การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมินสถานภาพระบบนิเวศและคุณภาพน้ำจากลำธารในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

อาทิตย์ นันทขว้าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2544

Eco 42

- 4 มิ.ย. 2545

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

การใช้ประโยชน์ทางการท่องเที่ยวของแหล่งน้ำพุร้อนดังนี้ประเมินสภาพระบบนิเวศและคุณภาพน้ำจากกิจการในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

อาทิตย์ นันทชาง

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2544

การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมินสภาพระบบนิเวศและคุณภาพน้ำจากลำธารในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

อาทิตย์ นันทขว้าง

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2544

การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมินสภาพระบบนิเวศและคุณภาพน้ำจากลำธารในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

อาทิตย์ นันทขว้าง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
อาจารย์ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล

.....กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริทธิ์ สีตะสุวรรณ

.....กรรมการ
อาจารย์ ดร. ชิตชล ผลารักษ์

12 ตุลาคม 2544

© ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่กรุณาช่วยประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้ ทั้งให้คำแนะนำ เสนอแนวทางการทำงาน ตลอดจนช่วยตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์เรื่องนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริทธิ์ สีตะสุวรรณ และ อาจารย์ ดร. ชิตชล ผลารักษ์ ที่กรุณารับเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนช่วยให้คำแนะนำ ข้อชี้แนะในการแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการปรสิตวิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ช่วยเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการถ่ายภาพใต้กล้องจุลทรรศน์

ขอขอบคุณ คุณเดชา ทาปัญญา และ คุณรัฐพล พรประสิทธิ์ ที่เอื้อเฟื้อช่วยเหลือ และร่วมเหน็ดเหนื่อยในงานภาคสนามตั้งแต่เริ่มแรกจนเสร็จสิ้นการทำงาน

ขอขอบคุณ คุณพงษ์ศักดิ์ เหล่าดี คุณเพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ ที่ช่วยแนะนำการวิเคราะห์และแปรผลทางสถิติ ตลอดจนสมาชิกห้องปฏิบัติการแมลงน้ำและสมาชิกห้องปฏิบัติการสาหร่าย ประยุกต์ที่ช่วยเอื้อเฟื้อเครื่องมือภาคสนามและเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มรกต สุกโชติรัตน์ และ อาจารย์ J.F. Maxwell ที่ช่วยตรวจและแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้ถูกต้อง

ขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาภาควิชาชีววิทยา ที่ช่วยเป็นกำลังใจในการทำงาน และเป็นเพื่อนคุยเวลามีปัญหาทุกข์ใจ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT 544004)

ท้ายที่สุดขอกราบแทบเท้า คุณพ่อ สนั่น คุณแม่ วันเพ็ญ นันทขว้าง ตลอดจนญาติมิตรหลายๆ ท่าน ที่เป็นกำลังใจ และคอยสนับสนุนข้าพเจ้ามาโดยตลอด ระลึกถึง ปู่ ย่า ตา ยาย ที่ล่วงลับ และไม่ทันเห็นหลานประสบผลสำเร็จ อันประโยชน์ใดที่ได้จากวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ขอมอบเป็นกุศลผลบุญแก่บรรดาญาติผู้ล่วงลับให้เสวยสุขอยู่บนสรวงสวรรค์ตลอดไป

อาทิตย์ นันทขว้าง

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมินสภาพระบบนิเวศและคุณภาพน้ำจากลำธารในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์
ชื่อผู้เขียน	นาย อาทิตย์ นันทขว้าง
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาชีววิทยา
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล ประธานกรรมการ ผศ. ดร. นริทธิ์ สีตะสุวรรณ กรรมการ อาจารย์ ดร. ชิตชล ผลารักษ์ กรรมการ

บทคัดย่อ

แมลงน้ำเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ช่วยให้เกิดกระบวนการบำบัดตนเองของลำธารตามธรรมชาติ เมื่อมีการปนเปื้อนของสารอาหาร โดยทำหน้าที่เป็นผู้บริโภคและเปลี่ยนรูปสารอาหารในลำธารไปเป็นพลังงานในสายใยอาหาร เมื่อแบ่งแมลงน้ำตามลักษณะการกินอาหารและนำมาเทียบสัดส่วนของปริมาณที่พบจะสามารถบ่งบอกสภาพบางประการของระบบนิเวศลำธาร จากการศึกษาในลำธาร 3 สาย ได้แก่ แม่กลาง ห้วยแก้ว และ ผาลาด พบแมลงน้ำทั้งหมด 79 วงศ์ใน 9 อันดับ ลำธารทุกสายมีความเป็น heterotrophic รูปสารอาหารส่วนใหญ่เป็น fine particulate organic matter (FPOM) รูปแบบของ FPOM พบทั้งที่เป็นตะกอนที่แขวนลอยกับตะกอนบริเวณพื้นลำธาร ความคงทนของพื้นผิวลำธารค่อนข้างสูง – ปานกลาง ปริมาณผู้ล่าในลำธารของอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย สูงกว่าในลำธารของอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ลำธารที่อยู่ใกล้หรือไหลผ่านชุมชน แหล่งท่องเที่ยว และพื้นที่การเกษตรจะมีปริมาณและและความหลากหลายของกลุ่มแมลงต่ำกว่าลำธารที่ยังไม่ถูกรบกวน การเปลี่ยนแปลงของฤดูมีผลต่อปริมาณของประเภทการกินของแมลง จากการทดสอบทางสถิติโดยคำนวณจากตัวแปรทางชีวภาพ กายภาพ และเคมี สามารถแบ่งจุดเก็บตัวอย่างได้ 3 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับระดับความสูง และรูปแบบการใช้กิจกรรม ของพื้นที่ ค่าอุณหภูมิน้ำ ค่าความขุ่น และความเร็วของกระแสน้ำ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแมลงในวงศ์ Hydropsychidae,

Heptageniidae และ Nymphomyiidae ($P < 0.05$) ค่า DO มีความสัมพันธ์ทางบวกกับแมลงในวงศ์ Baetidae, Corduliidae และ Tanyderidae ค่า total dissolved solid (TDS) และ conductivity มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ammonia, nitrate และ phosphate ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ภายในกลุ่ม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

Thesis Title	Aquatic Insect Functional Feeding Groups as Indicators of Stream Ecosystem Attributes and Water Qualities in Doi Suthep-Pui and Doi Inthanon National Parks
Author	Mr. Artit Nuntakwang
M.S.	Biology

Examining Committee	Dr. Porntip Chantaramongkol	Chairperson
	Asst. Prof. Dr. Narit Sitasuwan	Member
	Dr. Chitchol Phalaraksh	Member

Abstract

When streams are polluted, part of self-purification is accomplished by aquatic insects. As consumers, aquatic insects change and transfer organic matter into energy in stream food web. The ratio of aquatic insects feeding groups can be used to indicate some properties of stream ecosystem quality. This work was conducted from July 2000 to June 2001. In this study, 79 families in 9 orders of aquatic insects were found in 3 streams: Mae Klang (Doi Inthanon), Huay Kaew and Palad (both Doi Suthep-Pui). All of the streams were heterotrophic where the food type was fine particulate organic matter (FPOM), in the form of suspended particulates and benthic. Substrate stability was high to medium. The number of predators in Mae Klang stream were higher than those in the other two streams. It was found that feeding groups of aquatic insects were different at each study sites. Streams running near or through inhabited areas, tourist spots, and agricultural areas had low quantity and less diversity of feeding groups than undisturbed streams. Seasonal change affected the quantity of feeding groups. From statistical tests of physical, chemical and biological parameters, the study sites could be divided into 3 groups

which correlated with elevation and pattern of human activities in the area. Water temperature, turbidity, and water velocity positively correlated with the insects families Hydropsychidae, Heptageniidae and Nymphomyiidae ($P < 0.05$). Dissolved oxygen positively correlated with families Baetidae, Corduliidae and Tanyderidae ($P < 0.05$). Total dissolved solid significantly correlated with conductivity ($P<0.01$). Ammonia, nitrate and phosphate did not significantly correlate within group ($P>0.05$) but were significantly different ($P<0.05$) at each study site.

สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญ	ช
สารบาญตาราง	ฌ
สารบาญภาพประกอบ	ญ
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	7
บทที่ 4 ผลการวิจัย	20
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	68
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	73
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	78
ประวัติผู้วิจัย	108

สารบาญตาราง

ตาราง	หน้า
1. การจัดจำแนกบทบาทการกินของกลุ่มแมลงน้ำตามความสัมพันธ์กับประเภทของอาหารที่แมลงกิน	26
2. การใช้บทบาทการกินเป็นดัชนีบ่งบอกสภาพระบบนิเวศบางประการของลำธาร	27
3. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์	28
4. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 2	29
5. ลำธารแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์	
6. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์	30
7. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารห้วยแก้ว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย	31
8. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารห้วยแก้ว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย	32
9. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารห้วยแก้ว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย	33
10. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารผาลาด อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย	34
11. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารผาลาด อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย	35
12. การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารผาลาด อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย	36
13. การแบ่งประเภทแมลงน้ำที่สำรวจพบตามบทบาทการกิน	37
14. ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ตรวจวัดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วง เดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	40

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
1	แผนที่แสดงลำธารและจุดศึกษาในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์	12
2	จุดศึกษาที่ 1 บริเวณน้ำตกศิริภูมิที่ระดับความสูง 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	13
3	จุดศึกษาที่ 2 บริเวณด้านล่างน้ำตกศิริภูมิที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	13
4	จุดศึกษาที่ 3 บริเวณห้วยสบแอบที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	14
5	แผนที่แสดงลำธารและจุดศึกษาในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย	15
6	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณน้ำตกมณฑาธาร) ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	16
7	จุดศึกษาที่ 2 ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณด้านล่างน้ำตกมณฑาธาร)ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	16
8	จุดศึกษาที่ 3 ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณข้างสวนสัตว์เชียงใหม่)ที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	17
9	จุดศึกษาที่ 1 ลำธารผาลาด ที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	17
10	จุดศึกษาที่ 2 ลำธารผาลาด(บริเวณน้ำตกผาลาด)ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	18
11	แสดงจุดศึกษาที่ 3 ลำธารผาลาด (บริเวณด้านล้างวัดผาลาด)ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	18
12	แสดงประเภทอาหารที่แมลงกิน	19
13	กราฟ total dissolved solid (TDS) ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	44
14	กราฟ conductivity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	44
15	กราฟ air temperature ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	45

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
16	กราฟ water temperature ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	45
17	กราฟ phosphate ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	46
18	กราฟ nitrate ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	46
19	กราฟ ammonia ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	47
20	กราฟ sulfate ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	47
21	กราฟ turbidity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	48
22	กราฟ dissolved oxygen ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	48
23	กราฟ biochemical oxygen demand ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	49
24	กราฟ alkalinity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	49
25	กราฟ pH ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	50
26	กราฟ velocity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	50
27	กราฟ discharge ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	51
28	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารแม่กลาง ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	52

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
29	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ลำธารแม่กลาง ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	52
30	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ลำธารแม่กลาง ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	53
31	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารห้วยแก้ว ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	53
32	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ลำธารห้วยแก้ว ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	54
33	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ลำธารห้วยแก้ว ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	54
34	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารผาลาด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	55
35	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ลำธารผาลาด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	55
36	กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ลำธารผาลาด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544	56
37	กราฟการจัดกลุ่มความเหมือนของจุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้แมลงน้ำ	56
38	กราฟความสัมพันธ์ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆ กับจุดเก็บตัวอย่าง	56
39	กราฟความสัมพันธ์ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆ กับคุณภาพน้ำ	57
40	กราฟสัดส่วนแมลงกลุ่มต่างๆ ที่จุดศึกษาต่างๆ	58
41	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มชีปะขาว	64
42	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มแมลงเกาะหิน	64
43	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มหนอนปลอกน้ำ	65
44	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มมวนน้ำ	65
45	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มด้วงน้ำ	66

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
46	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มแมลงปอและแมลงปอเข็ม	66
47	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มหนอนริ้น ยุง และแมลงวัน	67
48	กราฟสัดส่วนของแมลงกลุ่มหนอนผีเสื้อและแมลงดอปสัน	67

บทที่ 1

บทนำและวัตถุประสงค์

ลำธารธรรมชาติมีกลไกในการสร้างแหล่งอาหารเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน 2 แบบ ได้แก่ autotrophic และ heterotrophic ระบบดังกล่าวอาศัยสิ่งมีชีวิตในลำธารเป็นผู้เปลี่ยนและถ่ายทอดพลังงานไปตามลำดับห่วงโซ่อาหาร ถ้าพิจารณาจากบทบาทการกินของแมลงน้ำซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ถ่ายทอดพลังงานสามารถแบ่งกลุ่มตามอาหารและวิธีการกินได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ scraper, shredder, filterer, gatherer และ predator โดยสัดส่วนของแมลงกลุ่มต่างๆ สามารถบ่งบอกสภาพบางประการของระบบนิเวศลำธาร เช่น ความเป็น autotrophic และ heterotrophic ของลำธาร, ปริมาณ fine particulate organic matter (FPOM): อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตรและใหญ่กว่า 0.5 ไมโครเมตร และ coarse particulate organic matter (CPOM): อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ที่ร่วงลงในลำธาร พืชน้ำ รากไม้ สาหร่ายขนาดใหญ่ ฯลฯ ในลำธาร รูปแบบของ FPOM ในน้ำ ความคงทนของพื้นผิวลำธารและความสมดุลย์ของผู้ล่ากับเหยื่อในลำธาร การจัดกลุ่มแมลงน้ำจะอาศัยวิธี gut analysis ประกอบกับข้อมูลในหนังสือที่ใช้จำแนกแมลง เช่น McCaferty(1981), Wiggins(1996), Merrit and Cummins(1978) และ Dudgeon(1999) เพื่อตรวจดูชนิดอาหารที่แมลงกิน การใช้บทบาทการกินเป็นทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแมลงน้ำนอกเหนือจากการศึกษาทางด้านอื่นๆ เช่น ความหลากหลาย, การใช้เป็นดัชนีชีวภาพเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำซึ่งมีข้อจำกัดในการศึกษาเนื่องจากสามารถจำแนกถึงแค่ระดับวงศ์ (ยกเว้นในกลุ่มตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำที่สามารถจำแนกได้ถึงระดับชนิด) ดังนั้นการศึกษาบทบาทการกินของแมลงน้ำควบคู่ไปกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำจึงเหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องชี้วัดสภาพลำธาร เพราะปัจจุบันมีการใช้ที่ดินในพื้นที่ราบสูงเพิ่มมากขึ้น อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยและดอยอินทนนท์เป็นตัวอย่างหนึ่ง ที่พื้นที่ป่ามีการถูกรบกวนทั้งจากภัยธรรมชาติและมนุษย์ เช่น การเข้าไปใช้พื้นที่ในด้านต่างๆ โดยขาดการจัดการและการตรวจสอบที่เหมาะสม ทำให้มีปัญหาการปนเปื้อนของลำธารส่งผลต่อประชากรสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำและผู้ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ดังนั้นจุดประสงค์งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษากลไกการหมุนเวียนสารอาหารในลำธารของแต่ละฤดูในรอบปีโดยดูจากบทบาทการกินของแมลงน้ำ โดยคาดว่าผลที่ได้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการสภาพระบบนิเวศลำธารและศึกษาผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ ต่อลำธารในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และดอยอินทนนท์

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ใช้การกินอาหารของแมลงน้ำในการประเมินสภาพระบบนิเวศลำธาร
2. เพื่อศึกษากลไกการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของลำธารในรอบปี
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างลำธารที่ถูกรบกวนตามธรรมชาติ (natural disturbance)และลำธารที่ถูกรบกวนจากมนุษย์ (anthropogenic disturbance)

บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

<u>สถานที่ศึกษา</u>

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ประมาณ 262.50 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 164,062.50 ไร่ จากเชิงดอยถึงยอดดอยมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 350-1,680 เมตร โดยยอดดอยสุเทพสูง 1,601 เมตร และยอดดอยปุยสูง 1,685 เมตร สภาพพื้นที่ปกคลุมไปด้วยป่าทึบ ในเขตภูเขาที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 1,000 เมตรขึ้นไปจะเป็นป่าดิบเขาและป่าสน ส่วนที่ระดับความสูงต่ำลงมาจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ป่าเบญจพรรณ(ป่าผสมผลัดใบ)และป่าเต็งรัง(ป่าไม่ผลัดใบ) (อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย: การจัดการและการอนุรักษ์, 2537) ดอยสุเทพ-ปุยเป็นต้นกำเนิดของห้วยหรือลำธารหลายสาย เนื่องจากมีภูมิสัณฐานคล้ายโดม จึงมีรูปแบบทางน้ำเป็นแบบรัศมี โดยมีห้วยต่างๆไหลรอบดอย ได้แก่ ห้วยแม่สาน้อย ห้วยแม่สาใน ห้วยแม่เย็น ห้วยตึงเฒ่า ห้วยชะเยือง ห้วยแม่หยวก ห้วยช่างเผือก ห้วยแก้ว ห้วยกู่ขาว ห้วยผาลาด ห้วยอุโมงค์ ห้วยแม่นาปาน ห้วยปงน้อย ห้วยทราย ห้วยตาเห็น ห้วยเหียะหลวง ห้วยแม่เหียะหลวงและห้วยแม่ตืด ในแนวลำห้วยหลายสายเกิดเป็นน้ำตก เช่น น้ำตกแม่สา น้ำตกห้วยแก้ว น้ำตกภูมิพล น้ำตกปางเห็นน้อย น้ำตกผาเงิบ น้ำตกมณฑาธาร น้ำตกดอยสุเทพและน้ำตกศรีสังวาลย์ (นิวัติ, 2531)

อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ มีแนวเขาสลับซับซ้อนและเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาถนนธงชัยที่ทอดตัวตามแนวทิศเหนือใต้ ทอดตัวลงมาจากเทือกเขาหิมาลัย ในประเทศเนปาล ยอดดอยมีระดับความสูง 2,565 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ประเภทป่าแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือป่าผลัดใบ ซึ่งแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภท คือ ป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ ลักษณะเป็นป่าโปร่งมีทั้งป่าเบญจพรรณล้วนๆ และที่ขึ้นในแนวต่อป่าเต็งรังอยู่กระจัดกระจายเช่นที่ กม. 8-17 ถนนจอมทอง-ดอยอินทนนท์ และที่บริเวณน้ำตกแม่ยะ พันธุ์ไม้ที่สำคัญได้แก่ ไม้สัก ส้าน ประดู่ ฯลฯ ป่าเต็ง ป่าแพะ ป่าโคก ป่าเปลี่ยนสี สามารถพบได้ในระดับพื้นที่ๆสูงไม่เกิน 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ไม้ที่สำคัญได้แก่ ไม้เต็ง รัง พลวง เหียง ป่าประเภทที่ 2 คือป่าไม่ผลัดใบ ซึ่งประกอบไปด้วย ป่าดงดิบ ป่าดิบชื้น พบเห็นได้ในส่วนที่อยู่ในหุบเขาหรือลำห้วยใหญ่ที่มีน้ำไหลหลอดปี เช่น ห้วยแม่กลาง ห้วยแม่หอย ลักษณะเป็นป่ารกทึบ พันธุ์ไม้มีขึ้นมากมาย เช่น ไม้ตระกูลตะเคียน กะบาก มะไฟ ตะเคียนซันตาแมว และพันธุ์ไม้พุ่ม เช่น ต้นปาล์ม หวาย ฯลฯ ป่าดิบเขา ปรากฏในระดับความสูงเกิน 1,200 เมตรเหนือระดับทะเล จะพบเห็นตั้งแต่ กม. 24-48 จอมทอง-อินทนนท์ พันธุ์ไม้สำคัญได้แก่ ไม้ก่อหลายชนิด มณฑาดอย สารภีดง จำปีป่า กุหลาบพันปี ฯลฯ (ที่มา: เอกสารประกอบการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์)

งานศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มแมลงน้ำในต่างประเทศมีการศึกษาในหลายๆด้าน ทั้งในด้านความหลากหลายและการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแมลงน้ำ ดังเช่นงานของ Campbell *et al.* (1998) ได้ศึกษาเรื่องอาหารและแบบแผนการดำรงชีวิตของแมลงน้ำในลำธารเขตป่ายูคาลิปตัสในทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศออสเตรเลีย โดยศึกษา Mayfly (family Leptophlebiidae), Stonefly (family Gripopterygidae) และ Caddisfly (family Leptoceridae) พบว่าอาหารในธรรมชาติมีผลอย่างมากต่อแบบแผนการดำรงชีวิตและการพัฒนาของแมลงน้ำในลำธาร Hauer and Lamberti (1996) กล่าวถึงงานของ Merritt and Cummins ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการใช้บทบาทการกินอาหารของตัวอ่อนแมลงน้ำในการติดตาม ตรวจสอบและประเมินสภาพระบบนิเวศของลำธารใน Allegheny Natural Forest ประเทศ Pennsylvania โดยอาศัยการคำนวนอัตราส่วนของบทบาทการกินของแมลงทั้งจากการนับจำนวนและจากการทำมวลชีวภาพ พบว่าลำธารที่ศึกษามีลักษณะที่เป็น heterotrophic อาศัยอินทรีย์สารจากนอกลำธาร ในฤดูร้อนแมลงจะรับอาหารที่ได้มาจากนอกลำธาร เช่น เศษใบไม้ แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae จะเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของ fine particulate organic matter (FPOM) พื้นผิวลำธารซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำมีความคงทนสูง และอัตราส่วนของผู้ล่ากับเหยื่อมีความสมดุลย์ ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับแมลงน้ำในประเทศไทย เริ่มมีการศึกษามากขึ้นโดยพบว่ามีการศึกษาในสถานที่ต่างๆ ในแต่ละภาค ดังงานของ Watanasit (1996) ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของแมลงน้ำในภาคใต้และความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับจำนวนแมลงของแต่ละกลุ่ม พบแมลง 9 อันดับ 53 วงศ์ พบว่า ความเร็วกระแสน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแมลงทุกวงศ์ของทุกอันดับ อุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงลบกับแมลงทุกอันดับ ในการศึกษาระดับอันดับพบว่าแมลงอันดับ Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera และ Diptera มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วกระแสน้ำ แมลงอันดับ Trichoptera มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ ส่วนแมลงอันดับ Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera และ Collembola ไม่มีความสัมพันธ์กับทุกปัจจัยทางกายภาพ นฤมล (2542) ศึกษาการกระจายของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2541 - พฤษภาคม 2542 พบตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของ Ephemeroptera 10 วงศ์ 23 สกุล 25 ชนิด และ Trichoptera 19 วงศ์ 39 สกุล 88 ชนิด ส่วน Plecoptera พบเฉพาะระยะตัวอ่อนจำนวน 4 วงศ์ ในเขตภาคเหนือได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับแมลงน้ำมากพอสมควร โดยเฉพาะในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ดังงานของ สมจิตร์ (2541) ศึกษาความหลากหลายและชีววิทยาแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus* spp. จากลำธารน้ำที่ความสูงสองระดับได้แก่ ห้วยสบแอบที่ระดับความสูง 600 เมตร และห้วยทรายเหลืองที่ระดับความสูง 1,200 เมตร ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ พบว่าการเจริญของตัวอ่อนแมลงของสองลำธารมีความแตกต่างกัน

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำของห้วยสบแอบเป็นชนิด *L. hysbald* พบในเดือนธันวาคม-มิถุนายน ระยะดักแด้และตัวเต็มวัยพบในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ส่วนห้วยทรายเหลืองเป็นชนิด *L. auratus* ตัวอ่อนพบในเดือนพฤศจิกายน-เมษายนระยะดักแด้พบในเดือนมีนาคม-เมษายนและตัวเต็มวัยพบในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม จากการผ่าทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus* spp. พบชิ้นตัวอ่อนแมลงน้ำจึงสรุปได้ว่าตัวอ่อน *Limnocentropus* spp. เป็น predator วงชีวิตเป็นแบบ univoltine อิสระ (2541) ได้ศึกษาวงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Ugandatrichia maliwan* และคุณภาพน้ำที่ลำธารน้ำแม่กลางในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ พบว่า *U. maliwan* มีวงชีวิตเป็นแบบ non-seasonal อาหารของตัวอ่อนได้แก่ detritus, green algae และ diatom ความหลากหลายของชนิดตัวเต็มวัยพบ 15 วงศ์ 55 ชนิด วงศ์ที่เด่นได้แก่ Hydropsychidae, Philopotamidae และ Psychomyiidae ตามลำดับ วงศ์ Hydropsychidae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำและความเร็วกระแสน้ำ วงศ์ Odontoceridae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ ต่อมา สมยศ (2543) ศึกษาความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจากลำธาร 3 สาย ที่ระดับความสูงแตกต่างกันบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ 15 วงศ์ มีการกระจายตัวขึ้นกับชนิดของถิ่นที่อยู่ โดยวงศ์ที่อยู่บริเวณน้ำไหลเชี่ยว ได้แก่ Brachycentridae วงศ์ที่เด่นในบริเวณที่น้ำไหลเอื่อย ได้แก่ Ecnomidae วงศ์ที่เด่นในบริเวณที่มีการสะสมของซากพืช ได้แก่ Molannidae และยังพบอีกว่า Philopotamidae msp.8.1a มีความสัมพันธ์ทางลบกับ ความกว้างของลำธาร ความเร็วกระแสน้ำ และความขุ่นใสของน้ำ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าความเป็นด่างของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ การศึกษาวงชีวิตของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดเดียวกันแต่ที่อยู่ต่างกัน พบว่าจะมีวงชีวิตไม่เหมือนกัน แดงอ่อน (2542) ได้ทำการศึกษาตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบแมลงหนอนปลอกน้ำรวม 18 วงศ์ 153 ชนิด จากการเปรียบเทียบลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปีกับลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วง พบว่าลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปีมีความหลากหลายของชนิดและจำนวนตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำมากกว่าลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วง จากทั้งหมด 18 วงศ์ มี 6 วงศ์ที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด คือ Philopotamidae และ Hydropsychidae รองลงมาได้แก่ Polycentropodidae, Lepidostomatidae, Rhyacophilidae และ Psychomiidae จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยกับคุณภาพน้ำ พบว่าแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Odontoceridae และ Polycentropodidae สัมพันธ์กับค่า BOD, ค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ, อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ และไนเตรท-ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ วัลยลิกา (2542) ศึกษาการใช้กลุ่มแมลงน้ำตัดสินคุณภาพน้ำจากลำธารบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยในช่วงเดือนกันยายน

2542 ถึง พฤศจิกายน 2543 ที่ระดับความสูง 950, 800, 700, 650 และ 550 เมตรเหนือระดับทะเล พบแมลงน้ำ 9 อันดับ 62 วงศ์ จากการหาค่า % correspondence พบว่าที่ระดับความสูง 650-700 เมตรเหนือระดับทะเลมีความหลากหลายของแมลงน้ำสูงที่สุด และ ระดับความสูง ฤดูกาลและการใช้ที่ดิน มีผลต่อกลุ่มแมลงน้ำและคุณภาพน้ำในลำธาร การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้กลุ่มแมลงน้ำเป็นดัชนีมีความสอดคล้องกับคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและเคมี ส่วนการศึกษาการกินของแมลงในประเทศไทยยังมีผู้ศึกษาไม่มากนัก นอกจากนี้การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีควบคู่กับการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำก็สามารถบอกได้ว่าสัตว์กลุ่มใดสามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพได้และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาใช้ประกอบการจำแนกแมลงถึงระดับชนิดได้ ที่สำคัญสามารถนำไปใช้ติดตามตรวจสอบสภาพระบบนิเวศน้ำไหลในระยะยาวได้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

อุปกรณ์ศึกษาภาคสนาม

1. ตาข่ายเก็บตัวอย่างแมลง (pond net)
2. ขวดเก็บตัวอย่าง (vial)
3. กระดาษเลเบล (label paper)
4. ถาดหรือกะละมัง (tray)
5. คีมสำหรับคีบแมลง (forcep)
6. ถุงพลาสติกใส (plastic bag)
7. ถังน้ำแข็งสำหรับแช่ตัวอย่าง (cooler and ice)
8. ขวดบีโอดี (BOD bottle)
9. แผ่นพาราฟิลม์ (para-film)
10. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
11. เครื่องวัดอุณหภูมิ (thermometer)
12. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) และ ผลรวมของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS meter)
13. เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (velocity meter)

อุปกรณ์ศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1. ปิเปตขนาด 1 ml. และ 5 ml.
2. กล้องสเตอริโอ (stereo microscope)
3. กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (compound microscope)
4. จานแก้ว (petri dish)
5. กระจกสไลด์พร้อมแผ่นปิด(slide and cover slip)
6. เครื่องวัดสารอาหาร spectrophotometer DR2000
7. ชุดไตเตรท DO, BOD และ alkalinity
8. เข็มเขี่ยแมลง
9. คู่มือจำแนกแมลง
10. กล้องถ่ายรูปและฟิลม์

วิธีการทดลอง

1. <u>พื้นที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง</u>

- ทำการสำรวจและกำหนดจุดศึกษาและทำการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำและน้ำลำธารใน 2 พื้นที่ ได้แก่ เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ 1 ลำธาร และอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย 2 ลำธาร โดยแบ่งจุดศึกษาและเก็บตัวอย่าง ลำธารละ 3 จุด รวมทั้งสิ้น 9 จุดศึกษา

<u>อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์</u>

<u>จุดที่ 1</u> ลำธารแม่กลาง(บริเวณน้ำตกสิริภูมิ) ที่ระดับความสูง 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 32' N 98° 31' E) สภาพพื้นที่เป็นป่าที่อยู่ใกล้กับชุมชนชาวเขา มีต้นไม้ขึ้นปกคลุมแต่ไม่หนาแน่นมาก ริมฝั่งมีกอหญ้าขึ้นบ้างประปราย มีรากไม้ยื่นลงไปในลำธาร พื้นลำธารมีทั้งส่วนที่เป็นโขดหิน ก้อนกรวด ดินเลน และ พื้นทราย มีบริเวณที่เป็นแอ่งซึ่งมีเศษซากกิ่งไม้ ใบไม้สะสมอยู่ มีการผันน้ำจากลำธารเพื่อนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภค และการเกษตร และมีการปรับสภาพพื้นที่ให้เป็นสวนป่าเพื่อใช้เป็นที่พักผ่อนของนักท่องเที่ยว

<u>จุดที่ 2</u> ลำธารแม่กลาง(ด้านล่างของน้ำตกสิริภูมิ) ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 32' N 98° 31' E) สภาพพื้นที่เป็นลำธารที่อยู่ติดกับพื้นที่เพาะปลูกและเป็นลำธารที่ไหลผ่านแปลงเกษตรทุกแปลงของชาวเขา มีต้นไม้ขึ้นปกคลุมปานกลาง ริมฝั่งมีกอหญ้าขึ้นบ้างประปราย มีรากไม้ยื่นลงไปในลำธาร พื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นโขดหินขนาดใหญ่ และก้อนกรวด มีกระแสน้ำไหลแรงตลอดปี ปริมาณใบไม้ที่ร่วงลงในลำธารมีน้อย

<u>จุดที่ 3</u> ลำธารแม่กลาง(บริเวณห้วยสบแอบ) ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 31' N 98° 39' E) สภาพพื้นที่เป็นป่าเปิด มีต้นไม้ขึ้นหนาแน่นริมฝั่งแต่ชั้นเรือนยอดไม่ได้แผ่ขยายมาปกคลุมลำธาร ริมฝั่งมีกอหญ้าขึ้นบ้างประปราย พื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นแผ่นหิน โขดหินน้อยใหญ่ ก้อนกรวดและทราย มีบริเวณที่เป็นตะกอนเลนและมีเศษใบไม้ กิ่งไม้สะสมอยู่บ้างเล็กน้อย

<u>อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย</u>

<u>จุดที่ 1</u> ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณน้ำตกมณฑาธาร) ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 49' N 98° 55' E) สภาพป่าเป็นป่าผสมผลัดใบ ค่อนข้างโปร่ง มีแสงแดดส่องถึงพอสมควร สภาพลำธารเป็นทางน้ำที่ไหลมาจากน้ำตก ผ่านโขดหินน้อยใหญ่ พื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นโขดหิน กรวดปนทราย มีบริเวณที่เป็นแอ่งซึ่งเป็นที่สะสมของตะกอน เศษใบไม้และกิ่งไม้ในลำธารมีมาก ริมฝั่งมีพืชขึ้นบ้างปานกลาง

<u>จุดที่ 2</u> ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณด้านล่างของน้ำตกมณฑาธาร) ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 48' N 98° 55' E) สภาพป่าเป็นป่าผสมผลัดใบ มีต้นไม้ขึ้นอย่าง

หนาแน่น ทำให้ค่อนข้างรกและครึ้ม แสงแดดส่องถึงลำธารน้อย สภาพลำธารมีโขดหินขนาดน้อยใหญ่ ก้อนกรวด และ พื้นทราย ริมฝั่งมีพืชขึ้นบ้างปานกลาง ปริมาณเศษใบไม้และกิ่งไม้ในลำธารมีปานกลาง

จุดที่ 3 ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณข้างสวนสัตว์เชียงใหม่) ที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 48' N 98° 56' E) มีต้นไม้ขึ้นปกคลุมเล็กน้อย สภาพลำธารไหลผ่านคอกสัตว์ในสวนสัตว์เชียงใหม่และชุมชน พื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นทราย มีก้อนกรวดปะปนบ้างเล็กน้อย ปริมาณเศษซากกิ่งไม้ ใบไม้ และขยะในลำธารมีปานกลาง-มาก ริมฝั่งมีพืชขึ้นบ้างปานกลาง

จุดที่ 4 ลำธารผาลาด(บริเวณเหนือวัดพระธาตุดอยสุเทพ) ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 54' N 98° 49' E) สภาพป่าเป็นป่าผสมผลัดใบ มีต้นไม้ขึ้นอย่างหนาแน่น มีการผันน้ำจากลำธารไปใช้ สภาพลำธารเป็นโขดหินมีน้ำไหลเซาะลงมาตามโขดหินที่เรียงตัวกันเป็นชั้นๆ พื้นผิวลำธารเป็นโขดหินน้อยใหญ่ พืชริมฝั่งและปริมาณใบไม้ในลำธารมีน้อย

จุดที่ 5 ลำธารผาลาด(บริเวณน้ำตกผาลาด) ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 45' N 98° 55' E) สภาพป่าเป็นป่าผสมผลัดใบ มีต้นไม้ขึ้นปกคลุมปานกลาง มีแสงแดดส่องพอสมควร สภาพลำธารเป็นโขดหินมีน้ำไหลเซาะลงมาตามโขดหินที่เรียงตัวกันเป็นชั้นๆ พื้นผิวลำธารส่วนใหญ่เป็นแผ่นหินสลับกับกรวดทราย พืชริมฝั่งและปริมาณใบไม้ในลำธารมีน้อย

จุดที่ 6 ลำธารผาลาด(บริเวณด้านล่างวัดผาลาด) ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (Coordinate 18° 47' N 98° 56' E) สภาพป่าเป็นป่าผสมผลัดใบ มีต้นไม้ขึ้นหนาแน่นปานกลาง มีแสงแดดส่องพอสมควร สภาพลำธารเป็นทางน้ำเล็กๆ ไหลผ่านโขดหินที่เรียงตัวเป็นชั้น พื้นผิวลำธารเป็นกรวดปนทราย ปริมาณเศษใบไม้ กิ่งไม้ในลำธารมีปานกลาง มีพืชขึ้นริมฝั่งบ่างเล็กน้อย ช่วงหน้าแล้งไม่มีน้ำไหล

- ทำการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำโดยวิธี Kick และ Pick Method ในบริเวณน้ำนิ่ง น้ำไหล และบริเวณที่มีเศษใบไม้กิ่งไม้ เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะถิ่นที่อยู่ของแมลงน้ำแต่ละกลุ่มเป็นเวลา 5 นาทีทั้ง 2 วิธีเหมือนกันทุกจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อได้ตัวอย่างแล้วแยกเศษใบไม้ กิ่งไม้ และก้อนกรวดออก แยกตัวอย่างแมลงน้ำเป็น 2 ส่วนได้แก่ส่วนที่จะศึกษาบทบาทการกิน และส่วนที่จะนำไปจัดจำแนกระดับวงศ์ให้ดองเก็บในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ พร้อมกับติด label ที่บอกรายละเอียดดังนี้

  1.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

  1.2 วัน-เดือน-ปี ที่เก็บตัวอย่าง

  1.3 ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

  1.4 ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง

1.5 ตำแหน่งเส้นรุ้ง-เส้นแวงของตำแหน่งที่เก็บ

2. <u>การจำแนกและการเก็บรักษาตัวอย่างแมลงน้ำ</u>

- นำตัวอย่างแมลงน้ำมาแยกเศษต่างๆ ออกให้เหลือแต่ตัวแมลง นำแมลงที่ได้มาส่องภายใต้กล้องสเตอริโอเพื่อดูลักษณะรูปร่าง และจำแนกในระดับวงศ์ โดยใช้คู่มือจำแนก เช่น Aquatic Entomology (McCaferty, 1989) etc.
- นำตัวอย่างแมลงที่จัดจำแนกแล้วมาใส่ในขวดเก็บตัวอย่างและเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ พร้อมทั้งติด label ดังข้างต้น ชื่ออันดับและชื่อวงศ์

