts; sc;scape tw;transverse warts)



ก



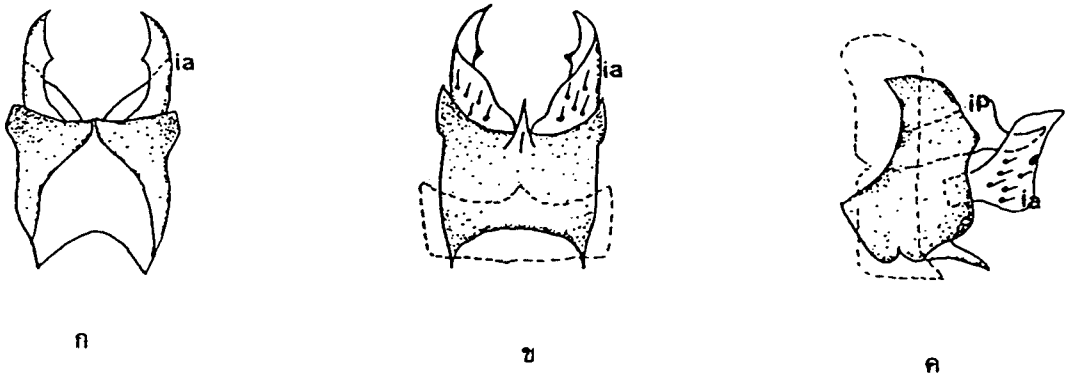
ข

1 มม.

ภาพที่ 58 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. khamuorum*
ก. ปีกคู่หน้า ข. ปีกคู่หลัง

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

ด้านข้างของปล้องที่ 10 เรียวลงทางด้านหน้าไปทางด้านท้ายของปล้อง lateral hook งอเว้าขึ้นไปด้านบน ฐานของ inferior appendage กว้างแล้วจึงเรียวไปทางตอนปลาย มีแถบสีดำสั้นอยู่ขอบด้านล่าง (ภาพที่ 59ค) ด้านบนของปล้องที่ 9 และ 10 มีหนามแหลมยื่นออกมาจากบริเวณกลางปล้อง โดยปล้องที่ 9 มีความยาวน้อยกว่าปล้องที่ 10 ส่วนปล้องที่ 10 มีความยาวของหนามเท่าๆ กับความกว้างของปล้อง (ภาพที่ 59ก) ด้านล่างของปล้อง inferior appendage ปลายสุดแหลมและงอเข้าหากัน ก่อนถึงส่วนปลายมีหนามแหลมยื่นออกมาข้างละ 1 อัน (ภาพที่ 59ข)



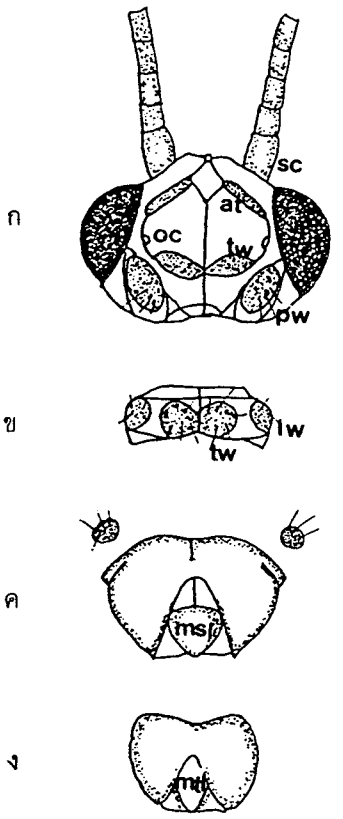
ภาพที่ 59 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. khamuorum*
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง ค. ด้านข้าง
(ia=inferior appendage; ip=intermediate projection)

C. pipake **Malicky and Chantaramongkol, 1993**

พบตัวเต็มวัยจำนวนเพียง 1 ตัวที่ห้วยหญ้าเครือ โดยพบในเดือนพฤษภาคม 2542 (ส่วนหัวและส่วนอกแสดงในภาพที่ 60)

ส่วนปีก

ปีกคู่หน้าและปีกคู่หลังมีความยาว 6 และ 4.5 มิลลิเมตรตามลำดับ ปีกคู่หน้ามี fork 4 อันคือ 1,2,3 และ 5 มีเฉพาะ discoidal cell เส้น Cu2 ไม่มาบรรจบที่ขอบปีก เส้น 1a และ 2a มารวมกันก่อนไปรวมกับเส้น 3a ปีกคู่หลังมี fork 4 อันคือ 1,2,3 และ 5 เส้น 2a และ 3a บรรจบรวมกันก่อนไปรวมกับเส้น 1a (ภาพที่ 61)

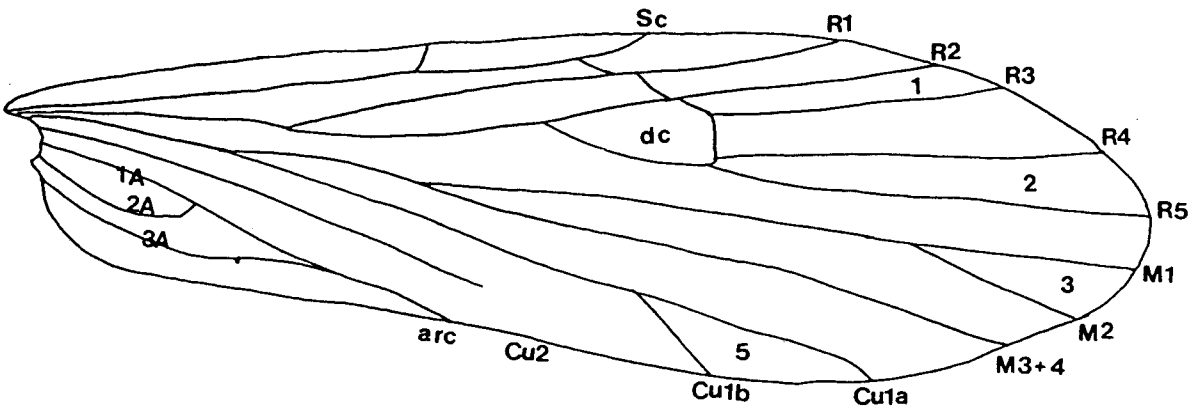


ภาพที่ 60 แสดงส่วนหัวและส่วนอกของตัวเต็มวัย *C. pipake* (ด้านบน)

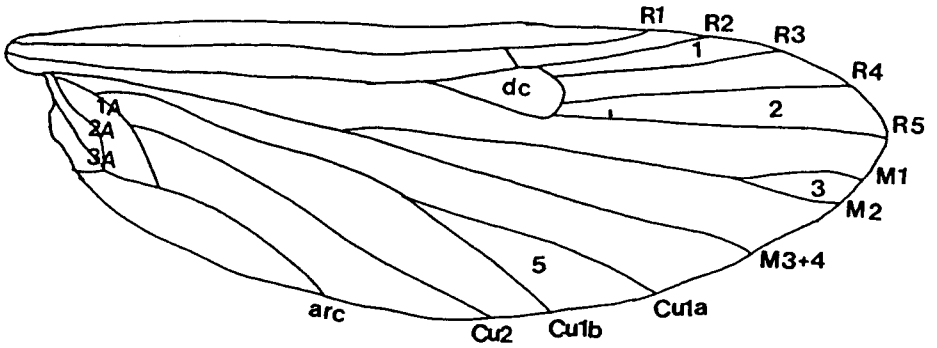
ก. ส่วนหัว ข. pronotum

ค. mesonotum ง. metanotum

(lw=lateral warts, msl=mesoscutellum; mtl=metascutellum; oc=ocelli; pe=pedicel; pw=posterior warts; sc;scape tw;transverse warts)



ก



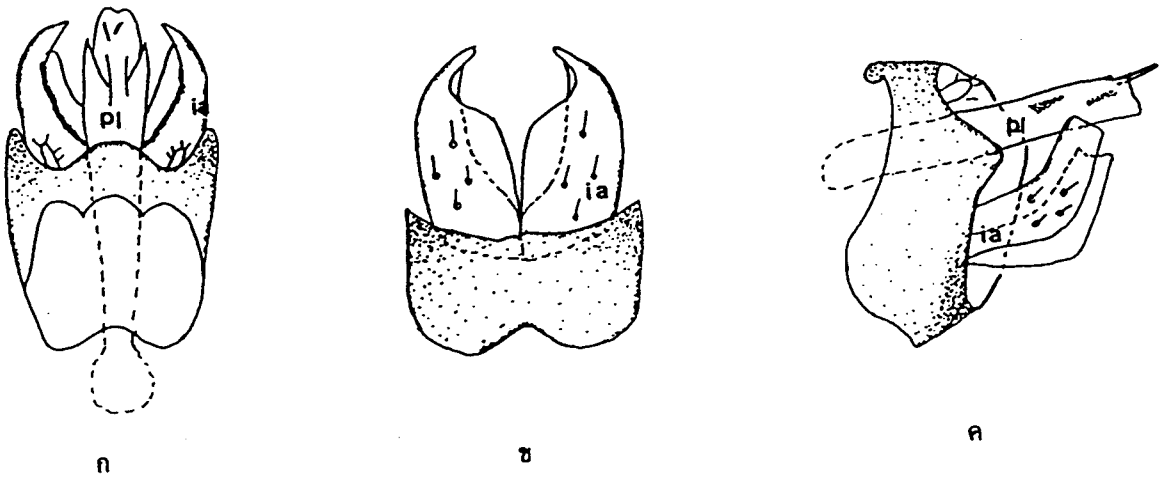
ข

1 มม.

ภาพที่ 61 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. pipake*
ก. ปีกคู่หน้า ข. ปีกคู่หลัง

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

ด้านข้างของปล้องที่ 10 มีตุ่มนูนขึ้นมา ด้านข้างของ inferior appendage เรียบไม่โค้ง (ภาพที่ 62ค) ด้านบน inferior appendage ยาวและแผ่ออกมีความกว้างเท่าๆ กับความกว้างของปล้องที่ 10 inferior appendage ยื่นตรงขึ้นไปจนใกล้ถึงส่วนปลายจึงเว้าเข้าหากัน (ภาพที่ 62ก) ด้านล่างของปล้องที่ 10 ขอบของ inferior appendage งอเว้าไม่เรียบมีรอยหยักขนาดเล็กไปเกือบถึงส่วนปลาย phallus ยื่นยาวออกมา ส่วนปลายตัดตรง มีแถบสีดำ 2 คู่ ส่วนกลางของ phallus มีหนามยื่นออกมาด้านข้าง (ภาพที่ 62ข)



ก ข ค

0.1 มม.

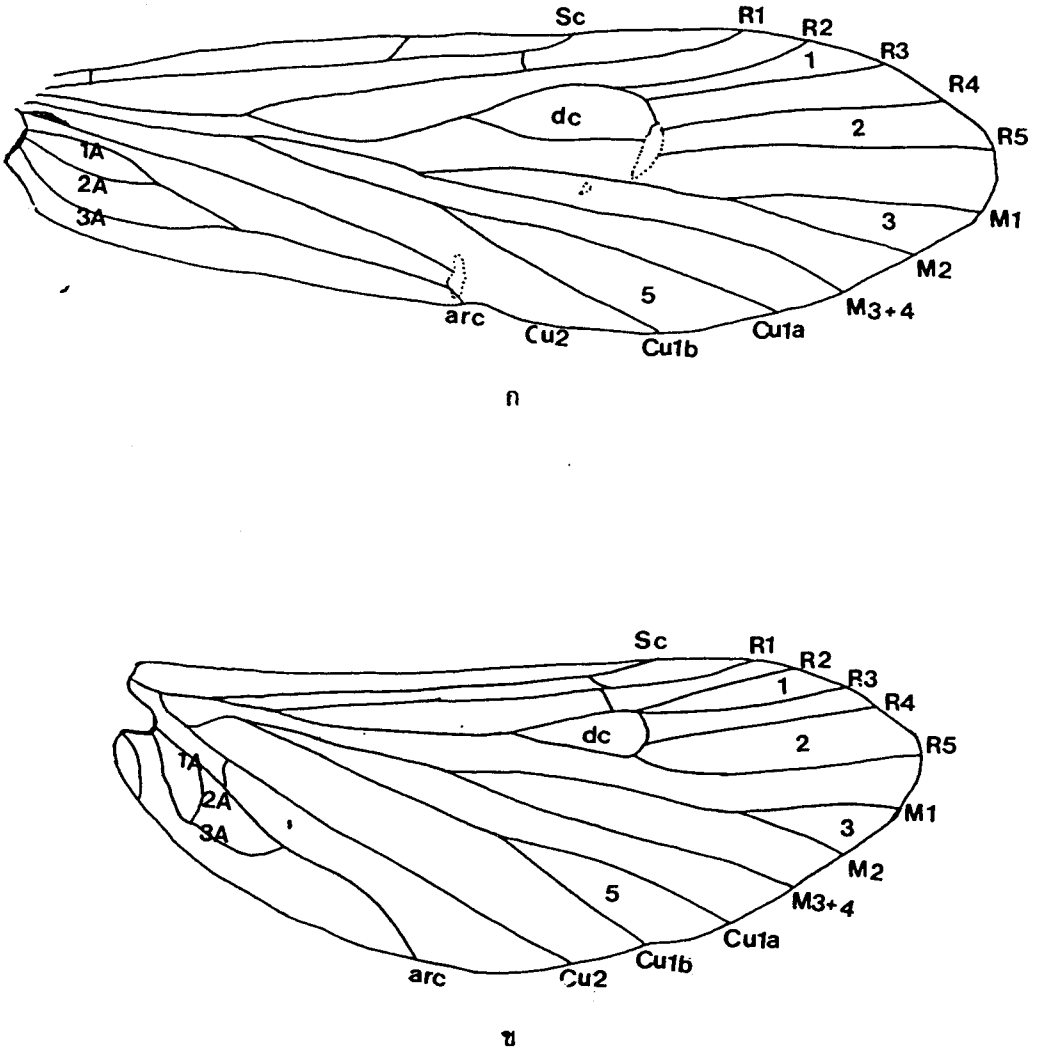
ภาพที่ 62 อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. pipake*
ก. ด้านบน ข. ด้านล่าง ค. ด้านข้าง
(ia=inferior appendage; pl=phullas)

C. spinifera **Kimmins, 1957**

พบจำนวนตัวเต็มวัยชนิดนี้ที่ห้วยหญ้าเครือจำนวน 1 ตัว ในเดือนมีนาคม 2542

ส่วนปีก

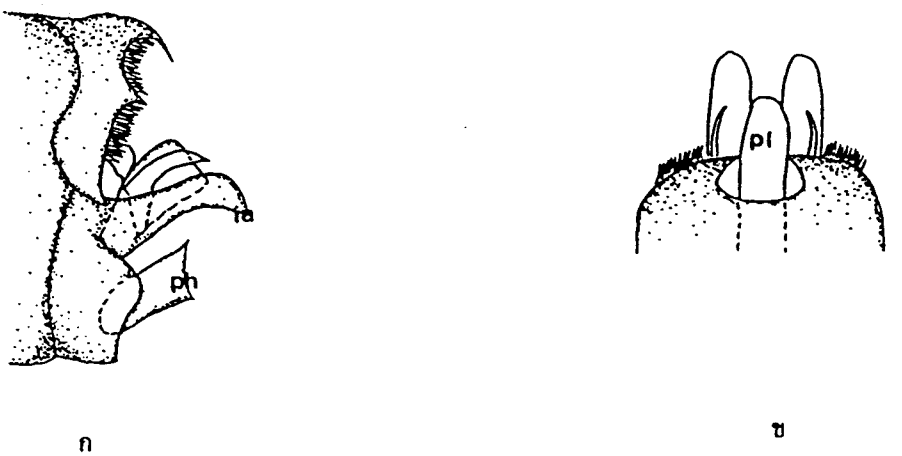
ความยาวของปีกคู่หน้าและปีกคู่หลังคือ 4.5 และ 3.5 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ามีเฉพาะ discoidal cell มี fork จำนวน 4 อัน คือ 1, 2, 3 และ 5 ปีกคู่หลังมี fork 4 อันคือ 1, 2, 3 และ 5 เส้น 1a, 2a และ 3a แยกกันไม่ชัดเจน (ภาพที่ 63)



ภาพที่ 63 ส่วนปีกของตัวเต็มวัย *C. spinifera*
ก. ปีกคู่หน้า ข. ปีกคู่หลัง

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

ด้านข้างของปล้องที่ 10 มีความกว้างเท่าๆ กับความยาวของปล้อง inferior appendage มีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่มีความยาวไม่มากนัก มีตะขอ 1 คู่อยู่ด้านข้าง phallus งอเว้าขึ้นด้านบน บริเวณที่อยู่ถัดลงมาเป็นแผ่นแข็ง ส่วนปลายของแผ่นไม่เรียบ มีรอยหยัก (ภาพที่ 64ข) ด้านล่างของปล้องที่ 10 phallus มนส่วนปลาย มีตะขออยู่ 1 คู่ด้านข้าง (ภาพที่ 64ก)



ก ข

0.1 มม.

ภาพที่ 64 อวัยวะสืบพันธุ์ตัวเต็มวัยเพศผู้ *C. spinifera*
ก. ด้านข้าง ข. ด้านล่าง
(ia=inferior appendage; ph=phallobase; pl=phallus)

4.4 การศึกษาแหล่งอาศัยย่อยและลักษณะตาข่ายของตัวอ่อนระยะที่ 5 ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

4.4.1 แหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

จากการศึกษาแหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* และสกุล *Wormaldia* ตัวอ่อนพบกระจายอยู่ในลำธารทั้งสองแห่งจำนวนมาก ตัวอ่อนของสกุล *Chimarra* ระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 5 อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งอาศัยย่อยเดียวกัน ยกเว้น *Chimarra* sp.3 อาศัยอยู่บริเวณพื้นลำธารที่ประกอบด้วยหินขนาดกลาง หินขนาดเล็ก และทรายจำนวนเล็กน้อย กระแสน้ำไหลไม่แรงนัก ในสถานีที่ 2 ของห้วยหญ้าเครือเท่านั้น นอกจากนี้อาจพบสร้างรังอยู่ตามลานหินที่มีระดับน้ำไหลผ่านไม่เกิน 2 เซนติเมตรและมีใบไม้ปกคลุมไว้ เมื่อถึงฤดูน้ำหลากจำนวนตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้ลดลงอย่างมาก และเปลี่ยนแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่ไปยังที่ที่ปลอดภัยกว่า มักพบตัวอ่อนอาศัยอยู่ตามรากพืชที่อยู่ริมลำห้วย รากพืชน้ำที่ใกล้กับแหล่งอาศัยเดิม และบริเวณที่พื้นลำห้วยประกอบไปด้วยหินขนาดต่างๆ เช่นในสถานีที่ 2 ของห้วยหญ้าเครือ เมื่อเข้าสู่สภาวะปกติจึงพบตัวอ่อนอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยเดิมจำนวนมากขึ้น ได้นำตัวอ่อนระยะที่ 5 มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ แต่ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความเร็วของกระแสน้ำ และอุณหภูมิของน้ำได้ ปัจจัยทั้งสองเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ตัวอ่อนที่นำมาเลี้ยงจึงไม่รอดชีวิต

ตัวอ่อนของสกุล *Chimarra* และ *Wormaldia* พบน้อยในบริเวณที่มีเศษใบไม้ร่วงลงสู่ลำธารใหม่ๆ แต่สิ่งมีชีวิตที่พบในเวลานั้นคือตัวอ่อนของแมลงสองปีกวงศ์ Tipulidae เป็นสิ่งมีชีวิตเด่นและพบจำนวนตัวมาก เมื่อนำตัวอ่อนของวงศ์ Tipullidae ดังกล่าวไปวิเคราะห์ทางเดินอาหารพบเศษซากกิ่งไม้ ใบไม้จำนวนมาก จึงคาดว่า Tipulidae เป็นสัตว์พวกแรกที่มาอาศัยอยู่ก่อนในบริเวณที่เศษกิ่งไม้ใบไม้พึ่งร่วงหล่นลงสู่ลำธาร หลังจากนั้น เมื่อใบไม้เริ่มย่อยสลายจึงเริ่มมีสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เข้ามาอาศัยรวมทั้งแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

จำนวนตัวอ่อนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเร็วของกระแสน้ำ ($r=0.60$, $p=0.03$) และความลึกของน้ำ ($r=0.75$, $p=0.02$) ความเร็วและความลึกของน้ำที่พบตัวอ่อนในธรรมชาติอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน โดยตัวอ่อนของสกุล *Chimarra* อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำอยู่ในช่วง 0.22 ถึง 1.18 เมตร/วินาที และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 ± 0.44 เมตร/วินาที ความลึกของน้ำที่พบตัวอ่อนอยู่ในช่วง 1 ถึง 15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.56 ± 3.91 เซนติเมตร *C. akkaorum* อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำอยู่ในช่วง 0.29 ถึง 2.07 เมตร/วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ± 0.51 เมตร/วินาที ความลึกของน้ำที่พบตัวอ่อนอยู่ในช่วง 4 ถึง 15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.48 ± 3.72 เซนติเมตร *C. khamuorum* แบบ 1 และ แบบ 2 อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันคือ 0.22 ถึง 2.07 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ยของกระแสน้ำเท่ากับ 0.88 ± 0.49 และ 0.82 ± 0.46 เมตร/วินาที ตามลำดับ ความลึกของน้ำที่พบตัวอ่อนอยู่ในช่วง 1 ถึง 15 เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.37 ± 3.77 และ 7.78 ± 3.98 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วน *Wormaldia* sp.1 อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำอยู่ในช่วง 0.22 ถึง 1.18 เมตร/วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 ± 0.34 เมตร/วินาที ความลึกของน้ำที่พบตัวอ่อนอยู่ในช่วง 1 ถึง 10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ± 1.72 เซนติเมตร (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความเร็วและความลึกของน้ำ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$±SD) ที่พบในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ของตัวอ่อนวงศ์ Philopotamidae

	ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)		ความลึกของน้ำ (เซนติเมตร)	
ชนิด	พิสัย	$\overline{X}$±SD	พิสัย	$\overline{X}$±SD
Chimarra spp.	0.22-2.07	0.88±0.44	1-15	7.56±3.91
C. akkaorum	0.29-2.07	0.97±0.51	4-15	8.48±3.72
C. khamuorum แบบ 1	0.22-2.07	0.88±0.49	1-15	7.37±3.77
C. khamuorum แบบ 2	0.22-0.27	0.82±0.46	1-15	7.78±3.98
Wormaldia sp.1	0.22-1.18	0.73±0.34	1-10	4.83±1.43

รังของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* ที่พบมีรูปร่างคล้ายถุงกาแฟ ตาข่ายที่ตัวอ่อนนำมาสานต่อเป็นรังคือเส้นไหมที่ปั่นออกมาจากต่อมไหมริมฝีปากล่าง รังที่สร้างมีขนาดเกือบพอดีกับตัวอ่อนที่อาศัยอยู่ภายใน ด้านปากของรังหันทวนกระแสน้ำเพื่อดักจับอาหารที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำ และปลายอีกด้านหนึ่งเคลื่อนเป็นอิสระ มีรูเปิดด้านท้ายรัง ตัวอ่อนอาศัยอยู่ภายในรังและกินอาหารด้วยการใช้ริมฝีปากบนที่เปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อบาง ๆ ขูดกินอนุภาคของอาหารที่ล่องลอยมาติดด้านในของรัง รังตาข่ายจะไม่เป็นรูปทรงถุงกาแฟเมื่อถูกรบกวน ถ้ายกก้อนหินหรือเศษซากใบไม้ที่มีรังและตัวอ่อนอาศัยขึ้นจากน้ำ รังเสียรูปทรงโดยแบนติดไปกับพื้นอาศัย เห็นเพียงตัวอ่อนเคลื่อนที่อยู่ภายในรัง ลักษณะและรูปร่างรังของตัวอ่อนชนิดต่าง ๆ ในสกุลนี้มีความคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันเพียงขนาดของตาข่ายที่มีความกว้างและยาวไม่เท่ากัน

รังดักแด้ของตัวอ่อนสกุล *Chiamrra* พบอยู่ร่วมกับตัวอ่อนในบริเวณเดียวกัน จากการสำรวจรังดักแด้ของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* 2 ชนิด คือ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 จำนวนทั้งหมด 80 ตัว พบว่าตัวอ่อนเมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะดักแด้จะสร้างรังด้วยวัสดุที่หลากหลายแบ่งได้เป็น 2 แบบดังนี้

1) รังดักแด้ประกอบด้วยเศษไม้ เศษใบไม้เชื่อมติดโดยรอบรัง
2) รังดักแด้ประกอบด้วยเศษไม้เศษใบไม้ และมีกรวด ทราย เปลือกหอยสองฝา เมล็ดพืช แผ่นแข็งหุ้มส่วนอกของแมลงหนอนปลอกน้ำมาเชื่อมติดด้านข้างรัง

ส่วน *C. akkaorum* พบเฉพาะรังที่สร้างด้วยเศษไม้ และเศษใบไม้เชื่อมติดโดยรอบรัง พบจำนวน 2 ตัว คิดเป็นร้อยละ 2.5 ของจำนวนรังที่พบทั้งหมด ส่วน *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 สร้างรังดักแด้ทั้ง 2 แบบข้างต้น โดยใช้เศษไม้ เศษใบไม้เป็นวัสดุหลักในการสร้างรังดักแด้ นอกจากนี้ยังมีวัสดุอื่นที่ตัวอ่อนนำมาเป็นส่วนประกอบของรังได้แก่ กรวด ทราย เปลือกของหอยสองฝา เมล็ดพืช และแผ่นแข็งที่หุ้มส่วนอกของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 มีรังดักแด้เป็นแบบที่ 1 จำนวน 30 และ 35 ตัว คิดเป็นร้อยละ 37.5 และ 43.75 ของจำนวนรังที่พบทั้งหมดตามลำดับ และมีรังเป็นแบบที่ 2 *C. khamuorum* แบบ 1 จำนวน 6 ตัว คิดเป็นร้อยละ 7.5 *C. khamuorum* แบบ 2 พบจำนวน 7 ตัว คิดเป็นร้อยละ 8.75 ของจำนวนตัวที่พบทั้งหมดตามลำดับ (ตารางที่ 27)

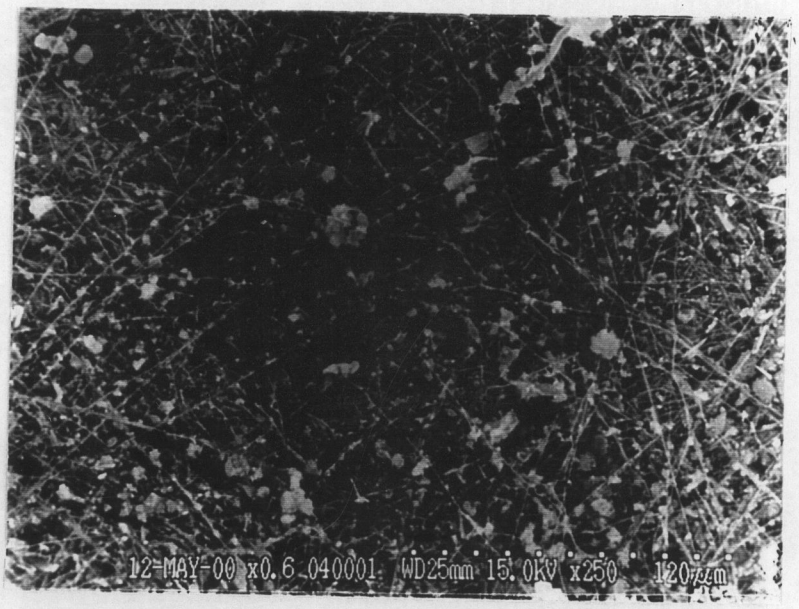
ตารางที่ 27 ลักษณะรังดักแด้ที่พบในตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* จำนวน 2 ชนิด (ตัวเลขในวงเล็บคือจำนวนรังดักแด้ที่คิดเป็นร้อยละ)

ชนิด	เศษใบไม้ กิ่งไม้ติดโดยรอบรัง	นอกจากเศษใบไม้ กิ่งไม้มีวัสดุอื่นติดรอบรัง
C. akkaorum	2 (2.5)	0
C. khamuorum แบบ 1	30 (37.5)	6 (7.5)
C. khamuorum แบบ 2	35 (43.75)	7 (8.75)
รวม	67	13

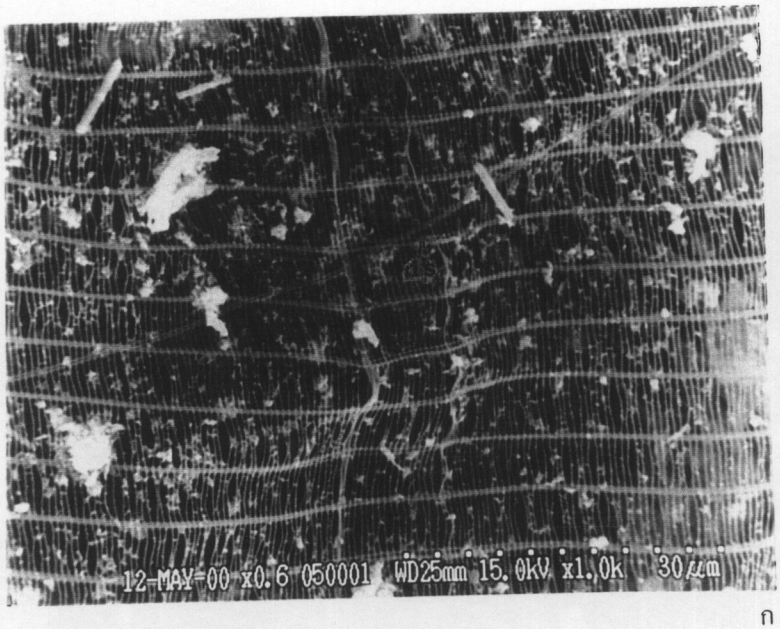
4.4.2 ลักษณะตาข่ายตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum, C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2

จากการศึกษาลักษณะตาข่ายของรังในตัวอ่อนทั้ง 2 ชนิด ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า *C. akkaorum* มีรูปร่างของตาข่ายเป็นเส้นไหมที่พาดทับกันไปมาหลายชั้นไม่เป็นระเบียบเมื่อเปรียบเทียบกับตาข่ายของตัวอ่อน *C. khamuorum* ที่พบ จึงไม่สามารถระบุขนาดที่แน่นอนของช่องตาข่ายได้ แต่จากภาพถ่ายในการศึกษาครั้งนี้คาดว่า *C. akkaorum* มีขนาดช่องตาข่ายใหญ่กว่าช่องตาข่ายของตัวอ่อน *C. khamuorum* (ภาพที่ 65)