3. <u>การจัดจำแนกบทบาทการกินของแมลงน้ำกลุ่มต่างๆ</u>

นำตัวอย่างส่วนที่ต้องการจำแนกบทบาทการกินมาทำ gut analysis โดยนำส่วนทางเดินอาหารของแมลงน้ำมาขยี้ลงบนกระจกสไลด์แล้วส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อตรวจดูองค์ประกอบของอาหารที่แมลงกิน แล้วจดบันทึกข้อมูลเพื่อเทียบกับข้อมูลในหนังสือที่ใช้อ้างอิงประกอบการจำแนกกลุ่ม จากนั้นจึงหาสัดส่วนของแมลงกลุ่มต่างๆ แล้ววิเคราะห์ผลตามตารางที่ 1

4. <u>การตรวจสอบข้อมูลทางกายภาพและเคมีของน้ำในลำธาร</u>

- การเก็บตัวอย่างน้ำ ใช้ขวด BOD เก็บน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ dissolved oxygen (DO) และ biochemical oxygen demand (BOD_5) ใช้ขวดน้ำเก็บน้ำเพื่อวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมี เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ทุกเดือน
- การตรวจวัดตัวแปรต่างๆ

  <u>ทางกายภาพ</u> ตรวจวัดค่า

  - อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
  - ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำและ ค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้ ชุด Test Kid Ciba Corning รุ่น Check Mate 90
  - ค่าความขุ่น โดยใช้ spectrophotometer DR2000 (HACH)
  - ความเร็วกระแสน้ำ โดยใช้ current meter
  - ความกว้างและความลึกของลำธาร โดยใช้สายเมตรวัด
  - ปริมาณน้ำที่ไหลต่อหน่วยเวลา โดยคำนวนจากพื้นที่หน้าตัดของลำธารคูณด้วยความเร็วกระแสน้ำ

  <u>ทางเคมี</u> ตรวจวัดค่า

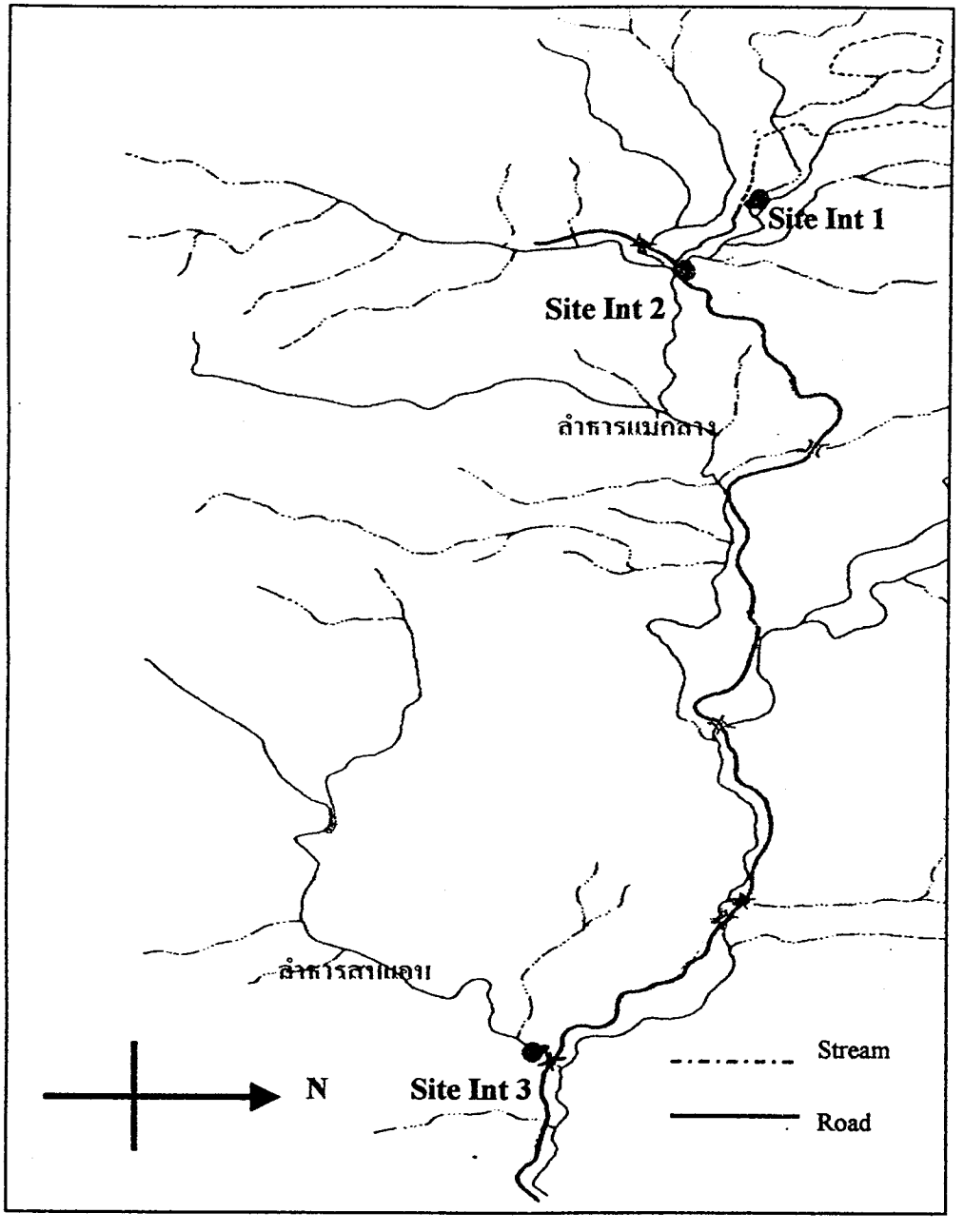
  - dissolved oxygen (DO) และ biochemical oxygen demand (BOD_5) โดยไทเทรตด้วยวิธี azide modification (APHA, 1992)
  - ค่า alkalinity โดยไทเทรตด้วยวิธี phenolpthalein methyl orange indicator

- ค่า pH โดยใช้ electrode kit pH meter รุ่น check mate 90
- ค่า ammonia nitrogen ใช้วิธี nessler method
- Nitrate Nitrogen ใช้วิธี cadmium reduction method (APHA Standard methods,1992)
- orthophosphate ใช้วิธี ascorbic acid method
- aulfate ใช้วิธี sulfa Ver 4 method

- **การวิเคราะห์ข้อมูล :** นำข้อมูลแมลงน้ำและคุณภาพน้ำทั้งกายภาพและเคมีมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (correlation) และจัดกลุ่ม (cluster analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS (statistical package for social science) และ โปรแกรม PATN (pattern analysis package)

5. <u>ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา</u>

ทำการศึกษาเก็บตัวอย่างและรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2543 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2544 และวิเคราะห์ผลในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2544 รวม 14 เดือน โดยเก็บตัวอย่างแมลงน้ำและตัวอย่างน้ำจากจุดศึกษาทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง

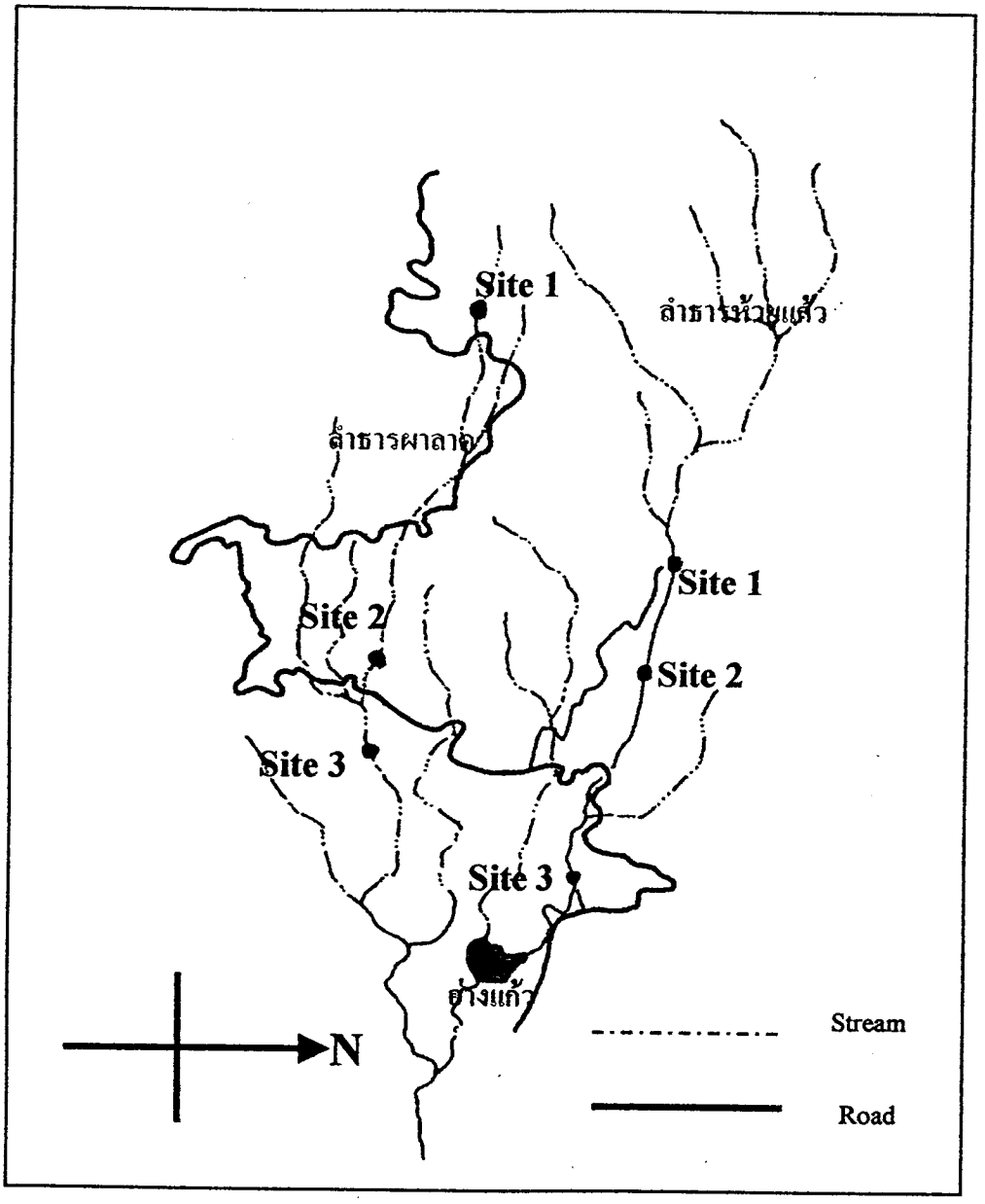


<u>รูปที่ 1</u> แผนที่แสดงลำธารแม่กลาง และจุดศึกษาในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

<u>รูปที่ 2</u> จุดศึกษาที่ 1 บริเวณน้ำตกศิริภูมิที่ระดับความสูง 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

<u>รูปที่ 3</u> จุดศึกษาที่ 2 บริเวณด้านล่างน้ำตกศิริภูมิที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

<u>รูปที่ 4</u> จุดศึกษาที่ 3 บริเวณห้วยสบแอบที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



<u>รูปที่ 5</u> แผนที่แสดงลำธารและจุดศึกษาในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

รูปที่ 6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณน้ำตกมณฑาธาร) ที่ระดับความสูง 700 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล

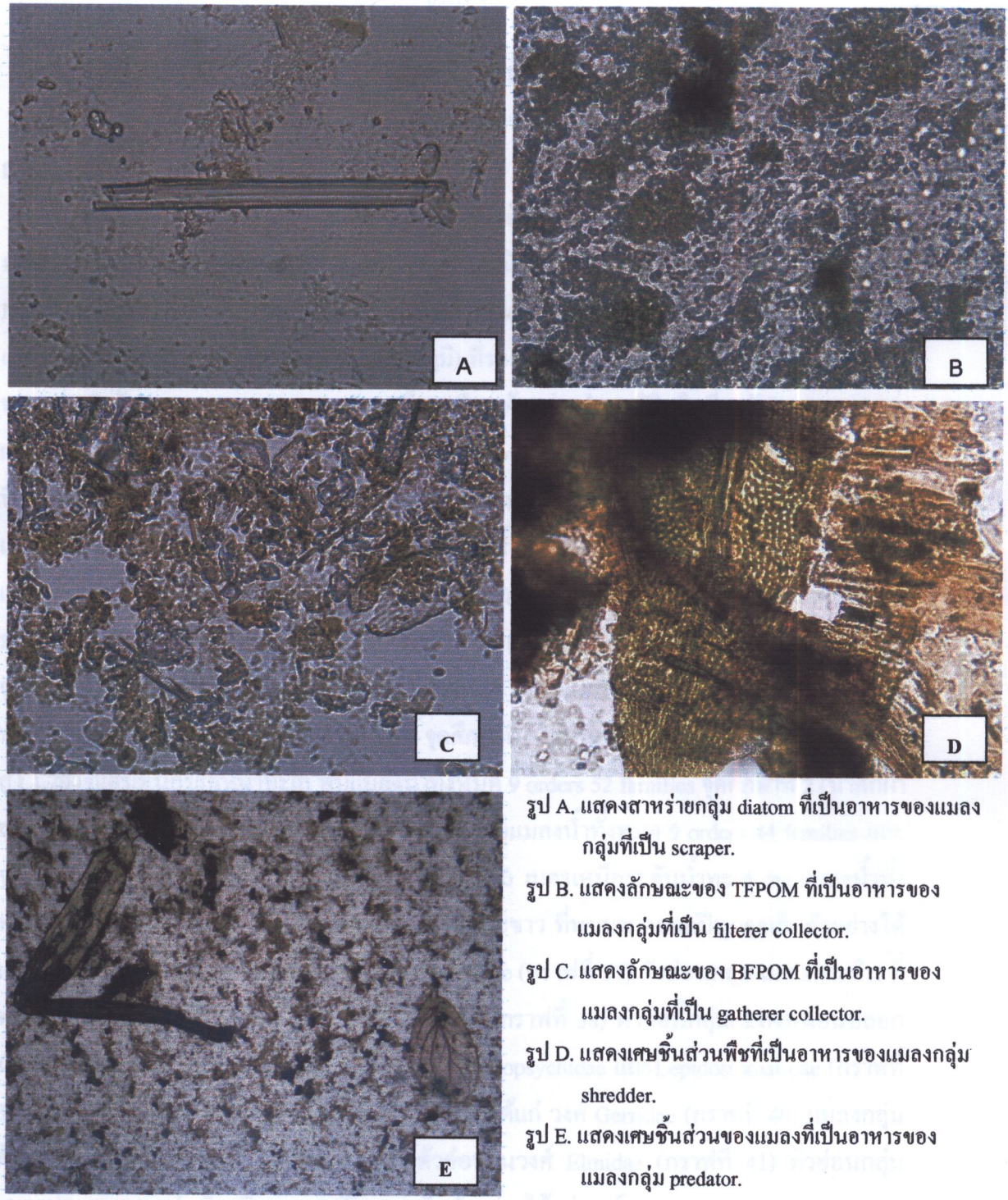
รูปที่ 7 จุดศึกษาที่ 2 ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณด้านล่างน้ำตกมณฑาธาร)ที่ระดับความสูง 600 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล

<u>รูปที่ 8</u> จุดศึกษาที่ 3 ลำธารห้วยแก้ว(บริเวณข้างสวนสัตว์เชียงใหม่)ที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

<u>รูปที่ 9</u> จุดศึกษาที่ 1 ลำธารผาลาด ที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

<u>รูปที่ 10</u> จุดศึกษาที่ 2 ลำธารผาลาด(บริเวณน้ำตกผาลาด)ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

<u>รูปที่ 11</u> จุดศึกษาที่ 3 ลำธารผาลาด(บริเวณด้านล้างวัดผาลาด)ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



รูป A. แสดงสาหร่ายกลุ่ม diatom ที่เป็นอาหารของแมลงกลุ่มที่เป็น scraper.

รูป B. แสดงลักษณะของ TFPOM ที่เป็นอาหารของแมลงกลุ่มที่เป็น filterer collector.

รูป C. แสดงลักษณะของ BFPOM ที่เป็นอาหารของแมลงกลุ่มที่เป็น gatherer collector.

รูป D. แสดงเศษชิ้นส่วนพืชที่เป็นอาหารของแมลงกลุ่ม shredder.

รูป E. แสดงเศษชิ้นส่วนของแมลงที่เป็นอาหารของแมลงกลุ่ม predator.

<u>รูปที่ 12</u> ประเภทอาหารที่แมลงกินซึ่งตรวจพบในทางเดินอาหาร

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาด้านความหลากหลายของแมลงน้ำ

จากการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำในจุดเก็บตัวอย่างต่างๆ พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 79 families ซึ่งประกอบไปด้วยแมลง order ต่างๆ ดังนี้ Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coloptera, Lepidoptera, Diptera และ Trichoptera ลำธารแม่กลางอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จุดศึกษาที่ 1 (น้ำตกสิริภูมิ) ที่ระดับความสูง 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 58 families จุดศึกษาที่ 2 (ด้านล่างน้ำตกสิริภูมิ) ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 45 families และจุดศึกษาที่ 3 (ห้วยสบแอบ) ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 51 families อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ลำธารห้วยแก้ว จุดศึกษาที่ 1 (น้ำตกมณฑาธาร) ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 orders 51 families จุดศึกษาที่ 2 (ด้านล่างน้ำตกมณฑาธาร) ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 56 families และจุดศึกษาที่ 3 (ข้างสวนสัตว์เชียงใหม่) ที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 41 families ลำธารผาลาด จุดศึกษาที่ 1 (เหนือที่ทำการอุทยานฯ) ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 52 families จุดศึกษาที่ 2 (น้ำตกผาลาด) ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 orders 44 families และจุดศึกษาที่ 3 (ด้านล่างวัดผาลาด) ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 orders 39 families โดยที่ตัวอ่อนกลุ่มแมลงชีปะขาว ที่พบมากตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วงศ์ Hepatageniidae, Leptophlebiidae และ Baetidae (กราฟที่ 37) ตัวอ่อนกลุ่มแมลงเกาะหิน ที่พบมากตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วงศ์ Perlidae (กราฟที่ 38) ตัวอ่อนกลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำ ที่พบมากตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วงศ์ Hydropsychidae และLepidostomatidae (กราฟที่ 39) แมลงกลุ่มมวนน้ำ ที่พบตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วงศ์ Gerridae (กราฟที่ 40) แมลงกลุ่มด้วงน้ำ ที่พบตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ ตัวอ่อนในวงศ์ Elmidae (กราฟที่ 41) ตัวอ่อนกลุ่มแมลงปอและแมลงปอเข็ม ที่พบตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วงศ์ Gomphidae, Coenagrionidae และ Calopterygidae (กราฟที่ 42) ตัวอ่อนแมลงกลุ่มหนอนริ้น ยุง แมลงวัน ที่พบตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วงศ์ Simuliidae และ Chironomidae (กราฟที่ 43) และ ตัวอ่อนกลุ่มแมลงดอปสัน ที่พบตลอดปีทุกจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วงศ์ Corydalidae (กราฟที่ 44)

<u>การศึกษาบทบาทการกินของแมลงน้ำ</u>

จากการทำ gut analysis เพื่อตรวจดูองค์ประกอบของอาหารที่แมลงกิน พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มแมลงออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม scraper ตรวจพบเศษซากของสาหร่ายกลุ่ม benthic diatom กลุ่ม filterer collector ตรวจพบอนุภาคละเอียดและเศษซากของสาหร่ายกลุ่ม diatom กลุ่ม gatherer collector ตรวจพบตะกอนเลนสีเข้มและเศษซากของสาหร่ายกลุ่ม diatom กลุ่ม shredder ตรวจพบเศษชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อพืช และ กลุ่ม predator ตรวจพบชิ้นส่วนของแมลง (รูปที่ 12) ส่วนประเภทของแมลงในกลุ่มการกินต่างๆ มีอยู่ใน ตารางที่ 12 จากกราฟจำนวนของแมลงตามประเภทการกิน (กราฟที่ 16 ถึง 24) พบว่าแมลงกลุ่ม collectors เป็นกลุ่มที่พบมากในทุกๆจุดศึกษา และมีความแปรผันในรอบปี เช่นเดียวกับแมลงในกลุ่มการกินอื่นๆ และเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ส่วนของแมลงน้ำในแต่ละกลุ่มการกินในรอบปีของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (กราฟที่ 28 ถึง 36) ลำธารแม่กลาง พบแมลงน้ำกลุ่ม scrapers อยู่ระหว่าง 8 – 18 % กลุ่ม filterer collectors 7 – 20 % กลุ่ม gatherer collectors 49 – 56 % กลุ่ม shredders 3 – 5 % และกลุ่ม predators 10 – 18 % ลำธารห้วยแก้ว พบแมลงน้ำกลุ่ม scrapers อยู่ระหว่าง 3 – 20 % กลุ่ม filterer collectors 16 – 29 % กลุ่ม gatherer collectors 31 – 59 % กลุ่ม shredders 4 – 5 % และกลุ่ม predators 8 – 25 % ลำธารผาลาด พบแมลงน้ำกลุ่ม scrapers อยู่ระหว่าง 14 – 25 % กลุ่ม filterer collectors 21 – 45 % กลุ่ม gatherer collectors 27 – 47 % กลุ่ม shredders 1 – 8 % และกลุ่ม predators 4 – 12 %

<u>การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศลำธาร</u>

- **ลำธารแม่กลาง จุดที่ 1 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic ตลอดปี อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM แต่ในเดือนกุมภาพันธ์ 2544 CPOM มีปริมาณเพิ่มขึ้นมาก รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป BFPOM เป็นส่วนใหญ่โดยเฉพาะช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2543 BFPOM มีปริมาณสูงมาก แต่ในเดือนกรกฎาคม 2543 รูปแบบที่เป็น TFPOM เด่นชัดกว่า พื้นผิวลำธารมีความคงทนสูงในเดือน กรกฎาคม 2543 ธันวาคม 2543 และเดือนเมษายน 2544 มีความคงทนต่ำในเดือนตุลาคม 2543 มกราคม 2544 และ มีนาคม 2544 ผู้ล่ามีค่อนข้างมากในช่วงเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม 2543 และเดือนธันวาคม 2543 ถึง เมษายน 2544 (ตารางที่ 3)
- **ลำธารแม่กลาง จุดที่ 2 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic แต่ในเดือนเมษายน 2544 ลำธารมีแนวโน้มที่จะเป็น autotrophic อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM ตลอดปี รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป BFPOM เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีการเก็บอยู่ในรูป TFPOM ชัดกว่าในเดือนกรกฎาคม 2543 เดือนธันวาคม 2543 และในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง มิถุนายน 2544 ความคงทนของพื้นผิวลำธารมีค่าสูงในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2543 เดือน

ธันวาคม 2543 ถึง มกราคม 2544 และเดือนเมษายน ถึง มิถุนายน 2544 มีความคงทนต่ำในช่วงเดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2543 ผู้ล่ามีปริมาณมากในช่วงเดือน มีนาคม ถึง พฤษภาคม 2544 (ตารางที่ 4)

- **ลำธารแม่กลาง จุดที่ 3 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic ตลอดปี อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM เดือนกุมภาพันธ์ 2544 FPOM มีปริมาณสูงมาก แต่ในช่วงเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม 2544 อาหารในลำธารอยู่ในรูป CPOM อย่างชัดเจน รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป BFPOM เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีการเก็บอยู่ในรูป TFPOM ชัดกว่าในเดือนกันยายน และพฤศจิกายน 2543 พื้นผิวลำธารมีความคงทนสูงในช่วงเดือน พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2543 เดือนกุมภาพันธ์, เมษายน และมิถุนายน 2544 ความคงทนต่ำในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2543 ผู้ล่ามีปริมาณมากในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง ตุลาคม 2543 เดือนธันวาคม 2543 และช่วงเดือนเมษายน ถึง มิถุนายน 2544 (ตารางที่ 5)
- **ลำธารห้วยแก้ว จุดที่ 1 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic แต่ในเดือนพฤษภาคม 2544 ลำธารมีสภาพเป็น autotrophic อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM ตลอดปี รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป BFPOM ส่วนใหญ่ในเดือนกันยายน 2543 ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2543 ถึง กุมภาพันธ์ 2544 และเดือนมิถุนายน 2544 อยู่ในรูป TFPOM ส่วนใหญ่ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง สิงหาคม และตุลาคม 2543 และในช่วงเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2544 ความคงทนของพื้นผิวลำธารสูงเกือบตลอดปี ยกเว้นในเดือนกันยายน 2543 มีค่าปานกลาง ผู้ล่ามีปริมาณสูงตลอดปี (ตารางที่ 6)
- **ลำธารห้วยแก้ว จุดที่ 2 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic แต่ในเดือนพฤษภาคม 2544 ลำธารมีสภาพเป็น autotrophic อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM แต่ในเดือนกันยายน 2543 มีแหล่งอาหารในลำธารเป็น CPOM ชัดเจนกว่า FPOM รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป BFPOM ส่วนใหญ่ในเดือนตุลาคม 2543 และช่วงเดือนมีนาคม ถึง มิถุนายน 2544 อยู่ในรูป TFPOM ส่วนใหญ่ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2543 และช่วงเดือนพฤศจิกายน 2543 ถึง กุมภาพันธ์ 2544 ความคงทนของพื้นผิวลำธารสูงเกือบตลอดปี ยกเว้นในเดือนเมษายน 2544 มีค่าความคงทนต่ำ ผู้ล่ามีปริมาณสูงตลอดปี (ตารางที่ 7)
- **ลำธารห้วยแก้ว จุดที่ 3 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic ตลอดปี อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM ตลอดปี โดยเฉพาะในเดือนกรกฎาคม 2543 FPOM มีปริมาณสูงมาก รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป BFPOM เป็นส่วนใหญ่ แต่ในช่วงเดือนธันวาคม 2543 ถึง กุมภาพันธ์ 2544 และเดือนมิถุนายน 2544 ปริมาณ TFPOM มีมากกว่า BFPOM อย่างเห็นได้ชัด พื้นผิวลำธารมีความคงทนสูงในเดือนกรกฎาคม 2543 ช่วงเดือนธันวาคม 2543 ถึง

กุมภาพันธ์ 2544 และเดือนมิถุนายน 2544 พื้นผิวลำธารมีความคงทนต่ำในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง กันยายน 2543, เดือนพฤศจิกายน 2543 และช่วงเดือนมีนาคม ถึง พฤษภาคม 2544 ปริมาณผู้ล่ามีค่าสูงในเดือนกรกฎาคม, ช่วงเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม 2543, เดือนมีนาคม และมิถุนายน 2544 (ตารางที่ 8)

- **ลำธารผาลาด จุดที่ 1 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic ตลอดปี อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM ตลอดปี โดยเฉพาะในเดือนสิงหาคม 2543 FPOM มีปริมาณสูงมาก รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป TFPOM เป็นส่วนใหญ่ แต่ในเดือนกรกฎาคม 2543 และช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม 2544 ปริมาณ BFPOM มีมากกว่า TFPOM อย่างเห็นได้ชัด ความคงทนของพื้นผิวลำธารสูงเกือบตลอดปี ยกเว้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2544 มีค่าความคงทนปานกลาง ปริมาณผู้ล่ามีค่าสูงในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม 2543, เดือนกุมภาพันธ์ และเมษายน 2544 (ตารางที่ 9)
- **ลำธารผาลาด จุดที่ 2 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic แต่ในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน 2544 ลำธารมีสภาพเป็น autotrophic อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM ตลอดปี รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป BFPOM ส่วนใหญ่ในเดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2543, ช่วงเดือนเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม 2544 และเดือนพฤษภาคม 2544 อยู่ในรูป TFPOM ส่วนใหญ่ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2543, เดือนมกราคม, เมษายน และมิถุนายน 2544 ความคงทนของพื้นผิวลำธารสูงเกือบตลอดปี ยกเว้นในเดือนธันวาคม 2543 มีค่าความคงทนปานกลาง ผู้ล่ากับเหยื่อค่อนข้างสมดุลย์ตลอดปียกเว้นในเดือนเมษายน 2544 ซึ่งผู้ล่ามีปริมาณสูง (ตารางที่ 10)
- **ลำธารผาลาด จุดที่ 3 :** ลำธารมีสภาพเป็น heterotrophic ตลอดปี อาหารถูกเก็บอยู่ในรูป FPOM เด่นชัดกว่า CPOM ตลอดปี รูปแบบของ FPOM ในลำธารอยู่ในรูป TFPOM เป็นส่วนใหญ่ แต่ในเดือนพฤษภาคม 2544 FPOM อยู่ในรูป BFPOM มากกว่าอย่างเห็นได้ชัด ความคงทนของพื้นผิวลำธารสูงเกือบตลอดปี ยกเว้นในเดือนพฤษภาคม 2544 มีค่าความคงทนปานกลาง ผู้ล่ากับเหยื่อค่อนข้างสมดุลย์ตลอดปียกเว้นในเดือนพฤศจิกายน 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ซึ่งผู้ล่ามีปริมาณสูง (ตารางที่ 11)

<u>การศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพและเคมี</u>

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS): ลำธารแม่กลางจุดที่ 2 ลำธารห้วยแก้วจุดที่ 3 และลำธารผาลาดจุดที่ 2, 3 มีค่าสูงกว่าจุดศึกษาอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด (กราฟ 1) โดยมีความสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ในกราฟ 2

2. ค่าอุณหภูมิอากาศ (air temperature): ทั้ง 3 ลำธารมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นในลำธารแม่กลางจุดที่ 3 มีค่าแปรผันมากกว่าจุดศึกษาอื่นๆในรอบปี (กราฟ 3) ส่วน **ค่าอุณหภูมิน้ำ (water Temperature):** ลำธารห้วยแก้วจุดที่ 3 มีค่าสูงกว่าจุดอื่นๆ ทั้ง 3 ลำธารมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน (กราฟ 4)

3. ค่าฟอสเฟต (phosphate): มีค่าสูงทุกจุดศึกษาในเดือนพฤศจิกายน มีนาคม และมิถุนายน และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน (กราฟ 5)

4. ค่าไนเตรท (nitrate): ลำธารผาลาดจุดที่ 2 มีค่าสูงกว่าจุดศึกษาอื่นๆ ส่วนในลำธารห้วยแก้วจุดที่ 3 มีค่าต่ำมากในเดือนแรกที่ศึกษา (กราฟ 6)

5. ค่าแอมโมเนีย (ammonia) : มีค่าสูงในเดือนตุลาคม ธันวาคม 2543 และเมษายน 2544 ทุกจุดศึกษามีแนวโน้มในทางเดียวกัน ยกเว้นในเดือนกรกฎาคม 2543 ลำธารห้วยแก้วจุดที่ 3 และ ลำธารผาลาดในเดือนกันยายน 2543 ที่มีค่าสูงมาก(กราฟ 7)

6. ค่าซัลเฟต (sulfate): มีค่าอยู่ในช่วง 0-1 mg/l ทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยลำธารห้วยแก้วจุดที่ 1 มีการเพิ่มของ sulfate ในเดือนกรกฎาคม พฤศจิกายน 2543 และ มิถุนายน 2544 (กราฟ 8)

7. ค่าความขุ่น (turbidity): มีค่าสูงบางช่วง ในลำธารห้วยแก้วจุดที่ 3 ลำธารผาลาดจุดที่ 2 และ 3 (กราฟ 9) ซึ่งเกิดจากมีฝนตกและน้ำป่าไหลหลากในช่วงเก็บตัวอย่างน้ำ ทำให้ค่าความขุ่นสูงผิดปกติ

8. ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO): ลำธารห้วยแก้วจุดที่ 3 มีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเมษายน 2544 ส่วนจุดศึกษาอื่นๆมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน (กราฟ 10)

9. ค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD_5): มีค่าสูงในเดือนพฤศจิกายน 2543 กุมภาพันธ์ และพฤษภาคม 2544 แต่มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันทุกจุดศึกษา (กราฟ 11)

10. ค่าความเป็นด่าง (alkalinity): มีค่าสูงในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน 2544 และมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันทุกจุดศึกษา (กราฟ 12)

11. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH): มีค่าสูงในเดือนพฤศจิกายน และ มิถุนายน และมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันทุกจุดศึกษา (กราฟ 13)

12. ค่าความเร็วกระแสน้ำ (water velocity): ลำธารแม่กลางมีค่าสูงในเดือนสิงหาคม 2543 และเมษายน 2544 โดยจะเห็นความแตกต่างของลำธารใน 2 พื้นที่ได้แก่ ลำธารในดอยอินทนนท์จะมีแนวโน้มต่างจากลำธารในดอยสุเทพ-ปุย(กราฟ 14)

13. ค่าปริมาณน้ำ (water discharge): มีค่าสูงและค่อนข้างแปรผันในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงธันวาคม 2543 ทั้ง 3 ลำธาร แต่ในเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน 2544 ลำธารแม่กลางจุดที่ 2 และ 3 มีค่าสูงกว่าจุดศึกษาอื่นๆ (กราฟ 15)

ตารางที่ 1 การจัดจำแนกบทบาทการกินของกลุ่มแมลงน้ำตามความสัมพันธ์กับประเภทของอาหารที่แมลงกิน (อ้างจาก Hauer และ Lamberti, 1996)

Functional group (general category based on feeding mechanism)	Subdivision of function group		Example of taxa	General particle size range of food (in micrometers)
	Dominant food	Feeding mechanism		
Shredder	Living vascular hydrophyte plant tissue	Herbivores-chewers and miners of live macrophytes	Trichoptera: Phryganeidae, Leptoceridae	$> 10^3$
	Decomposing vascular plant tissue and wood - CPOM	Detritivores-chewers, wood borers, and gougers	Diptera: Tipulidae, Chironomidae	
Collectors	Decomposing fine particulate organic matter (FPOM)	Detritivores-filterers or suspension feeders	Trichoptera: Hydropsychidae Diptera: Simuliidae	$< 10^3$
		Detritivores-gatherers or deposit (sediment) feeders (includes surface film feeders)	Ephemeroptera: Ephemeridae Diptera: Chironomidae	
Scrapers	Periphyton-attached algae and associated material	Herbivores-grazing scrapers of mineral and organic surfaces	Trichoptera: Glossosomatidae Coleoptera: Psephenidae Ephemeroptera: Heptageniidae	$< 10^3$
Predators(Engulfers)	Living animal tissue	Carnivores-attack prey, pierce tissues and cell, and suck fulids	Hemiptera: Belostomatidae	$> 10^3$
	Living animal tissue	Carnivores-ingest whole animals (or parts)	Odonata, Plecoptera: Perlidae	

ตารางที่ 2 แสดงการใช้บทบาทการกินเป็นดัชนีบ่งบอกสภาพระบบนิเวศบางประการของลำธาร (อ้างจาก Hauer และ Lamberti, 1996)

Ecolosystem Parameter	Symbols	Feeding group Ratio	Criteria Ratio Levels
Autotrophy To Heterotrophy Index	Auto / Hetero	Scrapers / Shredders + Total of Collectors	Autotrophic > 0.75
Coarse Particulate Organic Matter (CPOM) To Fine Particulate Organic Matter (FPOM) Index	CPOM / FPOM	Shredders + Total of Collectors	Normal Shredder association linked to functioning riparian system > 0.25
FPOM in Transport (suspended) To FPOM storage in sediments (deposited in benthos)	TFPOM / BFPOM	Filtering Collectors / Gathering Collectors	FPOM transport (in suspension) greater than particulate load in suspension > 0.05
Substrate (channel) Stability	Stable channel	Scrapers + Filtering Collectors / Shredders + Gathering Collectors	Stable Substrates (e.g., bedrock, boulder, cobbles, large woody debris) plentiful > 0.05
Top-down Predator Control	Top-down control	Predators / Total of all other groups	Normal Predator to Prey balance

ตารางที่ 3 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	Balance
August 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	Balance to high
September 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	High Predator
October 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	High Predator
November 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM[1]	Medium	Balance
December 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM[1]	High	High Predator
January 2001[*]	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	High Predator
Febuary 2001	Heterotrophic	FPOM[*]	BFPOM	Medium	High Predator
March 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	High Predator
April 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
May 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium to high	Balance
June 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium to high	Balance

January 2001[*] มีการปรับพื้นที่บริเวณจุดศึกษา / FPOM* หมายถึง จุดที่ FPOM มีแนวโน้มลดลงจน CPOM เกือบมีปริมาณสูงกว่า / BFPOM[1] หมายถึง จุดที่BFPOM มีแนวโน้มลดลงจน TFPOM เกือบมีปริมาณสูงกว่า

ตารางที่ 4 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	Balance
August 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM[1]	High	Balance
September 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
October 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	Balance
November 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM[2]	Low	Balance
December 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM[1]	High	Balance
January 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
Febuary 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	Balance
March 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	High Predator
April 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
May 2001	Heterotrophic*	FPOM	TFPOM	High	High Predator
June 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very high	Balance

Heterotrophic*หมายถึง ลำธารมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนเป็น Autotrophic / BFPOM[1] หมายถึง จุดที่ BFPOM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่า TFPOM / BFPOM[2] หมายถึง จุดที่ BFPOM มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่า TFPOM / TFPOM[1] หมายถึงจุดที่ TFPOM ที่มีปริมาณสูงมีแนวโน้มที่จะลดต่ำลง

ตารางที่ 5 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	High Predator
August 2000	Heterotrophic	CPOM	BFPOM	Low	High Predator
September 2000	Heterotrophic	CPOM	TFPOM	Medium	High Predator
October 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium to high	High Predator to Balance
November 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
December 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
January 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	Balance
February 2001	Heterotrophic	FPOM*	BFPOM	High	Balance
March 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	Balance
April 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
May 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Medium to high	High Predator
June 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very high	High Predator to Balance

FPOM* หมายถึง จุดที่แหล่งอาหารมีแนวโน้มที่จะถูกเก็บในรูป CPOM

ตารางที่ 6 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารห้วยแก้ว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
August 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
September 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	High Predator
October 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM[1]	High	High Predator
November 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
December 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
January 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
February 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
March 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
April 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
May 2001	Autotrophic	FPOM	TFPOM	Very high	High Predator
June 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator