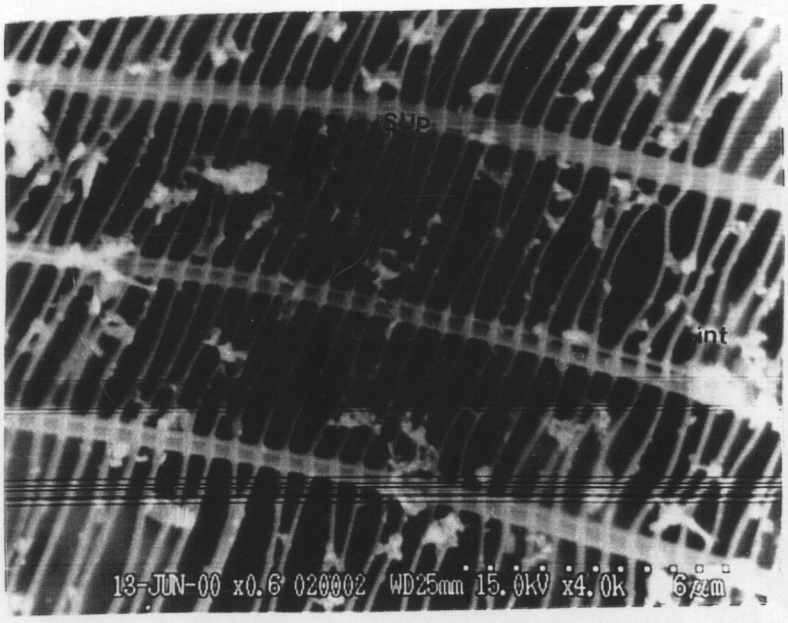
C. khamuorum แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 มีลักษณะและรูปร่างของตาข่ายคล้ายคลึงกัน โดยลักษณะตาข่ายที่พบใน *C. khamuorum* ทั้ง 2 แบบนี้มีเส้นไหมอย่างน้อย 2 ขนาดมาสานกันเป็นรังของตัวอ่อน เส้นไหมเส้นแรกมีขนาดใหญ่ที่สุด (support strands) มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาวไปตลอดความยาวของรัง เป็นเส้นไหมที่ค้ำจุนให้เส้นไหมขนาดเล็กมาเชื่อมต่อ โดยระหว่างเส้นไหมขนาดใหญ่มีเส้นไหมขนาดเล็ก (interior strands) มาเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห รูปร่างคล้ายไม้ระแนงจำนวนมากเชื่อมติด นอกจากนี้ยังพบว่ามีเส้นขนาดใหญ่อีกเส้นที่พาดผ่านตามแนวทแยงมุมตลอดความยาวของรัง (diagonal strands) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับรัง ตัวอ่อนของ *C. khamuorum* แบบ 1 มีขนาดความกว้างและความยาวของช่องตาข่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.60X3.75 ไมโครเมตร (n=20 ช่อง) (ภาพที่ 66) และ *C. khamuorum* แบบ 2 มีขนาดความกว้างและความยาวของช่องตาข่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.77X4.25 ไมโครเมตร (n=20 ช่อง) (ภาพที่ 67)



ภาพที่ 65 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของตาข่ายตัวอ่อน *C. akkaorum* ระยะที่ 5

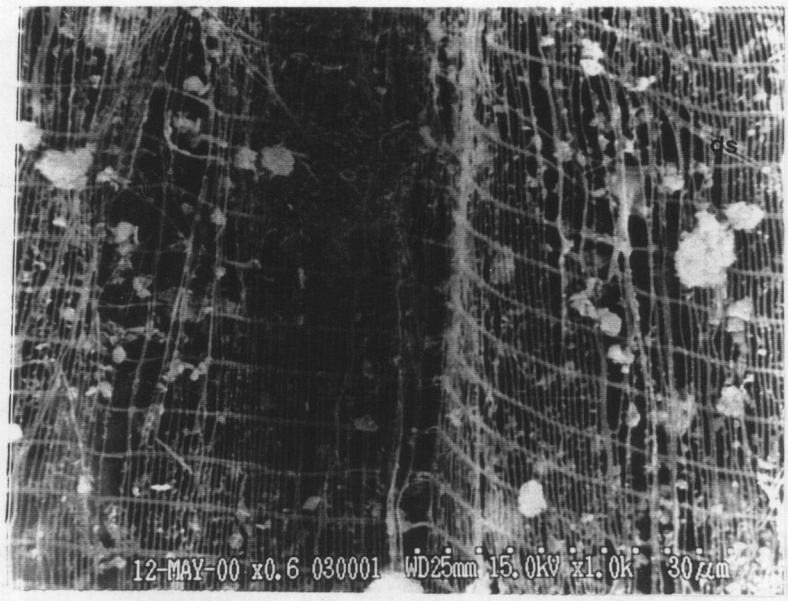


ก

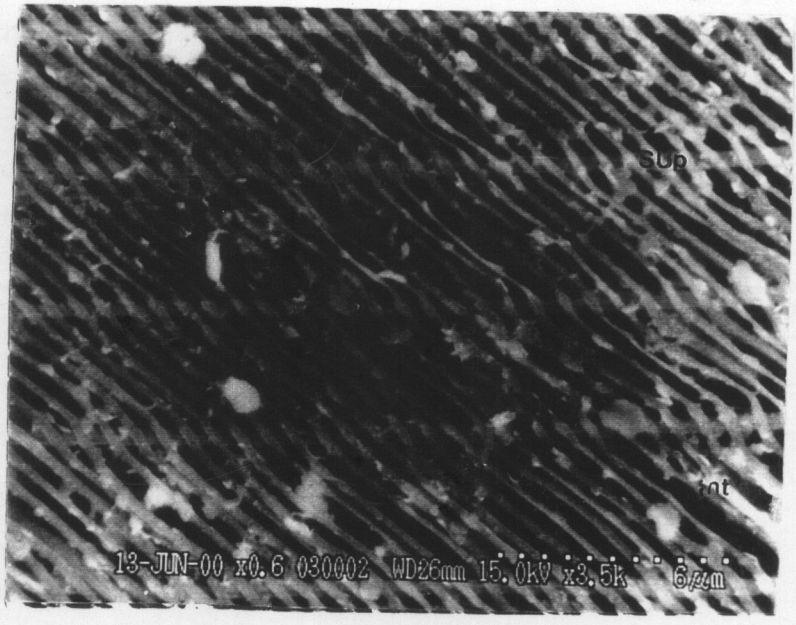


ข

ภาพที่ 66 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของตาข่ายตัวอ่อน *C. khamuorum* แบบ 1 ระยะที่ 5
ก. กำลังขยาย 1000 เท่า ข. กำลังขยาย 4000 เท่า
(ds=diagonal strands; sup=support strands; int=interior strands)



ก



ข

ภาพที่ 67 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของตาข่ายตัวอ่อน *C. khamuorum* แบบ 2 ระยะที่ 5
ก. กำลังขยาย 1000 เท่า ข. กำลังขยาย 3500 เท่า
(ds=diagonal strands; sup=support strands; int=interior strands)

4.5 การวิเคราะห์ทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 และตัวอ่อนของ *Wormaldia* sp.1

จากการวิเคราะห์ทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว อาหารส่วนใหญ่ที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนทั้ง 2 ชนิดคือ ซากอินทรีย์สาร และสาหร่าย ตามลำดับ แต่ *C. akkaorum* บริโภคสาหร่ายน้อยกว่า *C. khamuorum* (ตารางที่ 28) สาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนทั้งสองชนิดนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอม และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้น (filamentous algae) *C. akkaorum* บริโภคไดอะตอมคิดเป็นร้อยละ 98.95 และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นถูกบริโภคคิดเป็น ร้อยละ 1.15 *C. khamuorum* แบบ 1 บริโภคไดอะตอมคิดเป็นร้อยละ 99.70 และบริโภคสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นคิดเป็นร้อยละ 0.30 *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคไดอะตอมคิดเป็นร้อยละ 99.90 และบริโภคสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นคิดเป็นร้อยละ 0.10 สาหร่ายที่พบในทางเดินของตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ ทั้งสองชนิดพบทั้งสิ้น 23 สกุล ได้แก่ไดอะตอม 20 สกุล และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้น 3 สกุล ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนทั้งสองชนิดคือ *Cymbella* sp., *Diploneis* sp., *Epithemia* sp., *Gomphonema* sp. และ *Navicula* sp. จำนวนไดอะตอมใน *C. khamuorum* แบบ 2 มีจำนวนเซลล์มากที่สุด นับจำนวนไดอะตอมได้ 1,019 เซลล์ บริโภคไดอะตอมสกุล *Navicula* sp. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 45.98 รองลงมาคือสกุล *Gomphonema* sp. คิดเป็นร้อยละ 34.80 ตัวอ่อนที่บริโภคไดอะตอมมากเป็นอันดับรองลงมาคือ *C. khamuorum* แบบ 1 นับจำนวนไดอะตอมได้ 994 เซลล์ บริโภค *Navicula* sp. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60.08 รองลงมาคือสกุล *Gomphonema* sp. คิดเป็นร้อยละ 19.56 ส่วน *C. akkaorum* บริโภคจำนวนไดอะตอมน้อยที่สุดนับจำนวนไดอะตอมได้ 174 เซลล์ บริโภค *Gomphonema* sp. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 40.23 ส่วนสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนได้แก่ Filamentous algae, *Fragillaria* sp. และ *Spirulina* sp.

ตารางที่ 28 อาหารที่พบในทางเดินอาหารระยะที่ 5 ของตัวอ่อน *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2543

ชนิดอาหาร	*C. akkaorum*	*C. khamuorum* แบบ 1	*C. khamuorum* แบบ 2
ซากอินทรีย์สาร	+++++	+++++	+++++
สาหร่าย	++	+++	+++

หมายเหตุ +++++ หมายถึงจำนวนที่พบมากที่สุด
+++ หมายถึงจำนวนที่พบมาก
++ หมายถึงจำนวนที่พบน้อย

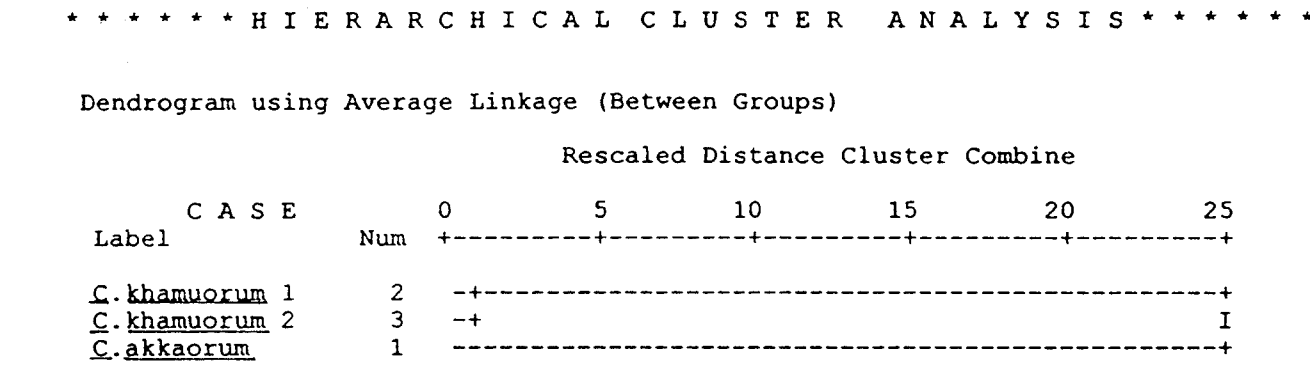
จากตารางที่ 29 พบว่าไดอะตอมที่พบมากในทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ใน 4 อันดับแรกคือ *Navicula* sp., *Gomphonema* sp., *Cymbella* sp. และ *Diploneis* sp. ไดอะตอมทั้ง 4 สกุลนี้พบในทั้งสองชนิดที่ศึกษา และมีลำดับการบริโภคที่เหมือนกันคือ *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคจำนวนไดอะตอมมากที่สุด รองลงมาคือ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. akkaorum* ตามลำดับ

ตัวอ่อนทั้งสองชนิดบริโภคจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของสาหร่ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{2,29}$=6.148, p=0.006) และ ($F_{2,29}$=13.679, p=0.000) ตามลำดับ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของสาหร่ายไม่แตกต่างกัน แต่ *C. akkaorum* บริโภคจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของสาหร่ายแตกต่างจาก *C. khamuorum* ทั้งสองแบบ โดยที่ *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของสาหร่ายมากที่สุด รองลงมาคือ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. akkaorum* ตามลำดับ (LSD test p<0.05) เมื่อนำจำนวนเซลล์และจำนวนสกุลของไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารมาจัดกลุ่มด้วย Hierarchical Cluster Analysis สามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่ม (ภาพที่ 68) โดย *C. khamuorum* แบบ 1 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับ *C. khamuorum* แบบ 2 ส่วนกลุ่มที่ 2 ที่แตกต่างจากสองชนิดแรกคือ *C. akkaorum* แสดงให้เห็นว่า *C. akkaorum* บริโภคไดอะตอมแตกต่างจาก *C. khamuorum*

ตารางที่ 29 ชนิดและจำนวนตัวของสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 (ตัวเลขในวงเล็บคือจำนวนเซลล์ของสาหร่ายที่คิดเป็นร้อยละ)

ชนิดของสาหร่าย	*C. akkaorum*	*C. khamuorum* แบบ 1	*C. khamuorum* แบบ 2
Achnanthes sp.	-	49 (4.91)	18 (1.77)
Amphora sp.	-	1 (0.1)	2 (0.2)
Bluegreen algae	-	1 (0.1)	-
Coconeis sp.	-	1 (0.1)	-
Cymbella sp.	28 (16.1)	66 (6.62)	123 (12.06)
Diploneis sp.	4 (2.3)	71 (7.11)	40 (3.92)
Epithemia sp.	1 (0.57)	4(0.4)	3 (0.29)
Filamentous algae	2 (1.15)	-	-
Fragillaria sp.	-	3 (0.3)	-
Gnuidaria sp.	-	-	3 (0.29)
Gomphonema sp.	70 (40.23)	195 (19.54)	355 (34.8)
Grammatophora sp.	1 (0.57)	1 (0.1)	2 (0.2)
Gyrosigma sp.	-	1 (0.1)	-
Limcophora sp.	-	-	1 (0.1)
Merismopedia sp.	3 (1.72)	-	-
Navicula sp.	61 (35.07)	599 (60.02)	469 (45.98)
Neidium sp.	-	1 (0.1)	-
Nitzchia sp.	2 (1.15)	4 (0.4)	-
Pinnularia sp.	1 (0.57)	-	-
Pleurosigma sp.	-	-	3 (0.29)
Spirulina sp.	-	-	1 (0.1)
Surirella sp.	-	1 (0.1)	-
Unknown sp.1	1 (0.57)	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึงไม่พบสาหร่าย



ภาพที่ 68 แสดงการจัดกลุ่มระหว่างจำนวนเซลล์ของไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารระยะที่ 5 ของตัวอ่อน *C. akkaorum, C. khamuorum* แบบ 1 และ และ *C. khamuorum* แบบ 2

จากการเปรียบเทียบความยาวของไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum, C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 วัดความยาวของไดอะตอมด้วยไมโครมิเตอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ความยาวเฉลี่ยของไดอะตอมอาหารของตัวอ่อนทั้งสองชนิดที่พบมีขนาดใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 30) เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าความยาวของไดอะตอมในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 5 ทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกัน ($\chi^2_{(2)}$ =0.398, p>0.05) ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของ *C. akkaorum* มีความยาวอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.275 มิลลิเมตร ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของ *C. khamuorum* แบบ 1 มีความยาวอยู่ระหว่าง 0.003 ถึง 0.105 มิลลิเมตร และไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของ *C. khamuorum* แบบ 2 มีความยาวอยู่ระหว่าง 0.003 ถึง 0.113 มิลลิเมตร

ตารางที่ 30 ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 (ความยาวเฉลี่ยของไดอะตอม±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (มิลลิเมตร)

ชนิดของสาหร่าย	*C. akkaorum*	*C. khamuorum* แบบ 1	*C. khamuorum* แบบ 2
Achnanthes sp.	-	0.013±0.003	0.018±0.012
Amphora sp.	-	0.033±0	0.035±0
Bluegreen algae	-	0.033±0	-
Coconeis sp.	-	0.033±0	-
Cymbella sp.	0.035±0.006	0.036±0.005	0.035±0.004
Diploneis sp.	0.030±0.005	0.016±0.004	0.019±0.006
Epithemia sp.	0.060±0	0.033±0.015	0.036±0.001
Filamentous algae	0.036±0.005	-	-
Fragillaria sp.	-	0.046±0.007	-
Gnuidaria sp.	-	-	0.066±0.046
Gomphonema sp.	0.026±0.008	0.022±0.010	0.026±0.009
Grammatophora sp.	0.038±0	0.028±0	0.039±0.002
Gyrosigma sp.	-	0.103±0	-
Limcophora sp.	-	-	0.048±0
Merismopedia sp.	0.021±0.002	-	-
Navicula sp.	0.035±0.030	0.029±0.012	0.034±0.016
Neidium sp.	-	0.016±0	-
Nitzchia sp.	0.050±0.004	0.035±0.022	-
Pinnularia sp.	0.063±0	-	-
Pleurosigma sp.	-	-	0.108±0.005
Spirulina sp.	-	-	0.025±0
Surirella sp.	-	0.030±0	-
Unknown sp.1	0.030±0	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึงไม่พบไดอะตอม

***Wormaldia* sp.1**

การวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำระยะที่ 3 สกุล *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว เนื่องจากตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุลนี้มีจำนวนตัวพบน้อย จึงสุ่มเลือกจำนวนตัวอ่อน 10 ตัว จากตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา ผลการศึกษาพบว่าอาหารส่วนใหญ่ที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนสกุล *Wormaldia* sp.1 ได้แก่ ซากอินทรีย์สาร และสาหร่ายตามลำดับ สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอม และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้น สาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 พบทั้งสิ้น 7 สกุล ได้แก่ไดอะตอม 6 สกุล และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้น 1 สกุล ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนจำนวนทั้ง 10 ตัว คือ *Gomphonema* sp. นับจำนวนไดอะตอมได้ 58 เซลล์ และ *Navicula* sp. นับจำนวนไดอะตอมได้ 66 เซลล์ นอกจากนี้พบว่า *Diploneis* sp., *Nitschzia* sp. และ *Spirulina* sp. พบจำนวนไดอะตอมน้อยมากโดยพบสกุลละหนึ่งเซลล์เท่านั้น (ตารางที่ 31)

ความยาวของไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 3 ของ *Wormaldia* sp.1 พบว่าตัวอ่อนบริโภคไดอะตอมมีขนาดความยาวใกล้เคียงกันในสกุลเดียวกัน โดย *Gomphonema* sp. มีค่าความยาวของไดอะตอมอยู่ระหว่าง 0.019 ถึง 0.026 มิลลิเมตร มีค่าความยาวเฉลี่ยของไดอะตอมเท่ากับ 0.026 มิลลิเมตร เป็นค่าเฉลี่ยที่พบในตัวอ่อนจำนวน 6 ตัว จากจำนวนทั้งหมด 10 ตัว *Navicula* sp. มีช่วงความยาวของไดอะตอมอยู่ระหว่าง 0.021 ถึง 0.028 มิลลิเมตร *Cymbella* sp. มีช่วงความยาวของไดอะตอมอยู่ระหว่าง 0.020 ถึง 0.023 มิลลิเมตร ส่วนไดอะตอมที่ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของ *Wormaldia* sp. บริโภคมีความยาวมากที่สุดคือ *Epithemia* sp. มีช่วงความยาวอยู่ระหว่าง 0.033 ถึง 0.050 มิลลิเมตร (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 31 ชนิดและจำนวนตัวของสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 สกุล *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ

ตัวที่	สถานีที่	เดือน/ปี	*Cymbella* sp.	*Diploneis* sp.	*Epithemia* sp.	*Gomphonema* sp.	*Navicula* sp.	*Nitshzia* sp.	*Spirulina* sp.
1	1	ม.ค.43	-	-	-	7	9	-	-
2	1	ก.พ.43	-	-	1	16	12	-	-
3	1	ก.ย.43	-	-	-	5	4	-	-
4	1	มี.ค.42	-	1	-	7	8	1	-
5	1	ก.พ.43	-	-	1	4	11	-	-
6	1	มี.ค.43	-	-	-	3	3	-	1
7	3	ก.พ.43	1	-	1	1	3	-	-
8	1	ก.พ.43	-	-	-	5	6	-	-
9	3	ก.พ.43	1	-	-	4	3	-	-
10	3	มี.ค.42	-	-	-	6	7	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึงไม่พบไดอะตอม

ตารางที่ 32 ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 สกุล *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ (ความยาวเฉลี่ยของไดอะตอม±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (มิลลิเมตร)

ตัวที่	สถานีที่	เดือน/ปี	*Cymbella* sp.	*Diploneis* sp.	*Epithemia* sp.	*Gomphonema* sp.	*Navicula* sp.	*Nitshzia* sp.	*Spirulina* sp.
1	1	ม.ค.43	-	-	-	0.024±0.004	0.021±0.004	-	-
2	1	ก.พ.43	-	-	0.050	0.024±0.005	0.024±0.009	-	-
3	1	ก.ย.43	-	-	-	0.026±0.003	0.021±0.006	-	-
4	1	มี.ค.42	-	0.011	-	0.026±0.003	0.022±0.004	0.038	-
5	1	ก.พ.43	-	-	0.033	0.019±0.006	0.025±0.008	-	-
6	1	มี.ค.43	-	-	-	0.026±0.001	0.024±0.001	-	0.013
7	3	ก.พ.43	0.020	-	0.035	0.023	0.028±0.01	-	-
8	1	ก.พ.43	-	-	-	0.026±0.002	0.027±0.004	-	-
9	3	ก.พ.43	0.023±0.001	-	-	0.026±0.008	0.026±0.003	-	-
10	3	มี.ค.42	-	-	-	0.026±0.005	0.021±0.007	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึงไม่พบไดอะตอม

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

5.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ

ห้วยหญ้าเครือมีอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 21.12 และ 19.21 องศาเซลเซียส ห้วยพรมแล้งมีอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 22.13 และ 19.30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำในห้วยหญ้าเครือต่ำกว่าห้วยพรมแล้งเล็กน้อย เนื่องจากริมลำธารของห้วยหญ้าเครือมีพืชปกคลุมมากกว่าที่ห้วยพรมแล้ง แสงแดดจึงส่องผ่านลงมาได้น้อยกว่า ห้วยหญ้าเครือมีอุณหภูมิอากาศสูงสุดในเดือนมกราคม 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งมีอุณหภูมิอากาศสูงสุดในเดือนมีนาคม 2542 ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยในห้วยหญ้าเครือ 0.24 เมตร/วินาที ในขณะที่ห้วยพรมแล้งมีความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ย 0.59 เมตร/วินาที ซึ่งมีค่ามากกว่าห้วยหญ้าเครือ ค่าความเร็วกระแสน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Otto, 1982; Merrit and Cummins, 1996) ในห้วยพรมแล้งมีค่าออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 7.30 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าห้วยหญ้าเครือ ที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 6.42 มิลลิกรัม/ลิตร กระแสน้ำที่ไหลแรงในห้วยพรมแล้งช่วยให้มีการหมุนวนนำน้ำขึ้นมาสัมผัสอากาศได้มากกว่าห้วยหญ้าเครือที่มีความเร็วกระแสน้ำต่ำกว่า นอกจากนี้ห้วยพรมแล้งเป็นลำธารเปิด บริเวณริมลำธารมีพืชปกคลุมน้อยกว่าห้วยหญ้าเครือ แสงแดดจึงส่องลงมามากส่งผลให้ผู้ผลิตปฐมภูมิในแหล่งน้ำสังเคราะห์แสง ปลดปล่อยออกซิเจนสู่แหล่งน้ำ (Steinman and MacIntire, 1986) ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในห้วยพรมแล้งมีค่าสูงกว่าห้วยหญ้าเครือ ความเร็วกระแสน้ำสูงสุดในห้วยหญ้าเครือพบในเดือนมิถุนายน 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งมีความเร็วกระแสน้ำสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2542 ความเร็วของกระแสน้ำมีผลต่อความขุ่นของน้ำ (Williams and Felmate, 1992) กระแสน้ำที่ไหลแรงทำให้อนุภาคที่แขวนลอยในน้ำ เช่น ตะกอนดิน ตกตะกอนได้ช้า สอดคล้องกับที่พบว่าห้วยพรมแล้งมีความขุ่นของน้ำมากกว่าห้วยหญ้าเครือ ความลึกของน้ำเฉลี่ยในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ห้วยพรมแล้งมีค่าความลึกเฉลี่ยสูงกว่าห้วยหญ้าเครือเล็กน้อย เท่ากับ 13.1 และ 14.23 เซนติเมตร ตามลำดับ ความลึกของน้ำมีค่าสูงในช่วงที่ฝนตกหนัก ทำให้เกิดภาวะน้ำหลาก ห้วยหญ้าเครือมีความลึกของน้ำสูงสุดในเดือนกันยายน 2542 ส่วนห้วยพรมแล้งมีความลึกสูงสุดในเดือนกรกฎาคม 2542

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำจากห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันเท่ากับ 7.36 และ 7.22 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงของน้ำตามธรรมชาติที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้ คือค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5-9 (นันทนา คชเสนี, 2536) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ในห้วยหญ้าเครือสูงกว่าห้วยพรมแล้ง ห้วยหญ้าเครือมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 371.04 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 258.44 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนห้วยพรมแล้งมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 277.03 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 173.00 มิลลิกรัม/ลิตร ห้วยหญ้าเครือเป็นลำธารที่อยู่หลังที่ทำการอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว มีนักท่องเที่ยงมาเยือนอยู่เสมอ ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งละลายน้ำที่สูงอาจเนื่องมาจากการเหยียบย่ำริมลำธารทำให้เกิดการพังทลายของดินกลายเป็นตะกอนดินแขวนลอยในน้ำ นอกจากนี้บางช่วงของลำธารอยู่ใกล้กับร้านค้า บ้านพักเจ้าหน้าที่ และห้องน้ำ ทำให้ได้รับผลกระทบจากการซักล้างทำความสะอาด และเศษอาหาร ห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งพบค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 และเดือนมิถุนายน 2542

ตามลำดับ ส่วนค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำของห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้งมีค่าสูงสุดเดือนกุมภาพันธ์ 2543 เช่นเดียวกัน

5.2 ความหลากชนิดของตัวเต็มวัยและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

ความหลากชนิดของตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบทั้งสิ้น 1 สกุล 5 ชนิด ห้วยหญ้าเครือพบทั้ง 5 ชนิดคือ *Chimarra akkaorum*, *C. bimbltona*, *C. khamuorum*, *C. pipake* และ *C. spinifera* ส่วนห้วยพรมแล้งพบ 2 ชนิด คือ *C. bimbltona* และ *C. khamuorum*

C. khamuorum เป็นชนิดเด่นพบจำนวนตัวเต็มวัยมากที่สุด ในห้วยหญ้าเครือพบ 19 ตัว และห้วยพรมแล้งพบ 20 ตัว อันดับรองลงมาคือ *C. bimbltona* พบจำนวนตัวน้อยในห้วยหญ้าเครือจำนวนเพียง 3 ตัว ในห้วยพรมแล้งพบจำนวน 9 ตัว ส่วน *C. akkaorum*, *C. pipake* และ *C. spinifera* พบจำนวนตัวน้อยมาก โดยที่ *C. akkaorum* พบจำนวน 2 ตัวในเดือนมีนาคม และเดือนพฤษภาคม 2542 ในขณะที่ *C. pipake* และ *C. spinifera* พบชนิดละ 1 ตัวในเดือนมีนาคม และเดือนพฤษภาคม 2542 ตามลำดับ

ความหลากชนิดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งมีจำนวน 2 สกุล 6 ชนิด คือ *C. akkaorum*, *C. khamuorum*, *Chimarra* sp.1, *Chimarra* sp.2, *Chimarra* sp.3 และ *Wormaldia* sp.1 ยกเว้น *Chimarra* sp.2 พบเฉพาะห้วยพรมแล้ง และ *Chimarra* sp.3 พบเฉพาะห้วยหญ้าเครือ แล้วที่เหลืออีก 4 ชนิดพบทั้งในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง ตัวอ่อนของ *C. khamuorum* พบว่ามีความผันแปรลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบ่งได้ 2 แบบ คือ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 โดยใช้ลักษณะของขอบด้านหน้าของแผ่นหัวด้านบน และลักษณะของฟันกรามเป็นเกณฑ์ ตัวอ่อนทั้ง 2 แบบเป็นชนิดเด่นในทั้งสองลำห้วยเช่นเดียวกับตัวเต็มวัย ตัวอ่อนชนิดนี้อาศัยอยู่เป็นจำนวนมากในบริเวณที่เศษซากใบไม้ทับถมกัน และมีกระแสน้ำไหลแรง ความลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบสร้างรังอยู่ใต้ก้อนหินขนาดใหญ่ด้วย

ตัวเต็มวัยที่พบในการศึกษาครั้งนี้ทั้ง 5 ชนิดมีรายงานการพบในประเทศไทย โดย *C. akkaroum*, *C. khamuorum* และ *C. pipake* เป็นแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย (Chantaramongkol and Malicky, 1989) ส่วน *C. bimbltona* และ *C. spinifera* มีรายงานการพบครั้งแรกที่หมู่เกาะอันดามัน และสหพันธรัฐพม่า ตามลำดับ (Malicky, 1979; Kimmins, 1957) ตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์ที่ความผันแปร (variation) สูง (Blahnik, 1997) จากการศึกษาครั้งนี้พบความผันแปรทางสัณฐานวิทยาในระยะตัวอ่อน ไม่พบในระยะตัวเต็มวัย

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบตัวเต็มวัยของ *C. akkaorum*, *C. pipake* และ *C. spinifera* ในห้วยพรมแล้ง เนื่องจากมีจำนวนตัวอ่อนน้อย โอกาสการพบตัวเต็มวัยจึงน้อยด้วย จากการพบตัวเต็มวัยในห้วยหญ้าเครือมากกว่า สันนิษฐานว่าตัวเต็มวัยอาจบินมาจากแหล่งน้ำใกล้เคียง หรืออาจบินมาจากห้วยพรมแล้ง เนื่องจากตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำสามารถบินได้ไกล เช่นตัวเต็มวัยของ *Stenopsyche griseipennis* สามารถบินเป็นระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร (Nishimura, 1966) นอกจากนี้อาจเป็นเพราะช่วงเวลาที่ไปเก็บตัวอย่างตรงกับช่วงที่ระยะดักแด้ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย (emerge) ซึ่งเมื่อกลายเป็นตัวเต็มวัยบินขึ้นจากลำธารแล้ว ตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้จะบินขึ้นไปผสมพันธุ์และวางไข่บริเวณต้นน้ำทันที ตัวเต็มวัยจะเลือกผสมพันธุ์และวางไข่ในบริเวณที่มีความปลอดภัยสูงจากทั้งผู้ล่า และความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม จึงเป็นการยากที่จะพบบริเวณดังกล่าวในสภาพธรรมชาติ (Edington and Hildrew, 1995) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้

ไม่พบไข่ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ไม่พบตัวเต็มวัย *C. akkaorum*, *C. pipake* และ *C. spinifera* ที่ห้วยพรมแล้ง

จากการสำรวจความหลากชนิดของตัวเต็มวัยและตัวอ่อนครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานการแพร่กระจายตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในประเทศไทย ตัวเต็มวัยหลายชนิดมีรายงานการแพร่กระจายทางตอนเหนือได้แก่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ (Chantaramongkol and Malicky, 1997; ธรรมวัตร แก้วตาปี, 2543; แตงอ่อน พรหมมิ, 2542) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ อุทยานแห่งชาติภูพาน (ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และคณะ, 2541) ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำป่าสัก (นฤมล แสงประดับ และคณะ, 2542) อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (นฤมล แสงประดับ และ วิโรจน์ หนักแน่น, 2541) รวมทั้งรายงานการแพร่กระจายตัวระยะตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ด้วย (Malicky and Chantaramongkol, 1999) ส่วนระยะตัวอ่อนมีรายงานการพบดังนี้ สวนพฤกษศาสตร์ ภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ (ชิตชล ผลารักษ์, 2538) อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ (สมยศ ศิลาย้อม, 2543) ลำน้ำพองและลำน้ำชี (รัตนา ปานเรียนแสน, 2537; ศุภลักษณ์ ระดมสุข, 2538; Sangprudub *et al.*, 1996) ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำป่าสัก (นฤมล แสงประดับ และคณะ, 2542) อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (นฤมล แสงประดับ และ วิโรจน์ หนักแน่น, 2541) และป่าพรุ จังหวัดภูเก็ต (ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์, 2538)

5.3 การกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มี 2 สกุล คือสกุล *Chimarra* และสกุล *Wormaldia* สามารถกำหนดระยะของตัวอ่อนที่พบในทั้งสองสกุลได้ 5 ระยะ ซึ่งสอดคล้องกับ Merrit and Cummins (1996) ที่พบว่าตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำโดยส่วนใหญ่มีระยะตัวอ่อน 5 ระยะ นอกจากนี้ ศุภลักษณ์ ระดมสุข (2542) และนิศารัตน์ คล้ายทอง (2543) ที่ศึกษาแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae และ Stenopsychidae ตามลำดับ ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง สามารถแบ่งระยะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำได้เป็น 5 ระยะเช่นเดียวกัน

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 โดยส่วนใหญ่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันมาก ไม่สามารถระบุชนิดได้ ลักษณะเด่นของแต่ละชนิดจะปรากฏชัดเจนเมื่อตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะที่ 4 และระยะที่ 5 ยกเว้นตัวอ่อนของ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* และ *Chimarra* sp.1 ที่พบมีตั้งแต่ระยะที่ 3 จนถึงระยะที่ 5 เนื่องจากช่วงที่ตัวอ่อนลอกคราบเปลี่ยนระยะจากตัวอ่อนระยะที่ 3 เป็นตัวอ่อนระยะที่ 4 ปรากฏลักษณะรอยหยักเว้าซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแต่ละชนิดที่ขอบด้านหน้าของ แผ่นหัวด้านบนจางๆ ขึ้น ทำให้สามารถระบุได้ว่าเป็นตัวอ่อนระยะที่ 3 อย่างไรก็ตามจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 3 ที่พบมีจำนวนตัวน้อย เนื่องจากตัวอ่อนไม่ได้ลอกคราบเปลี่ยนระยะพร้อมกัน ส่วน *Chimarra* sp.3 ปรากฏลักษณะเด่นประจำชนิดตั้งแต่ตัวอ่อนระยะที่ 2 จึงสามารถระบุระยะและขนาดความกว้างส่วนหัวได้

ตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 พบเกือบทุกเดือนที่ทำการศึกษา ยกเว้นเดือนธันวาคม 2541 เดือนธันวาคม 2542 และเดือนมกราคม 2543 ที่พบเฉพาะตัวอ่อนระยะที่ 3 เท่านั้น จำนวนตัวอ่อนที่พบในห้วยพรมแล้งมีจำนวน 1,557 ตัว มากกว่าห้วยหญ้าเครือที่พบจำนวน 415 ตัว

ตัวอ่อนของ *C. akkaorum* ระยะที่ 4 และระยะที่ 5 พบเกือบทุกเดือนในช่วงที่ศึกษา ส่วนตัวอ่อนระยะที่ 3 พบในบางเดือน จำนวนตัวอ่อนทั้งหมดพบในห้วยพรมแล้งมีมากกว่าห้วยหญ้าเครือพบ 67 และ 15 ตัว ตามลำดับ ดักแด้พบในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 และเดือนมกราคม 2543 ตัวเต็มวัยพบในเดือนมีนาคม 2542 และเดือนพฤษภาคม 2542 เท่านั้น ทำให้ *C. akkaorum* มีแนวโน้มว่าอาจมีชีวประวัติแบบ 1 รุ่นต่อปี (univoltine) แต่ไม่อาจระบุได้ว่าเริ่มมีตัวอ่อนระยะต้น คือระยะที่ 1-2 ในช่วงใด เพราะไม่สามารถแยกชนิด

จากตัวอ่อนระยะต้นได้ การพบดักแด้น้อยอาจเป็นไปได้ว่าดักแด้มีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยรวดเร็ว ใช้เวลาน้อยกว่า 1 เดือน หรือไม่ทราบแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย (microhabitat) ของระยะนี้ ประกอบกับมีมรสุมเข้าเร็วกว่าทุกปี ทำให้มีฝนตก ตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคม 2542 จนถึงเดือนตุลาคม 2542 และบางเดือน ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ ทำให้พบจำนวนตัวเต็มวัยน้อยมาก

พบระยะตัวอ่อนของ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 จำนวน 3 ระยะ คือระยะที่ 3, 4 และ 5 ตัวอ่อน ดักแด้และตัวเต็มวัยของ *C. khamuorum* ที่พบทั้ง 2 แบบ มีการกระจายรายเดือนเกือบตลอดทั้งปี จึงมีแนวโน้มว่าอาจมีชีวประวัติเป็นแบบ non-seasonal *C. khamuorum* แบบ 1 มีจำนวนตัวรวมมากกว่า *C. khamuorum* แบบ 2 ประมาณ 1.3 เท่า *C. khamuorum* แบบ 1 นี้พบจำนวนตัวมากไม่แตกต่างกันในทั้งสองลำห้วย แต่ *C. khamuorum* แบบ 2 พบที่ห้วยพรมแล้งมากกว่าที่ห้วยหญ้าเครือถึง 24.5 เท่า แต่สำหรับตัวเต็มวัยไม่แตกต่างกัน การศึกษาครั้งผู้วิจัยไม่ได้ทำการศึกษาด้านชีวโมเลกุลจึงไม่สามารถระบุได้ว่าตัวอ่อน *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 นี้มีความแตกต่างกันในด้านพันธุกรรมหรือไม่

ตัวอ่อนของ *Chimarra* sp.1 พบจำนวนตัวอ่อนน้อยที่ห้วยหญ้าเครือพบ 21 ตัว ห้วยพรมแล้งพบเพียง 1 ตัว ส่วน *Chimarra* sp.2 พบจำนวนตัวน้อยโดยพบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้งจำนวน 5 ตัว และ *Chimarra* sp.3 พบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือจำนวน 6 ตัว ทั้ง 3 ชนิดข้างต้นไม่พบระยะดักแด้ จึงไม่สามารถระบุชนิดได้ แต่เมื่อพิจารณาการกระจายรายเดือนของตัวอ่อนแต่ละระยะกับการพบตัวเต็มวัยจากการศึกษาครั้งนี้ คาดว่า *Chimarra* sp.1 อาจจะเป็นระยะตัวอ่อนของ *C. bimbltona* เนื่องจากตัวอ่อนชนิด *Chimarra* sp.1 และตัวเต็มวัยชนิด *C. bimbltona* มีจำนวนตัวมากเป็นอันดับสองรองจาก *C. khamuorum* เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *Chimarra* sp.1 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ซึ่งสอดคล้องกับการพบตัวเต็มวัยของ *C. bimbltona* ในเดือนถัดไปคือเดือนมีนาคม ในขณะที่ *Chimarra* sp.2 อาจจะเป็นระยะตัวอ่อนของ *C. spinifera* เนื่องจากมีจำนวนตัวน้อยเช่นเดียวกัน และพบตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *Chimarra* sp.2 ในเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2542 จำนวน 1, 2 และ 2 ตัวตามลำดับ หลังจากนั้นจึงพบตัวเต็มวัยของ *C. spinifera* ในเดือนมีนาคม 2542 ส่วน *Chimarra* sp.3 อาจจะเป็นระยะตัวอ่อนของ *C. pipake* ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดังกล่าวมีจำนวนน้อยเช่นเดียวกัน และถึงแม้จะไม่พบตัวอ่อนระยะที่ 5 แต่จากการพบตัวอ่อนระยะที่ 4 ในเดือนเมษายน 2542 และพบตัวเต็มวัยของ *C. pipake* ในเดือนพฤษภาคม 2542 จึงมีความเป็นไปได้ที่ตัวอ่อนระยะที่ 4 ที่พบได้พัฒนาเป็นตัวเต็มวัยอย่างรวดเร็วเพื่อบินก่อนที่จะพบกับช่วงเวลาที่มีลมมรสุมเข้า การนำระยะตัวอ่อนและดักแด้มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการมีความสำคัญที่จะทำให้ทราบถึงความเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัย แต่ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ประสบความสำเร็จเพราะไม่สามารถควบคุมปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของตัวอ่อน และดักแด้ได้ เช่น อุณหภูมิ และความเร็วของกระแสน้ำเป็นต้น อย่างไรก็ตามต้องมีการศึกษาเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยจึงจะสามารถระบุชนิดที่แน่ชัดได้

การกระจายรายเดือนของตัวอ่อน *Wormaldia* sp.1 พบตัวอ่อน 3 ระยะจากทั้งหมด 5 ระยะ คือตัวอ่อนระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 ตัวอ่อนระยะที่ 1 พบจำนวนตัวน้อยที่สุด ส่วนตัวอ่อนระยะที่ 3 พบจำนวนตัวมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2543 ไม่สามารถระบุชนิดและชีวประวัติได้ เนื่องพบตัวอ่อนเพียง 3 ระยะ และไม่พบดักแด้และตัวเต็มวัยเลย ตัวอ่อนระยะที่ 1 ของ *Wormaldia* sp.1 ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีขนาดความกว้างส่วนหัวใกล้เคียงกับตัวอ่อนระยะที่ 1 ของ *Wormaldia occipitalis* (Mackereth, 1960 อ้างถึงใน Edington and Hildrew, 1995) ซึ่งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้ยังไม่มีรายงานการพบ

ในประเทศไทย จำนวนตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้พบทั้งหมด 43 ตัว โดยที่ห้วยหญ้าเครือพบจำนวน 36 ตัว มากกว่าห้วยพรมแล้งที่พบจำนวน 7 ตัว

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความกว้างส่วนหัวของตัวอ่อนระยะที่ 5 ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ เรียงลำดับจากชนิดที่มีขนาดใหญ่ไปจนถึงขนาดเล็กได้ดังนี้ *C. akkaorum* > *C. khamuorum* แบบ 2 > *C. khamuorum* แบบ 1 > *Chimarra* sp.1 มีขนาดเฉลี่ย 0.72, 0.69, 0.68, 0.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ

จากการศึกษาการกระจายรายเดือนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae สามารถเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยได้ 2 ชนิดคือ *C. akkaorum* และ *C. khamuorum* ทั้งสองชนิดมีแบบแผนการกระจายรายเดือนเป็นแบบ non-seasonal (Williams and Felmate, 1992) แต่ไม่สามารถระบุชีวประวัติเพราะไม่ทราบแบบแผนที่ชัดเจนว่าตัวอ่อนแต่ละระยะที่เจริญขึ้นมาจะมาจากตัวอ่อนรุ่นเดียวกัน ซึ่งตัวอ่อนที่พบในการศึกษาครั้งนี้อาจมาจากรุ่นที่ต่างกัน ดังนั้นต้องมีการศึกษาว่าตัวอ่อนแต่ละรุ่นใช้ระยะเวลาเท่าใดในการเติบโต จนกระทั่งเจริญเป็นตัวเต็มวัย จึงสามารถระบุได้ว่าตัวอ่อนมีชีวประวัติกี่รุ่นต่อปี ซึ่งการเจริญเติบโตของระยะตัวอ่อนจนถึงตัวเต็มวัยมีทั้งปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ อาหาร และช่วงแสง และปัจจัยภายในได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม กระบวนการทางสรีรวิทยา ที่มีบทบาทสำคัญต่อวงจรชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำและเป็นปัจจัยกำหนดรูปแบบชีวประวัติแบบต่างๆ ด้วย (Resh and Rosenberg, 1984; Williams and Felmate, 1992)

ผลการศึกษาครั้งนี้ต่างจากการศึกษาของผู้วิจัยหลายท่านเช่น Benke and Wallace (1980) ที่ได้ทำการศึกษาชีวประวัติของแมลงหนอนปลอกน้ำ 6 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นตัวอ่อนของวงศ์ Philopotamidae จำนวน 1 ชนิดคือ *Dolophilodes distinctus* ซึ่งมีชีวประวัติที่สรุปไม่ได้ เนื่องจากใน 1 ปี มีการเจริญเติบโตอย่างน้อย 2 ถึง 3 ชั่วรุ่น และมีตัวเต็มวัยบินตลอดทั้งปี ส่วน *Philopotamus montanus* ที่ทำการศึกษาในสหราชอาณาจักรมีวงชีวิตแบบ univoltine (Elliott, 1981 อ้างถึงใน Edington and Hildrew, 1995) นอกจากนี้พบว่า *Wormaldia occipitalis* มีวงชีวิตเป็นแบบ semivoltine (Mackereth, 1960 อ้างถึงใน Edington and Hildrew, 1995) อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบวงจรชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ข้างต้นเป็นคนละชนิดกับการศึกษาครั้ง ดังนั้นการเปรียบเทียบวงจรชีวิตควรเปรียบเทียบกันในกรณีที่ศึกษาชนิดเดียวกัน แต่ต่างสถานที่กัน เพื่อให้เห็นแบบแผนของแต่ละชนิดอย่างชัดเจน