TFPOM[1] หมายถึง จุดที่ TFPOM มีแนวโน้มลดต่ำลง

ตารางที่ 7 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารห้วยแก้ว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
August 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
September 2000	Heterotrophic	CPOM*	TFPOM	High	High Predator
October 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM[1]	High	High Predator
November 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
December 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
January 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
February 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
March 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
April 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	High Predator
May 2001	Autotrophic	FPOM	BFPOM	Very high	High Predator
June 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator

CPOM* หมายถึง จุดที่แหล่งอาหารมีแนวโน้มถูกเก็บในรูป CPOM ในปริมาณที่สูง / BFPOM[1] หมายถึง จุดที่ BFPOM มีแนวโน้มลดต่ำลง

ตารางที่ 8 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารห้วยแก้ว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM*	BFPOM[1]	High	High Predator
August 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	Balance
September 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	High Predator
October 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	High Predator
November 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	Balance[1]
December 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM[1]	High	Balance
January 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
February 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
March 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	High Predator
April 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	Balance
May 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Low	Balance
June 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very high	High Predator

FPOM* หมายถึง จุดที่ CPOM เริ่มลดลง FPOM เริ่มเพิ่มสูงขึ้น / BFPOM[1] หมายถึง จุดที่ TFPOM เริ่มลดลง BFPOM เริ่มเพิ่มสูงขึ้น / TFPOM[1] หมายถึงจุดที่ BFPOM เริ่มลดลง TFPOM เริ่มเพิ่มมากขึ้น / Balance[1] หมายถึงจุดที่เริ่มปรับเข้าสู่สมดุลย์

ตารางที่ 9 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารผาฉาด อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
August 2000	Heterotrophic	FPOM*	TFPOM[1]	High	High Predator
September 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
October 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
November 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
December 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
January 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
February 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium	High Predator*
March 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium to high	Balance
April 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
May 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very high	Balance
June 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very high	Balance

FPOM* หมายถึง จุดที่ FPOM ลดต่ำลง / TFPOM[1] หมายถึงจุดที่ BFPOM เริ่มลดลง TFPOM เริ่มเพิ่มมากขึ้น / High Predator* หมายถึง ผู้ล่ามีปริมาณสูงมาก

ตารางที่ 10 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารผาฉาด อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
August 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
September 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
October 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium to high	Balance
November 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM[1]	High	Balance
December 2000	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium to high	Balance
January 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
February 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
March 2001	Autotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
April 2001	Autotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator*
May 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
June 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very high	Balance

BFPOM[1] หมายถึง จุดที่ BFPOM มีปริมาณสูงมาก / High Predator* หมายถึง จุดที่ผู้ล่ามีปริมาณสูงมาก

ตารางที่ 11 แสดงการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารผาฉาด อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

Month	Autotrophic to Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate stability	Top-Down Predator Control
July 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
August 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
September 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
October 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
November 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
December 2000	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
January 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
February 2001	Autotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator*
March 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance
April 2001*	-	-	-	-	-
May 2001	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	Medium to high	Balance
June 2001	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	Balance

April 2001* ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่มีน้ำในลำธารที่ศึกษา / High Predator* หมายถึง จุดที่ผู้ล่ามีปริมาณสูงมาก

ตารางที่ 12 แสดงการแบ่งประเภทแมลงน้ำที่สำรวจพบตามบทบาทการกิน

Order	Family	Feeding Group
Ephemeroptera (Mayflies)	Heptageniidae	Scraper
	Leptophlebiidae	Gatherer Collector
	Ephemerellidae	Gatherer Collector
	Baetidae	Gatherer Collector
	Caenidae	Gatherer Collector
	Siphlonuridae	Filterer Collector
	Ephemeridae	Gatherer Collector
	Prosopistomatidae	Scraper
	Oligonuridae	Filterer Collector
Plecoptera (Stoneflies)	Perlidae	Predator
	Peltoperlidae	Shredder
	Nemouridae	Shredder
	Leuctridae	Shredder
Odonata	Gomphidae	Predator
(Dragonflies and damselflies)	Libellulidae	Predator
	Corduliidae	Predator
	Cordulegastridae	Predator
	Macromiidae	Predator
	Aeshnidae	Predator
	Petanuridae	Predator
	Coenagrionidae	Predator
	Calopterygidae	Predator
	Protonuridae	Predator
Hemiptera (Water Bug)	Naucoridae	Predator
	Notonectidae	Predator
	Gerriddae	Predator
	Veliidae	Predator
	Hebridae	Predator
	Pleidae	Predator
	Nepidae	Predator

ตารางที่ 12 (ต่อ) แสดงการแบ่งประเภทแมลงน้ำที่สำรวจพบตามบทบาทการกิน

Order	Family	Feeding Group
Hemiptera (Water Bug)	Corixidae	Predator
	Hydrometridae	Predator
Megaloptera (Dobsonflies)	Corydalidae	Predator
Coleoptera (Water Beetles)	Elmidae(Larvae)	Shredder
	Elmidae(Adult)	Gatherer Collector
	Dryopidae(Adult)	Shredder
	Limnichidae(Larvae)	Gatherer Collector
	Ptilodactylidae(Larvae)	Gatherer Collector
	Gyrinidae(Larvae)	Predator
	Gyrinidae(Adult)	Predator
	Hydrophilidae(Larvae)	Predator
	Hydrophilidae(Adult)	Gatherer Collector
	Psephenidae(Larvae)	Scraper
	Dytiscidae(Larvae)	Gatherer Collector
	Dytiscidae(Adult)	Gatherer Collector
	Helodidae(Larvae)	Gatherer Collector
	Chrysomelidae(Larvae)	Shredder
	Chrysomelidae(Adult)	Gatherer Collector
	Hydraenidae(Adult)	Gatherer Collector
	Notridae(Larvae)	Gatherer Collector
	Hydrocapidae(Adult)	Gatherer Collector
	Curculionidae(Adult)	Shredder
Lepidoptera (Moth)	Pyralidae	Shredder
Diptera(True flies)	Simuliidae	Filterer Collector
	Dixidae	Filterer Collector
	Chironomidae	Gatherer Collector
	Tipulidae sp.1	Shredder
	Tipulidae sp.2	Predator
	Athericidae	Predator
	Tanyderidae	Gatherer Collector

ตารางที่ 12 (ต่อ) แสดงการแบ่งประเภทแมลงน้ำที่สำรวจพบตามบทบาทการกิน

Order	Family	Feeding Group
Diptera(True flies)	Belphariceridae	Scraper
	Tabanidae	Gatherer Collector Shredder
	Culicidae	Predator
	Ceratopogonidae	Predator
	Stratiomiidae	Gatherer Collector
	Psychodidae	Filterer Collector
	Emphididae	Gatherer Collector
	Ehydridae	Gatherer Collector
	Sciomyzidae	Gatherer Collector
	Nymphomiidae	Predator
		Scraper
		Predator
		Shredder
Trichoptera (Caddis flies)	Hydropsychidae	Filterer Collector
	Philopotamidae	Filterer Collector
	Polycentropodidae	Filterer Collector
	Ecnomidae	Filterer Collector
	Goeridae	Scraper
	Glossosomatidae	Scraper
	Helicopsychidae	Scraper
	Calamoceratidae	Shredder
	Leptoceridae	Shredder
	Lepidostomatidae	Gatherer Collector
	Odontoceridae	Gatherer Collector
	Molannidae	Gatherer Collector
	Brachycentridae	Gatherer Collector
	Rhyacophilidae	Predator

ตารางที่ 13 แสดงค่าตัวแปรต่างๆ ที่ตรวจวัดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วง เดือนกรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544

TDS	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	17.5	15.8	13.4	15.5	15.9	16.3	18	20.8	21.8	23.9	18.2	19.5	18.05
Int2	36.1	43.2	26.7	39	40.7	48.7	60.6	70.4	77.4	86.4	51.3	44.1	52.05
Int3	22.5	10.3	20.7	22.6	21.5	20.3	20.6	22.7	22.2	23.3	22.4	23.7	21.06667
Hk1	17.7	15.1	15	14.6	15.1	16	16.2	16	17.6	22.2	15.8	16.1	16.45
Hk2	17.7	16.1	15.5	14.9	15.4	15.9	16.1	16.5	19.6	22.1	16.6	16.3	16.89167
Hk3	23.2	25.4	26	26.2	35.2	40.4	51.5	55.5	64.2	70.9	73.1	36.1	43.975
Pl1	24.4	24.5	23.1	22.4	25.5	28.2	33.4	36.8	26.5	25.6	23.6	25	26.58333
Pl2	73.9	58.8	63.2	60.7	71	77	50.2	39.5	85.8	130	78.6	75.1	71.98333
Pl3	23.2	60.8	58.6	55	69.8	77.2	55.6	80	91.8	-	41.6	70.7	62.20909
Cond	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	35.4	31.4	26.3	29	31	32.3	35.4	41.7	43.1	47.6	36.3	37.8	35.60833
Int2	71.7	87	53.8	64.2	77.3	99.3	123.2	140.4	154.5	173.1	102.4	88.1	102.9167
Int3	44.9	40.3	41.4	42.8	44.5	40.4	41.2	45.6	44.6	46.6	44.9	45.1	43.525
Hk1	35.4	30.3	33.1	30.3	28.8	31.8	31	31.8	35.2	45.6	32.1	32.1	33.125
Hk2	35.2	32.1	36.9	32.4	30	32	31.6	33.4	39.5	44.1	32.7	33	34.40833
Hk3	46.5	50.6	51.3	50.6	52.4	81	90.8	110.4	128.1	213	146.7	75.6	91.41667
Pl1	49	49.8	50.6	47.4	44.7	52.8	65.7	73.3	53.5	51.1	46.7	50.3	52.90833
Pl2	146.3	114.7	122.7	120.9	121.2	153.6	166	179	173	259	157	150.8	155.35
Pl3	151	122	130.1	111.5	109.9	154.4	159.5	161	183.4	-	82.7	140.8	136.9364
A-temp	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	28	22	20.5	20	20	20	23	23	23.5	27	21	19	22.25
Int2	24	24	22	20	23.5	18.3	21	20	23	25	21.5	19.5	21.81667
Int3	24	29	25	26	28.5	23.5	17	24	38	30	24	24	26.08333
Hk1	23.5	24	22	20	20	14	18	19	23.5	23	23.7	24.5	21.26667
Hk2	24	24.8	22	20	21	14	18	20	24	23	24	23.5	21.525
Hk3	27	28.5	25.3	22	23	26	27.5	30.5	29	26.5	24.5	27.5	26.44167
Pl1	21.5	22	23	22	22	16	19	22	22	21	24	22	21.375
Pl2	24.8	24.5	23.5	23	23	21	22.6	26.5	29	24.5	25.6	26	24.5
Pl3	25	27.3	28	24	22	15.5	20.4	23	24	-	28	24.5	23.79091
W-temp	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	20	20.1	19.5	18	17	13.8	19	16.7	19	19	20	19	18.425
Int2	20	20.5	19.5	18.5	17.8	16.3	17	18.6	20	21	21.3	19	19.125
Int3	20	26	24	22.5	21.2	19	15	18.7	23	24.5	24	23	21.74167
Hk1	22.9	23.5	20	19	19.5	12.5	15.5	16.5	23.5	23	23.5	22.5	20.15833
Hk2	22.8	23.5	20	19	19.5	13	15.5	17	20.5	23	22.5	22.5	19.9
Hk3	26.1	26.5	24.5	20.1	22	20	23.5	24	27	26.5	24	26	24.18333

ตารางที่ 13 (ต่อ)

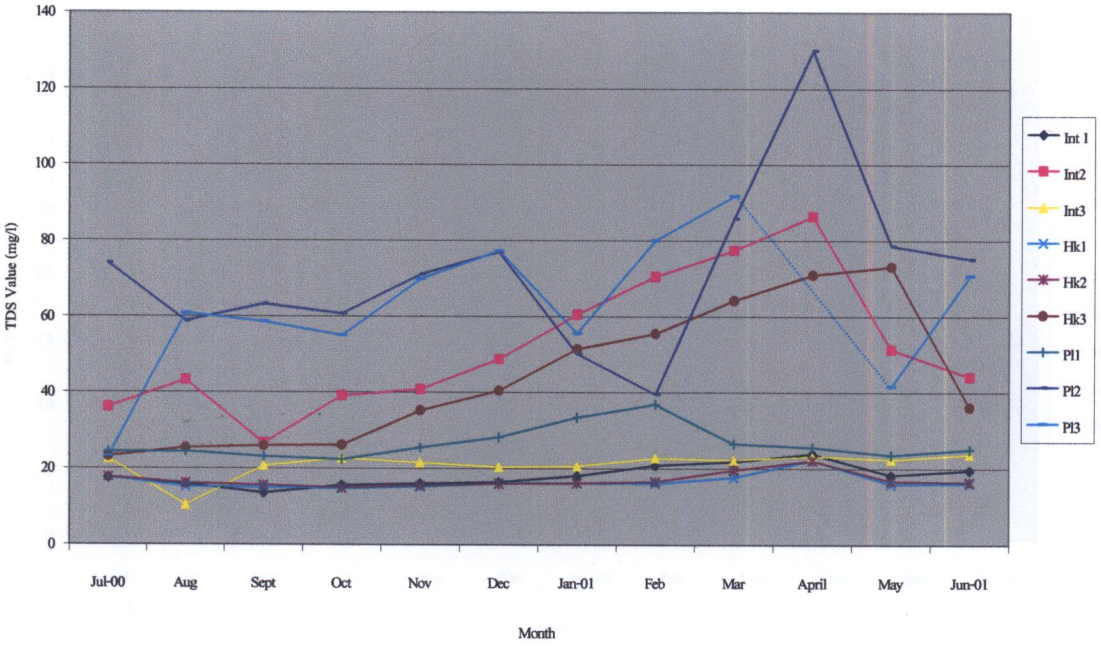
W-temp	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Pl1	21.2	21.3	20	19.4	20	16	19	17.9	20.5	21	21	21	19.85833
Pl2	23.3	24	21.6	20.3	20	16.5	17.8	19.7	23	24	24.8	23.5	21.54167
Pl3	24.5	25	24.8	22.7	20	15	20	23.6	23	-	27	24	22.69091
Phosphate	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	0.24	0.2	0.18	0.14	0.22	0.2	0.14	0.13	0.5	0.3	0.14	0.29	0.223333
Int2	0.41	0.36	0.2	0.24	0.28	0.21	0.17	0.21	0.39	0.33	0.46	0.24	0.291667
Int3	0.35	0.25	0.25	0.26	0.32	0.29	0.17	0.17	0.62	0.17	0.14	0.38	0.280833
Hk1	0.41	0.36	0.41	0.42	0.96	0.81	0.65	0.4	0.76	0.3	0.36	0.54	0.531667
Hk2	0.13	0.23	0.37	0.47	0.43	0.33	0.19	0.15	0.75	0.24	0.26	0.53	0.34
Hk3	0.37	0.38	0.53	0.6	0.84	0.55	0.49	0.57	0.82	0.53	0.69	0.66	0.585833
Pl1	0.88	0.3	0.64	0.89	0.72	0.64	0.56	0.38	0.76	0.25	0.17	0.36	0.545833
Pl2	0.39	0.57	0.71	0.82	1.06	0.92	0.8	0.83	1	0.54	0.6	0.74	0.748333
Pl3	0.38	0.5	0.58	0.63	0.59	0.44	0.4	0.56	0.57	-	0.57	1.18	0.581818
Nitrate	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	1	1.1	1.2	1.3	1.1	1	1	0.9	1.9	1.1	1.2	1.1	1.158333
Int2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.3	1.2	1.3	1.2	2.3	2.1	2	1.5
Int3	0.7	0.8	1	1.1	1.2	1	0.7	1.7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.05
Hk1	0.7	0.6	0.7	0.8	1.4	1.2	1	0.6	1	0.9	0.8	0.9	0.883333
Hk2	0.9	0.5	0.7	0.8	2.6	1.5	1.3	1.1	1.1	1.1	0.7	1.1	1.116667
Hk3	0	0.5	0.8	0.9	1.7	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.7	1.2	1.158333
Pl1	0.6	0.6	0.9	1.3	1.5	1.2	1	0.9	1.6	1.5	1.1	1.1	1.108333
Pl2	2.4	1.1	1.5	2.1	1.2	1.2	2.1	3.1	2.4	2	2.5	1.6	1.933333
Pl3	1.7	0.7	1	2	1.2	1.4	1.6	1.9	1	-	1	2.3	1.436364
Ammonia	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	0.03	0.15	0.24	0.38	0.03	0.26	0.34	0.1	0.01	0.3	0.01	0.13	0.165
Int2	0.05	0.09	0.12	0.16	0.08	0.31	0.4	0.04	0.02	0.13	0.06	0.01	0.1225
Int3	0.24	0.26	0.29	0.33	0.19	0.22	0.26	0.08	0.06	0.12	0.09	0.48	0.218333
Hk1	0.12	0.1	0.9	0.11	0.09	0.14	0.2	0.18	0.09	0.17	0.2	0.2	0.208333
Hk2	0.1	0.11	0.1	0.2	0.17	0.24	0.31	0.18	0.1	0.26	0.09	0.1	0.163333
Hk3	1.79	0.19	0.23	0.3	0.12	0.35	0.29	0.28	0.24	0.33	0.12	0.17	0.3675
Pl1	0.21	0.1	0.15	0.18	0.12	0.15	0.14	0.11	0.06	0.43	0.01	0.03	0.140833
Pl2	0.1	0.15	0.19	0.22	0.12	0.17	0.15	0.13	0.06	0.13	0.22	0.06	0.141667
Pl3	0.12	0.18	0.15	0.14	0.17	0.2	0.17	0.14	0.05	-	0.39	0.06	0.160909
Sulfate	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.166667
Int2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.166667
Int3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.166667

ตารางที่ 13 (ต่อ)

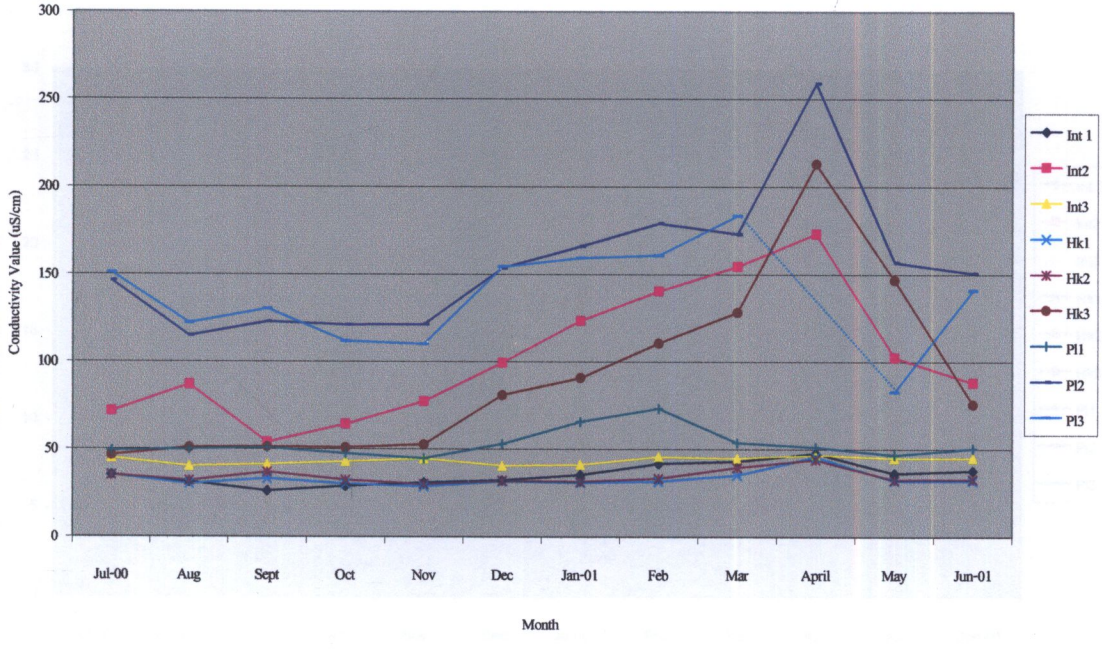
Sulfate	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Hk1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.166667
Hk2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.083333
Hk3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pl1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.25
Pl2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.083333
Pl3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-	0	1	0.272727
Turbidity	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	3	5	7	9	5	7	5	3	1	6	9	16	6.333333
Int2	2	7	9	10	12	10	11	13	5	1	6	5	7.583333
Int3	42	19	15	11	9	8	14	11	9	2	12	70	18.5
Hk1	20	13	15	17	11	12	9	9	15	14	13	13	13.41667
Hk2	26	21	16	17	10	15	11	8	16	25	14	17	16.33333
Hk3	1535	25	22	24	11	12	13	10	32	18	26	22	145.8333
Pl1	50	70	46	21	16	14	9	5	10	15	13	10	23.25
Pl2	36	48	31	28	161	57	27	10	12	17	16	29	39.33333
Pl3	46	330	68	31	22	20	20	21	14	–	34	43	59
DO	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	9.6	8.1	8.5	7.6	8.4	9.2	9.6	9.6	9.2	10	9.8	8	8.966667
Int2	9.2	8.9	8.4	7.6	8	9	9.2	9.2	8.6	9.2	9.2	6.8	8.608333
Int3	9.1	8.9	8.1	7.6	8.2	8.8	9.1	9.1	9.6	9	9.4	8	8.741667
Hk1	8.3	8.6	8.5	7.2	8.4	8	9.2	10	9.6	9.8	8.4	8	8.666667
Hk2	8.8	9.4	8.8	7.2	8	8	9	9.8	9.2	8.8	8.8	7.4	8.6
Hk3	7.4	8.6	8.1	6.8	7.6	7.4	8.2	4	4.8	4.4	8.8	6	6.841667
Pl1	8	8.3	8	7.6	8	8.4	9.4	9.6	8.8	9.4	8.6	7.6	8.475
Pl2	7.4	7.6	7.8	6.6	7.8	8	9.2	9.4	9	8.6	8.2	8.4	8.166667
Pl3	6	6.6	6.6	6.8	7.8	8.2	8.8	9.4	8.6	-	7.4	7.4	7.6
BOD5	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	0.4	0.3	0.5	1.4	2.9	0.4	0.4	0.6	1	0.5	1.2	0.2	0.816667
Int2	0.6	0.5	0.5	1	2.9	0.4	0.4	1.6	0.6	0.3	1	0.6	0.866667
Int3	0.7	0.5	0.5	3	2.6	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	1	0	0.825
Hk1	0.3	0.4	0.5	0.6	2.6	1.1	0.2	2.4	0.8	0.4	1.2	0.2	0.891667
Hk2	0.1	0.3	0.4	0.7	1.8	0.2	0.4	0.6	1.2	0.4	1.6	0	0.641667
Hk3	0.4	0.6	0.5	0.2	1.6	1.6	0.5	2	3.4	1.2	1.8	0	1.15
Pl1	0.6	0.3	0.4	1.2	2.5	0.4	0.4	1.8	1	0.4	1	0	0.833333
Pl2	1.4	0.2	0.4	1	2.7	0.6	0.6	2.2	1	0.5	0.4	1	1
Pl3	0.8	1.6	1.1	2.2	2.2	0.4	0.4	1.8	2.2	-	1.2	1	1.354545
ALK	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	13	15	11	12	15	15	16	16	70	22	16	16	19.75

ตารางที่ 13 (ต่อ)

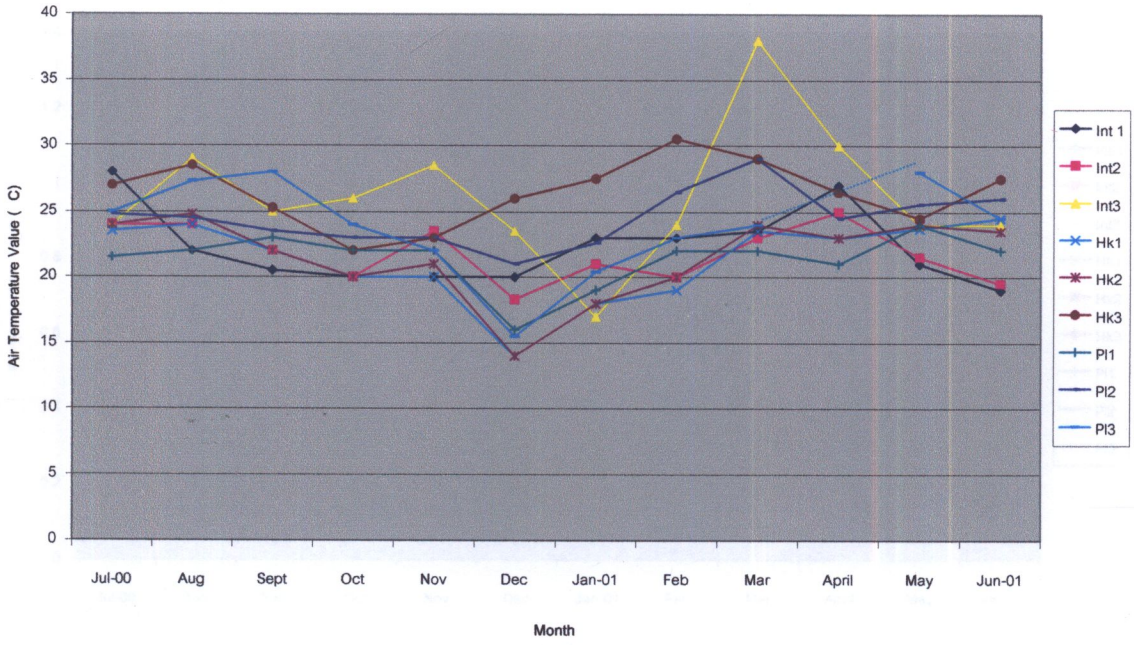
ALK	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int2	31	27	20	23	33	30	29	29	21	22	34	37	28
Int3	16	20	22	27	17	15	15	15	20	76	18	21	23.5
Hk1	9	11	10	13	7	10	13	17	17	18	15	22	13.5
Hk2	16	13	13	14	12	11	14	16	17	20	17	53	18
Hk3	16	20	24	27	26	24	38	45	49	76	58	52	37.91667
Pl1	19	15	12	9	19	15	18	25	21	19	21	19	17.66667
Pl2	49	45	44	40	39	35	44	57	51	90	56	17	47.25
Pl3	54	53	40	43	40	38	52	65	61	-	31	30	46.09091
PH	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	8.7	8.5	8.3	7.7	8.8	8.55	7.98	7.47	7.64	7.7	8.2	8.4	8.161667
Int2	8.5	8.3	7.9	7	8.2	7.94	7.55	7.68	7.52	7.89	8	8.4	7.906667
Int3	8.6	8.3	8	7.77	8.4	7.87	7.43	7.18	7.37	7.11	8.3	9.1	7.9525
Hk1	8.6	8.1	8	7.5	8.2	8	7.9	7.7	7.33	7.08	8.2	8.6	7.934167
Hk2	7.9	8.3	8.1	7.55	8.3	8.1	7.79	7.89	7.37	7.05	8	8.9	7.9375
Hk3	7.3	7.7	7.9	7.8	8.3	8	7.42	7.07	6.88	6.73	8.4	7.8	7.608333
Pl1	8.6	8.1	8.1	7.9	8.9	8.5	8.12	7.13	7.08	7.06	8	8.2	7.974167
Pl2	8.1	8.3	8	7.7	8.1	8.4	8.05	7.39	7.46	7.34	8.4	8.2	7.953333
Pl3	8.2	8.3	8.1	7.9	8.2	8.05	7.69	7.78	7.84	-	8.2	8.5	8.069091
Velocity	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	0.41	1.4	1.08	0.67	0.34	0.63	0.51	0.65	0.45	3	0.36	0.25	0.8125
Int2	0.44	1.4	1.23	0.93	0.4	0.45	0.43	0.55	0.3	1.2	0.52	0.99	0.736667
Int3	0.45	1.2	0.96	0.64	0.5	0.39	0.5	0.42	0.61	3	0.47	0.47	0.800833
Hk1	0.27	0.42	0.52	0.66	0.89	0.63	0.71	0.44	0.39	0.36	0.37	0.76	0.535
Hk2	0.6	0.49	0.56	0.59	0.69	0.41	0.53	0.31	0.31	0.81	0.2	0.59	0.5075
Hk3	0.22	0.25	0.3	0.3	0.3	0.58	0.6	0.26	0.35	0.21	0.19	0.47	0.335833
Pl1	0.19	0.31	0.54	0.74	0.92	0.38	0.57	0.54	0.39	0.42	0.39	0.31	0.475
Pl2	0.22	0.6	0.7	0.9	1.07	0.19	0.3	0.27	0.35	0.4	0.32	0.64	0.496667
Pl3	0.13	0.23	0.4	0.5	0.61	0.17	0.15	0.11	0.34	-	0.59	0.6	0.348182
Discharge	Jul-00	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan-01	Feb	Mar	April	May	Jun-01	Mean
Int 1	0.123	0.672	0.351	0.1541	0.0374	0.567	0.051	0.052	0.0405	0.081	0.11088	0.048125	0.190667
Int2	0.2365	0.805	0.98277	0.5115	0.096	0.18	0.142975	0.165	0.33858	0.456	0.299	0.051975	0.355442
Int3	0.95625	0.6	0.864	0.5184	0.35075	0.12285	0.1375	0.1512	0.35	0.36	0.36801	0.040585	0.401629
Hk1	0.102	0.169	0.2405	0.1485	0.12815	0.063	0.115375	0.099	0.092	0.06786	0.124875	0.268318	0.134882
Hk2	0.1122	0.196	0.252	0.1874	0.12558	0.0738	0.0954	0.062	0.05425	0.058323	0.072	0.28556	0.131209
Hk3	0.058	0.063	0.09225	0.14418	0.07935	0.04524	0.0312	0.0078	0.0105	0.01155	0.006175	0.085188	0.052869
Pl1	0.014	0.0275	0.091854	0.112665	0.57868	0.029688	0.07125	0.084375	0.01521	0.05985	0.051188	0.04123	0.098124
Pl2	0.0508	0.195	0.027216	0.19431	0.09844	0.01045	0.0297	0.034425	0.0252	0.018	0.04872	0.09408	0.068862
Pl3	0.00845	0.02415	0.0544	0.065	0.08052	0.5294	0.0108	0.0033	0.01088	-	0.077438	0.04845	0.082981



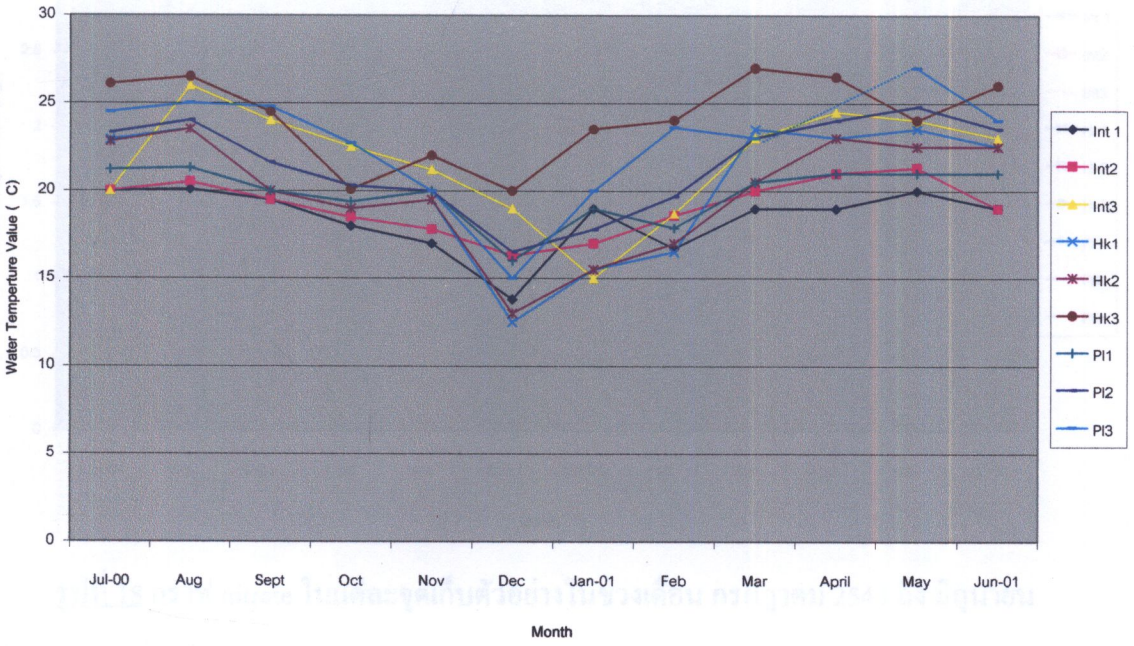
รูปที่ 13 กราฟ total dissolved solid (TDS) ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



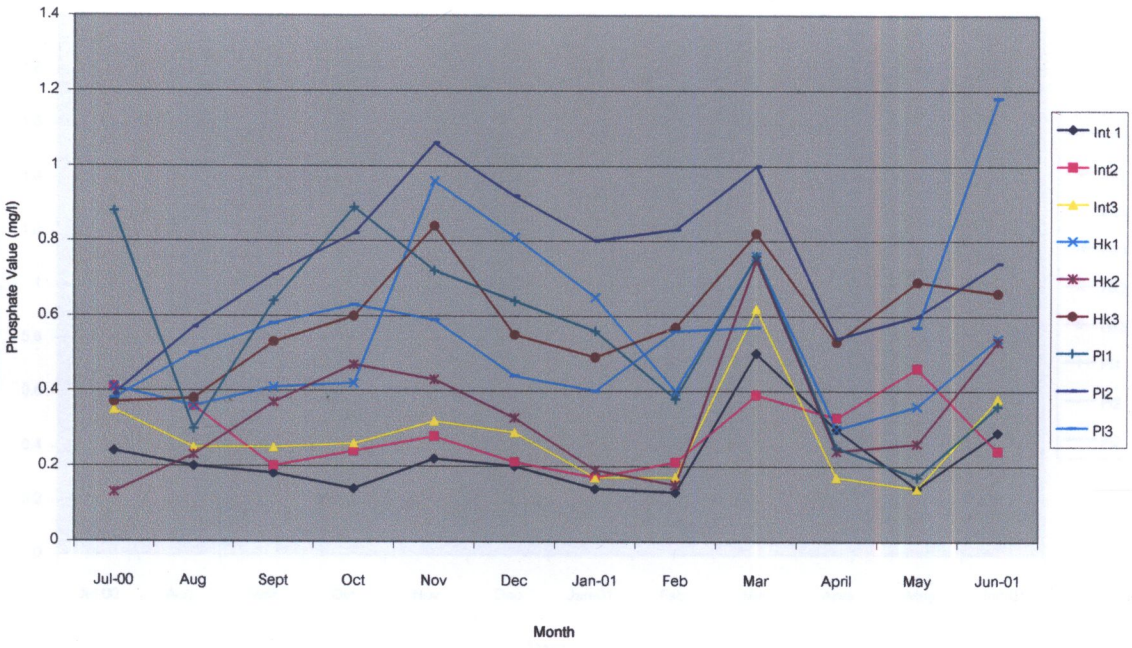
รูปที่ 14 กราฟ conductivity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



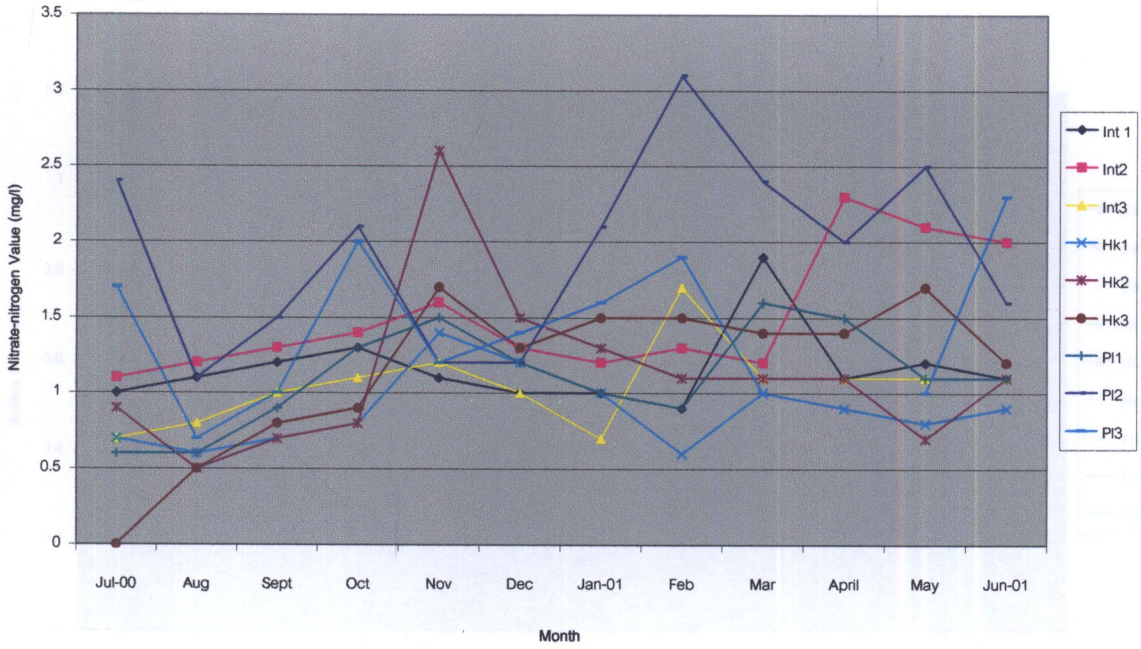
<u>รูปที่ 15</u> กราฟ air temperature ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