จากการที่ *C. khamuorum* มีชีวประวัติเป็นแบบ non-seasonal สันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากในประเทศเขตร้อนมีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันน้อย ทำให้ตัวเต็มวัยอาจสามารถวางไข่ได้ตลอดปี จึงพบตัวอ่อนหลายระยะในเดือนเดียวกัน และพบตัวเต็มวัยบินตลอดปี ซึ่งแตกต่างจากชีวประวัติของแมลงหนอนปลอกน้ำในเขตอบอุ่น ที่มีสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาลแปรปรวนมาก อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของแมลง รวมทั้งปริมาณและคุณภาพอาหารที่ไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต โดยส่วนมากจึงพบว่าตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำในเขตอบอุ่นมักพักตัวในฤดูหนาว และพัฒนาเป็นตัวอ่อนอย่างรวดเร็วในช่วงฤดูร้อน หลังจากนั้นจึงพัฒนาเป็นดักแด้และบินในช่วงฤดูใบไม้ผลิ (Andersen and Tysse, 1984; Dudgeon, 1988; Zhang, 1996) เห็นได้ว่าอุณหภูมิมีความสำคัญกับการเจริญเติบโตของตัวอ่อน และการบินของตัวเต็มวัยเป็นอย่างมาก (Waringer, 1991)

5.4 แหล่งอาศัยย่อยของตัวอ่อนและดักแด้ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ตั้งแต่ตัวอ่อนระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 3 แต่ละชนิดอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยย่อยเดียวกัน ในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง มีความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร โดยอาศัยอยู่กับเศษซากใบไม้ที่ลอยมาทับถมกันใต้ก้อนหินขนาดใหญ่ หรือสร้างรังติดอยู่ด้านใต้ของ

ก้อนหินขนาดใหญ่ที่มีกระแสน้ำไหลแรงผ่านทางด้านใต้ก้อนหิน บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่พบตัวอ่อนในสภาพปกติไม่อยู่ในช่วงน้ำหลาก สอดคล้องกับรายงานของ Wallace *et al.* (1977) ที่พบรังของตัวอ่อนสกุล *Chimarra* ในบริเวณพื้นอาศัยที่หลากหลาย เช่น ก้อนหินขนาดใหญ่ บางส่วนของพืชที่อยู่ในน้ำ แต่ตัวอ่อนของสกุล *Chimarra* และ *Wormaldia* sp.1 จากการศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อนในบริเวณบางส่วนของพืชที่อยู่ในน้ำ เช่น รากพืช เมื่อช่วงเวลานั้นเป็นช่วงที่มีมรสุมเข้า ฝนตกหนัก ทำให้เกิดภาวะน้ำหลาก

ความเร็วของกระแสน้ำและความลึกมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของตัวอ่อน ตัวอ่อนแต่ละชนิดมีค่าความเร็วกระแสน้ำและความลึกของน้ำในภาคสนามใกล้เคียงกัน เมื่อนำค่าดังกล่าวมาทดสอบกับการพบจำนวนตัวอ่อน พบว่าจำนวนตัวอ่อนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเร็วและความลึกของน้ำ ($r=0.60$, $p=0.03$) และ ($r=0.75$, $p=0.02$) ตามลำดับ กล่าวคือเมื่อความเร็วของกระแสน้ำและความลึกของน้ำเพิ่มมากขึ้นจะพบจำนวนตัวอ่อนมากขึ้น ตัวอ่อนสกุล *Chimarra* อาศัยอยู่บริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ย 0.88 ± 0.44 เมตร/วินาที มีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 7.56 ± 3.91 เซนติเมตร *C. akkaorum* อาศัยอยู่บริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ย 0.97 ± 0.51 เมตร/วินาที มีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 8.48 ± 3.72 เซนติเมตร *C. khamuorum* แบบ 1 อาศัยอยู่บริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ย 0.88 ± 0.49 เมตร/วินาที มีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 7.37 ± 3.77 เซนติเมตร *C. khamuorum* แบบ 2 อาศัยอยู่บริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ย 0.82 ± 0.46 เมตร/วินาที มีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 7.78 ± 3.98 เซนติเมตร ส่วน *Wormaldia* sp.1 อาศัยอยู่บริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ย 0.73 ± 0.34 เมตร/วินาที มีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ± 1.72 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความลึกเฉลี่ยที่น้อยที่สุดในการพบตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้

ลักษณะพื้นลำธาร ความเร็วและความลึกของน้ำมีผลต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อน ในช่วงฤดูฝนมีน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม 2542 ถึงเดือนตุลาคม 2542) กระแสน้ำไหลเร็วและแรง ความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร ในช่วงนี้พบจำนวนตัวอ่อนลดลงอย่างมาก และตัวอ่อนได้เปลี่ยนแหล่งที่อยู่อาศัย ไปอยู่ตามรากพืชน้ำใกล้แห่งอาศัยเดิม และบริเวณรากของพืชบกริมลำห้วยที่มีบางส่วนทอดตัวอยู่ในน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Voelz and Ward (1996) ที่พบว่าเมื่อถึงช่วงฝนตกหนัก น้ำหลากตัวอ่อนจะไปอาศัยยังแหล่งใหม่ที่เหมาะสมและปลอดภัยกว่า ในช่วงภาวะน้ำหลากพบตัวอ่อนในสถานีที่ 2 ของห้วยพรมแล้งมากขึ้น ซึ่งสถานีนี้ประกอบไปด้วยพื้นอาศัยหลากหลายได้แก่ หินขนาดกลาง หินขนาดเล็ก กรวด และทราย พื้นที่อาศัยที่ซับซ้อนดังกล่าวอาจจะช่วยลดแรงปะทะจากกระแสน้ำต่อตัวอ่อนโดยตรงได้ ในขณะที่สถานีอื่นแทบจะไม่พบตัวอ่อนเลย ในห้วยหญ้าเครือเมื่อเข้าสู่ภาวะน้ำหลากจะไม่พบตัวอ่อนในบริเวณเดิมเช่นเดียวกัน แต่พบตัวอ่อนบริเวณรากของพืชน้ำใกล้แหล่งอาศัยเดิม และบริเวณรากของพืชบกริมลำห้วยที่มีบางส่วนทอดตัวอยู่ในน้ำ ตัวอ่อนที่พบในช่วงน้ำหลากนี้มักไม่พบอาศัยอยู่ในรัง คาดว่ารังของตัวอ่อนได้ถูกทำลายไปกับกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยว หรือไม่ก็ไม่สามารถอาศัยอยู่ในรังได้เนื่องจากรังและเส้นใยที่ตัวอ่อนสร้างมีตะกอนดินที่ถูกชะล้างมากับกระแสน้ำเข้าไปอุดตัน ขัดขวางการกรองอาหารด้วยรังของตัวอ่อน นอกจากนี้ตัวอ่อนยังได้รับปริมาณออกซิเจนน้อยลงเพราะเมื่อรังถูกอุดตันด้วยตะกอนดิน ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านรังจึงลดลงตามไปด้วย คาดว่าตัวอ่อนจะปล่อยตัวล่องลอยไปตามกระแสน้ำ (drift) ไปยังบริเวณที่เหมาะสมกว่า เมื่อเข้าสู่สภาวะปกติจึงพบจำนวนตัวอ่อนกลับเข้ามาอาศัยในแหล่งอาศัยเดิมมากขึ้น (Wallace *et al.*, 1977) สอดคล้องกับการศึกษาของนฤมล แสงประดับ และ วิโรจน์ หนักแน่น (2541) ที่พบว่าตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีความชุกชุมลดลงในช่วงฤดูฝน เนื่องจากภาวะน้ำหลากทำให้แหล่งอาศัยมีสภาพไม่เหมาะสม ตัวอ่อนจึงปล่อยตัวล่องลอยไปตามกระแสน้ำไปอยู่ในบริเวณที่เหมาะสมกว่า เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูหนาวคือช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม สภาพลำธารเป็นปกติ ระดับน้ำลดลง ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำจึงมีจำนวนมากขึ้น จำนวนชนิดและ

ความหนาแน่นจะลดลงเล็กน้อยในช่วงปลายฤดูแล้งคือเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน เนื่องจากเป็นช่วงที่สัตว์กลายเป็นตัวเต็มวัยบินไปจากลำธาร

ลักษณะรังดักแด้ของตัวอ่อนสกุล *Chimarra* 2 ชนิดคือ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ 1) รังดักแด้ประกอบด้วยเศษไม้ เศษใบไม้เชื่อมติดโดยรอบรัง และ 2) รังดักแด้ประกอบด้วยเศษไม้ เศษใบไม้ และวัสดุอื่นได้แก่ กรวด ทราย เปลือกหอยสองฝา เมล็ดพืช แผ่นแข็งหุ้มส่วนอกของแมลงหนอนปลอกน้ำเชื่อมติดด้านข้างรัง ลักษณะรังที่พบส่วนใหญ่เป็นรังดักแด้แบบที่ 1 โดย *C. akkaorum* พบร้อยละ 2.5 *C. khamuorum* แบบ 1 พบร้อยละ 37.5 ส่วน *C. khamuorum* แบบ 2 พบร้อยละ 43.75 รังดักแด้แบบที่ 2 ไม่พบเลยใน *C. akkaorum* และพบจำนวนน้อยใน *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ร้อยละ 7.5 และ 8.75 ตามลำดับ รังดักแด้ที่พบมักอยู่ในบริเวณที่ปลอดภัย โดยยึดติดอยู่กับเศษซากใบไม้ที่ทับถมกันบริเวณกระแสน้ำที่ไหลแรง เช่นเดียวกับบริเวณที่พบตัวอ่อน จากการที่ดักแด้มีวัสดุต่างๆ มาเชื่อมติดโดยรอบรัง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทนทาน ต่อการถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอก เช่น กระแสน้ำ รวมทั้งผู้ล่า (Slack, 1936; Cummins, 1973)

5.5 อาหารและลักษณะตาข่ายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae

จากการวิเคราะห์ทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของแมลงหนอนปลอกน้ำ 2 ชนิดคือ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบว่าส่วนใหญ่ตัวอ่อนทั้งสองชนิดบริโภคเศษซากอินทรีย์สารมากที่สุด รองลงมาคือสาหร่าย สาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 5 ส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอม และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นแต่พบจำนวนน้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ Williams *et al.* (1993) ที่พบว่าไดอะตอมและเศษซากอินทรีย์เป็นประเภทของอาหารที่พบเด่นในทางเดินอาหารของ Philopotamid 2 ชนิดคือ *Philopotamus montanus* และ *Wormaldia occipitalis* สาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 5 พบทั้งสิ้น 23 สกุล ได้แก่ ไดอะตอม 20 สกุล และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้น 3 สกุล *C. akkaorum* บริโภคไดอะตอมคิดเป็นร้อยละ 98.85 และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นถูกบริโภคคิดเป็นร้อยละ 1.15 *C. khamuorum* แบบ 1 บริโภค ไดอะตอมคิดเป็นร้อยละ 99.70 และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นถูกบริโภคคิดเป็นร้อยละ 0.30 *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคไดอะตอมคิดเป็นร้อยละ 99.90 และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นถูกบริโภค คิดเป็นร้อยละ 0.10 ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนทั้งสองชนิดคือ *Cymbella* sp., *Diploneis* sp., *Epithemia* sp., *Gomphonema* sp และ *Navicula* sp. สอดคล้องกับคมคณิต วรไพบูลย์ (2540) ที่สำรวจความหลากหลายของสาหร่ายในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบไดอะตอมส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Navicula*, *Fragilaria* และ *Cymbella* เป็นชนิดที่เด่นในลำห้วยพรมแล้ง และพบไดอะตอมมากกว่าสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ ฉันทนา ลาไม้ (2541) ที่พบว่าไดอะตอมเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิที่มีจำนวนเซลล์และจำนวนชนิดมากที่สุด

ไดอะตอมที่พบมากในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum* และ *C. khamuorum* 4 อันดับแรกคือ *Navicula* sp., *Gomphonema* sp., *Cymbella* sp. และ *Diploneis* sp. ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Satija and Satija (1960) ศึกษาทางเดินอาหารของ *Wormaldia occipitalis* ในแม่น้ำ Blyth สหราชอาณาจักร พบว่าตัวอ่อนบริโภคเศษซากอินทรีย์มากที่สุด และพบไดอะตอมสกุล *Navicula* จำนวนมากที่สุด

ทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ พบว่าตัวอ่อนทั้ง 10 ตัว ที่สุ่มเลือกจากตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาบริโภคเศษซากอินทรียสารมากที่สุด รองลงมาคือสาหร่ายเช่นเดียวกัน

สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอม และสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้น *Navicula* sp. เป็นไดอะตอมที่พบจำนวนเซลล์มากที่สุด สอดคล้องกับ Satija and Satija (1960) รองลงมาคือ *Gomphonema* sp. และพบว่าตัวอ่อนบริโภคไดอะตอมมีขนาดความยาวใกล้เคียงกันในสกุลเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Voelz and Ward (1996) ที่พบว่าตัวอ่อนแต่ละระยะของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดเดียวกันส่วนใหญ่มักบริโภคอาหารมีขนาดใกล้เคียงกัน

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้จัดเป็นพวกได้อาหารมาโดยการกรอง (net-filter feeders) (Wallace *et al.*, 1977) ตัวอ่อนสร้างรังด้วยเส้นไหมที่ปั่นออกมาจากริมฝีปากล่าง รังที่สร้างมีลักษณะคล้ายถุงกาแฟหันด้านปากทวนกระแสน้ำ ลักษณะตาข่ายของตัวอ่อนระยะที่ 5 ที่พบใน *C. akkaorum* มีรูปร่างเป็นเส้นไหมพาดทับกันไปมาหลายชั้นไม่เป็นระเบียบ ส่วน *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 มีรูปร่างของตาข่ายคล้ายกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็กจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบแตกต่างกันเฉพาะขนาดของช่องตาข่ายเท่านั้น *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 มีขนาดความกว้างและความยาวของช่องตาข่ายเท่ากับ 0.60x3.75 และ 0.77x4.25 ไมโครเมตร ตามลำดับ ขนาดช่องตาข่ายของตัวอ่อนระยะที่ 5 ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีขนาดเล็กกว่าขนาดช่องตาข่ายตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *Dolophilodes distinctus* (ความกว้าง 1.75 ความยาวเท่ากับ 5.55 ไมโครเมตร) (Wallace and Malas, 1976a) Williams and Hynes (1973) รายงานว่าตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Chimarra* สร้างรังที่มีรูปแบบแตกต่างกัน โดยตัวอ่อนชนิดเดียวกันจะสร้างรังที่มีโครงสร้างและรูปแบบเหมือนกัน แต่ตัวอ่อนต่างชนิดกันโครงสร้างของรังไม่เหมือนกัน

เมื่อพิจารณาจากภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าขนาดช่องตาข่ายของตัวอ่อนระยะที่ 5 *C. akkaorum* มีขนาดใหญ่กว่าช่องตาข่ายของ *C. khamuorum* สอดคล้องกับขนาดของตัวอ่อนเนื่องจาก *C. akkaorum* มีขนาดใหญ่กว่า *C. khamuorum* ขนาดช่องตาข่ายที่ต่างกันพบว่ามีความสัมพันธ์กับการบริโภคอาหารของตัวอ่อน (Wallace, 1974) ตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum* บริโภคจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของไดอะตอมแตกต่างจาก *C. khamuorum* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{2,29}$=6.148, p=0.006 และ $F_{2,29}$=13.679, p=0.000) โดย *C. akkaorum* เลือกบริโภคไดอะตอมสกุลเดียวกันแต่มีขนาดใหญ่กว่าไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของ *C. khamuorum* (ยกเว้นไดอะตอม *Cymbella* sp. ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน) และไดอะตอมสกุลที่พบเฉพาะในทางเดินอาหารของ *C. akkaorum* ล้วนมีขนาดใหญ่กว่าไดอะตอมสกุลอื่นๆ ที่ *C. khamuorum* ทั้ง 2 แบบบริโภค นอกจากนี้ยังพบไดอะตอมสกุล *Achnanthes* ซึ่งเป็นไดอะตอมขนาดเล็กที่สุดในทางเดินอาหารของตัวอ่อน *C. khamuorum* เท่านั้น