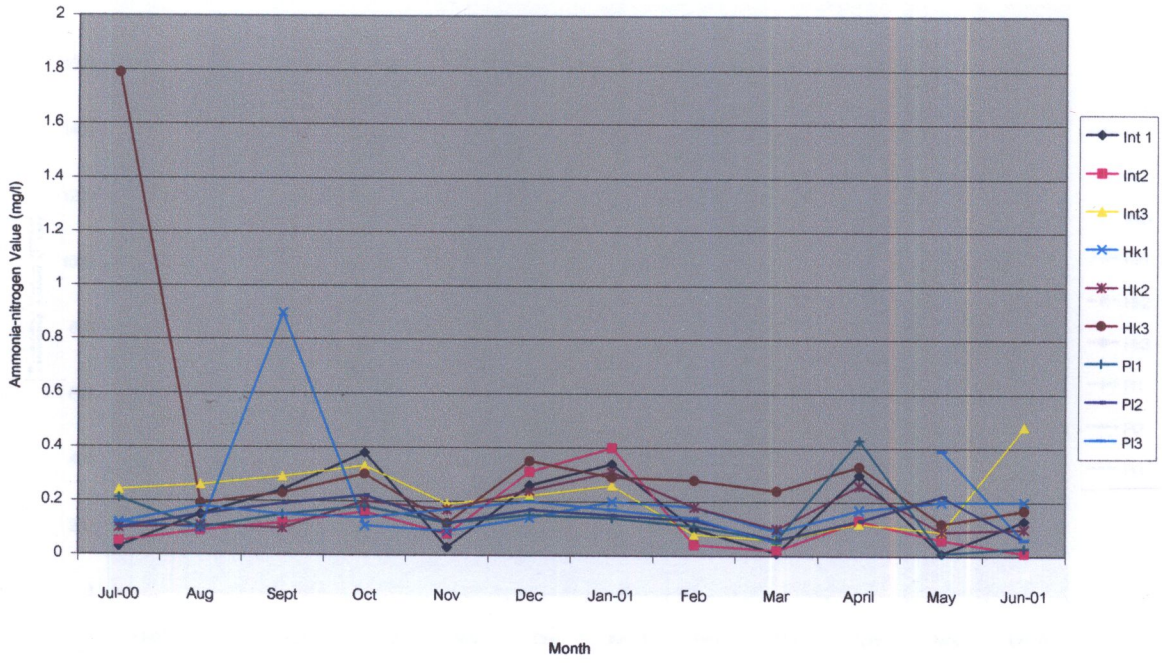
<u>รูปที่ 16</u> กราฟ water temperature ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



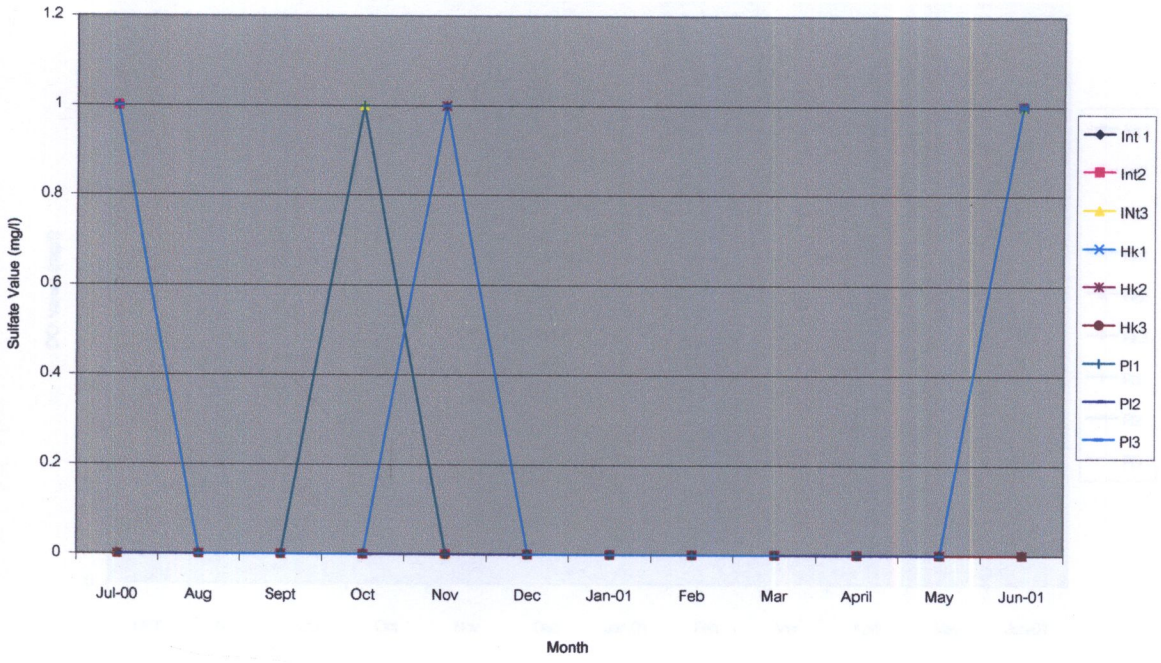
รูปที่ 17 กราฟ phosphate ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



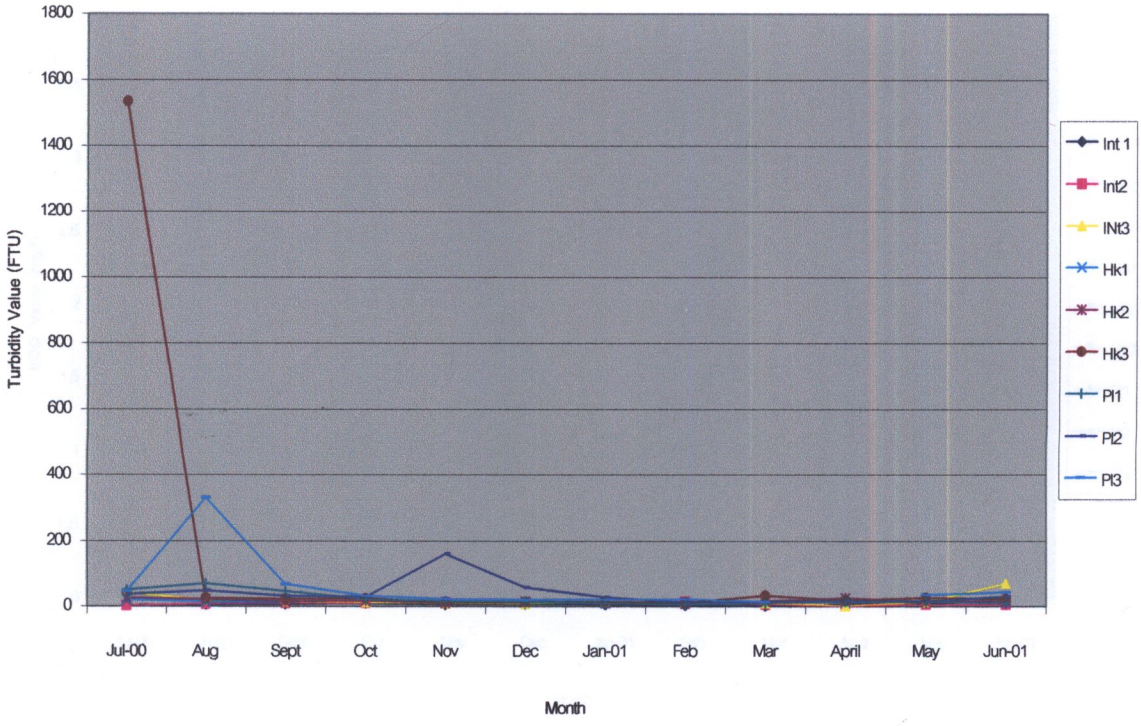
รูปที่ 18 กราฟ nitrate ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



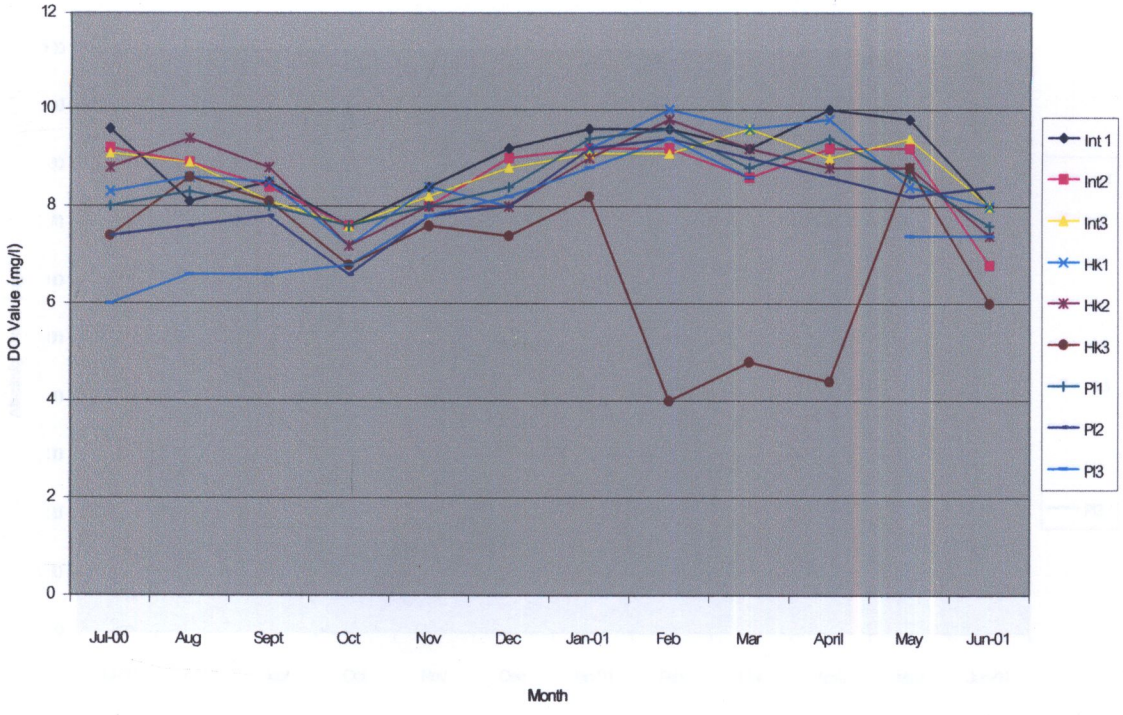
<u>รูปที่ 19</u> กราฟ ammonia ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



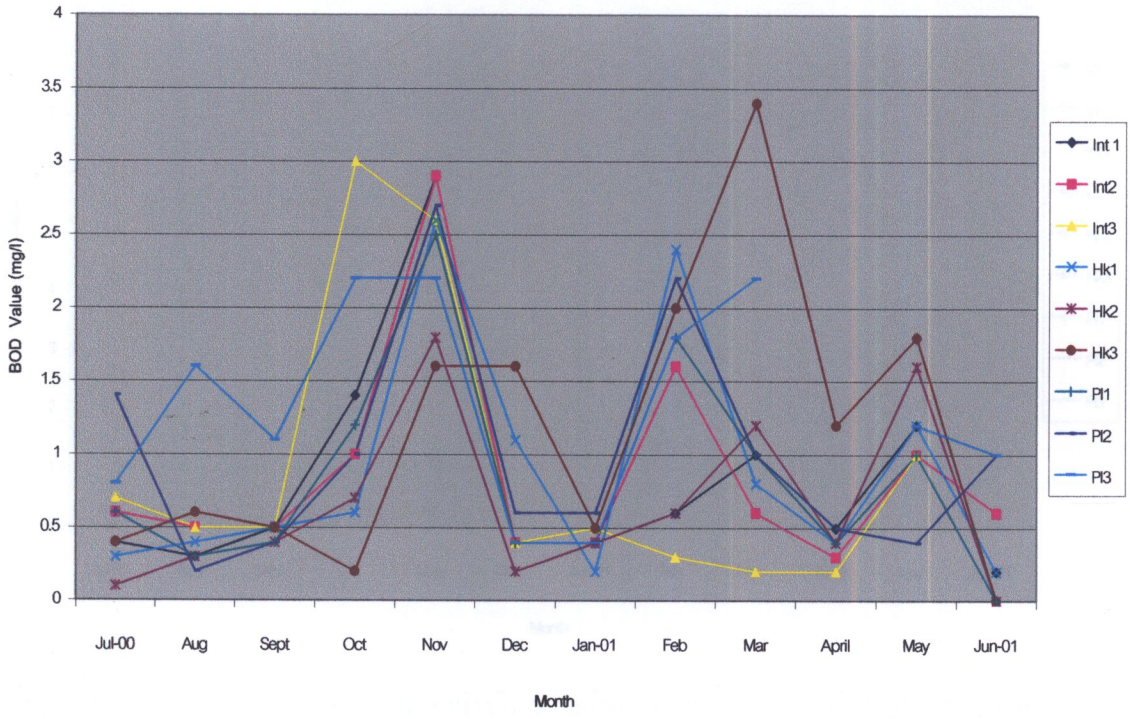
<u>รูปที่ 20</u> กราฟ sulfate ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



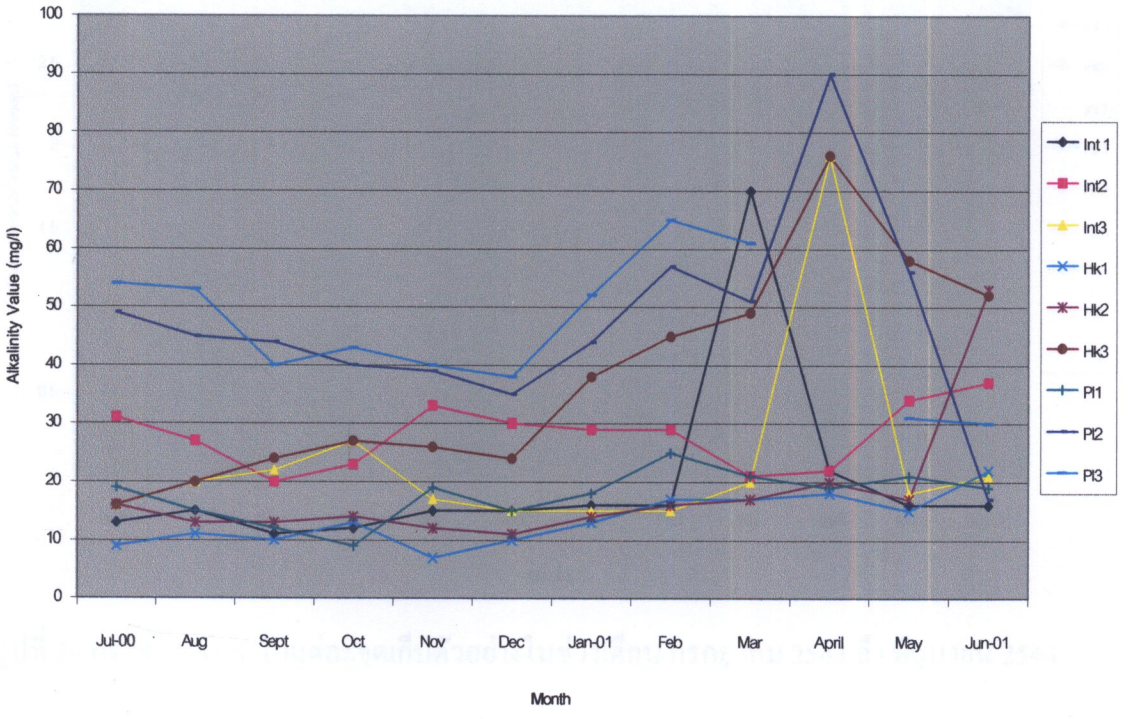
<u>รูปที่ 21</u> กราฟ turbidity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



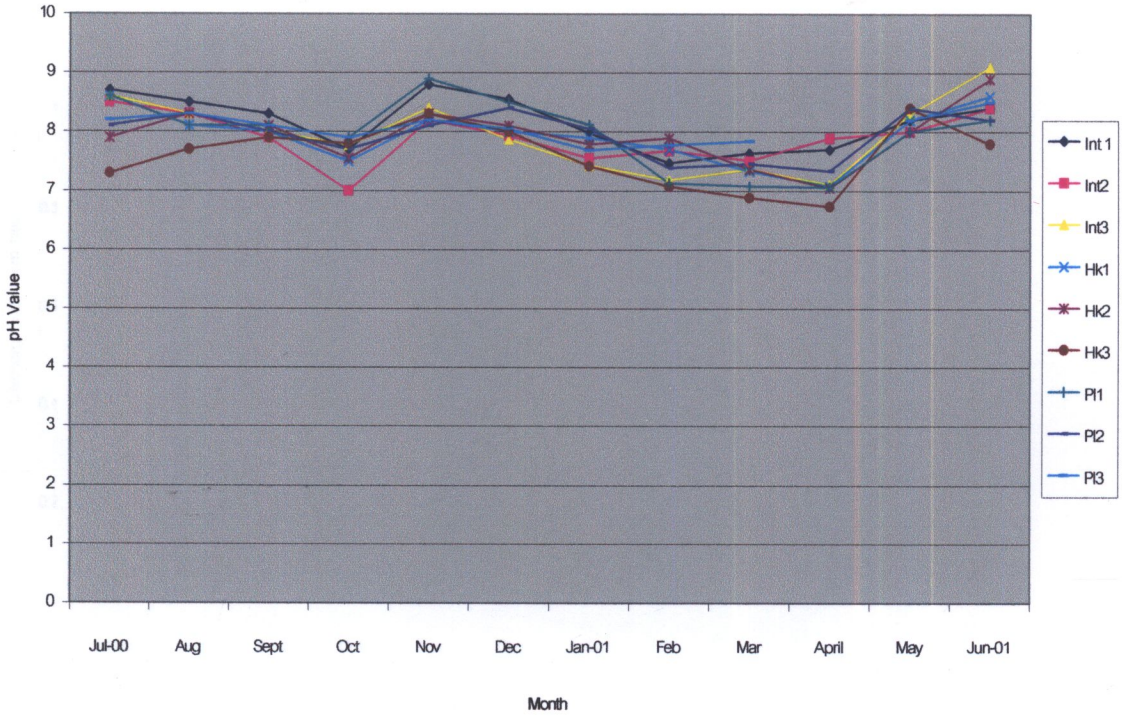
<u>รูปที่ 22</u> กราฟ dissolved oxygen ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



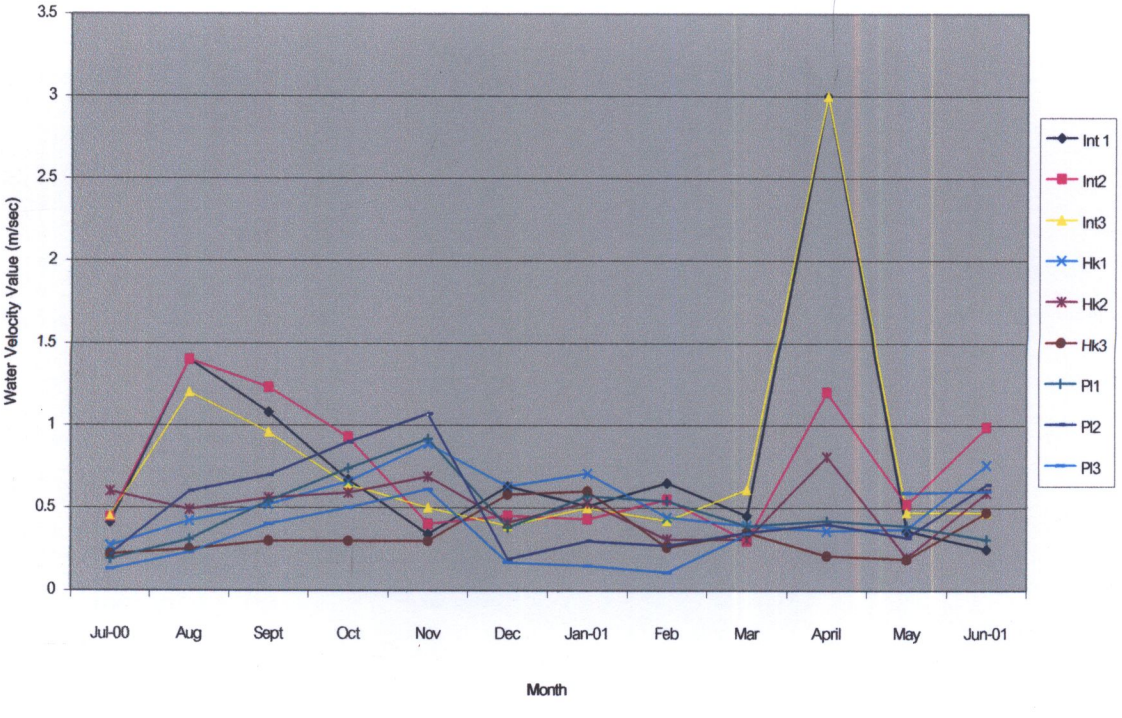
รูปที่ 23 กราฟ biochemical oxygen demand ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



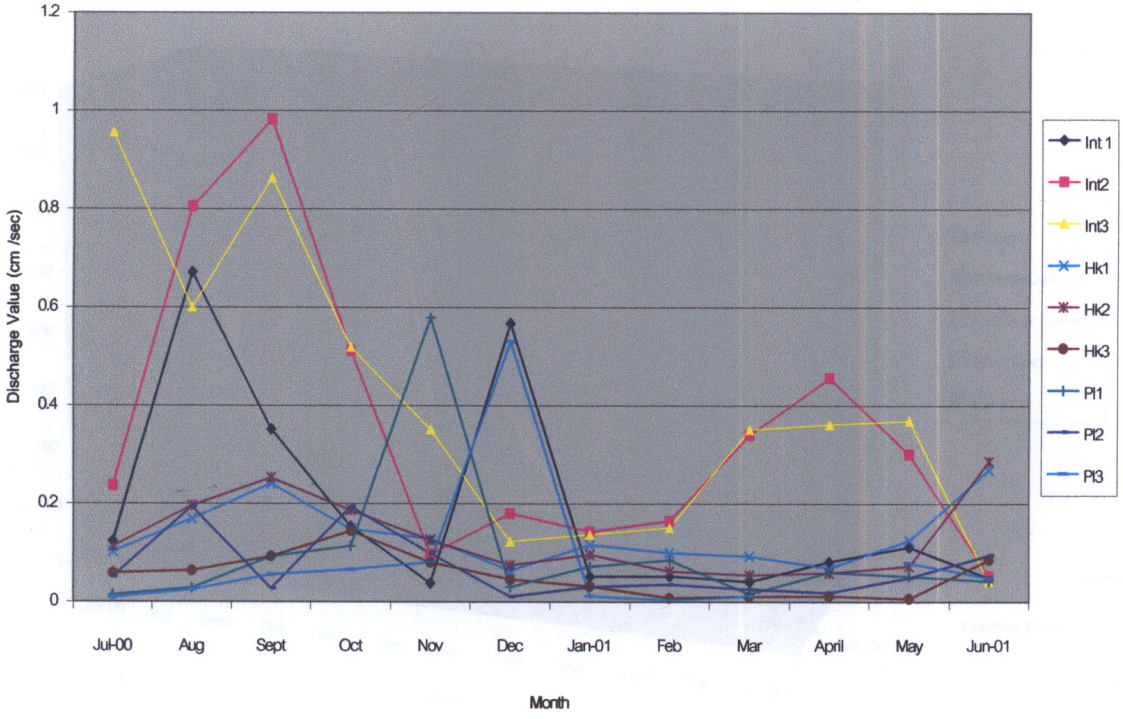
รูปที่ 24 กราฟ alkalinity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



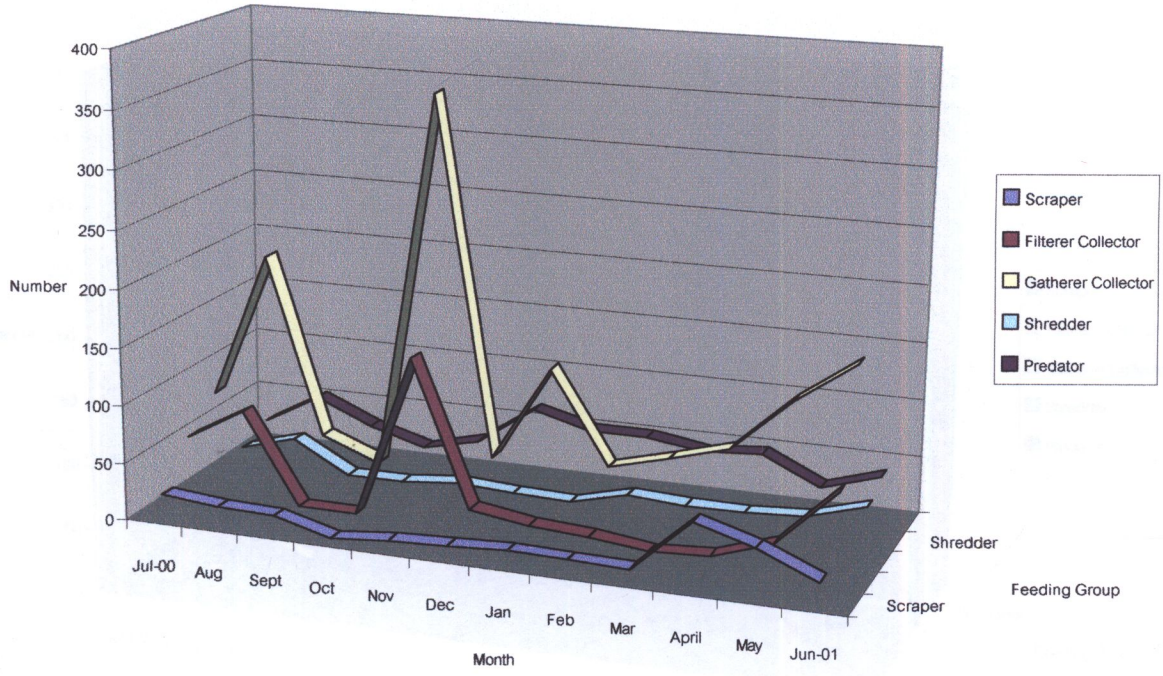
รูปที่ 25 กราฟ pH ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



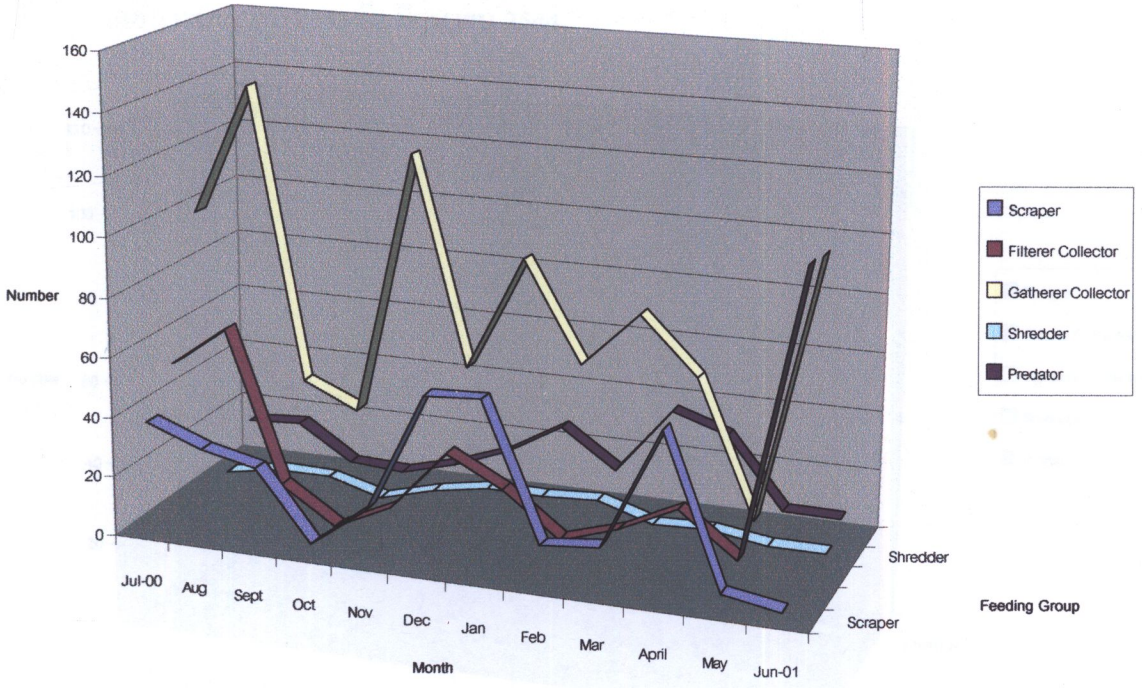
รูปที่ 26 กราฟ velocity ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



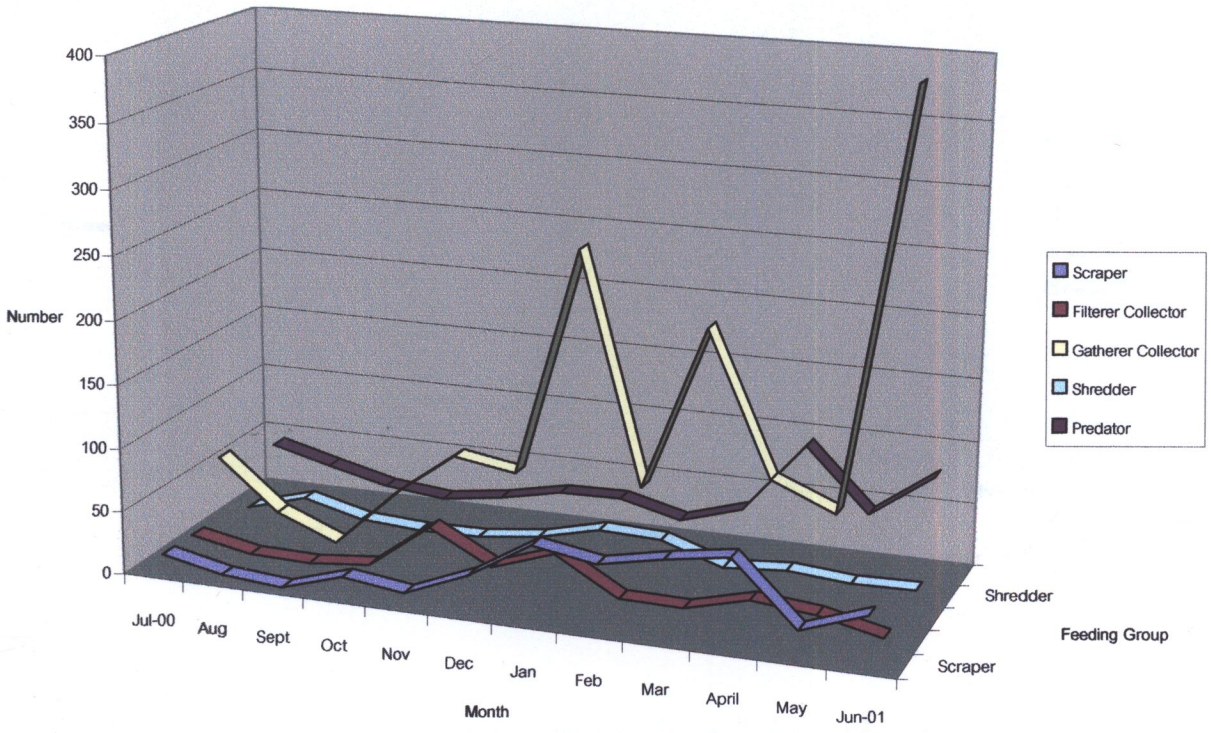
รูปที่ 27 กราฟ discharge ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



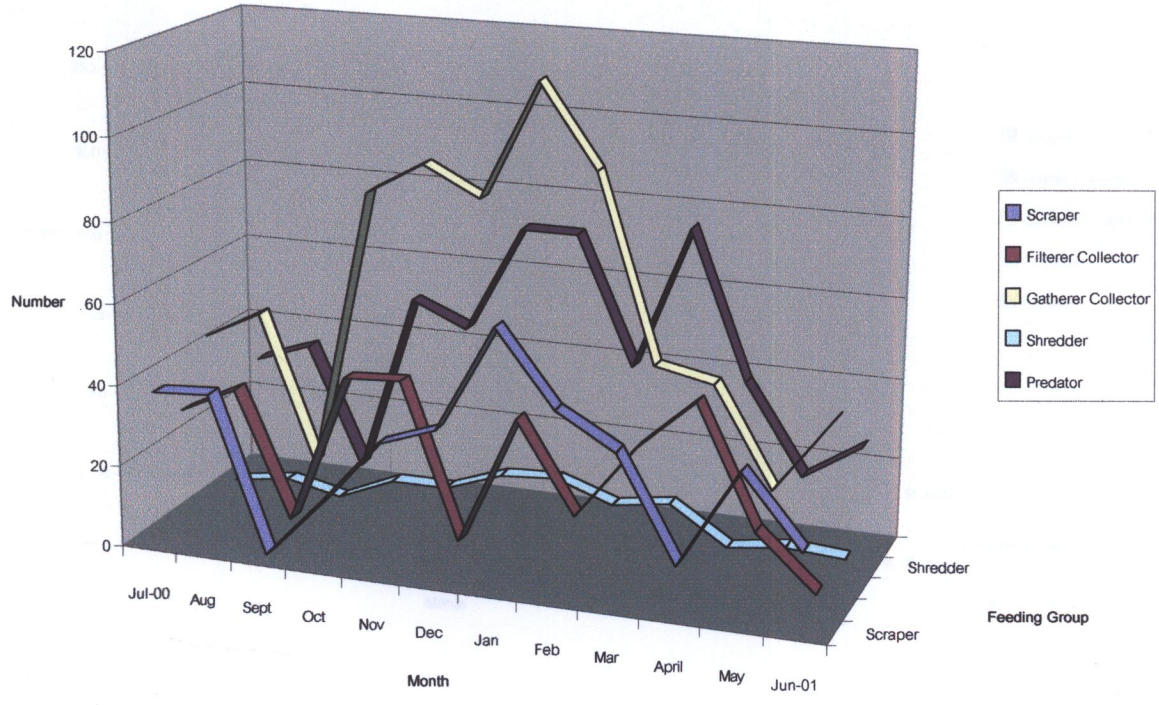
รูปที่ 28 กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารแม่กลาง ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



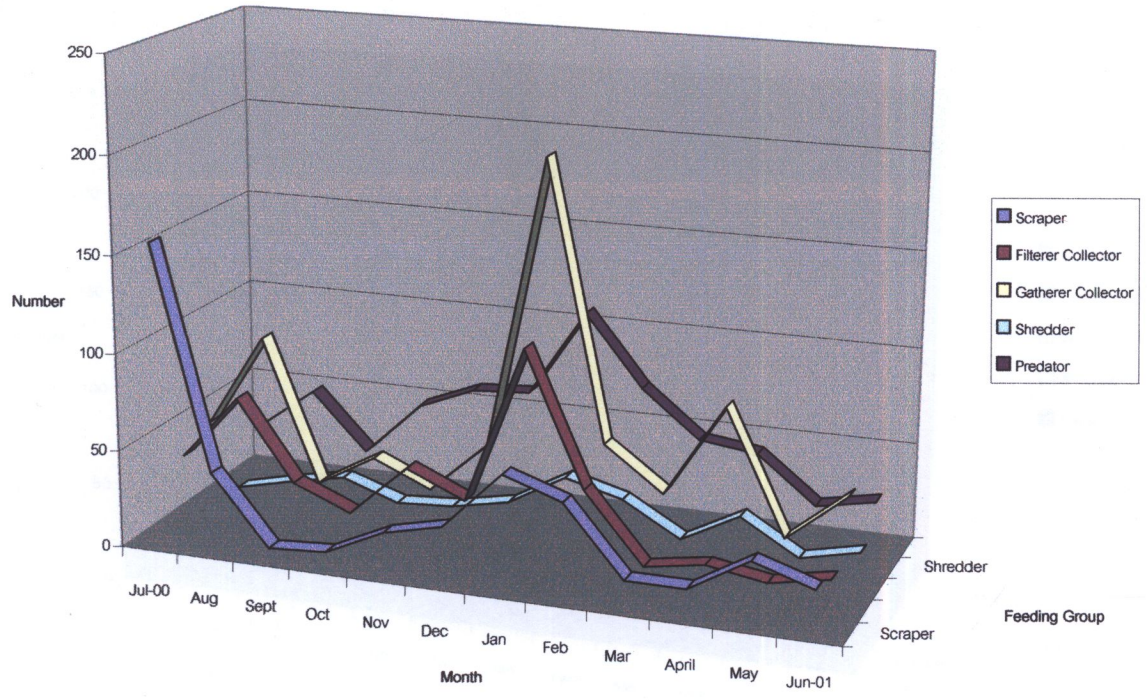
รูปที่ 29 กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ลำธารแม่กลาง ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



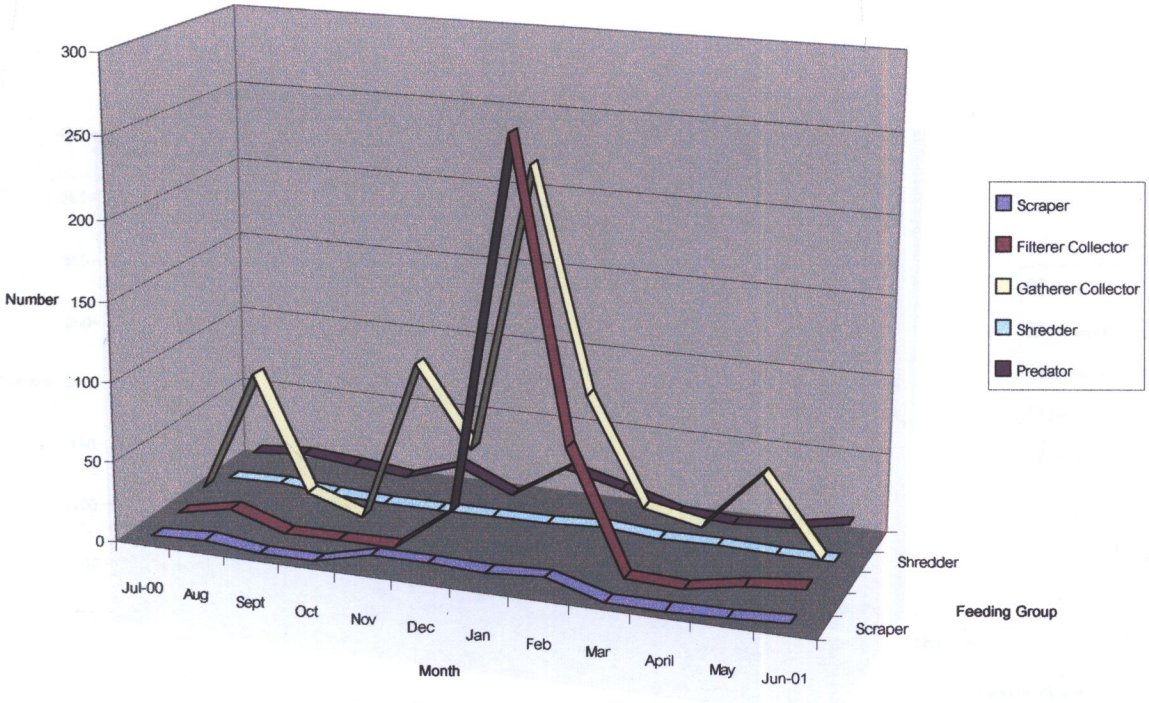
รูปที่ 30 แสดงจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ลำธารแม่กลาง ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



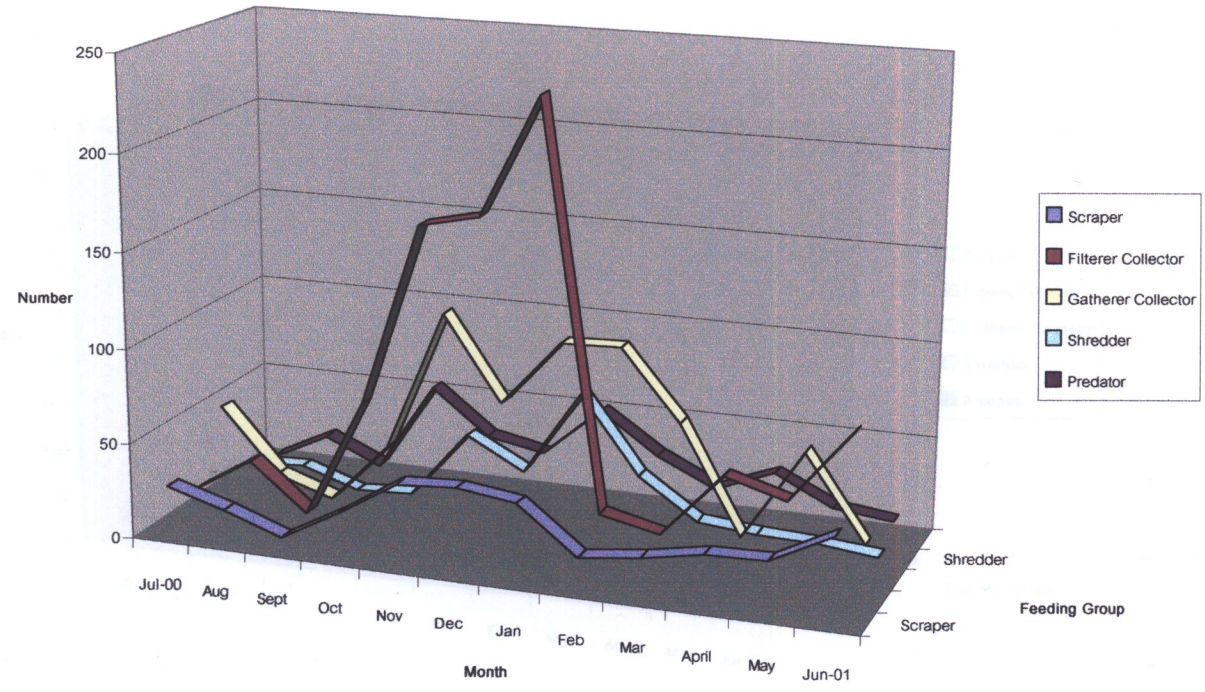
รูปที่ 31 กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารห้วยแก้ว ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 ถึง มิถุนายน 2544



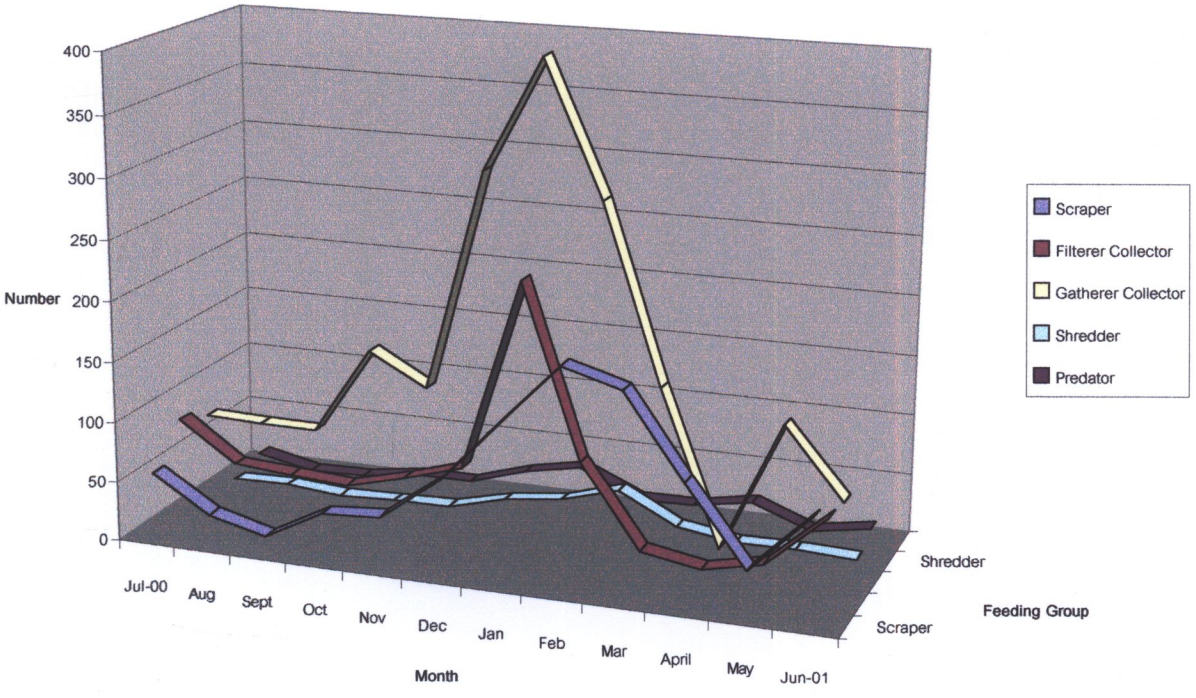
<u>รูปที่ 32</u> กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ลำธารห้วยแก้ว ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



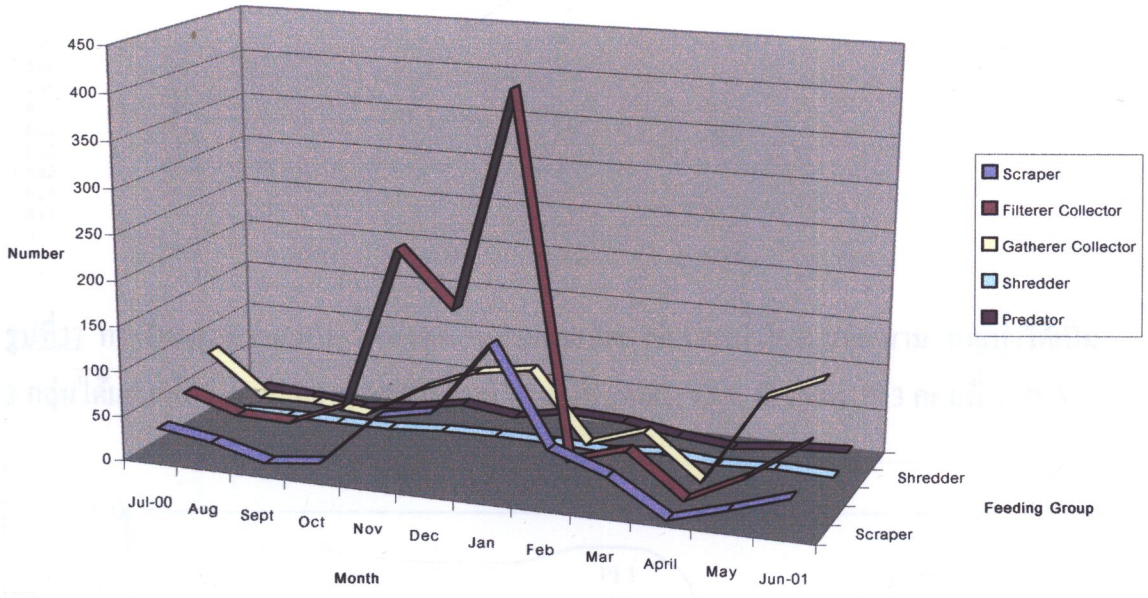
<u>รูปที่ 33</u> กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ลำธารห้วยแก้ว ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



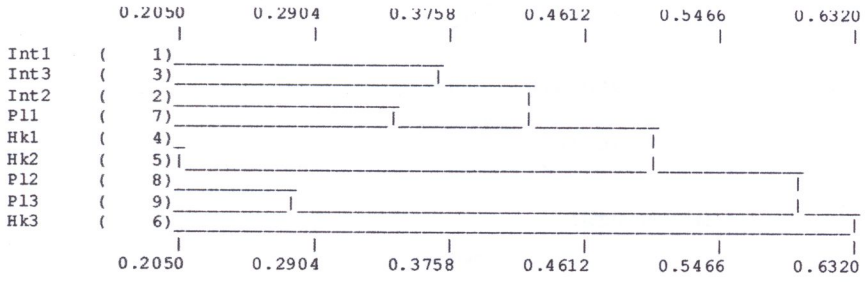
รูปที่ 34 กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ลำธารผาลาด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



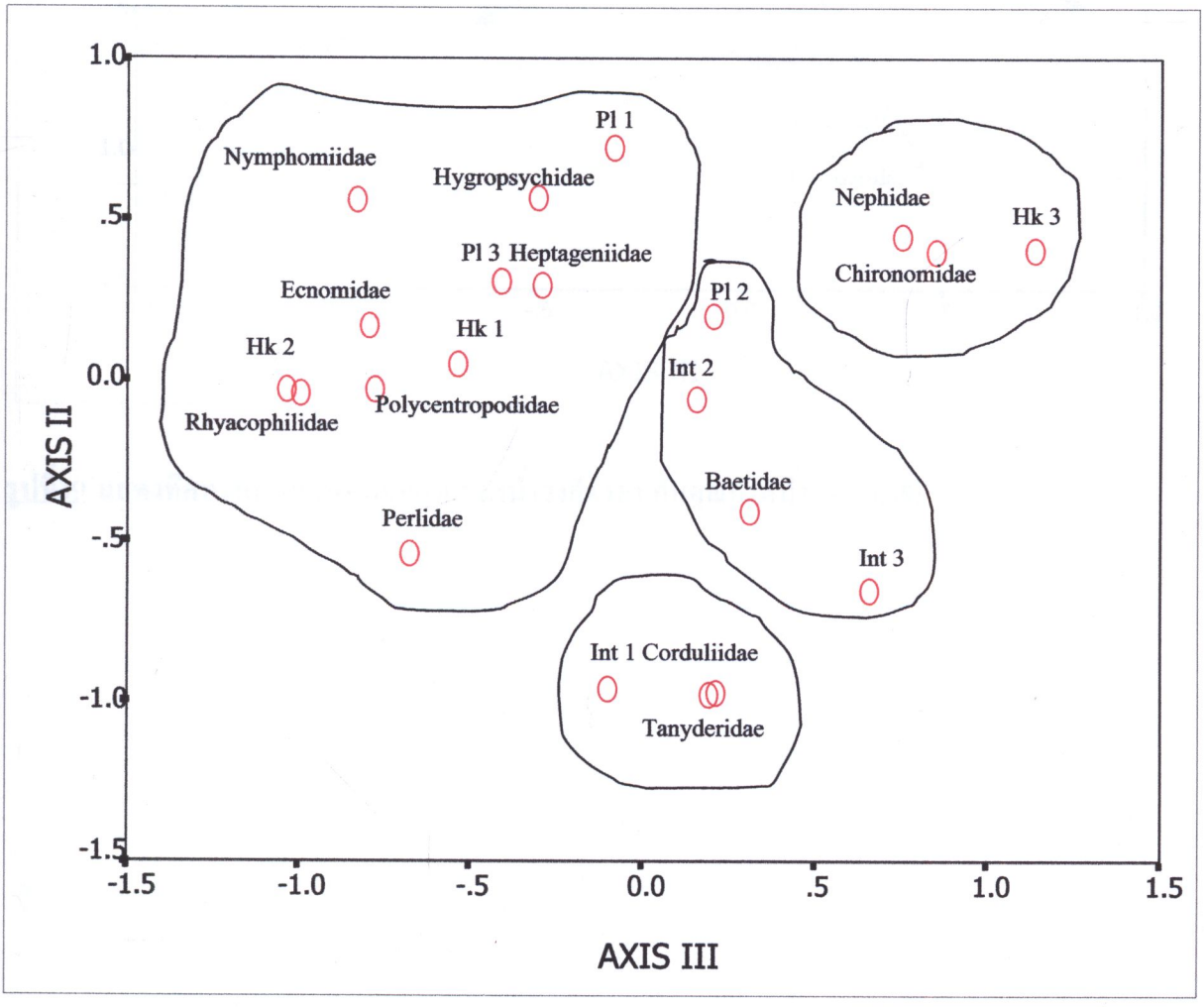
รูปที่ 35 กราฟจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ลำธารผาลาด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



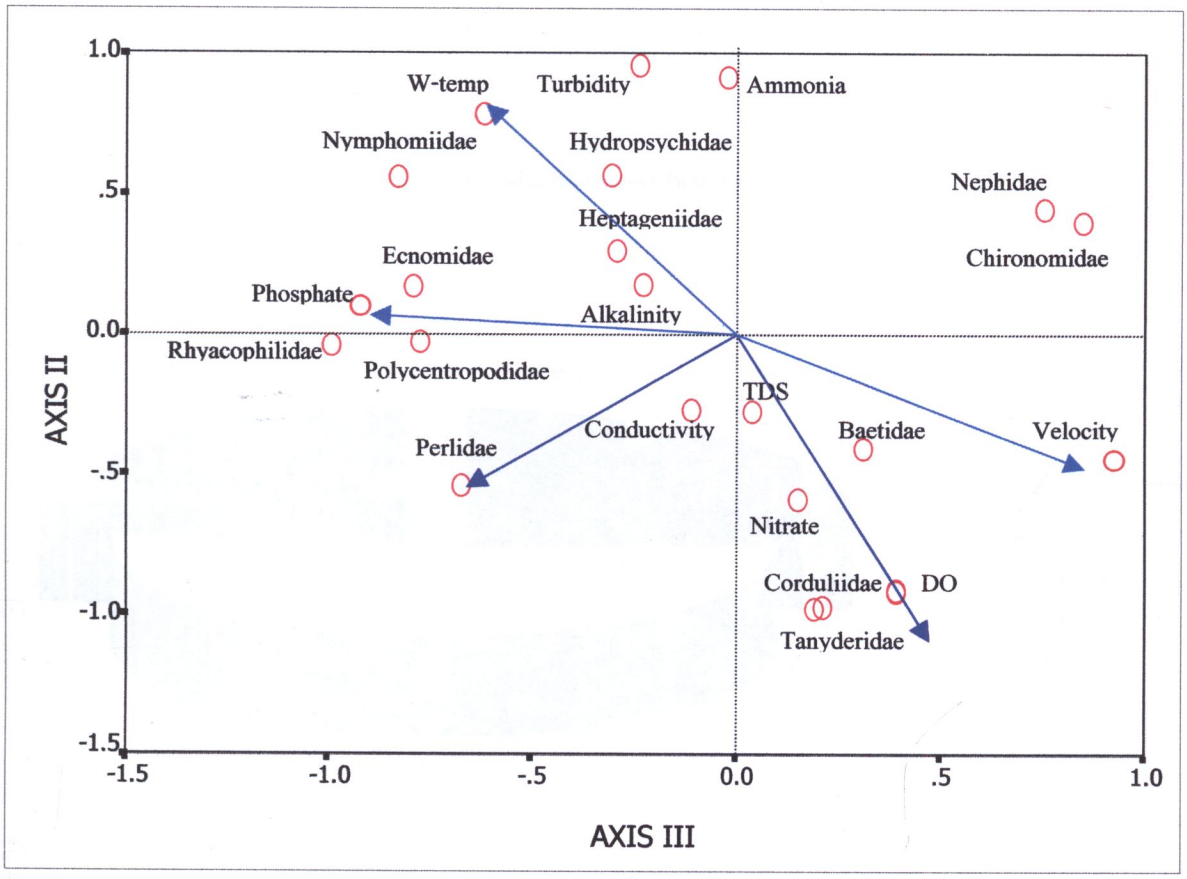
รูปที่ 36 แสดงจำนวนของแมลงน้ำตามประเภทการกินในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ลำธารผาลาด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2543 – มิถุนายน 2544



รูปที่37 การจัดกลุ่มความเหมือนของจุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้แมลงน้ำในการจัด สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่ม 1 Int 1, Int 2, Int 3 และ Pl 1 กลุ่มที่ 2 Hk1, Hk2, Pl 2 และ Pl 3 กลุ่มที่ 3 Hk 3

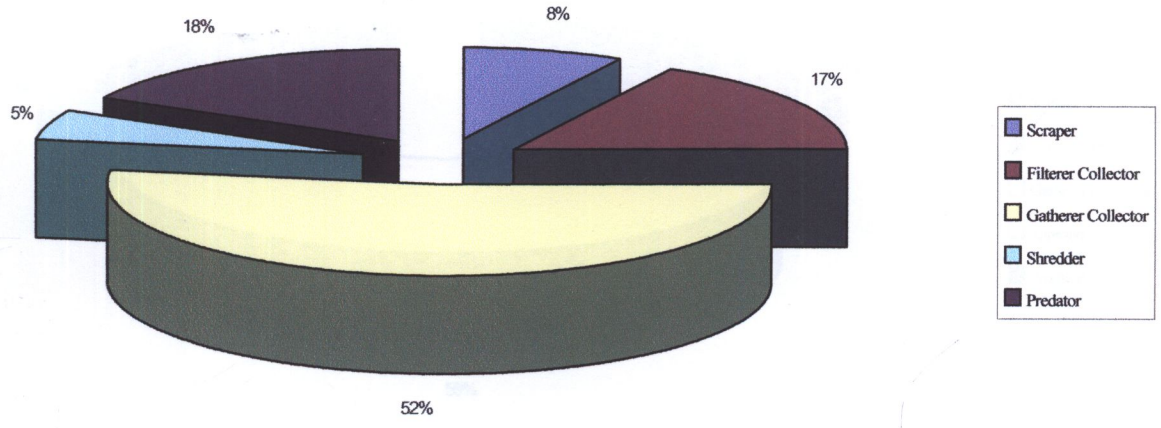


รูปที่ 38 แสดงความสัมพันธ์ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆ กับจุดเก็บตัวอย่าง ($P < 0.05$)

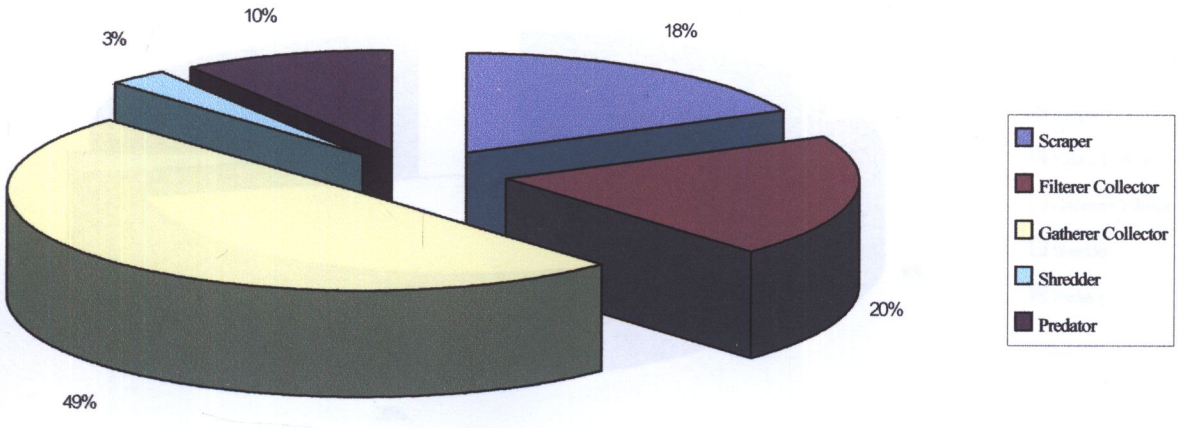


<u>รูปที่39</u> แสดงทิศทางความสัมพันธ์ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆ กับคุณภาพน้ำ ($P < 0.05$)

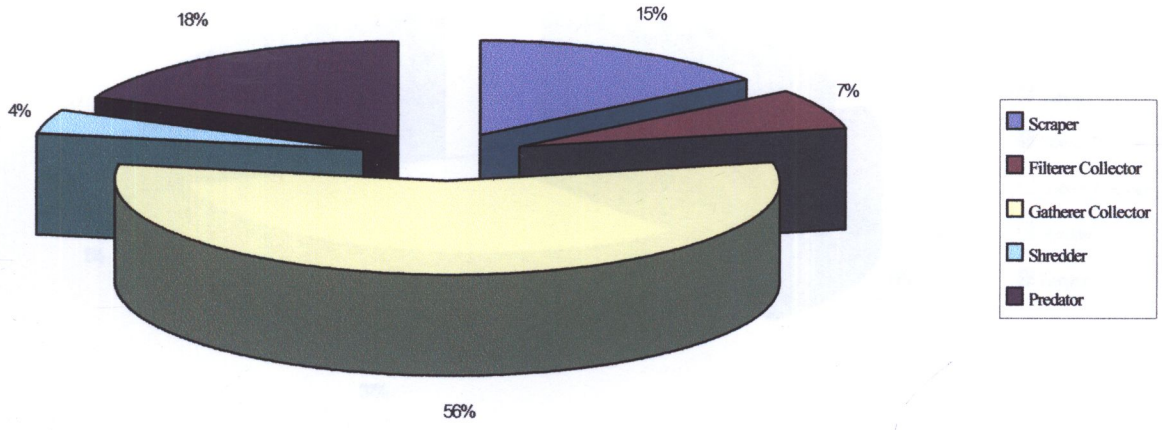
รูปที่ 40 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารแม่กลางในรอบปี



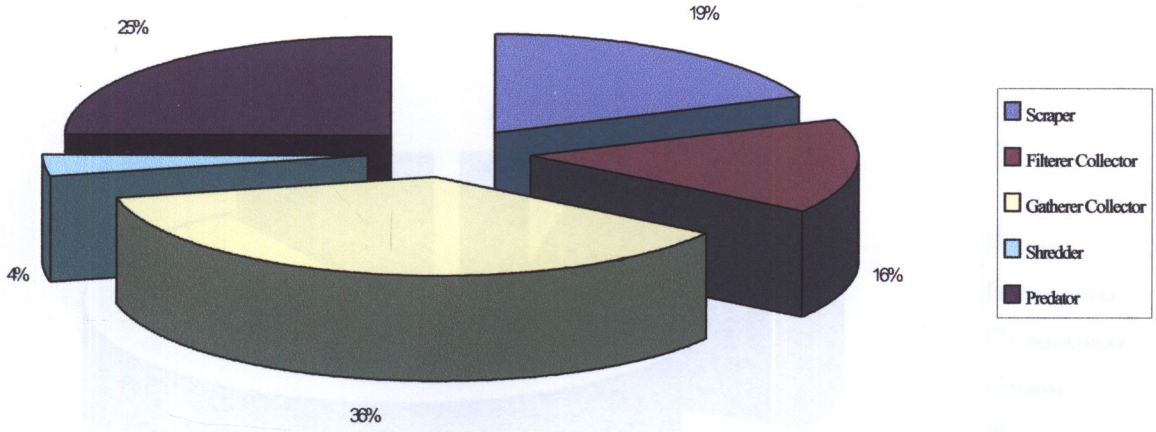
รูปที่ 41 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารแม่กลางในรอบปี



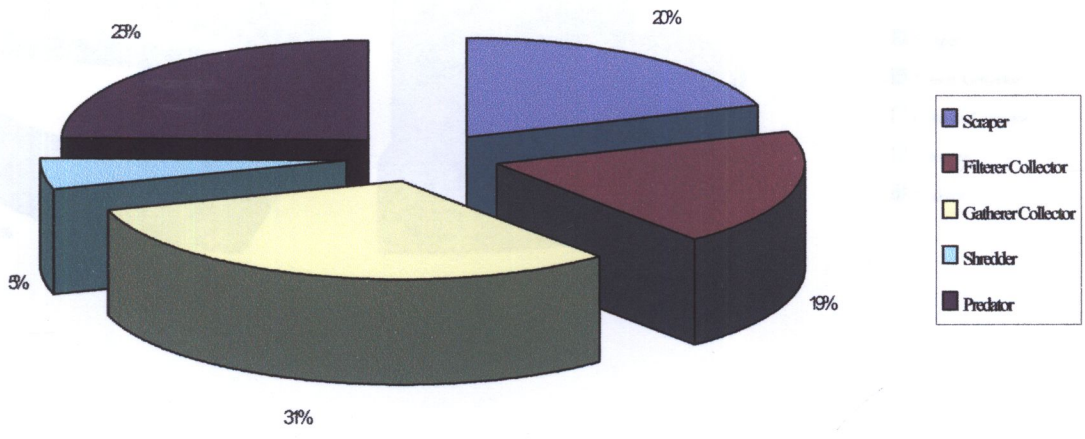
รูปที่ 42 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารแม่กลางในรอบปี



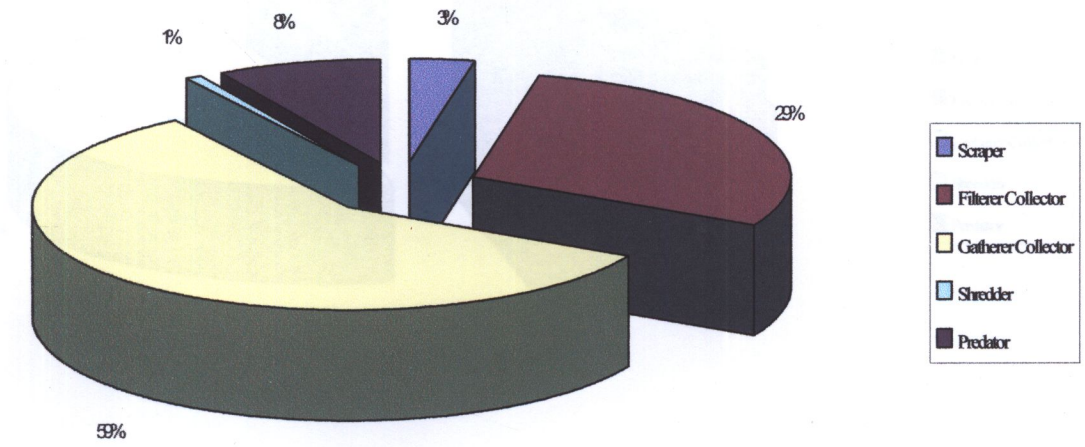
รูปที่ 43 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆ ในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารห้วยแก้วในรอบปี



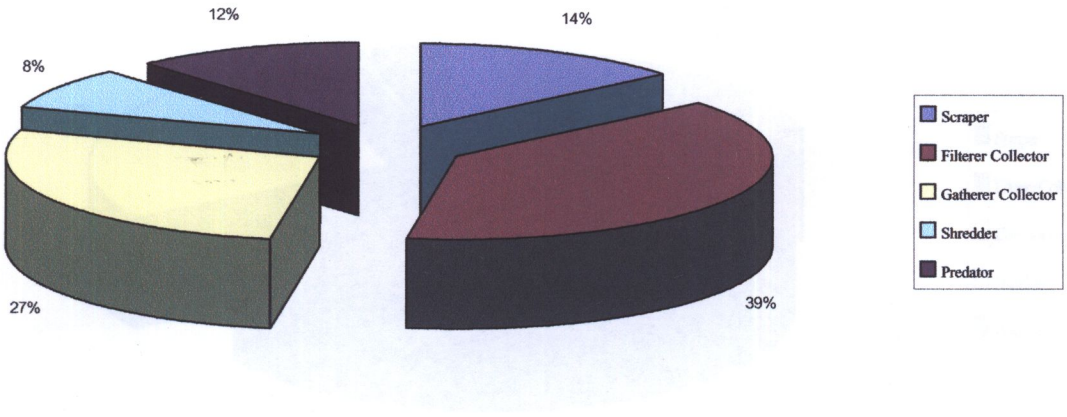
รูปที่ 44 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารห้วยแก้วในรอบปี



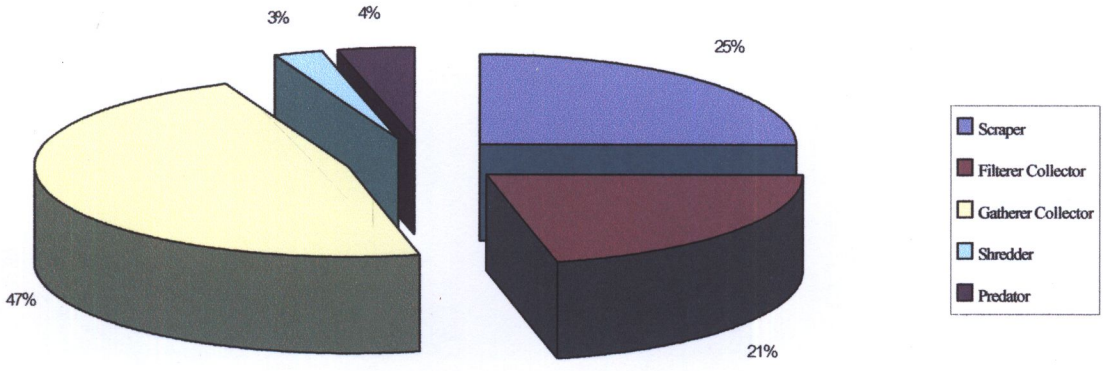
รูปที่ 45 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 3 ลำธารห้วยแก้วในรอบปี



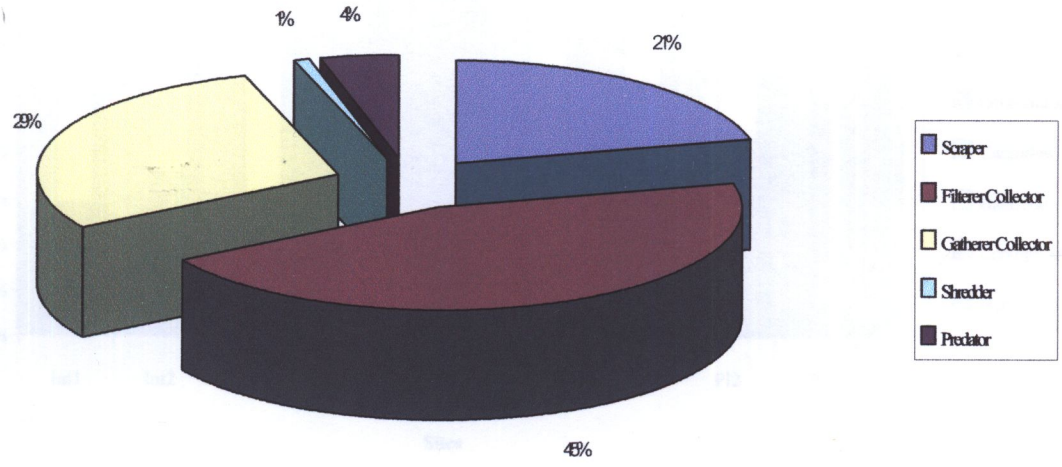
รูปที่ 46 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 1 ลำธารผาลาดในรอบปี



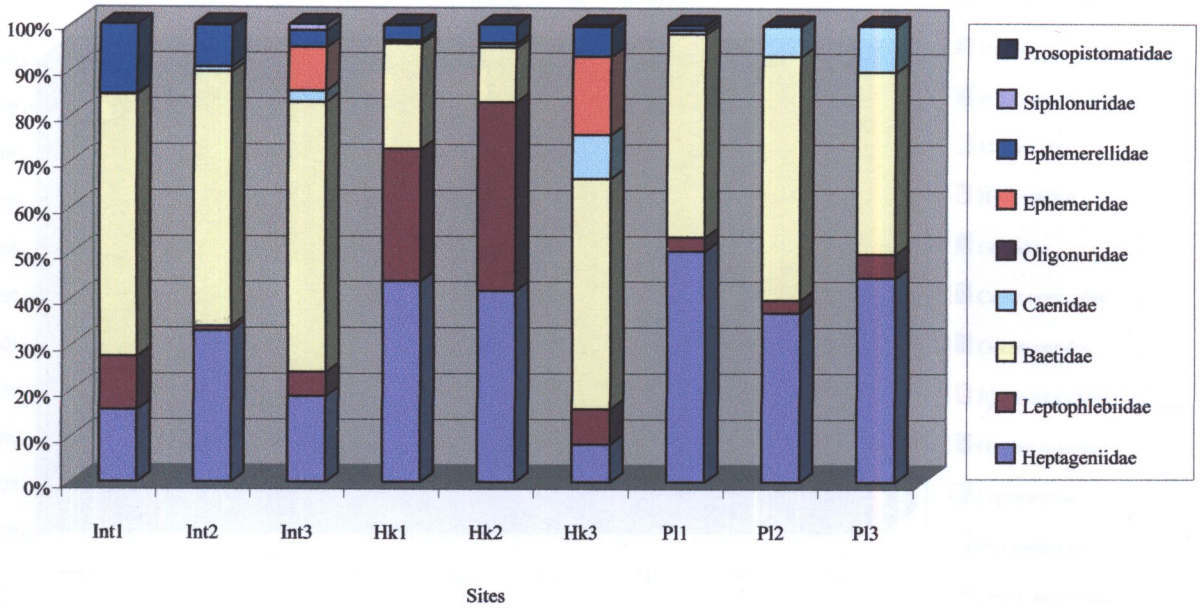
รูปที่ 47 แสดงสัดส่วนจำนวนแมลงกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 2 ลำธารผาลาดในรอบปี



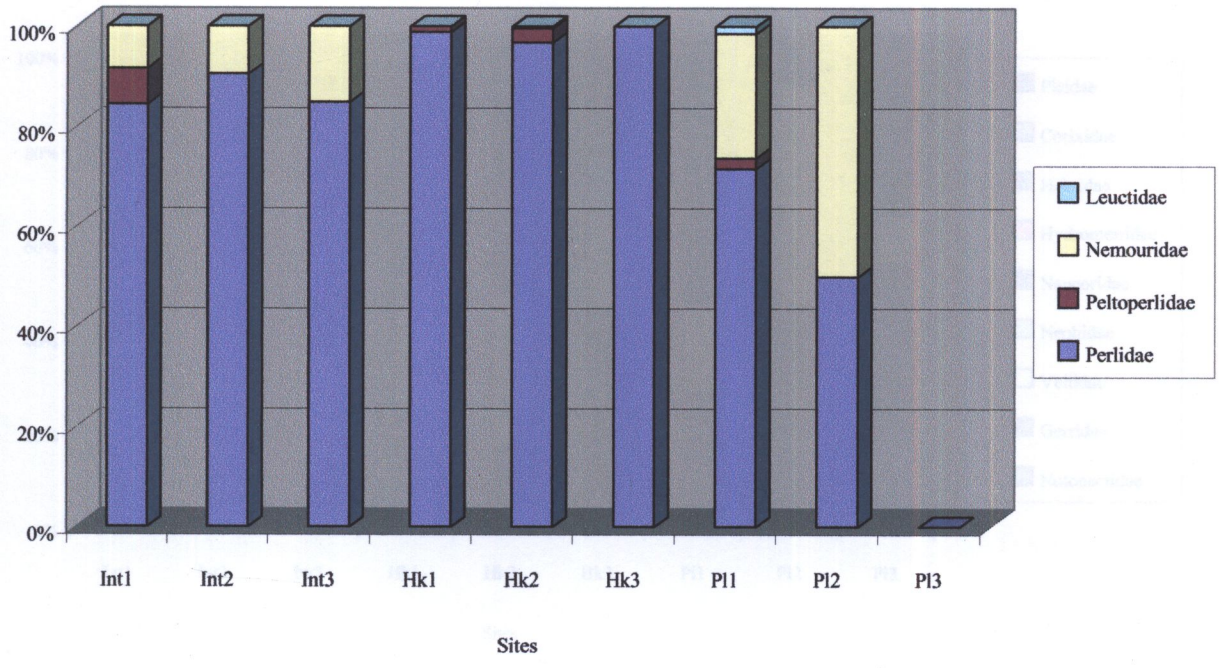
รูปที่ 8 แสดงสัดส่วนจำนวนของกลุ่มต่างๆในจุดศึกษาที่ 3 ตำบลผาถ่านในรอบปี