ผลการทดสอบจำนวนสกุลและจำนวนเซลล์ของไดอะตอมที่ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าไดอะตอมสกุลเดียวกันที่ *C. khamuorum* แบบ 1 บริโภคส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าที่พบในทางเดินอาหารของ *C. khamuorum* แบบ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องจาก *C. khamuorum* แบบ 1 มีขนาดตัวอ่อนเล็กกว่า *C. khamuorum* แบบ 2 ทำให้ช่องตาข่ายกรองอาหารได้อนุภาคขนาดเล็กกว่า

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae จะมีแหล่งอาศัยย่อยอยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยไม่แบ่งแยกในเชิงที่อยู่อาศัย (habitat partitioning) แต่จากการวิเคราะห์ทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. akkaorum* และ *C. khamuorum* พบว่าอาหารที่ตัวอ่อนบริโภคมีความสัมพันธ์กับขนาดตาข่ายของรัง แสดงให้เห็นว่าตัวอ่อนสามารถอยู่ร่วมกันได้โดยการแบ่งแยกในเชิงของการบริโภคอาหาร (diet partitioning)

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

1. จากการสำรวจความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 พบตัวเต็มวัยทั้งสิ้น 1 สกุล 5 ชนิด ห้วยหญ้าเครือมีความหลากชนิดมากกว่าห้วยพรมแล้ง ที่ห้วยหญ้าเครือพบ 1 สกุล 5 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum* Chantaramongkol and Malicky, 1989, *C. bimbltona* Malicky, 1979, *C. khamuorum* Chantaramongkol and Malicky, 1989, *C. pipake* Malicky and Chantaramongkol, 1993 และ *C. spinifera* Kimmins, 1957 ส่วนที่ห้วยพรมแล้งพบ 1 สกุล 2 ชนิด คือ *Chimarra bimbltona* และ *C. khamuorum*

2. ระยะดักแด้พบเพียง 2 ชนิด คือ *C. akkaorum* และ *C. khamuorum* โดยพบระยะดักแด้ของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *C. akkaorum* เฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง ส่วน *C. khamuorum* พบระยะดักแด้ในทั้งสองลำห้วย

3. พบระยะตัวอ่อนทั้งหมด 2 สกุล 6 ชนิด คือ *Chimarra akkaorum*, *C. khamuorum*, *Chimarra* sp.1, *Chimarra* sp.2, *Chimarra* sp.3 และ *Wormaldia* sp.1 ทุกชนิดพบทั้งในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง ยกเว้น *Chimarra* sp.2 พบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้ง และ *Chimarra* sp.3 พบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือ และพบว่าตัวอ่อน *C. khamuorum* มีความผันแปรทางสัณฐานวิทยาแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2

4. จำนวนตัวอ่อนสกุล *Chimarra* และ *C. akkaorum* พบในห้วยพรมแล้งมากกว่าห้วยหญ้าเครือ ตัวอ่อนสกุล *Chimarra* พบจำนวน 1,557 และ 415 ตัว ตัวอ่อนของ *C. akkaorum* พบ 67 ตัว และ 15 ตัว ตามลำดับ ส่วน *C. khamuorum* มีจำนวนตัวอ่อนมากในทั้งสองลำห้วย โดยที่ *C. khamuorum* แบบ 1 มีจำนวนตัวรวมมากกว่า *C. khamuorum* แบบ 2 ประมาณ 1.3 เท่า *C. khamuorum* แบบ 1 นี้พบจำนวนตัวมากไม่แตกต่างกันในทั้งสองลำห้วย แต่ *C. khamuorum* แบบ 2 พบที่ห้วยพรมแล้งมากกว่าที่ห้วยหญ้าเครือถึง 24.5 เท่า ตัวอ่อนของ *Chimarra* sp.1 พบจำนวนตัวอ่อนน้อยที่ห้วยหญ้าเครือพบ 21 ตัว ห้วยพรมแล้งพบเพียง 1 ตัว ส่วน *Chimarra* sp.2 พบจำนวนตัวน้อยโดยพบเฉพาะที่ห้วยพรมแล้งจำนวน 5 ตัว และ *Chimarra* sp.3 พบเฉพาะที่ห้วยหญ้าเครือจำนวน 6 ตัว

5. สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระยะตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัยได้ 2 ชนิด คือ *C. akkaorum* และ *C. khamuorum* ตัวอ่อนจำนวน 4 ชนิดที่เหลือไม่สามารถระบุชนิดได้เนื่องจากไม่พบระยะดักแด้ และไม่ประสบความสำเร็จการเลี้ยงตัวอ่อนในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยวิธีการเลี้ยงตัวอ่อนในห้องปฏิบัติการ เพื่อสร้างลำธารเทียมที่มีสภาพแวดล้อมและปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตให้ใกล้เคียงสภาพแวดล้อมจริงมากที่สุด

6. ศึกษาชีวประวัติได้ 2 ชนิด ทั้งสองชนิดมีระยะตัวอ่อน 5 ระยะ *C. akkaorum* มีชีวประวัติเป็นแบบ univoltine ส่วน *C. khamuorum* มีชีวประวัติเป็นแบบ non-seasonal

7. ระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของ *C. khamuorum* เป็นชนิดที่พบเด่นทั้งในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

8. รังดักแด้ของตัวอ่อนสกุล *Chiamrra* และตัวอ่อนทุกชนิดพบอาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณเดียวกัน จำนวนตัวอ่อนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วของกระแสน้ำ ($r=0.60$, $p=0.03$) และความลึกของน้ำ ($r=0.75$, $p=0.02$) เนื่องจากรังของตัวอ่อนมีความบอบบาง เสียหายง่าย สามารถอาศัยอยู่ในช่วงความเร็วและ

ความลึกของน้ำจำกัด หากความเร็วกระแสน้ำและความลึกของน้ำเปลี่ยนแปลงไปไม่เหมาะสม จำนวนตัวและจำนวนชนิดของแมลงน้ำชนิดนี้จะลดลงอย่างมาก ดังนั้นการพัฒนาลำห้วยเพื่อการท่องเที่ยวและกิจกรรมต่าง ๆ ของนักท่องเที่ยว ควรมีการวางแผนให้มีผลกระทบต่อชุมชนของแมลงหนอนปลอกน้ำกลุ่มนี้น้อยที่สุด และควรสร้างความเข้าใจและช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของส่วนรวม โดยหลีกเลี่ยงการเหยียบย่ำบนพื้นลำธาร การพลิก การย้ายที่ก้อนหิน การสร้างสิ่งกีดขวางเพื่อเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำ เป็นต้น

9. รังดักแด้ของตัวอ่อนสกุล *Chiamrra* สร้างรังด้วยวัสดุที่หลากหลายแบ่งได้เป็น 2 แบบ *C. akkaorum* พบเฉพาะรังที่สร้างด้วยเศษไม้ และเศษใบไม้เชื่อมติดโดยรอบรัง ส่วน *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 สร้างรังดักแด้โดยใช้เศษไม้ เศษใบไม้เป็นวัสดุหลักในการสร้างรังดักแด้ นอกจากนี้ยังมีวัสดุอื่นที่ตัวอ่อนนำมาเป็นส่วนประกอบของรังได้แก่ กรวด ทราย เปลือกของหอยสองฝา เมล็ดพืช และแผ่นแข็งที่หุ้มส่วนอกของแมลงหนอนปลอกน้ำ

10. *C. akkaorum* มีรูปร่างตาข่ายของตัวอ่อนระยะที่ 5 เป็นเส้นไหมที่พาดทับกันไปมาหลายชั้นไม่เป็นระเบียบ ไม่สามารถระบุขนาดที่แน่นอนของช่องตาข่ายได้ ตัวอ่อนระยะที่ 5 ของ *C. khamuorum* มีรูปร่างของตาข่ายสานกันคล้ายไม้ระแนงอย่างเป็นระเบียบ *C. khamuorum* แบบ 1 มีขนาดความกว้างและความยาวของช่องตาข่ายเท่ากับ 0.60X3.75 ไมโครเมตร และ *C. khamuorum* แบบ 2 มีขนาดความกว้างและความยาวของช่องตาข่ายเท่ากับ 0.77X4.25 ไมโครเมตร

11. อาหารส่วนใหญ่ที่พบในทางเดินอาหารตัวอ่อนระยะที่ 5 ของแมลงหนอนปลอกน้ำ *C. akkaorum*, *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. khamuorum* แบบ 2 ในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำ คือ ซากอินทรีย์สาร และสาหร่าย ตามลำดับ แต่ *C. akkaorum* บริโภคสาหร่ายน้อยกว่า *C. khamuorum* ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนทั้งสองชนิดคือ *Cymbella* sp., *Diploneis* sp., *Epithemia* sp., *Gomphonema* sp. และ *Navicula* sp. *C. khamuorum* แบบ 2 บริโภคจำนวนไดอะตอมมากที่สุด รองลงมาคือ *C. khamuorum* แบบ 1 และ *C. akkaorum* ตามลำดับ

12. การวิเคราะห์ทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำระยะที่ 3 สกุล *Wormaldia* sp.1 ในห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาตินำหนาว อาหารส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ ซากอินทรีย์สาร และสาหร่ายตามลำดับ ไดอะตอมที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนจำนวนทั้ง 10 ตัว คือ *Gomphonema* sp. และ *Navicula* sp.

เอกสารอ้างอิง

คมคณิต วรไพบูลย์. (2540). ***การสำรวจสาหร่ายในลำห้วยสองแห่งของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.*** โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จันดา วงศ์สมบัติ. (2541). ***ผลกระทบจากการถางป่าริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด.*** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดวงดาว สุวรรณรังษี. (2529). ***อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.*** กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.

แตงอ่อน พรหมมิ. (2542). ***ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่.*** รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การประชุมวิชาการประจำปีโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 3. สงขลา. กรุงเทพฯ: Work Press Printing.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และคณะ. (2541). ***การศึกษาความหลากหลายทางสัตววิทยาในแหล่งอุทยานแห่งชาติภูพาน.*** รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 3. สงขลา. กรุงเทพฯ: Work Press Printing.

ธรรมวัตร แก้วตาปี. (2543). ***การศึกษาความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำที่สัมพันธ์กับถิ่นที่อยู่แบบต่าง ๆ โดยใช้กับดักอีเมอร์เจนซ์.*** รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การประชุมวิชาการประจำปีโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 4. พิษณุโลก. กรุงเทพฯ: Work Press Printing.

ฉันทนา ลาไม้. (2541). ***ความสัมพันธ์ระหว่างหอยชม (Brotia sp.) กับชุมชนของเพอริไฟตอนในแหล่งน้ำไหล.*** โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชิตชล ผลารักษ์. (2538). ***การศึกษาเปรียบเทียบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทเบนธอสในห้วยช่างเคี่ยนและห้วยหนองหอย จังหวัดเชียงใหม่.*** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นฤมล แสงประดับ & วิโรจน์ หนักแน่น. (2541). การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ***วารสารวิจัย มช.*** 3 (1), 1-15.

_____, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชุติมา หาญจวณิช, อาษา อาษาไชย & ประยุทธ์ อุดรพิมาย . (2542). ***การศึกษาการกระจายตัวแมลงกลุ่ม Ephemeroptera Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.*** รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 3. สงขลา. กรุงเทพฯ: Work Press Printing.

นิศารัตน์ คล้ายทอง. (2543). ***ชีววิทยาของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด Stenopsyche siamensis (Insecta: Trichoptera).*** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นันทนา คชเสนี. (2536). ***คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด.*** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญเสฐียร บุญสูง. (2541). *ผลของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด*. โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2540). *ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Stenopsychidae ในบริเวณลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว*. โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

___. (2544). *ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Lepoceridae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพบูลย์ เกตวงษา. (2544). *ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาว (Mayflies: Ephemeroptera) ในลำธาร 3 สาย เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มนตรี อินทรสังขนาวิน. (2537). *การสำรวจแมลงน้ำบริเวณน้ำตกต่าง ๆ ของจังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย*. โครงงานทางชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รัตนา ปานเรียนแสน. (2537). *การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพอง*. โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2539). *แพลงตอนก์พืช*. ภาควิชาชีววิทยาการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไลลักษณ์ ไชยปะ. (2540). *ความหลากวงศ์ของตัวเต็มวัยในอันดับ Coleoptera, Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera ในสองลำธารของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว*. โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริจิตร์ เขจรสัตย์. (2542). *การศึกษาเบื้องต้นความผิดปกติระยะตัวอ่อนของหนอนแดง (Diptera: Chironomidae) จากลำน้ำพอง*. โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริพร แซ่เฮง. (2540). *ความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในลำห้วยหญ้าเครือ และลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว*. โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภลักษณ์ ระดมสุข. (2538). *การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณน้ำตกเพ็ญพบใหม่และน้ำตกวังกวาง อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย*. โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

____. (2542). *ความหลากชนิดของแมลงหนอนลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae บริเวณห้วย พรมแล้ง และห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์. (2538). การสำรวจแมลงบริเวณป่าพรุของจังหวัดภูเก็ต. *วารสารสงขลานครินทร์*. 17 (3), 299-311.

สุจิตรตรา ไทยทำนัส. (2538). *การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์*. ชีเนียร์โปรเจค ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมจิตร์ สมพงษ์. (2541). *ความหลากหลายและชีววิทยาแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด Limnocentropus spp. จากลำธารน้ำที่ความสูงสองระดับในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมยศ สิลาย้อม. (2543). *ความหลากหลายและการกระจายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เสน่ห์ จิตต์กลาง. (2543). *ความหลากชนิดของแมลงริ้นดำ (Diptera: Simuliidae) ในลำห้วยพรมแล้งและลำห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.* โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อลงกรณ์ ผาผง. (2539). *การทดสอบการให้ค่าคะแนนแก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เพื่อติดตามคุณภาพน้ำ.* โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อิสระ ธานี. (2537). *การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในห้วยหญ้าเครืออุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์.* โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิยาลัยขอนแก่น

_____. (2542). *การศึกษาวงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด Ugandatrichia maliwan และคุณภาพน้ำที่ลำธารน้ำตกแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์.* รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 3. สงขลา. กรุงเทพฯ: Work Press Printing.

Andersen, T. & Tysse, A. (1984). The Life Cycle of *Halesus radiatus* (Curtis, 1834) (Trichoptera, Limnephilidae) in a West Norwegian Lowland Stream. ***Fauna norv. Ser.*** **38**, 81-87.

Banks, N. (1937). Philippine Neuropteroids. ***The Philippine Journal of Science.*** **63** (2), 168-172.

_____. (1940). Report on Certain Groups of Neuropteroid Insects from Szechuan. ***Proceedings of the United States National Museum.*** **88**, 209-213.