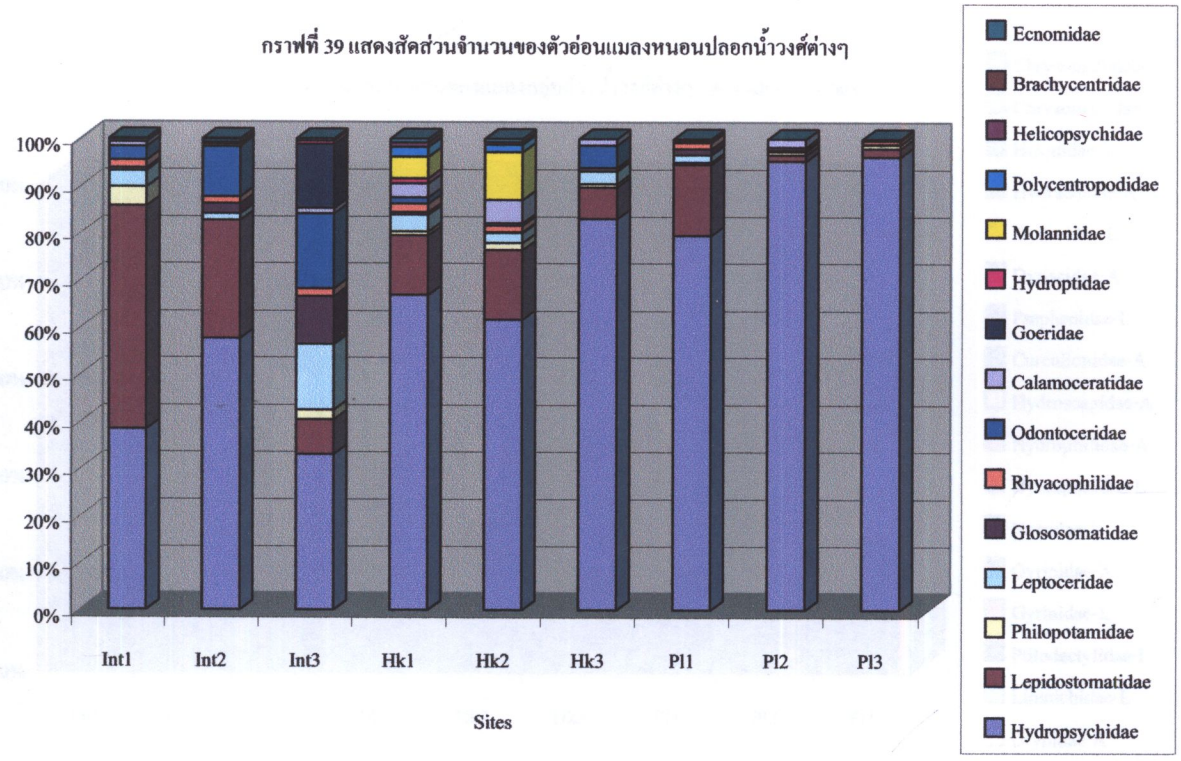
กราฟที่ 37 แสดงสัดส่วนจำนวนของตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ต่างๆ



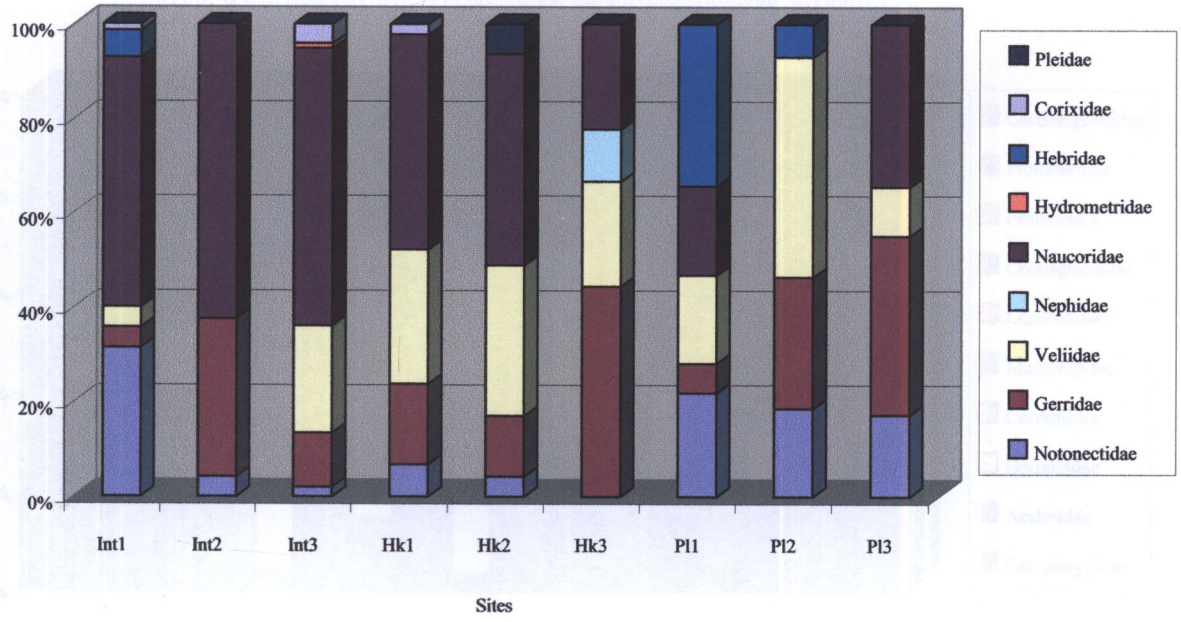
กราฟที่ 38 แสดงสัดส่วนจำนวนของตัวอ่อนแมลงเกาะหินวงศ์ต่างๆ



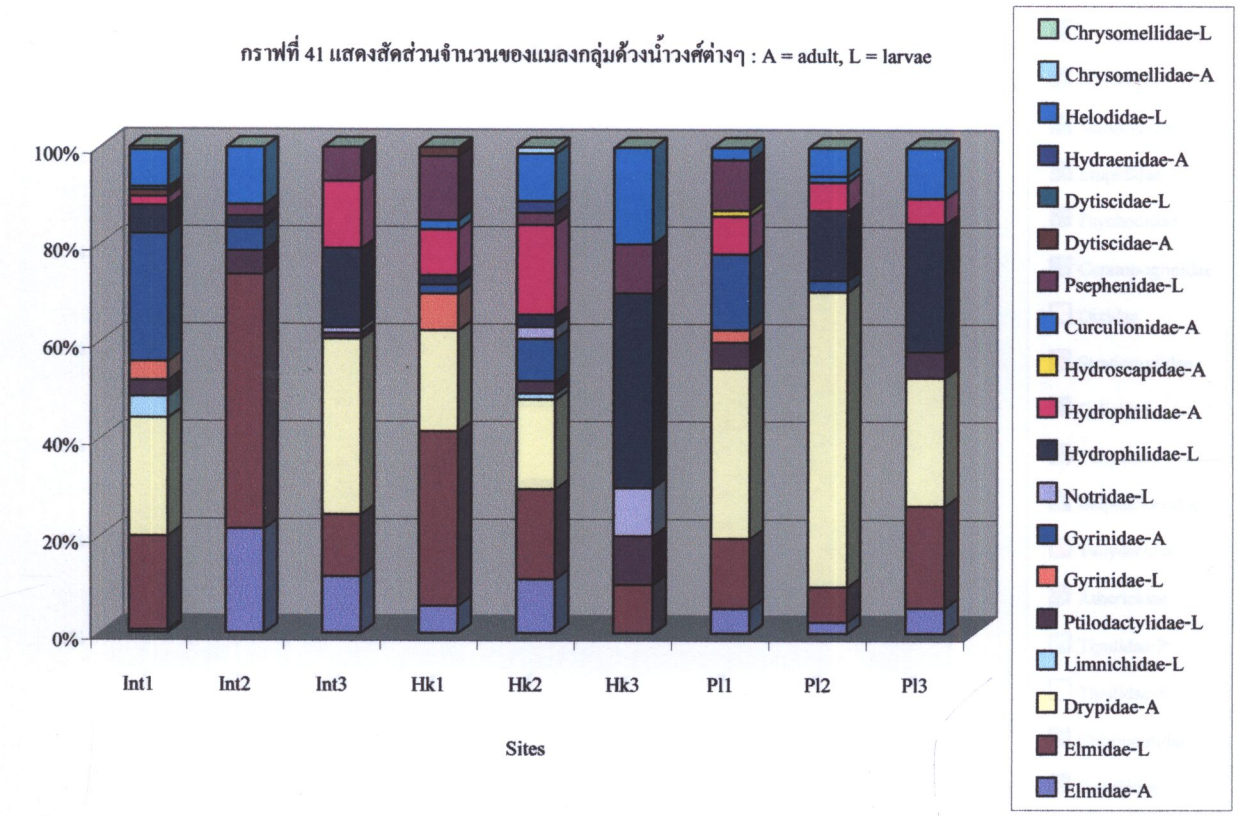
กราฟที่ 39 แสดงสัดส่วนจำนวนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ต่างๆ



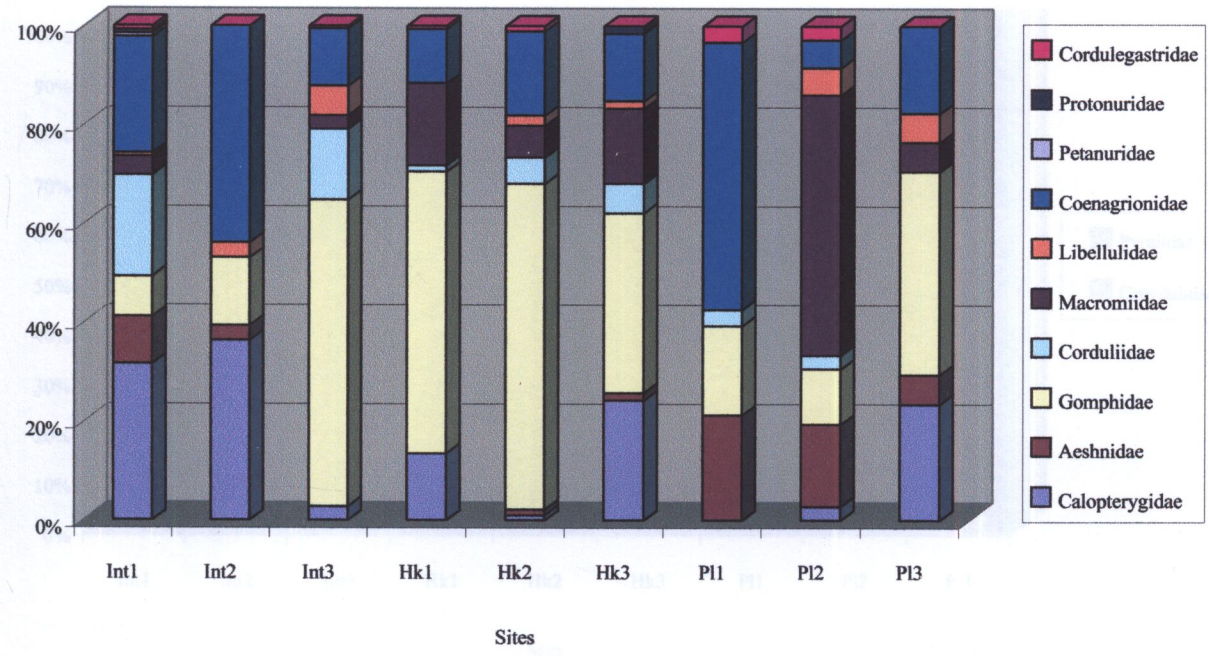
กราฟที่ 40 แสดงสัดส่วนจำนวนของแมลงกลุ่มมวนน้ำวงศ์ต่างๆ



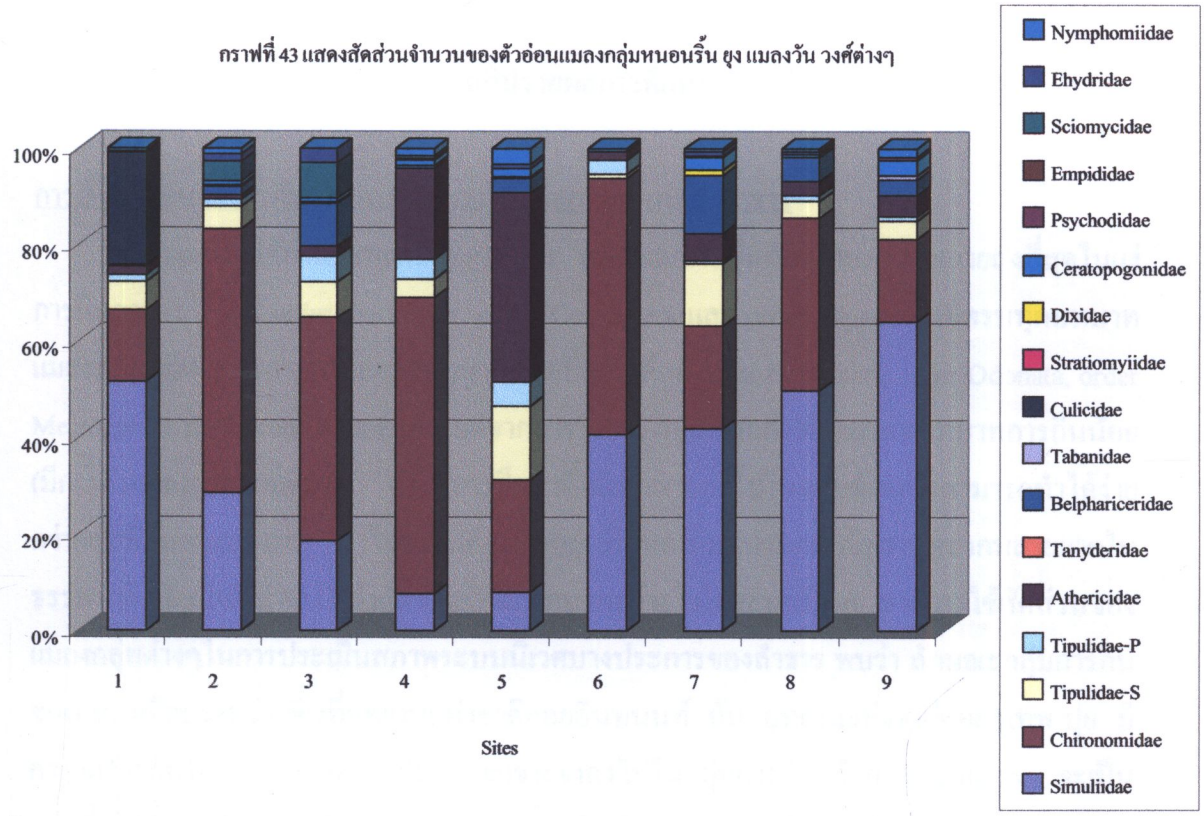
กราฟที่ 41 แสดงสัดส่วนจำนวนของแมลงกลุ่มด้วงน้ำวงศ์ต่างๆ : A = adult, L = larvae



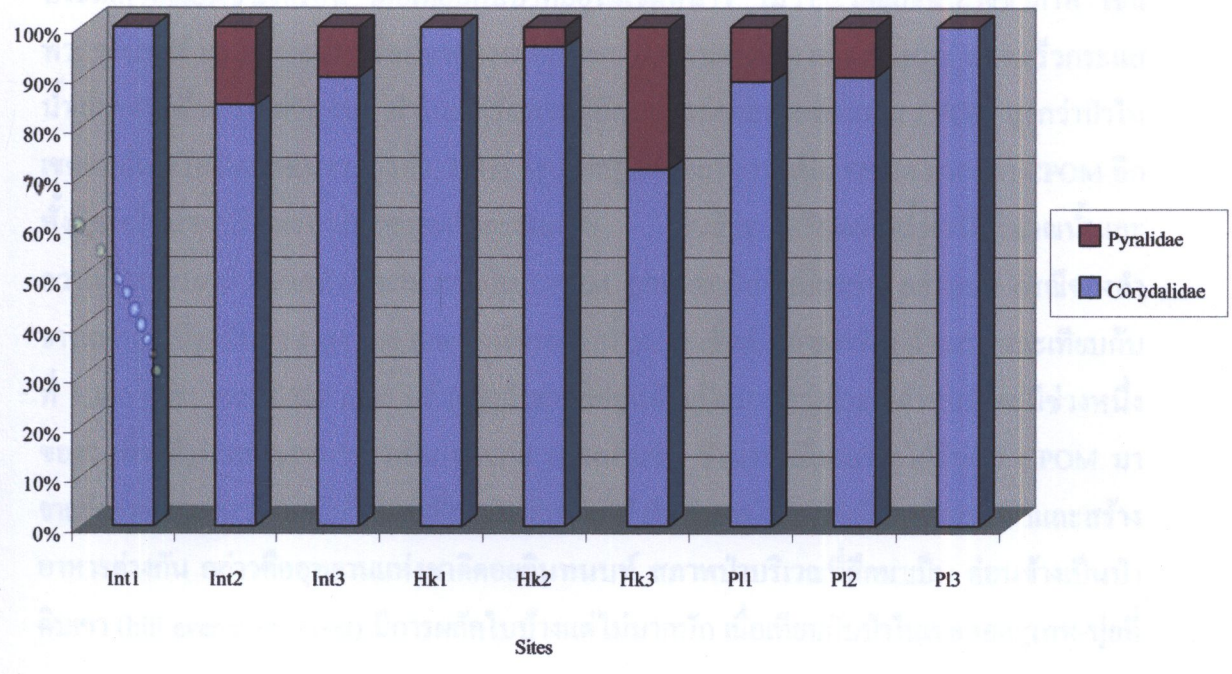
กราฟที่ 42 แสดงสัดส่วนจำนวนของตัวอ่อนแมลงกลุ่มแมลงปอและแมลงปอเข็มวงศ์ต่างๆ



กราฟที่ 43 แสดงสัดส่วนจำนวนของตัวอ่อนแมลงกลุ่มหนอนริ้น ยุง แมลงวัน วงศ์ต่างๆ



กราฟที่ 44 แสดงสัดส่วนจำนวนของตัวอ่อนแมลงดอปสัน (Corydalidae) และตัวอ่อนหนอนผีเสื้อ (Pyralidae)



บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาบทบาทการกินและการใช้ประเมินสภาพระบบนิเวศลำธาร

จากแมลงที่ได้ผ่านการแยกกลุ่มการกิน พบว่าแมลงกลุ่มที่มีความหลากหลายสูงที่สุดในแง่การกินอาหาร ได้แก่ order Trichopter, order Coleoptera และ order Diptera ซึ่งมีครบทุกบทบาท แมลงกลุ่มที่มีความหลากหลายของบทบาทน้อยที่สุด ได้แก่ order Hemiptera, order Odonata, order Megaloptera และ order Lepidoptra แต่จากการที่แมลงกลุ่มดังกล่าวมีประเภทบทบาทการกินน้อย (มีการกินเพียงบทบาทเดียว) ทำให้การศึกษาที่เน้นเฉพาะลงไปในกลุ่มดังกล่าวสามารถทำได้ง่ายกว่ากลุ่มที่มีหลายบทบาท ในขณะเดียวกันกลุ่มที่มีหลายบทบาทกลับมีความหลากหลายมากในธรรมชาติ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าสัตว์เหล่านี้มีบทบาทอย่างไรในระบบนิเวศ จากการใช้สัดส่วนของแมลงกลุ่มต่างๆในการประเมินสภาพระบบนิเวศบางประการของลำธาร พบว่า ลักษณะกลุ่มการกินของแมลงเทียบระหว่างพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ กับ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย มีความคล้ายกันในด้านบทบาทการกินเฉพาะเจาะจงลงไปในกลุ่มการกิน คือกลุ่ม collectors จะเป็นกลุ่มที่เด่นทั้ง 2 พื้นที่สืบเนื่องมาจากแหล่งอาหารในลำธารส่วนใหญ่จะถูกเก็บอยู่ในรูปของ FPOM ทั้งในรูปที่เป็น TFPOM และ BFPOM ปรากฏแหล่งอาหารที่เป็น CPOM เพียงเล็กน้อยในช่วงฤดูที่ป่ามีการผลัดใบ ทำให้ปริมาณ shredder ในธรรมชาติมีไม่ค่อยมาก หรืออาจมีสาเหตุมาจากป่าในประเทศไทยเป็นป่าเขตร้อน เมื่อเทียบกับป่าที่อยู่ในเขตหนาว ไม่ว่าจะโดยปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พวกจุลินทรีย์ และแมลงน้ำ หรือปัจจัยทางกายภาพของธรรมชาติเอง เช่น อุณหภูมิ ความเร็วกระแสน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ฯลฯ ป่าในเขตร้อนจะมีอัตราการย่อยสลายของกลุ่ม CPOM สูงกว่าป่าในเขตอบอุ่น หรือในเขตหนาว (อู่แก้ว, 2531) จึงปรากฏแหล่งอาหารที่เป็น FPOM มากกว่า CPOM อีกทั้งปัจจัยในเรื่องปริมาณน้ำและความเร็วกระแสน้ำ ในลำธารบริเวณต้นน้ำจะมีปริมาณน้ำและความเร็วกระแสน้ำที่มากทำให้อาหารที่เป็น CPOM ถูกพัดพาไปยังเบื้องล่าง อย่างเช่น กรณีของลำธารแม่กลางที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งเป็นลำธารที่อยู่ด้านล่างและเทียบกับที่ 1,300 เมตร และ 1,200 เมตร แล้วเป็นลำธารที่ค่อนข้างเปิดมากกว่าลำธารด้านบน จะมีช่วงหนึ่งของฤดูที่จะมีรูปแบบของอาหารเป็น CPOM อย่างเด่นชัด ซึ่งน่าจะเป็นเพราะได้รับเอา CPOM มาจากลำธารด้านบน สภาพป่าก็น่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลำธารใน 2 พื้นที่มีกลไกการรับและสร้างอาหารต่างกัน กล่าวคืออุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ สภาพป่าบริเวณที่ศึกษาเป็น ค่อนข้างเป็นป่าดิบเขา (hill evergreen forest) มีการผลัดใบบ้างแต่ไม่มากนัก เมื่อเทียบกับป่าในเขตดอยสุเทพ-ปุยที่

ศึกษาจะเป็นป่าผสมผลัดใบ (mix deciduous forest) ซึ่งจะมีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง ทำให้มีแสงส่องลงในลำธารมากและนานขึ้น กลุ่มสาหร่ายซึ่งเป็นผู้ผลิตในระบบจึงมีโอกาศทำหน้าที่ได้มากขึ้น ทำให้ในบางช่วงเราตรวจพบว่าลำธารมีการเปลี่ยนจากระบบที่เป็น heterotrophic ไปเป็น autotrophic เช่นลำธารห้วยแก้ว และลำธารผาลาด ผลที่ตามมาคือแมลงกลุ่มที่ทำหน้าที่เป็น scraper มีจำนวนเพิ่มขึ้นมาก ลำธารผาลาดที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลเป็นลำธารที่ค่อนข้างแตกต่างจากลำธารอื่น คือลำธารเป็น temporary stream เป็น heterotrophic ตลอดปี รูปแบบอาหารเป็น FPOM ตลอดปีซึ่งเมื่อดูจากแมลงที่เป็นตัวบ่งบอกคือจะพบกลุ่มที่เป็น collectors ในปริมาณที่มาก แต่ไม่ปรากฏแมลงกลุ่มที่เป็น shredder เลย จึงเป็นที่น่าสนใจว่าปัจจัยใดมีผลต่อแมลงกลุ่ม shredder ทำให้ตรวจไม่พบแมลงกลุ่มดังกล่าวเลยตลอดการศึกษา ด้านรูปแบบของ FPOM พบว่าลำธารทั้ง 3 สายก็มีความแตกต่างกันคือ ลำธารแม่กลางจะปรากฏชัดในรูป BFPOM ลำธารห้วยแก้วปรากฏชัดทั้ง TFPOM และ BFPOM ลำธารผาลาดจะปรากฏชัดในรูป TFPOM ทั้งนี้ต้องพิจารณาประกอบกับปัจจัยทางด้านพื้นที่ ลำธารแม่กลางพื้นผิวลำธารค่อนข้างซับซ้อน มีโขดหินน้อยใหญ่ แอ่งลึก รากไม้ที่ยื่นลงในน้ำ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวช่วยในการเก็บกักตะกอนในลำธาร (Hauer and Lamberti, 1996) ทำให้ BFPOM ค่อนข้างเด่นชัดในลำธารแม่กลาง ลำธารห้วยแก้วพื้นผิวลำธารค่อนข้างแปรผันมากทำให้พื้นที่ๆจะเป็นตัวช่วยกักเก็บ FPOM ในรูปแบบต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงตาม จึงปรากฏ FPOM ทั้ง 2 แบบ ส่วนลำธารผาลาดพื้นลำธารส่วนใหญ่จะเป็นพวก bedrock ทำให้การเก็บกัก BFPOM เป็นไปได้ยาก ดังนั้นรูปแบบ FPOM จึงปรากฏในรูป TFPOM อย่างเด่นชัดกว่าลำธารอื่นๆ ด้านสมดุลย์ระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ ลำธารแม่กลางและห้วยแก้ว จะมีสัดส่วนผู้ล่าในปริมาณที่สูง แต่เมื่อเทียบจากกราฟสัดส่วนการกินที่จุดศึกษาต่างๆ พบว่าปริมาณผู้ล่าเทียบกับเหยื่อ ลำธารห้วยแก้วจะมีค่าสูงกว่ามาก ทั้งนี้อธิบายได้ว่าลำธารห้วยแก้วน่าจะมีความเหมาะสมต่อการเจริญของประชากรเหยื่อดีกว่าลำธารแม่กลาง ทำให้ประชากรเหยื่อมีอัตราการทดแทนส่วนที่ถูกกิน หรือหายไปสูง จนเพียงพอที่จะเลี้ยงประชากรผู้ล่าที่มีมาก ส่วนลำธารผาลาดที่ค่อนข้างจะสมดุลย์กันระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ ซึ่งน่าจะเป็นเพราะจากการที่ลำธารผาลาดเป็น temporary stream มีน้ำเพียงบางช่วง ซึ่งผู้ล่าส่วนใหญ่จะมีวงชีวิตช่วงที่อยู่ในน้ำยาวนานกว่าเหยื่อซึ่งมีวงชีวิตสั้นกว่า ตัวอย่างเช่น ตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงด็อปสัน ทำให้ผู้ล่ามีจำนวนน้อย ทั้งนี้ก็เพื่อลดการแย่งชิงอาหาร และที่อยู่เนื่องจากความหลากหลายของ substrate ที่จะเป็นที่ยึดเกาะต่ำกว่าลำธารอื่น จากการศึกษาโดยใช้บทบาทการกินพบว่าสามารถบ่งบอกอะไรได้มากมายเกี่ยวกับกลไก ความเป็นไปต่างๆในลำธารแม้ว่าจะเป็นการศึกษาเพียงระดับวงศ์ ซึ่งถ้าหากได้ศึกษาลงไปถึงขั้นชนิดก็อาจจะบอกอะไรเกี่ยวกับกลไลในลำธารได้มากขึ้น ทั้งนี้ในการแปรผลต้องอาศัยการสังเกตและจดบันทึก ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของลำธารรวมถึงสภาพแวดล้อมในช่วงที่ศึกษา ซึ่งจะ

มีส่วนช่วยอย่างมากต่อการอธิบายและเชื่อมโยงผลที่คำนวณได้กับสิ่งมีชีวิตกับตัวระบบที่ศึกษา การศึกษาครั้งนี้เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะใช้ข้อมูลทางตัวอ่อนของแมลงน้ำในเมืองไทยที่ค่อนข้างจะจำกัดในด้านการจัดจำแนก ให้เป็นประโยชน์นอกเหนือจากการใช้เป็น bioindicator ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นค่า BMWP score หรือ ใช้ค่า tolerance ซึ่งมีความผิดพลาดค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการใช้บทบาทการกินโดยอาศัยการตรวจ gut content เพื่อยืนยันการกินตามประเภทของแมลง ซึ่งเห็นผลชัดกว่าการจำแนกเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังบ่งบอกถึงกลไกทางระบบนิเวศของลำธารได้ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตเกี่ยวกับข้อมูลที่ใช้จัดจำแนกบทบาทการกินของแมลงน้ำ พบว่าแมลงบางกลุ่มไม่ได้เป็นไปตามข้อมูลที่คู่มือจำแนกระบุไว้ทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลที่ใช้จำแนกดังกล่าวอ้างอิงจากตัวอย่างที่ตรวจพบจากประเทศในเขตอบอุ่น ซึ่งมีสภาพของป่า ลำธาร และสิ่งมีชีวิตต่างจากในประเทศไทยซึ่งเป็นเขตร้อน ดังนั้นตัวอย่างที่ได้จึงต้องนำมาเทียบกับข้อมูลในเขตร้อนอีกครั้งพร้อมทั้งใช้การตรวจดูอาหารจากตัวอย่างแมลงประกอบการพิจารณาแบ่งกลุ่มการกิน ซึ่งวิธีการตรวจสอบไม่ยากและเห็นองค์ประกอบของอาหารชัดเจน แม้ว่าอาจมีอุปสรรคเกี่ยวกับเวลา เช่น ขณะทำการตรวจสอบอาหารของแมลงปรากฏว่า อาหารดังกล่าวเริ่มมีการย่อยไปบ้างแล้ว หรือ ถูกย่อยแล้ว จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของอาหารที่พบ ในแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แม้ว่าจะถูกย่อยแล้ว แต่ก็คงเหลือซากที่สามารถใช้ในการแยกประเภทได้ เช่น ซากฟรัสตูลของไดอะตอมที่พบในแมลงกลุ่มที่เป็น scrapers และ gatherer collectors ซากเส้นใยของเนื้อเยื่อพืชในแมลงกลุ่มที่เป็น shredders และลักษณะของ TFPOM และ BFPOM ที่พบในกลุ่ม Collectors ซึ่งมีความแตกต่างกันในแง่ขององค์ประกอบ และรูปแบบอาหารแต่ละประเภท (รูปที่ 12) แต่ในกรณีที่ตัวอย่างแมลงมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถตรวจสอบอาหารได้ สามารถอ้างอิงข้อมูลเกี่ยวกับประเภทการกินอาหารของแมลงจากคู่มือจำแนกแมลงน้ำในเขตร้อนของ Dudgeon (1999) หรือจากงานที่มีผู้ศึกษาไว้แล้วได้ อีกทั้งผลจากการประเมินสภาพระบบนิเวศดังที่กล่าวมา เมื่อตรวจสอบแล้วพบว่ามีความสอดคล้องกับระบบนิเวศที่ศึกษาจริงแม้ว่าจะเป็นการศึกษาเพียงระดับวงศ์ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวการใช้ประโยชน์จากบทบาทการกินของแมลงน้ำในการประเมินระบบนิเวศลำธาร จึงน่าที่จะเป็นตัวเลือกหนึ่งในการประยุกต์ศึกษาเกี่ยวกับตัวอ่อนแมลงน้ำในปัจจุบันและต่อไปในอนาคต

<u>การศึกษาด้านคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี</u>

- คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ พบว่า อุณหภูมิน้ำ ค่าความขุ่น และความเร็วของกระแสน้ำ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เทียบกับตัวแปรทางกายภาพอื่นๆ โดยค่าอุณหภูมิน้ำและค่าความขุ่นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแมลงในวงศ์ Hydropsychidae, Heptageniidae และ Nymphomyiidae เนื่องจาก อุณหภูมิน้ำที่ศึกษาในจุดเก็บ

ตัวอย่างที่อยู่บริเวณต้นน้ำโดยเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 18 – 20° C แมลงกลุ่มที่ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิน้ำ จึงมีแนวโน้มว่าน่าจะชอบที่จะอยู่ในที่ๆมีอุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 39) โดยเฉพาะแมลงในวงศ์ Hydropsychidae และ Heptageniidae ผู้วิจัยได้เคยทดลองเลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ โดยเก็บมาจากลำธาร พบว่าอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นมีผลต่อแมลงในวงศ์ Hydropsychidae คือทำให้ตัวอ่อนแมลงตายเนื่องจากไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูง ตัวอ่อนเริ่มเข้าระยะดักแด้เร็วขึ้น แต่ไม่สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ ค่าความขุ่นและความเร็วกระแสน้ำ มีผลต่อแมลงคือ ถ้าน้ำมีความขุ่นมากแมลงกลุ่ม scraper เช่น วงศ์ Heptageniidae ซึ่งกินพวกสาหร่ายจะมีปริมาณน้อยเนื่องจากสาหร่ายได้รับแสงที่จะใช้สังเคราะห์อาหารน้อยลง ในขณะที่กลุ่มที่เป็น collector ได้แก่ วงศ์ Hydropsychidae, วงศ์ Baetidae ซึ่งเป็น filter feeder และ วงศ์ Nymphomyiidae ซึ่งเป็น gatherer collector จะมีปริมาณมากขึ้นเพราะปริมาณ FPOM ในน้ำมีมากขึ้น ยิ่งถ้ามีความเร็วกระแสน้ำสูงอัตราการนำพาอาหารจากลำธารที่ต้นน้ำให้กับกลุ่ม Collector ก็จะสูงตามไปด้วย

- คุณภาพน้ำทางเคมี เมื่อวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติพบว่าตัวแปรส่วนใหญ่ที่ตรวจวัดมีผลต่อแมลงทั้งสิ้น โดยปัจจัยแรกคือค่า DO มีความสัมพันธ์ทางบวกกับแมลงวงศ์ Baetidae, Corduliidae และ Tanyderidae ซึ่งจะพบใน habitat ที่มีน้ำไหลเร็วและแรง แสดงถึงแมลงกลุ่มดังกล่าวมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับออกซิเจนในน้ำ ค่า TDS และ conductivity มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) เนื่องจากค่า TDS ที่สูงจะบ่งบอกถึงการที่ลำธารมีของแข็งที่ละลายน้ำมาก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะแตกตัวให้เป็นไอออนต่างๆ ดังนั้นเมื่อวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) จึงมักมีค่าสูงตามค่า TDS ค่าสารอาหาร ได้แก่ ammonia, nitrate และ phosphate ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ภายในกลุ่มของตัวแปรสารอาหารที่ตรวจวัด แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยค่า Phosphate จะค่อนข้างสูงในลำธารผาลาด และลำธารห้วยแก้วที่ระดับความสูง 360 เมตร ซึ่งน่าจะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ในบริเวณลำธารที่มีการปะปนของสารที่มีองค์ประกอบของ Phosphate เช่น ผงซักฟอก และ น้ำยาล้างจาน เป็นต้น แต่ก็อาจเกิดจากระบบเอง เช่น มีการละลายจากก้อนหิน หรือแร่ธาตุในลำธาร ทั้งนี้ต้องศึกษาเกี่ยวกับด้านภูมิศาสตร์และธรณีวิทยาจึงจะทราบกลไกของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ ค่าไนเตรททั้ง 3 ลำธารอยู่ในช่วง 1 – 1.9 mg/l ส่วนค่า ammonia ทั้ง 3 ลำธารอยู่ในช่วง 0.1 – 0.2 mg/l ในลำธารห้วยแก้วที่ระดับความสูง 360 เมตร มีค่า ammonia สูงกว่าลำธารอื่นโดยเฉพาะในช่วงที่มีปริมาณ discharge และ velocity ต่ำ คือตั้งแต่เดือน ธันวาคม – พฤษภาคม ลำธารมีการเก็บสะสมเอาสารอาหารจากน้ำทิ้งตามบ้านเรือนและน้ำล้างคอกสัตว์ในสวนสัตว์ทำให้คุณภาพที่จุดนี้ต่ำกว่าจุดศึกษาอื่นๆซึ่งแม้ว่าจะได้รับผล

กระทบจากกิจกรรมมนุษย์บ้าง แต่ก็เป็นระยะเวลาสั้นๆทำให้ลำธารมีการฟื้นฟูสภาพตัวเอง เทียบกับลำธารที่ได้รับผลกระทบอย่างต่อเนื่องจนไม่สามารถปรับสภาพให้ดีได้ ส่วนในเรื่องของผลจาก sulfate ลำธารทั้ง 3 สายตรวจพบ ค่า sulfate ต่ำมากอยู่ในช่วง 0-1 mg/l

<u>ด้านความหลากหลายของแมลงน้ำ</u>

ลำธารแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ที่ระดับความสูง 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลมีความหลากหลายในจำนวนวงศ์ของกลุ่มแมลงน้ำมากกว่า ลำธารสบแอบ ที่ระดับความสูง 600 เมตร และลำธารแม่กลางที่ระดับความสูง 1,200 เมตรตามลำดับ ลำธารห้วยแก้ว อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีความหลากหลายในจำนวนวงศ์ของกลุ่มแมลงน้ำมากกว่าที่ระดับความสูง 700 เมตร และ 360 เมตร ตามลำดับ ลำธารผาลาด อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ที่ระดับความสูง 1,200 มีความหลากหลายในจำนวนวงศ์ของกลุ่มแมลงน้ำมากกว่าที่ระดับความสูง 700 และ 600 เมตรตามลำดับ จุดที่พบความหลากหลายต่ำได้แก่ ลำธารแม่กลางที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลำธารห้วยแก้วที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลำธารผาลาดที่ระดับความสูง 700 และ 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีสาเหตุมาจากผลกระทบจากการใช้พื้นที่ในบริเวณรอบข้าง เช่น การทำการเกษตร การท่องเที่ยว กิจกรรมต่างๆของชาวบ้าน ทำให้มีมลภาวะจากกิจกรรมดังกล่าวปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำ ทำให้มีความหลากหลายและจำนวนแมลงต่ำกว่าจุดศึกษาอื่นที่ยังไม่ค่อยถูกรบกวน แม้ว่าในบางจุดศึกษาที่อยู่บริเวณต้นน้ำซึ่งตามกลไกธรรมชาตินำจะมีความหลากหลายมากแต่ก็ปรากฏว่ามีความหลากหลายต่ำ ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อลำธาร เช่นผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆของ สัตว์และมนุษย์ (William and Feltmate, 1992)

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

1. จากแมลงที่ได้ผ่านการแยกกลุ่มการกิน พบว่าแมลงกลุ่มที่มีความหลากหลายสูงที่สุดในแง่การกินอาหาร ได้แก่ order Trichoptera, order Coleoptera และ order Diptera ซึ่งมีครบทุกบทบาท แมลงกลุ่มที่มีความหลากหลายของบทบาทน้อยที่สุด ได้แก่ order Hemiptera, order Odonata, order Megaloptera และ order Lepidoptra จากการใช้สัดส่วนของแมลงกลุ่มต่างๆในการประเมินสภาพระบบนิเวศบางประการของลำธาร พบว่า ลักษณะกลุ่มการกินของแมลงเทียบระหว่างพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ กับ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย มีความคล้ายกันในด้านบทบาทการกินเฉพาะเจาะจงลงไปในกลุ่มการกิน คือกลุ่ม collectors จะเป็นกลุ่มที่เด่นทั้ง 2 พื้นที่ สภาพป่าก็น่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลำธารใน 2 พื้นที่มีกลไกการรับและสร้างอาหารต่างกัน ด้านรูปแบบของ FPOM พบว่าลำธารทั้ง 3 สายก็มีความแตกต่างกันคือ ลำธารแม่กลางจะปรากฏชัดในรูป BFPOM, ลำธารห้วยแก้วปรากฏชัดทั้ง TFPOM และ BFPOM, ลำธารผาลาดจะปรากฏชัดในรูป TFPOM ด้านสมดุลย์ระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ ลำธารแม่กลางและห้วยแก้ว จะมีสัดส่วนผู้ล่าในปริมาณที่สูง แต่เมื่อเทียบจากกราฟสัดส่วนการกินที่จุดศึกษาต่างๆ พบว่าปริมาณผู้ล่าเทียบกับเหยื่อ ลำธารห้วยแก้วจะมีค่าสูงกว่ามาก ส่วนลำธารผาลาดที่ค่อนข้างจะสมดุลย์กันระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ การศึกษาโดยใช้บทบาทการกินสามารถบ่งบอกกลไกความเป็นไปต่างๆในลำธารแม้ว่าจะเป็นการศึกษาเพียงระดับวงศ์ จึงน่าที่จะเป็นตัวเลือกหนึ่งในการประยุกต์ศึกษาเกี่ยวกับตัวอ่อนแมลงน้ำในปัจจุบันและต่อไปในอนาคต
2. ลำธารแม่กลางอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ที่ระดับความสูง 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลมีความหลากหลายในจำนวนวงศ์ของกลุ่มแมลงน้ำมากที่สุด ลำธารห้วยแก้วอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ที่ระดับความสูง 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีความหลากหลายในจำนวนวงศ์ของกลุ่มแมลงน้ำมากที่สุด ลำธารผาลาด อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ที่ระดับความสูง 1,200 มีความหลากหลายในจำนวนวงศ์ของกลุ่มแมลงน้ำมากที่สุด จุดที่พบความหลากหลายต่ำได้แก่ ลำธารแม่กลางที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลำธารห้วยแก้วที่ระดับความสูง 360 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลำธารผาลาดที่ระดับความสูง 700 และ 600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล
3. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างและสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ มีความแตกต่างกันในจุดเก็บตัวอย่าง

($P < 0.01$)แต่ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน ค่าความขุ่นมีความแตกต่างในแต่ละเดือน ($P < 0.05$) ความเร็วของกระแสน้ำมีความแตกต่างในจุดเก็บตัวอย่าง ($P < 0.05$) และปริมาณน้ำมีความแตกต่างทั้งในจุดเก็บตัวอย่างและในแต่ละเดือน ($P < 0.01$) โดยค่าอุณหภูมิน้ำและค่าความขุ่นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแมลงในวงศ์ Hydropsychidae, Heptageniidae ค่าความขุ่นและความเร็วกระแสน้ำ มีผลต่อแมลงคือ ถ้าน้ำมีความขุ่นมากแมลงกลุ่ม scraper เช่น วงศ์ Heptageniidae ซึ่งกินพวกสาหร่ายจะมีปริมาณน้อยเนื่องจากสาหร่ายได้รับแสงที่จะใช้สังเคราะห์อาหารน้อยลง ในขณะที่กลุ่มที่เป็น collector ได้แก่ วงศ์ Hydropsychidae, วงศ์ Baetidae ซึ่งเป็น filter feeder และ วงศ์ Nymphomyiidae ซึ่งเป็น gatherer collector จะมีปริมาณมากขึ้นเพราะปริมาณ FPOM ในน้ำมีมากขึ้น ยิ่งถ้ามีความเร็วกระแสน้ำสูงอัตราการนำพาอาหารจากลำธารที่ต้นน้ำให้กับกลุ่ม collector ก็จะสูงตามไปด้วย

4. คุณภาพน้ำทางเคมี เมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างและสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่าค่า alkalinity, ammonia, conductivity, nitrate และ total dissolved solid มีความแตกต่างทั้งในจุดเก็บตัวอย่างและในแต่ละเดือน ($P < 0.01$) ค่า phosphate และ DO มีความแตกต่างในจุดเก็บตัวอย่าง ($P < 0.01$) แต่ไม่แตกต่างในแต่ละเดือน ส่วนค่า BOD5, pH และ sulfate ไม่มีความแตกต่างทั้งในจุดเก็บตัวอย่างและในเดือนที่เก็บ ค่า DO มีความสัมพันธ์ทางบวกกับแมลงวงศ์ Baetidae, Corduliidae และ Tanyderidae ซึ่งจะพบใน habitat ที่มีน้ำไหลเร็วและแรง แสดงถึงแมลงกลุ่มดังกล่าวมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับออกซิเจนในน้ำ ค่า TDS และ conductivity มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) เนื่องจากค่า TDS ที่สูงจะบ่งบอกถึงการที่ลำธารมีของแข็งที่ละลายน้ำมาก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะแตกตัวให้เป็นไอออนต่างๆ ดังนั้นเมื่อวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) จึงมักมีค่าสูงตามค่า TDS ค่าสารอาหาร ได้แก่ ammonia, nitrate และ phosphate ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)ในจุดเก็บตัวอย่างและเดือนที่ศึกษา โดยค่า phosphate จะค่อนข้างสูงในลำธารผาลาด และลำธารห้วยแก้วที่ระดับความสูง 360 เมตร ค่าไนเตรททั้ง 3 ลำธารอยู่ในช่วง 1 – 1.9 mg/l ส่วนค่า ammonia ทั้ง 3 ลำธารอยู่ในช่วง 0.1 – 0.2 mg/l ในลำธารห้วยแก้วที่ระดับความสูง 360 เมตร มีค่า ammonia สูงกว่าลำธารอื่นโดยเฉพาะในช่วงที่มีปริมาณ discharge และ velocity ต่ำ คือตั้งแต่เดือน ธันวาคม – พฤษภาคม ลำธารทั้ง 3 สายตรวจพบ ค่า sulfate ต่ำมากอยู่ในช่วง 0-1 mg/l

5. ค่าคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำจืดประเภทที่ 2 ส่วนคุณสมบัติอื่นๆมีค่าอยู่ในช่วงของน้ำตามธรรมชาติและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำจืดประเภทที่ 2

6. การวิเคราะห์แบบกลุ่ม สามารถจัดกลุ่มจุดศึกษาตามลักษณะการกินของแมลงออกได้เป็น 3 กลุ่มซึ่ง มีความสอดคล้องกับประเภทของลำธารและความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

บรรณานุกรม

แตงอ่อน พรหมมิ. 2542. ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ธัญลักษณ์ เหลียวรุ่งเรือง. 2541. การใช้กลุ่มสัตว์หน้าดินในการตัดสินคุณภาพน้ำจากลำธารในบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นิวัติ เรืองพานิช. 2531. รายงานแผนการจัดการอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤมล แสงประดับ. 2542. การศึกษาการกระจายของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3, หาดใหญ่, สงขลา, หน้า 97.

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2535 ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

วัลยลิกา กาฬเนตร. 2542. การใช้กลุ่มแมลงน้ำในการตัดสินคุณภาพน้ำจากลำธารน้ำบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมจิตร์ สมพงษ์. 2541. ความหลากหลายและชีววิทยาของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus* spp.จากลำธารน้ำที่ความสูงสองระดับในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมยศ ศิลาล้อม. 2543. ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อิสระ ธานี. 2541. วงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Ugandatrichia maliwan* และคุณภาพน้ำที่ลำธารน้ำแม่กลางในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย: การจัดการและการอนุรักษ์.รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ (2537) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 1

อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. 2531 นิเวศวิทยา. ไทยวัฒนาพานิชย์. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารประกอบการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. 2543. โครงการมาตรการเพิ่มการใช้จ่ายภาครัฐเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจ (มิยาซาวา).

Abel P.D. 1989. Water Pollution Biology. Chichester: Horwood Limited.

APHA, AWWA, WPCF. 1992. Standard Method for The Examination of Water and Wastedwater,18th ed. American Public Health Association. Washington DC.

Campbell I.C., Parnrong S.,Treadwell S. 1998. Food availability and life history patterns of Aquatic insects in evergreen eucalypt forest streams in southeastern Australia. International Association of Theoretical and Applied Limnology.Vol.26 (3): 986-989.

Hauer F.R., Lamberti G.A.1996. Stream Ecology. New York: Academic Press.

Hill D.S. 1982. Insects of Hong Kong, Libra Press. Hong Kong. 503 pp.

MacCafferty W.P. 1989. Aquatic Entomology, Jones and Bartlett Publishers. Boston. 488 pp.

Merrit R.W. and Cummins. 1978. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendal/Hunt Publishing Company, Lowa.

Morse J.C., Lianfang Y., Lixin T. 1994. Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality. Nanjing: Hohai University Press.

Pinder L.C.V. 1999. Biological survillance of freshwater using macroinvertebrates and its application in South East Asia. International Conference on water resources management in Intermontane Basins. Chiang Mai University. Thailand. 99-119

Sterh F.W. 1987. Immature Insects (Vol.2). Department of Entomology Michigan Stage University. Kendal/Hunt Publishing Company. United Stage of America. 754 pp.

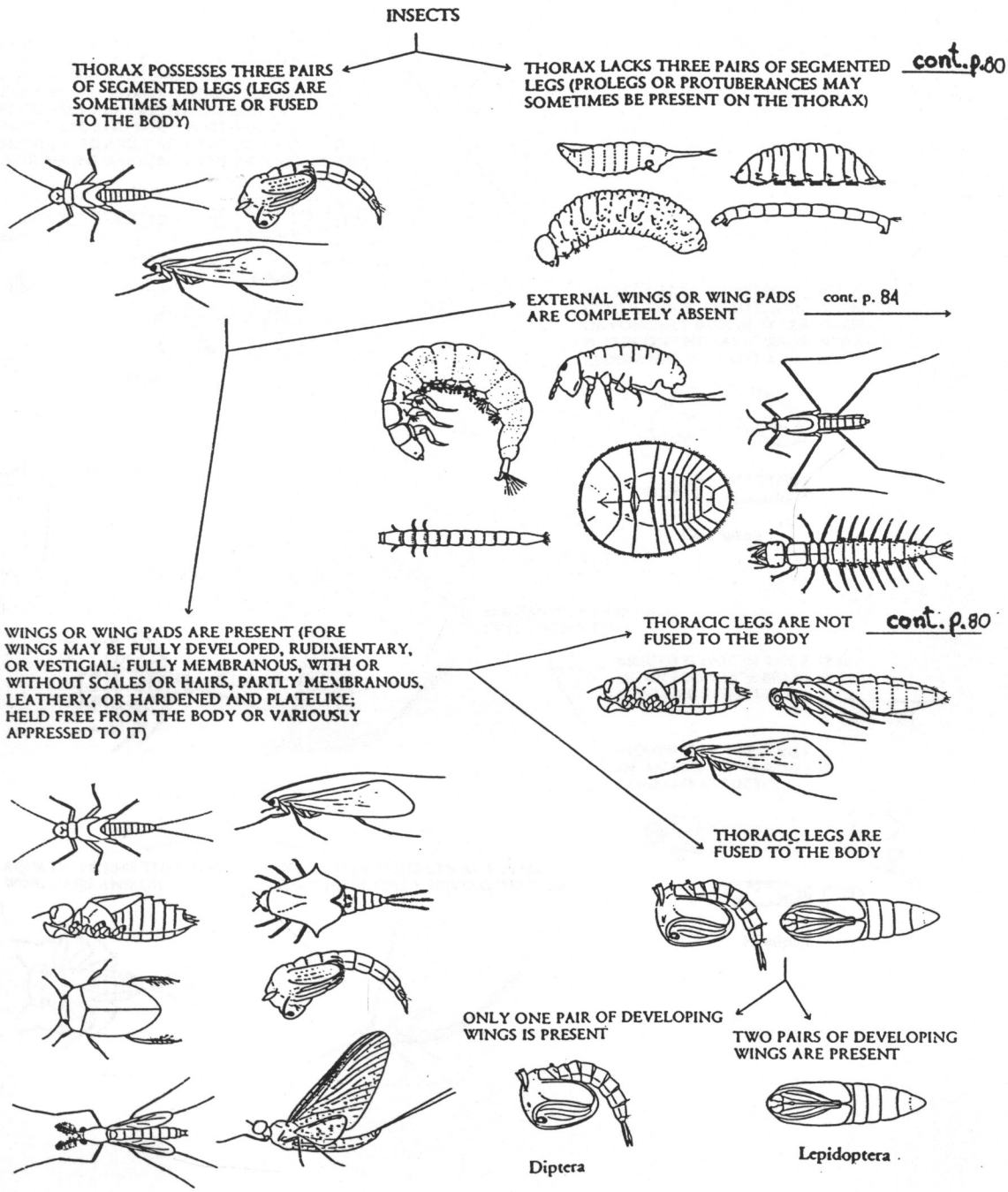
Watanasit S. 1996. Aquatic insects in streams in southern provinces of Thailand. Journal of Science and Technology.Vol.18 (4): 386-396.

Wiggins G.B. 1996. Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)2nd ed. University of Toronto Press Incorporated. Canada 457 pp.

Willium D.D and Feltmate B.W.1992. Aquatic Insects. Redwood Press Ltd.,Melkham.358 pp.

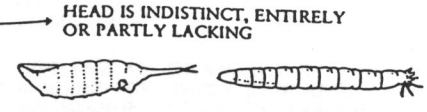
ภาคผนวก

คู่มือจำแนกแมลงน้ำ (MacCafferty, 1989)



cont. from p. 79

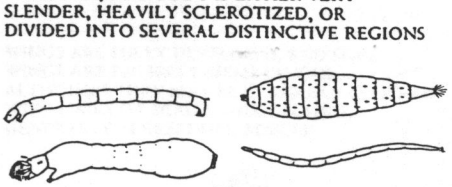
HEAD IS INDISTINCT, ENTIRELY OR PARTLY LACKING



Diptera

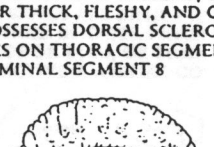
HEAD IS DISTINCT AND WELL DEVELOPED

PROLEGS ARE OFTEN PRESENT ON EITHER THORAX OR END OF ABDOMEN OR BOTH; IF PROLEGS ARE ABSENT, THEN CONSPICUOUS HAIRS AND/OR DISTINCT PROCESSES ARE PRESENT AT END OF ABDOMEN, AND BODY IS EITHER VERY SLENDER, HEAVILY SCLEROTIZED, OR DIVIDED INTO SEVERAL DISTINCTIVE REGIONS



Diptera

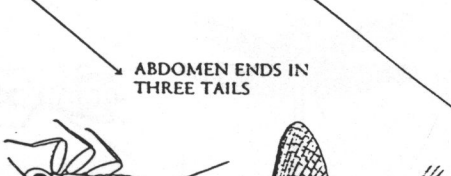
PROLEGS ARE NOT PRESENT; BODY IS EITHER THICK, FLESHY, AND C-SHAPED OR POSSESSES DORSAL SCLEROTIZED PLATES ON THORACIC SEGMENTS AND ABDOMINAL SEGMENT 8



Coleoptera

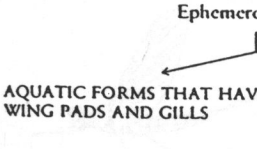
cont. from p. 79

ABDOMEN ENDS IN THREE TAILS

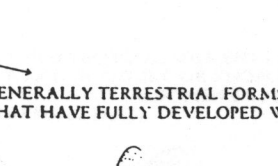


Ephemeroptera

AQUATIC FORMS THAT HAVE WING PADS AND GILLS



GENERALLY TERRESTRIAL FORMS THAT HAVE FULLY DEVELOPED WINGS

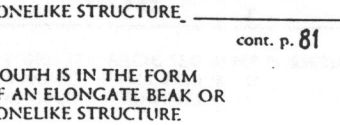


ABDOMEN ENDS IN ONE, TWO, OR NO TAILS

MOUTH IS NOT IN THE FORM OF AN ELONGATE BEAK OR CONELIKE STRUCTURE

cont. p. 81

MOUTH IS IN THE FORM OF AN ELONGATE BEAK OR CONELIKE STRUCTURE



Hemiptera

cont. from p. 80

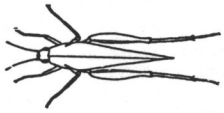
LABIUM (LOWER LIP) IS MODIFIED INTO A LARGE MASKLIKE STRUCTURE THAT WHEN AT REST COVERS THE OTHER MOUTHPARTS FROM BELOW (AQUATIC)

Odonata

LABIUM (LOWER LIP) IS NOT MODIFIED INTO A LARGE MASKLIKE STRUCTURE (AQUATIC AND TERRESTRIAL STAGES)

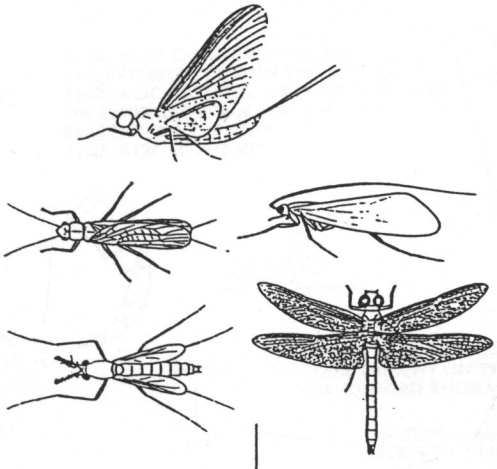
HIND LEGS ARE ENLARGED AND MODIFIED FOR JUMPING (FORE LEGS ARE MODIFIED FOR DIGGING IN SOME)

HIND LEGS ARE NOT ENLARGED FOR JUMPING

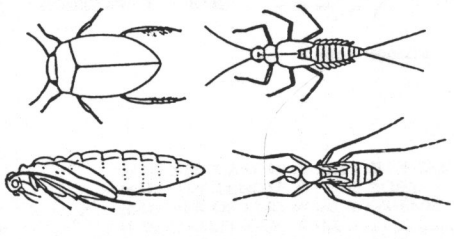


Orthoptera

WINGS ARE FULLY DEVELOPED, AND FORE WINGS ARE ENTIRELY MEMBRANOUS, ALTHOUGH THEY MAY BE VARIOUSLY CLOTHED WITH HAIRS OR SCALES (MOST FLYING, GENERALLY TERRESTRIAL ADULTS)



FORE WINGS ARE EITHER REDUCED, SHEATHED IN CASES, PRESENT ONLY AS PADS OR BUDS, OR MODIFIED INTO PROTECTIVE PLATELIKE COVERINGS cont. p. 82

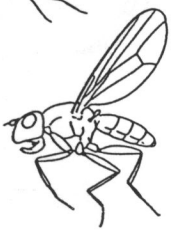


TWO PAIRS OF WINGS ARE PRESENT (HIND WINGS ARE SOMETIMES MUCH SMALLER THAN FORE WINGS) cont. p. 83

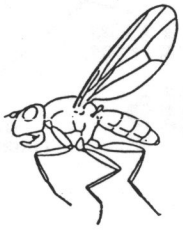
THIRD THORACIC SEGMENT POSSESSES A PAIR OF SMALL PEGLIKE OR KNOBLIKE STRUCTURES

ONLY ONE PAIR OF WINGS IS PRESENT

THIRD THORACIC SEGMENT LACKS A PAIR OF PEGLIKE OR KNOBLIKE STRUCTURES (ABDOMEN ENDS IN LONG TAILS)



Ephemeroptera

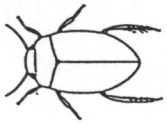


Diptera

Cont. from p.81

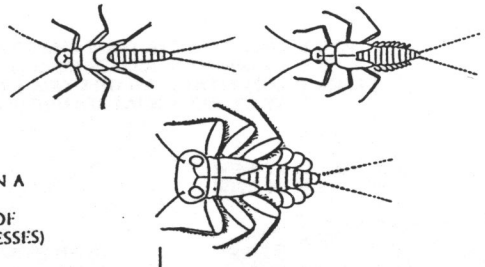
FORE WINGS ARE NOT MODIFIED INTO PLATELIKE COVERINGS

FORE WINGS ARE MODIFIED INTO PLATELIKE COVERINGS (SOMETIMES SHORTENED BUT USUALLY COVERING MOST OF ABDOMEN)



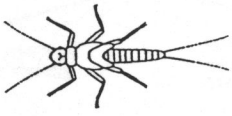
Coleoptera

ABDOMEN ENDS IN A PAIR OF SEGMENTED TAILS



ABDOMEN DOES NOT END IN A PAIR OF SEGMENTED TAILS (BUT SOMETIMES IN A PAIR OF UNSEGMENTED ANAL PROCESSES)

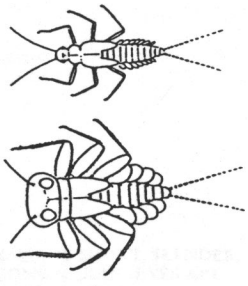
ABDOMINAL GILLS ARE ABSENT OR, IF PRESENT, ARE FILAMENTOUS AND RESTRICTED TO FIRST FEW ABDOMINAL SEGMENTS



Plecoptera

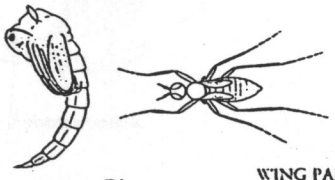
- AQUATIC FORMS
- GENERALLY TERRESTRIAL FORMS

MOST ABDOMINAL SEGMENTS POSSESS LATERAL GILLS



Ephemeroptera

WING PADS OR SHORTENED WINGS ARE PRESENT ONLY ON THE SECOND THORACIC SEGMENT (ALTHOUGH PEGLIKE OR KNOBLIKE STRUCTURES MAY BE PRESENT ON THE THIRD THORACIC SEGMENT)

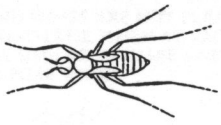


Diptera

WING PADS OR SHORTENED WINGS ARE PRESENT ON THE SECOND AND THIRD THORACIC SEGMENTS

- ANTENNAE ARE USUALLY LESS THAN HALF THE LENGTH OF THE BODY (NUMBER OF ANTENNAL SEGMENTS IS VARIABLE) (GENERALLY TERRESTRIAL, RARELY AQUATIC) cont. p. 85
- ANTENNAE ARE ONE-HALF OR MORE THE LENGTH OF THE BODY (USUALLY NEARLY AS LONG OR SOMETIMES LONGER) AND HAVE MORE THAN 12 ANTENNAL SEGMENTS (AQUATIC OR TERRESTRIAL)

ANTENNAE AND LEGS ARE DISTINCTLY FREE FROM BODY



ANTENNAE AND LEGS ARE HELD CLOSE TO THE THORAX

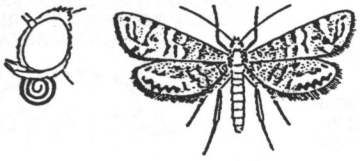
Trichoptera

- LEGS ARE TUCKED UP NEXT TO BODY (GENERALLY AQUATIC)

- LEGS ARE FREE FROM THE BODY AND FUNCTIONAL (GENERALLY TERRESTRIAL)

cont. from p. 81

WINGS AND BODY ARE CLOTHED IN FLATTENED SCALES INTERMIXED WITH HAIRS (MOUTHPARTS USUALLY INCLUDE A LONG COILED TUBE)



Lepidoptera

WINGS AND BODY ARE NOT CLOTHED IN FLATTENED SCALES, ALTHOUGH SOME ARE HAIRY AND HAVE INTERMIXED SCALES (MOUTHPARTS LACK A COILED TUBE)

WINGS ARE COVERED WITH HAIRS

Trichoptera

WINGS ARE NOT COVERED WITH HAIRS

HIND WINGS ARE DISTINCTLY SMALLER THAN FORE WINGS

ABDOMEN ENDS IN TWO LONG, SEGMENTED TAILS

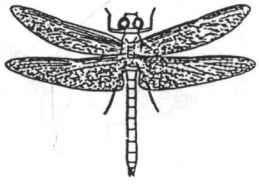
Ephemeroptera

ABDOMEN DOES NOT END IN TWO LONG, SEGMENTED TAILS

Hymenoptera

HIND WINGS ARE ABOUT THE SAME SIZE OR LARGER THAN FORE WINGS

ANTENNAE ARE SHORT, SLENDER, AND INCONSPICUOUS (EYES ARE GREATLY DEVELOPED)

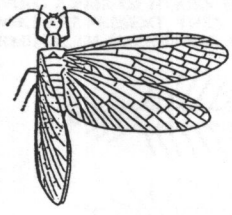


Odonata

ANTENNAE ARE WELL DEVELOPED

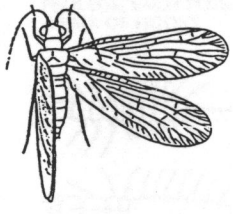
ABDOMEN DOES NOT END IN TWO TAILS (TARSI ARE FIVE-SEGMENTED)

HIND WINGS ARE PLEATED LENGTHWISE WHEN AT REST, AND THEY ARE BROADER AT THEIR BASE THAN ARE THE FORE WINGS



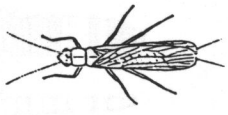
Megaloptera

HIND WINGS ARE NOT PLEATED LENGTHWISE WHEN AT REST AND ARE SIMILAR IN SHAPE AND SIZE TO FORE WINGS



Neuroptera

ABDOMEN ENDS IN TWO TAILS (TAILS ARE SOMETIMES VERY SHORT) (TARSI ARE TWO- OR THREE-SEGMENTED)

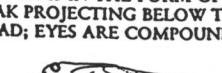


Plecoptera

cont. from p. 79

MOUTH IS NOT IN THE FORM OF A BEAK, IF MOUTHPARTS LONG AND SLENDER, THEN THEY PROJECT FORWARD; EYES ARE ABSENT OR CONSIST OF SINGLE OR GROUPS OF SINGLE SPOTS OR FACETS

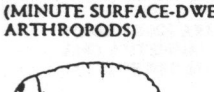
MOUTH IS IN THE FORM OF A BEAK PROJECTING BELOW THE HEAD; EYES ARE COMPOUND



Hemiptera

ABDOMEN USUALLY POSSESSES A FORKED JUMPING ORGAN THAT ORIGINATES ON ITS UNDERSIDE (MINUTE SURFACE-DWELLING ARTHROPODS)

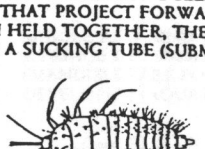
ABDOMEN LACKS A JUMPING ORGAN



Collembola

MOUTH NOT MADE UP OF LONG SLENDER RODS (AQUATIC OR TERRESTRIAL)

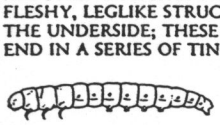
MOUTH INCLUDES LONG SLENDER RODS THAT PROJECT FORWARD; WHEN HELD TOGETHER, THEY FORM A SUCKING TUBE (SUBMERGENT)



Neuroptera

ABDOMEN POSSESSES PAIRS OF SHORT, FLESHY, LEGLIKE STRUCTURES ON THE UNDERSIDE; THESE STRUCTURES END IN A SERIES OF TINY HOOKS

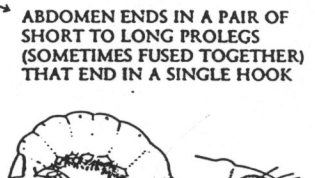
ABDOMEN LACKS PAIRS OF FLESHY LEGS ON THE UNDERSIDE THAT END IN SERIES OF TINY HOOKS



Lepidoptera

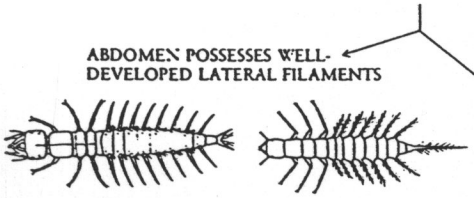
ABDOMEN ENDS VARIOUSLY BUT NEVER IN A PAIR OF PROLEGS EACH HAVING A SINGLE HOOK (IF TERMINAL HOOKS ARE PRESENT, THEN THERE IS A TOTAL OF FOUR HOOKS)

ABDOMEN ENDS IN A PAIR OF SHORT TO LONG PROLEGS (SOMETIMES FUSED TOGETHER) THAT END IN A SINGLE HOOK



Trichoptera

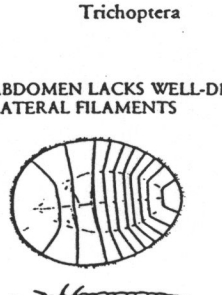
ABDOMEN POSSESSES WELL-DEVELOPED LATERAL FILAMENTS

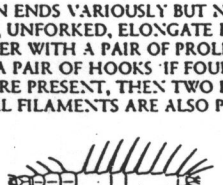


ABDOMEN LACKS WELL-DEVELOPED LATERAL FILAMENTS

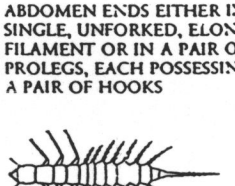
ABDOMEN ENDS VARIOUSLY BUT NEVER WITH A SINGLE, UNFORKED, ELONGATE FILAMENT AND NEVER WITH A PAIR OF PROLEGS EACH HAVING A PAIR OF HOOKS (IF FOUR TERMINAL HOOKS ARE PRESENT, THEN TWO PAIRS OF TERMINAL FILAMENTS ARE ALSO PRESENT)

ABDOMEN ENDS EITHER IN A SINGLE, UNFORKED, ELONGATE FILAMENT OR IN A PAIR OF PROLEGS, EACH POSSESSING A PAIR OF HOOKS





Coleoptera

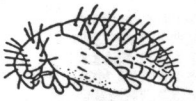


Megaloptera

Coleoptera

cont. from p. 82

FORE WINGS ARE THICKENED, AND ANTENNAE USUALLY HAVE 11 OR FEWER SEGMENTS



Coleoptera

FORE WINGS ARE NOT THICKENED, AND ANTENNAE USUALLY HAVE 12 OR MORE SEGMENTS

MIDDLE AND HIND LEGS LACK SWIMMING HAIRS (MANDIBLES ARE WELL DEVELOPED) (GENERALLY TERRESTRIAL)

MIDDLE AND HIND LEGS POSSESS A FRINGE OF SWIMMING HAIRS (MANDIBLES ARE POORLY DEVELOPED) (AQUATIC)

Lepidoptera

BODY MEASURES OVER 12 MM

Megaloptera

BODY MEASURES LESS THAN 10 MM

Neuroptera

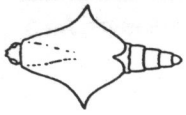
Order Ephemeroptera

MATURE EPHEMEROPTERA LARVAE

THORAX ROBUST WITH NOTUM FUSED BETWEEN FORE WING PADS FOR AT LEAST HALF LENGTH OF PADS; GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 EITHER ABSENT, CONCEALED, OR OPERCULATE

FORE WING PADS FREE, SEPARATE FOR HALF THEIR LENGTH OR MORE; GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 PRESENT, VARIABLE, BUT NEVER OPERCULATE

THORACIC NOTUM CARAPACELIKE AND COVERING MUCH OF ABDOMEN



Baetiscidae

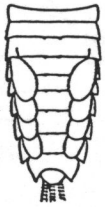
THORACIC NOTUM NOT COVERING MOST OF ABDOMEN

ABDOMINAL GILLS 2–7 DOUBLE, ELONGATE, WITH FRINGED MARGINS

ABDOMINAL GILLS 2–7 NEVER DOUBLE, ELONGATE, AND FRINGED IN COMBINATION —

Cont. p. 87

GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 ABSENT



Ephemerellidae

GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 PRESENT AND OPERCULATE

GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 ROUNDED OR TRIANGULAR

Tricorythidae

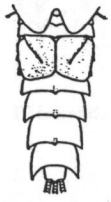
GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 QUADRATE

HEAD WITHOUT TUSKS

Behningiidae

HEAD WITH ANTERIORLY PROJECTING TUSKS

GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 FUSED ALONG MIDLINE

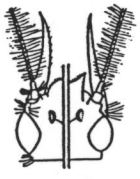


Neoephemeridae

GILLS ON ABDOMINAL SEGMENT 2 NOT FUSED BUT OVERLAPPING

Caenidae

TUSK WITH NO SPINES IN DISTAL HALF

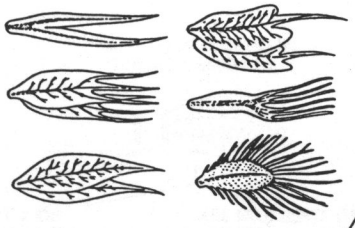


Ephemeridae

TUSKS WITH DISTAL SPINES ——

Cont. p. 87.