Bellinger, E. G. (1992). ***A Key to Common Algae: Freshwater, Estuarine and Some Coastal Species.*** 4th ed. London: The Institution of Water and Environmental Management.

Benke, A. C. & Wallace, J. B. (1980). Trophic Basis of Production Among Net-Spinning Caddisflies in a Southern Appalachian Stream. ***Ecology.*** **61** (1), 108-118.

Blahnik, R. J. & Holzenthal, R. W. (1992). New Species of *Chimarra* Subgenus *Chimarra* Stephens from Costa Rica (Trichoptera: Philopotamidae). ***Proc. Entomol. Soc. Wash.*** **94** (4), 409-438.

_____. (1997). Systematics of *Chimarrita*, a new subgenus of *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae). ***Systematics Entomology.*** **22**, 199-243.

Brown, A. & Brown, K. (1984). Distribution of Insects within Riffles of Streams. ***Freshwater Invertebrate Biology.*** **3** (1), 2-11.

Cereghino, J. A., Cooling, D. A. & Bournaud, M. (1997). Life histories and distribution of Brithish Trichoptera, excluding Hydropsychidae, Rhyacophilidae, Limnephilidae and Brachycentridae in Orige river, France. ***Hydrobiologia.*** **112**, 93-104.

Chantaramongkol, P. & Malicky, H. (1989). Some *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae) from Thailand (Studies on Caddisflies from Thailand, No.2). ***Aquatic Insects.*** 11 (4), 223-240.

_____. (1997). Trichoptera from Doi Suthep-Pui National Park, Northern Thailand. ***Proceeding of the 8th International Symposium of Trichoptera.*** Ohio Biological Survey, Columbus. 65-67.

Cox, E. J. (1996). Identification of Chinese Caddisflies (Trichoptera). ***Acta Entomologica Sinica.*** 7 (4), 381-383.

Cummins, K. W. (1973). Trophic Relation of Aquatic Insects. ***Ann. Rev. Ecol Syst.*** 18, 183-206.

Dudgeon, D. (1988). Flight Periods of Aquatic Insects from a Hong Kong Forest Stream I. Macronematinae (Hydropsychidae) and Stenopsychidae (Trichoptera). ***Aquatic Insects.*** 10 (2), 61-68

Edington, J. M. (1968). Habitat Preferences in Net-Spinning Caddis Larvae with Special Reference to the Influence of Water Velocity. ***Journal of Animal Ecology.*** 37, 675-692.

_____. & Hildrew, A. G. (1995). ***Caseless Caddis Larvae of the British Isles.*** England: Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 53.

Edward, R. Mayer, J. & Findlay, S. (1990). The Relative Contribution of Benthic and Suspended Bacteria to System Biomass, Production, and Metabolism in a Low-Gradient Blackwater River. ***Journal of the North American Benthological Society.*** 9 (3), 216-228.

Elliott, J. M. (1968). The Life Histories and Drifting of Trichoptera in a Dartmoor Stream. ***Animal Ecology.*** 34, 615-625.

Harrison, T. (1932). Entomological Results from the Sarawak. ***The Sarawak Museum Journal Vol.VI No.5.*** 34, 376-411.

Hendricks, A. C., Willis, L. D. & Synder, C. (1995). Impact of Flooding on the Densities of Selected Aquatic Insects. ***Hydrobiologia.*** 299 (3), 241-247.

Kimmins, D. E. (1955). Entomological Results from the Swedish Expedition 1934 to Burma and British India. ***ARKIV FOR ZOOLOGI Band 9 nr 2.*** pp. 67-92.

_____. (1957). Entomological Results from the Swedish Expedition 1934 to Burma and British India. ***ARKIV FOR ZOOLOGI Band II nr 6.*** pp. 53-75.

_____. (1964). Trichoptera of Nepal. ***Bulletin of the British Museum Entomology.*** 15 (2), 33-55.

Lehmkuhl, M. (1979). ***How to known the Aquatic Insects.*** U.S.A.: Wm. C. Brown Company Publishers.

Malas, D. & Wallace, J. B. (1997). Strategies for Coexistence in Three Species of Net-Spinning Caddisflies (Trichoptera) in Second-order Southern Appalachian Streams. ***Can. J. Zool.*** 55, 257-264.

Malicky, H. (1979). Neue Kocherfliegen (Trichoptera) von den Andamanen-inseln. ***Entomologen.*** 30, 97-81.

_____. (1989). Kocherfliegen (Trichoptera) von Sumatra und Nias: Die Gattungen Chimarra (Philopotamidae) und Marilia (Odontoceridae), mit Nachtragen zu Rhyacophila (Rhyacophilodae). ***Bulletin de la Societe Entomologique Suisse.*** 62, 131-143.

Malicky, H. (1993a). Neue Asiatische Kocherfliegen (Trichoptera: Philopotamidae, Polycentropodidae, Pschomyidae, Ecnomidae, Hydropsychidae, Leptoceridae). ***Linzer biol. Beitr.*** 25 (2), 1099-1136.

_____. (1993b). Neue Asiatische Kocherfliegen (Trichoptera: Rhyacophilidae, Philopotamidae, Ecnomidae und Polycentropodidae). ***Entomologisch Berichte Luzern.*** 29, 78-81.

_____. (1995). Neue Kocherfliegen (Trichoptera, Insecta) aus Vietnam. ***Linzer biol. Beitr.*** 27 (2), 851-885.

_____. (1997). ***A Preliminary Picture Atlas for the Identification Literature Paper.*** Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

Malicky, H. & Chantaramongkol, P. (1993). Neue Trichoptera aus Thailand, Teil I. ***Linzer biologische Beitrage.*** 25, 1137-1187.

_____. (1998). Trichoptera from Doi Suthep-Pui National Park, Northern Thailand. ***Proceeding of the 8th International Symposium on Trichoptera.*** U.S.A.: Minesota.

_____. (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.

Martynov, A. B. (1935). Trichoptera from the Indian Museum. ***Records of the Indian Museum.*** 37 (2), 93-209.

May, W. (1990). Neue Kocherfliegen von den Philippen (Trichoptera). ***Opusc. Zool.Flumin.*** 57, 1-19.

_____. (1993). Beschreibung von vier neuen Kocherfligen aus Nord-China (Trichoptera, Annulipalpia). ***Dtsch. Ent. Z.*** 40 (2), 333-340.

_____. (1995a). Bearbeitung einer Kleinen Kollektion von Kocherfligen aus Vietnam (Trichoptera). ***Entomologische Zeitschrift.*** 105 (11), 208-218.

_____. (1995b). Beitrag Zur Keuntnis der Kocherfliegenfauna der Philippinen (Trichoptera). ***Dtsch. Ent. Z.*** 42 (1), 191-209.

McCafferty, W. P. (1981). ***Aquatic Entomology.*** U.S.A.: Jones and Bartlett Publisher Inc. Portola Vallay.

McLachlan, R. (1865). Description of New or Little-Know Genera and Species of Exotic Trichoptera. ***The transactions of the Entomological.*** 5, 140

Merrit, R. W. & Cummins, K. W. (1996). ***An Introduction to the Aquatic Insects of North America.*** 3rd ed. U.S.A: Kandall/Hunt Publishing Company, Iowa.

Rajchapakdee, M. (1992). ***Benthic Invertebrates Relative to Altitude and Water Quality in Streams on Doi Suthep.*** Master's Thesis in Science, Graduate School, Chiang Mai University.

Mosely, M. E. (1942). Chinese Trichoptera. ***The Transactions of the Royal Entomological Society of London.*** 92 (2), 357

Neboiss, A. (1994). A Review of the Genus *Paranyctiophylax tsuda* from Sulawesi, Papua New Guinea and Northern Australia (Trichoptera: Polycentropodidae). ***Memoirs of the Museum of Victoria.*** 54, 191-205.

Nishimura, N. (1966). Ecological Studies on the Net-Spinning Caddisfly, *Stenopsyche griseipennis* Mclachlan (Trichoptera: Stenopsychidae) 1. Life History and Habit. ***Mushi.*** 39 (9), 103-114.

Otto, C. (1982). Behavioural and Physiological Adaptations to a Variable Habitat in Two Species of Case-Making Caddis Larvae Using Different Food. ***OIKOS.*** 41, 188-194.

Precott, G. W. (1954). ***How to Know the Freshwater Algae.*** U.S.A: WM. C. Brown Company Publishers. Iowa.

Resh, V. H. & Rosenberg, D. M. (1984). ***The Ecology of Aquatic Insects.*** U.S.A.: Praeger Publishers.

Rosenberg, M. D. & Resh, H. V. (1993). ***Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrate.*** U.S.A: Chapmann&Hall, Inc.

Sangpradub, N. (1993). ***The Ecology of Caddis Larvae (Trichoptera) in a Freshwater Stream, Southern Ireland.*** Ph. D. Thesis, University of Ireland, Ireland.

_____., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. & Inmuong, U. (1996). ***A Correlation Study between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand.*** A Research Report Part 1.

Satija, R. C. & Satija, G. R. (1960). Food in Relation to Mouth-Parts and Alimentary Canal of *Wormaldia occipitalis* Pictet (Philopotamidae) Larvae. ***Research Bulletin of the Panjab University.*** 10 (11), 169-178.

Sattler, W. (1962). Uber einen Fall von Hygropetrischer Lebensweise einer Philopotamidae (Chimarrha, Trichoptera) aus dem Brasilianischen Amazonasgebiet. ***Arch. Hydrobiol.*** 58, 125-135.

Schmid, F. (1960). Trichoptera du Pakistan. ***Tijdschrift voor Entomologie.*** 103, 98-109.

Slack, H. D. (1936). The Food of Caddis Fly (Trichoptera) Larvae. ***Journal of Animal Ecology.*** 51, 105-115.

Steinman, A. D. & MacIntire, C. D. (1986). Effects of Current Velocity and Light Energy on the Structure Periphyton Assemblages in Laboratory Streams. ***Journal Phycology.*** 22, 352-361.

Ulmer, G. (1930). Trichoptera von den Philippen und von den Sunda-Inseln. ***Treubia.*** 9, 375-376.

_____. (1957). Kocherfliegen (Trichoptera) von den Sunda-Inseln Teil III Larvaen und Puppen der Annulipalpia, unter Beruchsichtigung ver Wandter for men und deren Literatur aus anderen Faurengebieten. ***Arch. Fur. Hydrobiol. Suppl. XXIII.*** 2 (4), 100-470.

Voelz, N. J. & Ward, J. V. 1996. Microdistributions, Food Resources and Feeding Habits of Filter-Feeding Trichoptera in the Upper Colorado River. ***Arch. Hydrobiol.*** 137 (3), 325-348.

Wallace, J. B, Webster, J. R. & Woodall, W. R. (1977). The Role of Filter Feeders in Flowing Waters. ***Arch. Hydrobiol.***79 (4), 506-532.

Wallace, J. B. (1974). Food Partitioning in Net-Spinning Trichoptera Larvae: *Hydropsyche venularis* Banks. *Cheumatopsyche etrona* Ross and *Macronema zebratum* Hagen (Hydropsychidae). ***Ann. Entomol. Soc. Am.*** 68, 463-472.

_____. (1975). The Larval Retreat and Food of Arctopsyche: with Phylogenetic Notes on Feeding Adaptations in Hydropsychidae Larvae (Trichoptera). ***Ann. Entomol. Soc. Am.*** 68, 167-173.

_____. (1977). A Revised key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. ***Scient. Publs. Freshwat. Biol. Ass.*** 51, 1-237.

Wallace, J. B. & Malas, D. (1976a). The Fine Structure of Capture Nets of Larval Philopotamidae (Trichoptera) with Special Emphasis on *Dolophilodes distinctus*. ***Canadian Journal of Zoology.*** 54, 1788-1802.

_____. (1976b). The Significance of the Elongate, Rectangular Mesh Found in Capture Nets of Fine Particle Filter Feeding Trichoptera Larvae. ***Arch. Hydrobiol.*** 77, 12-205.

_____. (1977). Filter-Feeding Ecology of Aquatic Insects. ***Ann. Rev. Ent.*** 25, 103-132.

Waringer, J. A. (1991). Phenology and the Influence of Meteorological Parameters on the Catching Success of Light-Trapping for Trichoptera. ***Freshwater Biology.*** 275 (2), 307-319.

Watanasit, S. (1996). Aquatic Insects in Streams in Southern Provinces of Thailand. ***Sonklanakarin Journal of Science and Technology.*** 18 (4), 385-396.

_____. (1999). Seasonal Changes in Aquatic Insect Communities of Freshwater Streams in Southern Thailand. ***Sonklanakarin Journal of Science and Technology.*** 21 (2), 141-153.

Whang, H. (1957). Description of Chinese Caddisflies (Trichoptera). ***The Transactions of the Royal Entomological Society of Londom.*** 92 (2), 357

Wiggins, G. B. (1996). ***Larvae of the North America Caddisfly Genera (Trichoptera).*** 2nd ed. England: University of Toronto Press, Toronto Buffalo London.

Williams, D. D., Cromer, G. L. & Williams, N. E. (1993). Structure of the Trichoptera Assemblage in a Welsh Mountain Stream: Can Temporal/Spatial Separations and Food Partitioning Account for High Diversity. ***In Proc. 7th Int. Symp. Trichoptera. 1992.*** 197-205. Backhuys. Leiden.

_____. & Felmate, B. W. (1992). ***Aquatic Insects.*** UK.: Redwood Press Ltd.

Williams, N. E. & Hynes, H. B. N. (1973). Microdistribution and Feeding of the Net-Spinning Caddisflies (Trichoptera) of a Canadian Stream. ***OIKOS.*** 24 (1), 73-83.

Zar, J. H. (1977). ***Biostatistical Analysis.*** U.S.A.: Prentice Hall. New Jersey.

Zhang, Y. P. (1996). Life History of *Hydatophylax intermedius* (Trichoptera, Limnephilidae) in Hokkaido, Northern Japan. ***Aquatic Insects.*** 18 (4), 223-231.

ภาคผนวก

Association of Larvae and Adults of Philopotamidae (Trichoptera) in Yakruea and Phromlaeng Streams of Nam Nao National Park, Thailand.

CHAIYAPA W., SANGPRADUB N., HANJAVANIT C. Department of Biology, Faculty of Science, Khonkaen University, Khonkaen 40002, Thailand

This study aims to associate larvae and adult stages of Philopotamidae (Trichoptera) from Yakruea and Phromlaeng streams of Nam Nao National Park, Thailand. Qualitative samplings of larvae and pupae were conducted monthly from January to June 1999. Adults were collected by light trapping (Black light 20 W). *Chimarra akkaorum* and *C. khamuorum* were successful in association larvae and adults.

ประวัติผู้เขียน

นางสาววิไลลักษณ์ ไชยปะ เกิดวันที่ 25 มกราคม 2519 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2541 และศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2542 ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT 541072)

การเสนอผลงานทางวิชาการ

1. เสนอโปสเตอร์ งานวิจัยเรื่องความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาตินำหนาว ในการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 2-4 ปี 2541-2543
2. เสนอโปสเตอร์ งานวิจัยเรื่อง Association of Larvae and Adult of Philopotamidae (Trichoptera) in Yakruae and Phromlaeng Streams of Nam Nao National Park, Thailand. ในการประชุม The 1st Joint Meeting and Symposium of Aquatic Entomologists' Societies in East Asia (AESEA Meeting) ที่ประเทศเกาหลี ปี 2543