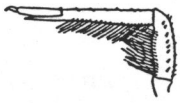
GILLS ON ABDOMINAL SEGMENTS 2–5 FORKED OR DOUBLE AND ELONGATE OR WITH FINGERLIKE PROJECTIONS OR IN CLUSTERS OF FILAMENTS, AND NEVER VENTRAL



Leptophlebiidae

GILLS ON ABDOMINAL SEGMENTS 2–5 USUALLY PLATELIKE AND OFTEN WITH BASAL GILL TUFTS OR FLAPS, ONLY RARELY POINTED

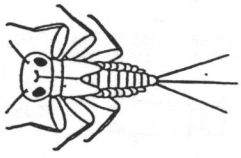
FORE LEGS WITH 2 ROWS OF LONG HAIRS



Oligoneuriidae

FORE LEGS WITHOUT 2 ROWS OF LONG HAIRS

DISTINCTLY FLATTENED BODIES WITH HORIZONTAL HEADS AND OUTSPREAD LEGS



Heptageniidae

BODY ELONGATE, STREAMLINED; HEAD VERTICAL

Cont. from p. 86

FORE LEG CLAWS DIFFERENT FROM MIDDLE AND HIND LEG CLAWS

TUSKS WITH OUTER KEEL AND OUTCURVED TIPS

Palingeniidae

FORE LEG CLAWS CLEFT

Metretopodidae

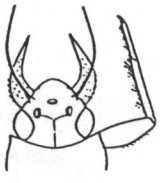
FORE LEG CLAWS SIMPLE, WITH BRISTLES

Ametropodidae

CLAWS ON ALL LEGS SIMILAR

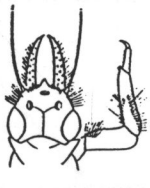
TUSKS WITH SCATTERED OR INNER SPINES AND DOWNWARD-INWARD CURVED TIPS

LEGS AND GILLS OUTSPREAD LATERALLY



Potamanthidae

LEGS ROBUST; GILLS DORSAL

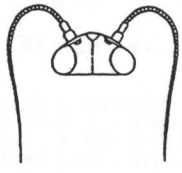


Polymitarcyidae

WITH 3 WELL-DEVELOPED TAILS; ANTENNAE SHORTER THAN 2× HEAD WIDTH

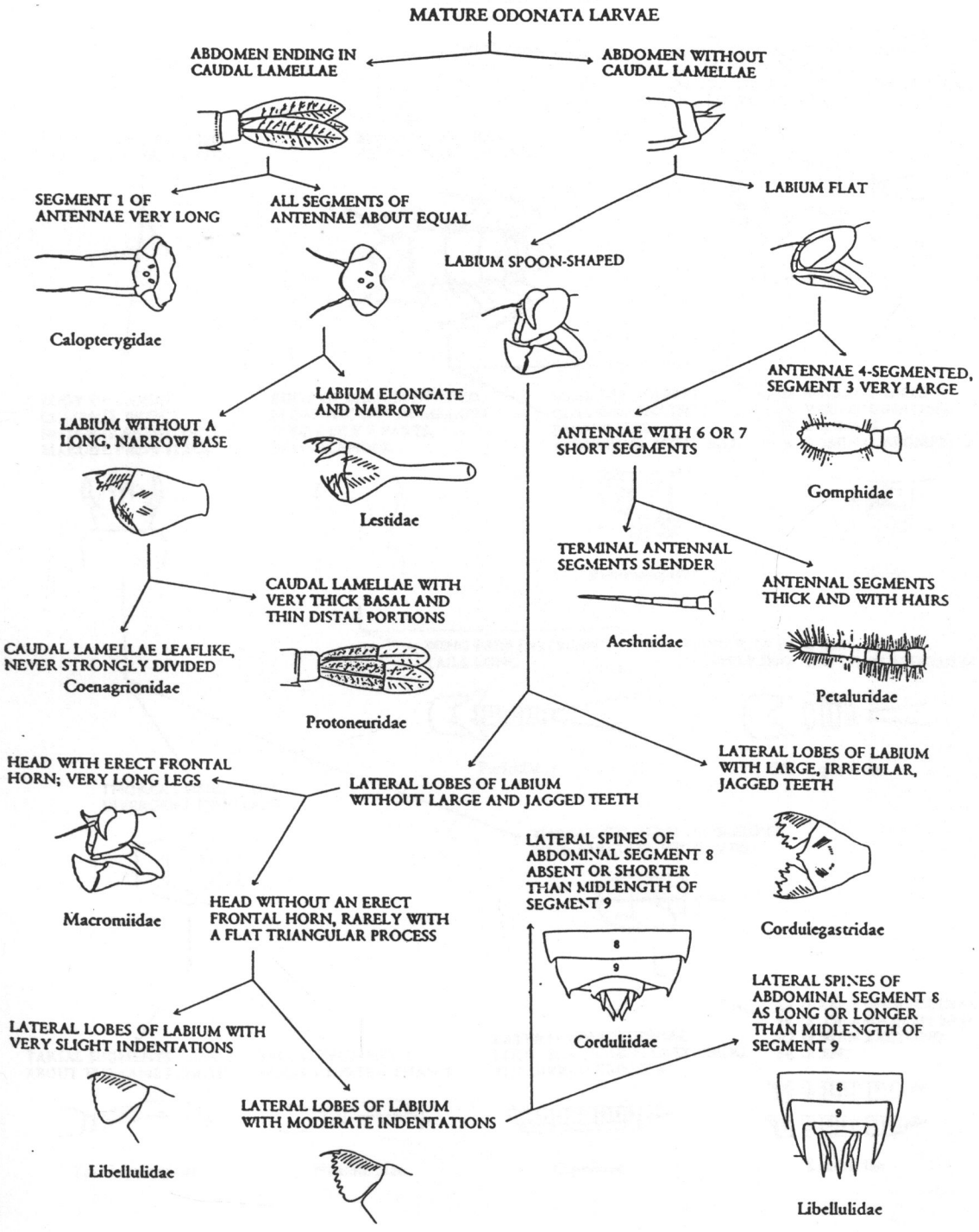
Siphlonuridae

WITH 2 OR 3 WELL-DEVELOPED TAILS; IF 3 TAILS PRESENT, THEN ANTENNAE 2× TO 3× HEAD WIDTH

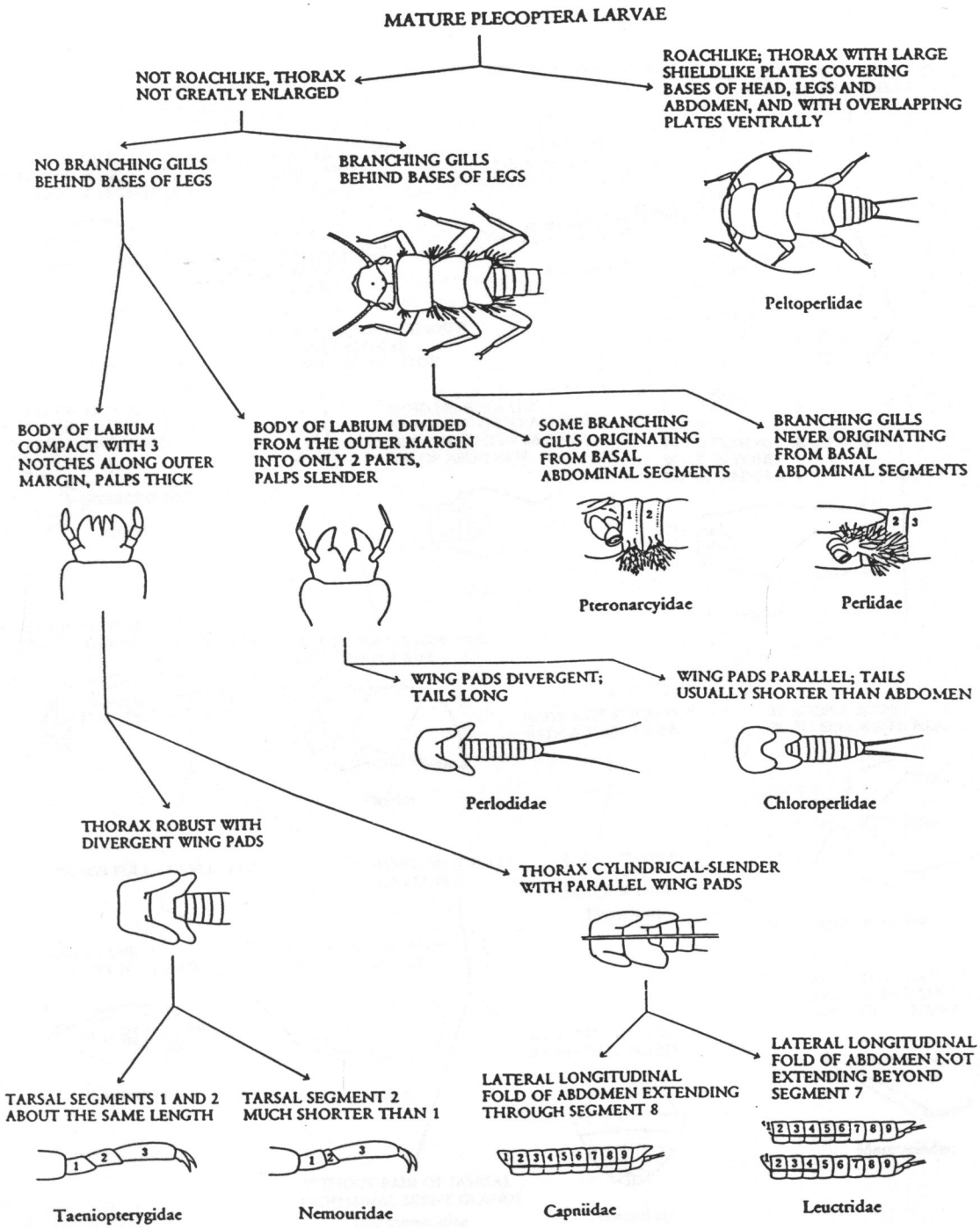


Baetidae

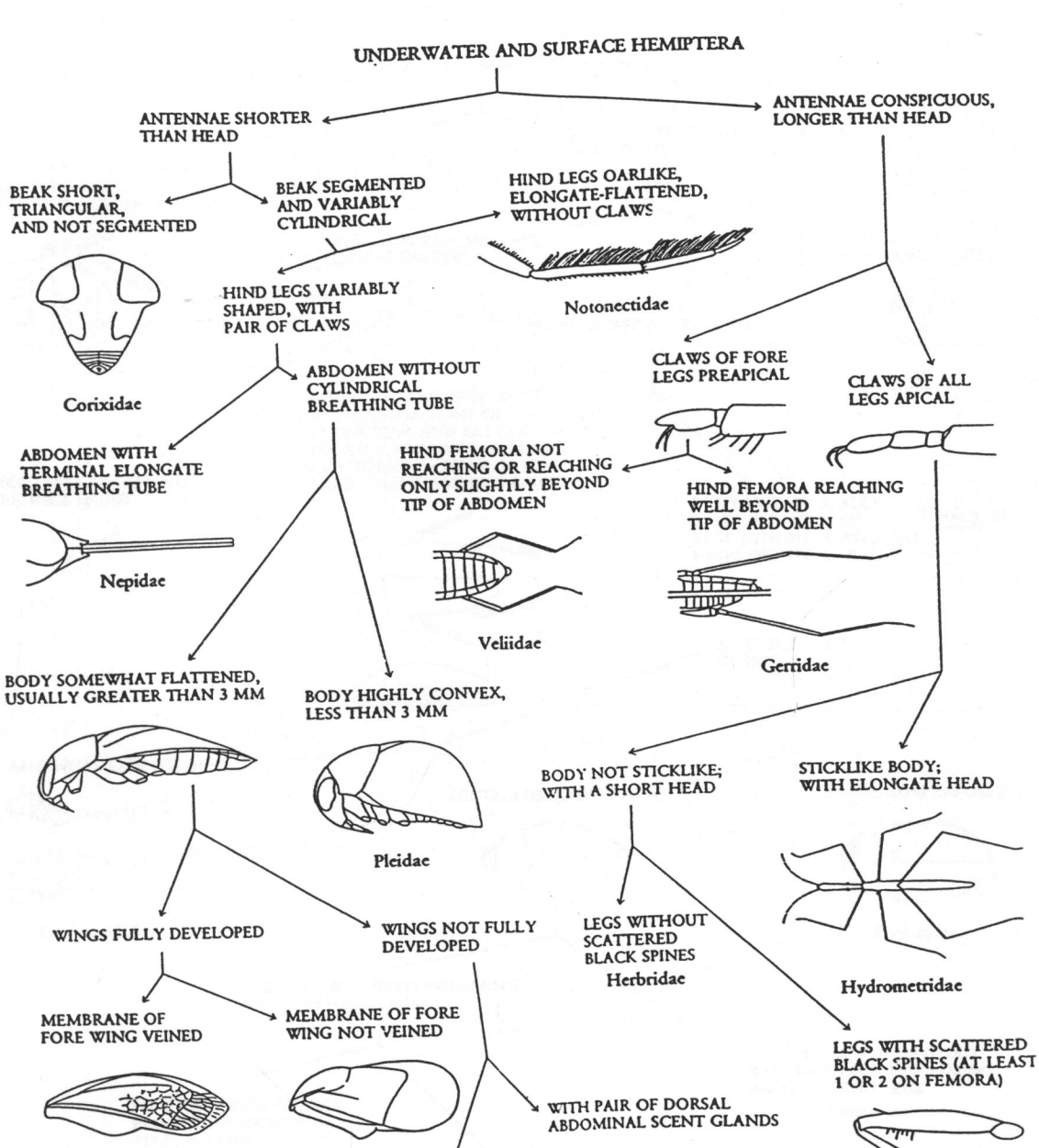
Order Odonata



Order Plecoptera



Order Hemiptera

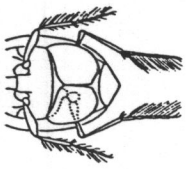


Order Coleoptera

AQUATIC COLEOPTERA ADULTS

WITHOUT LARGE HIND COXAL PLATES

WITH LARGE COXAL PLATES COVERING BASES OF HIND LEGS AND ABDOMEN



Haliplidae

WITH ONE PAIR OF UNDIVIDED EYES

WITH DORSAL AND VENTRAL PAIRS OF EYES

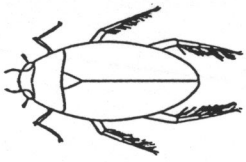
Gyrinidae

HEAD WITHOUT SNOUT

HEAD PROLONGED INTO DISTINCT SNOUT

Curculionidae

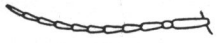
BODY STREAMLINED; DORSAL AND LATERAL LINE OF PRONOTUM AND ELYTRA USUALLY FORMING SIMILAR CONTINUOUS CURVE; HIND LEGS WITH SWIMMING HAIRS



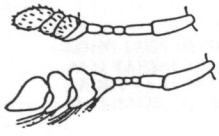
BODY NOT ESPECIALLY STREAMLINED; HIND LEGS WITHOUT SWIMMING HAIRS (NONSWIMMING)

Cont. p. 92

ANTENNAE NOT CLUBBED

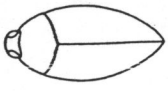


ANTENNAE CLUBBED

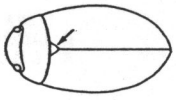


Hydrophilidae

SCUTELLUM CONCEALED



SCUTELLUM EXPOSED



Dytiscidae

SIZE VARIABLE, WITH SWIMMING HAIRS ON HIND LEGS

LESS THAN 2 MM; WITHOUT WELL-DEVELOPED SWIMMING HAIRS ON HIND LEGS

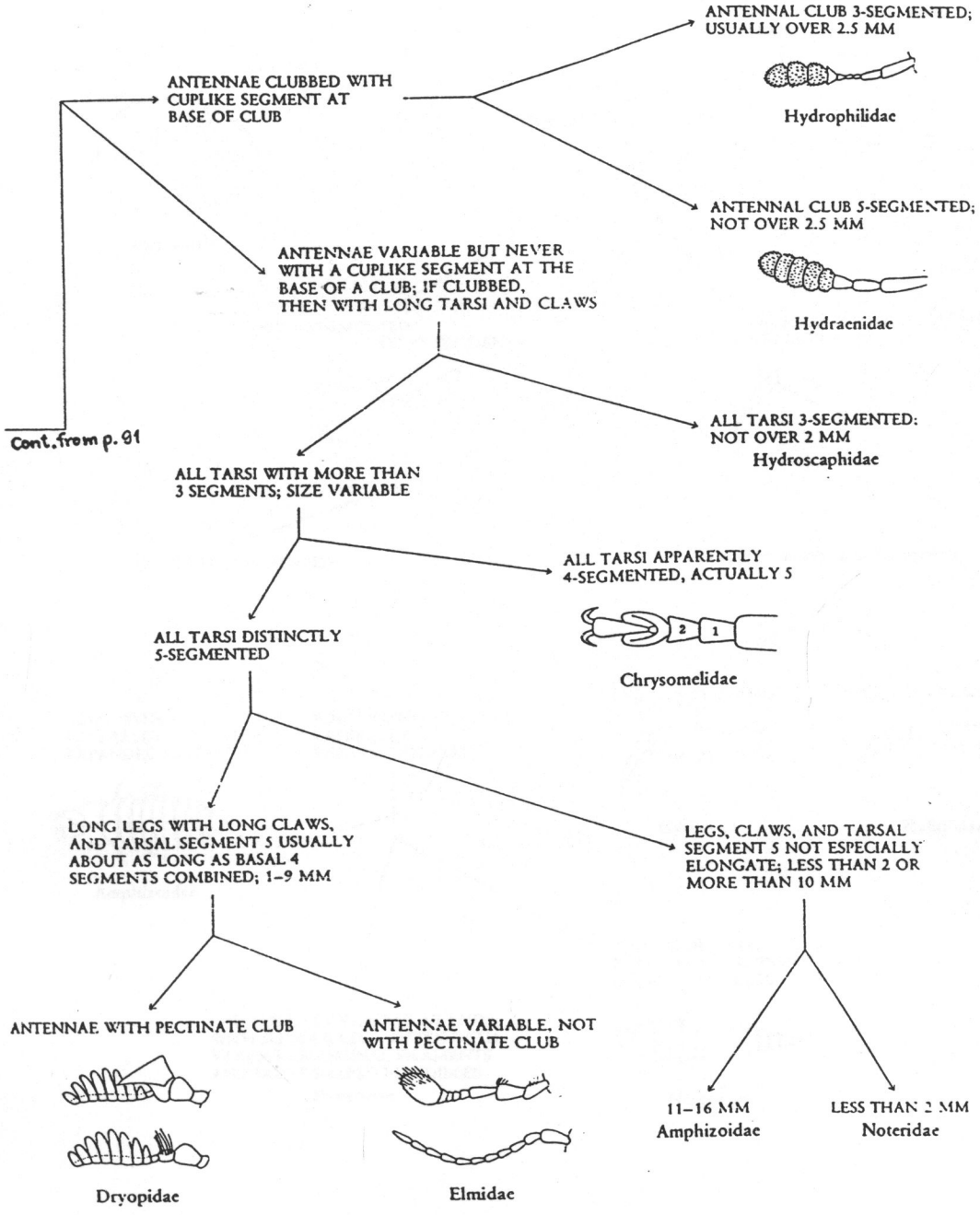
Noteridae

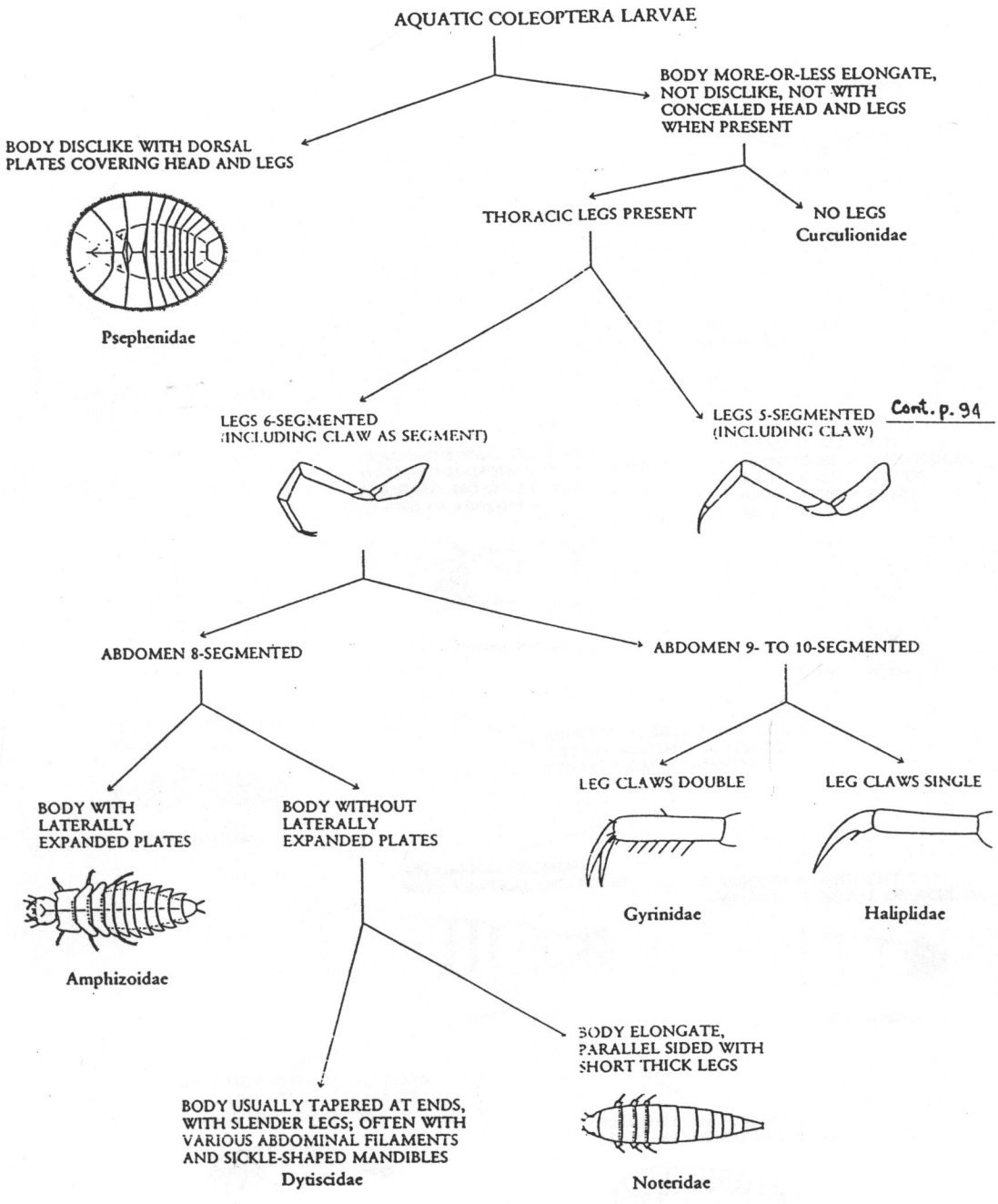
FORE TIBIA WITH CURVED PROJECTION OR SPUR AT APEX; 2–6 MM

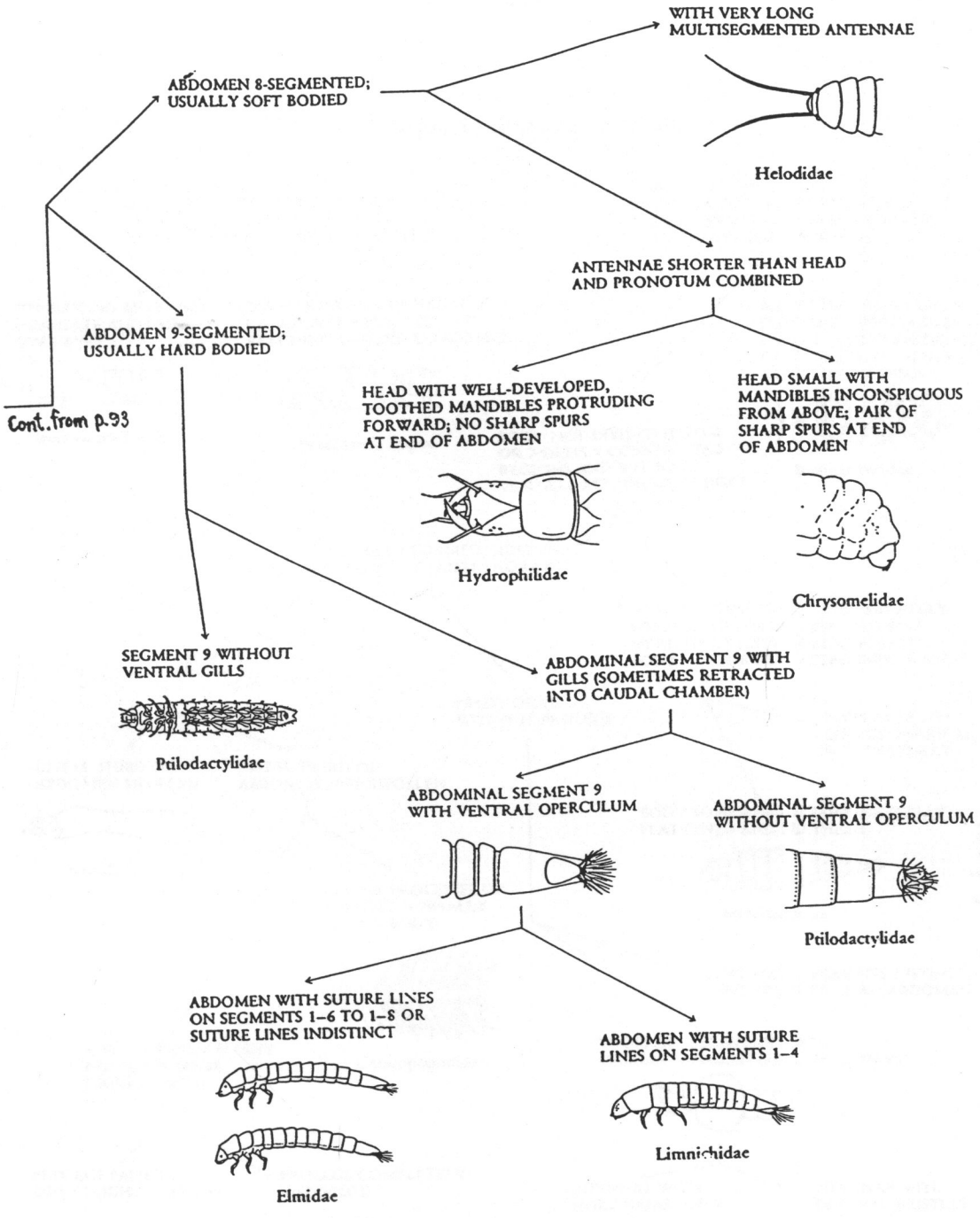
Noteridae

FORE TIBIA WITHOUT CURVED PROJECTION OR SPUR AT TIP; SIZE VARIABLE

Dytiscidae


ANTENNAE CLUBBED WITH CUPLIKE SEGMENT AT BASE OF CLUB
ANTENNAL CLUB 3-SEGMENTED; USUALLY OVER 2.5 MM
Hydrophilidae
ANTENNAL CLUB 5-SEGMENTED; NOT OVER 2.5 MM
Hydraenidae
ANTENNAE VARIABLE BUT NEVER WITH A CUPLIKE SEGMENT AT THE BASE OF A CLUB; IF CLUBBED, THEN WITH LONG TARSI AND CLAWS
Cont. from p. 91
ALL TARSI 3-SEGMENTED: NOT OVER 2 MM
Hydroscaphidae
ALL TARSI WITH MORE THAN 3 SEGMENTS; SIZE VARIABLE
ALL TARSI APPARENTLY 4-SEGMENTED, ACTUALLY 5
2
1
Chrysomelidae
ALL TARSI DISTINCTLY 5-SEGMENTED
LONG LEGS WITH LONG CLAWS, AND TARSAL SEGMENT 5 USUALLY ABOUT AS LONG AS BASAL 4 SEGMENTS COMBINED; 1–9 MM
LEGS, CLAWS, AND TARSAL SEGMENT 5 NOT ESPECIALLY ELONGATE; LESS THAN 2 OR MORE THAN 10 MM
ANTENNAE WITH PECTINATE CLUB
Dryopidae
ANTENNAE VARIABLE, NOT WITH PECTINATE CLUB
Elmidae
11–16 MM
Amphizoidae
LESS THAN 2 MM
Noteridae


AQUATIC COLEOPTERA LARVAE
BODY MORE-OR-LESS ELONGATE, NOT DISCLIKE, NOT WITH CONCEALED HEAD AND LEGS WHEN PRESENT
BODY DISCLIKE WITH DORSAL PLATES COVERING HEAD AND LEGS
Psephenidae
THORACIC LEGS PRESENT
NO LEGS
Curculionidae
LEGS 6-SEGMENTED (INCLUDING CLAW AS SEGMENT)
LEGS 5-SEGMENTED (INCLUDING CLAW)
Cont. p. 94
ABDOMEN 8-SEGMENTED
ABDOMEN 9- TO 10-SEGMENTED
LEG CLAWS DOUBLE
LEG CLAWS SINGLE
BODY WITH LATERALLY EXPANDED PLATES
BODY WITHOUT LATERALLY EXPANDED PLATES
Amphizoidae
Gyrinidae
Haliplidae
BODY ELONGATE, PARALLEL SIDED WITH SHORT THICK LEGS
BODY USUALLY TAPERED AT ENDS, WITH SLENDER LEGS; OFTEN WITH VARIOUS ABDOMINAL FILAMENTS AND SICKLE-SHAPED MANDIBLES
Dytiscidae
Noteridae


ABDOMEN 8-SEGMENTED; USUALLY SOFT BODIED
WITH VERY LONG MULTISEGMENTED ANTENNAE
Helodidae
ANTENNAE SHORTER THAN HEAD AND PRONOTUM COMBINED
ABDOMEN 9-SEGMENTED; USUALLY HARD BODIED
Cont. from p.93
HEAD WITH WELL-DEVELOPED, TOOTHED MANDIBLES PROTRUDING FORWARD; NO SHARP SPURS AT END OF ABDOMEN
Hydrophilidae
HEAD SMALL WITH MANDIBLES INCONSPICUOUS FROM ABOVE; PAIR OF SHARP SPURS AT END OF ABDOMEN
Chrysomelidae
SEGMENT 9 WITHOUT VENTRAL GILLS
Ptilodactylidae
ABDOMINAL SEGMENT 9 WITH GILLS (SOMETIMES RETRACTED INTO CAUDAL CHAMBER)
ABDOMINAL SEGMENT 9 WITH VENTRAL OPERCULUM
ABDOMINAL SEGMENT 9 WITHOUT VENTRAL OPERCULUM
Ptilodactylidae
ABDOMEN WITH SUTURE LINES ON SEGMENTS 1–6 TO 1–8 OR SUTURE LINES INDISTINCT
Elmidae
ABDOMEN WITH SUTURE LINES ON SEGMENTS 1–4
Limnichidae

Order Diptera

AQUATIC DIPTERA IMMATURES

BODY WITH DEVELOPING WINGS; 3 PAIRS OF THORACIC LEGS APPARENT (MAY BE FUSED TO BODY)

DEVELOPING ANTENNAE ELONGATE AND LYING OVER EYES

Nematocera Pupae

DEVELOPING ANTENNAE NOT LYING OVER EYES, NOT REACHING BEYOND WING BASES

Brachycera Pupae

BODY WITHOUT 3 PAIRS OF THORACIC LEGS AND WITHOUT DEVELOPING WINGS (ALL AQUATIC FLY LARVAE AND PUPARIA)

BODY DORSOVENTRALLY FLATTENED WITH 6 DEEP LATERAL CONSTRICTIONS; 6 REGIONS WITH VENTRAL ATTACHMENT DISCS

Blephariceridae

BODY NOT DIVIDED INTO 6 OR 7 DEEPLY CONSTRICTED REGIONS AND WITHOUT VENTRAL ATTACHMENT DISCS

HEAD FULLY FORMED, HEADLIKE, AND DISTINCT FROM THORAX

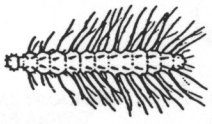
PROTHORAX WITH PROLEG(S)

DISTAL THIRD OF ABDOMEN SWOLLEN

Simuliidae

DISTAL THIRD OF ABDOMEN NOT SWOLLEN

FLESHY PROCESSES OR BRISTLES DORSALLY ALONG BODY



Ceratopogonidae

BODY WITHOUT FLESHY PROCESSES, SOME HAIRS AT MOST

PROLEGS PAIRED (IF ONLY SLIGHTLY AT TIP)

Chironomidae

PROLEGS COMPLETELY UNDIVIDED

Thaumaleidae

PROTHORAX WITHOUT PROLEGS

HEAD INCONSPICUOUS, INCOMPLETELY FORMED, OFTEN REPRESENTED BY A MERE TIP OF ANTERIORLY TAPERED BODY, AND/OR RETRACTED INTO THORAX

BODY MORE-OR-LESS CYLINDRICAL, NOT LEATHERY

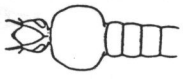
BODY SOMEWHAT DORSOVENTRALLY FLATTENED AND LEATHERY

Stratiomyidae

Cont. p.96

THORACIC SEGMENTS DISTINCT, NOT BROADER THAN ABDOMEN

THORACIC SEGMENTS FUSED, USUALLY SWOLLEN BUT NOT ALWAYS

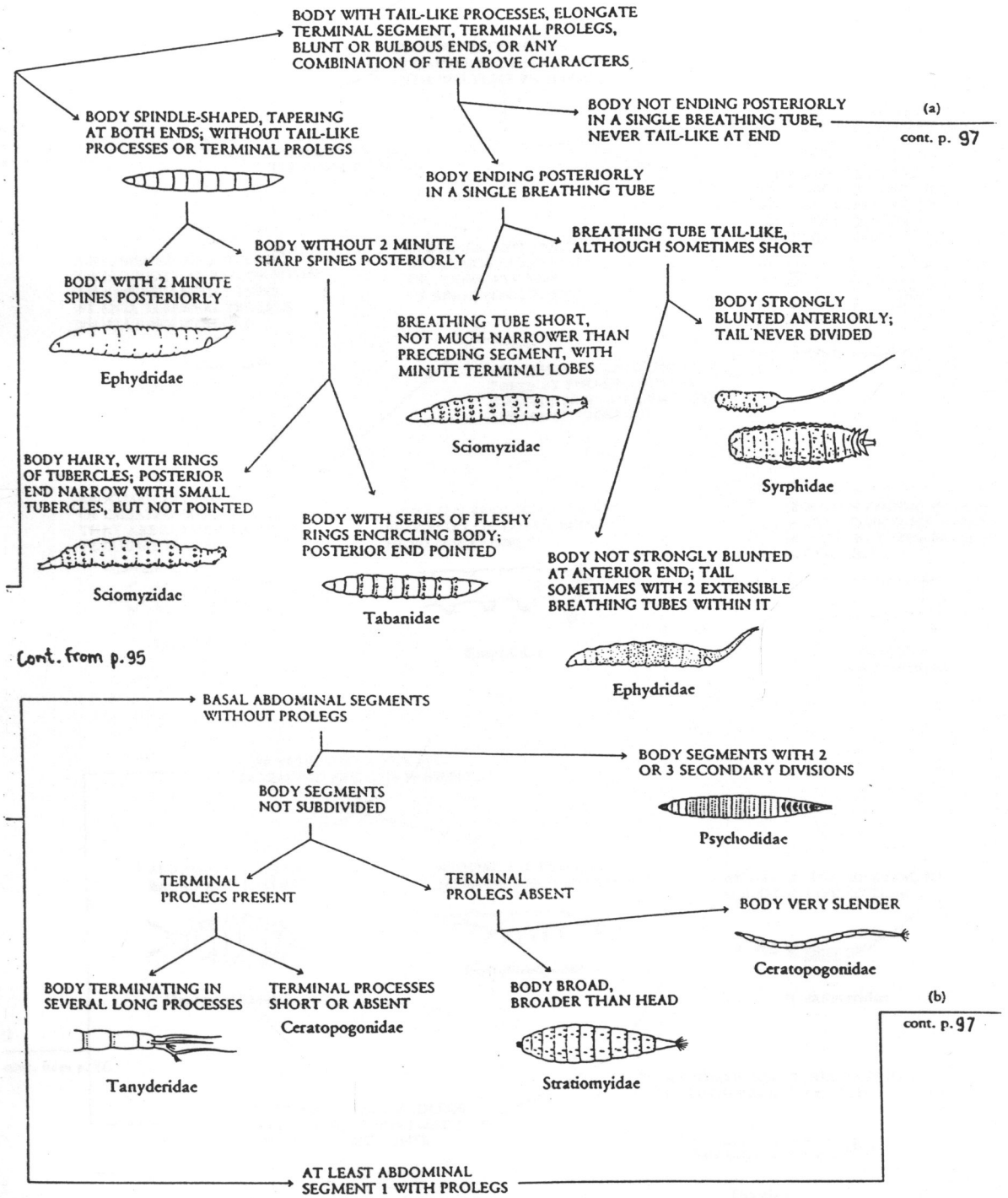


ANTENNAE WITH SHORT HAIRS ONLY

Culicidae

ANTENNAE WITH TERMINAL BRISTLES

Chaoboridae


BODY WITH TAIL-LIKE PROCESSES, ELONGATE TERMINAL SEGMENT, TERMINAL PROLEGS, BLUNT OR BULBOUS ENDS, OR ANY COMBINATION OF THE ABOVE CHARACTERS
BODY SPINDLE-SHAPED, TAPERING AT BOTH ENDS; WITHOUT TAIL-LIKE PROCESSES OR TERMINAL PROLEGS
BODY NOT ENDING POSTERIORLY IN A SINGLE BREATHING TUBE, NEVER TAIL-LIKE AT END
(a)
cont. p. 97
BODY ENDING POSTERIORLY IN A SINGLE BREATHING TUBE
BODY WITHOUT 2 MINUTE SHARP SPINES POSTERIORLY
BODY WITH 2 MINUTE SPINES POSTERIORLY
Ephydridae
BREATHING TUBE TAIL-LIKE, ALTHOUGH SOMETIMES SHORT
BREATHING TUBE SHORT, NOT MUCH NARROWER THAN PRECEDING SEGMENT, WITH MINUTE TERMINAL LOBES
Sciomyzidae
BODY STRONGLY BLUNTED ANTERIORLY; TAIL NEVER DIVIDED
Syrphidae
BODY HAIRY, WITH RINGS OF TUBERCLES; POSTERIOR END NARROW WITH SMALL TUBERCLES, BUT NOT POINTED
Sciomyzidae
BODY WITH SERIES OF FLESHY RINGS ENCIRCLING BODY; POSTERIOR END POINTED
Tabanidae
BODY NOT STRONGLY BLUNTED AT ANTERIOR END; TAIL SOMETIMES WITH 2 EXTENSIBLE BREATHING TUBES WITHIN IT
Ephydridae
Cont. from p. 95
BASAL ABDOMINAL SEGMENTS WITHOUT PROLEGS
BODY SEGMENTS WITH 2 OR 3 SECONDARY DIVISIONS
Psychodidae
BODY SEGMENTS NOT SUBDIVIDED
TERMINAL PROLEGS PRESENT
TERMINAL PROLEGS ABSENT
BODY VERY SLENDER
Ceratopogonidae
BODY TERMINATING IN SEVERAL LONG PROCESSES
Tanyderidae
TERMINAL PROCESSES SHORT OR ABSENT
Ceratopogonidae
BODY BROAD, BROADER THAN HEAD
Stratiomyidae
(b)
cont. p. 97
AT LEAST ABDOMINAL SEGMENT 1 WITH PROLEGS

(a)

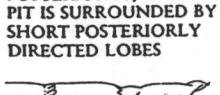
cont. from p. 96

WITHOUT DISTINCTIVE TERMINAL PROLEGS (SOMETIMES WITH WELTLIKE PROLEGS)

Cont. p.98

ABDOMEN NOT PITLIKE POSTERIORLY

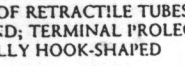
ABDOMEN CONCAVE POSTERIORLY, AND THIS PIT IS SURROUNDED BY SHORT POSTERIORLY DIRECTED LOBES



Dolichopodidae

WITH DISTINCTIVE TERMINAL PROLEGS

ABDOMEN ENDING IN LONG TUBE DIVIDED AT END OR WITH PAIR OF RETRACTILE TUBES AT END; TERMINAL PROLEGS USUALLY HOOK-SHAPED

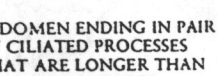


Ephydridae

ABDOMEN NOT ENDING IN ELONGATE SHEATH OR ELONGATE PAIR OF BREATHING TUBES

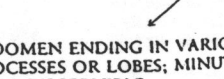
PROCESSES OR BREATHING TUBES AT END OF ABDOMEN USUALLY NOT LONGER THAN TERMINAL PROLEGS

ABDOMEN ENDING IN PAIR OF CILIATED PROCESSES THAT ARE LONGER THAN TERMINAL PROLEGS



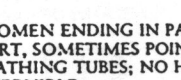
Athericidae

ABDOMEN ENDING IN VARIOUS PROCESSES OR LOBES; MINUTE HEAD DISCERNIBLE



Empididae

ABDOMEN ENDING IN PAIR C SHORT, SOMETIMES POINTED BREATHING TUBES; NO HEAD DISCERNIBLE



Muscidae–Anthomyiidae

(b)

cont. from p. 96

6 OR MORE PAIRS OF WELL-DEVELOPED PROLEGS PRESENT

ABDOMINAL PROLEGS BROAD AND LATERAL

Deuterophlebiidae

ABDOMINAL PROLEGS SLENDER AND VENTRAL

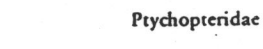
Nymphomyiidae

WEAK ABDOMINAL PROLEGS ON NO MORE THAN FIRST 3 ABDOMINAL SEGMENTS

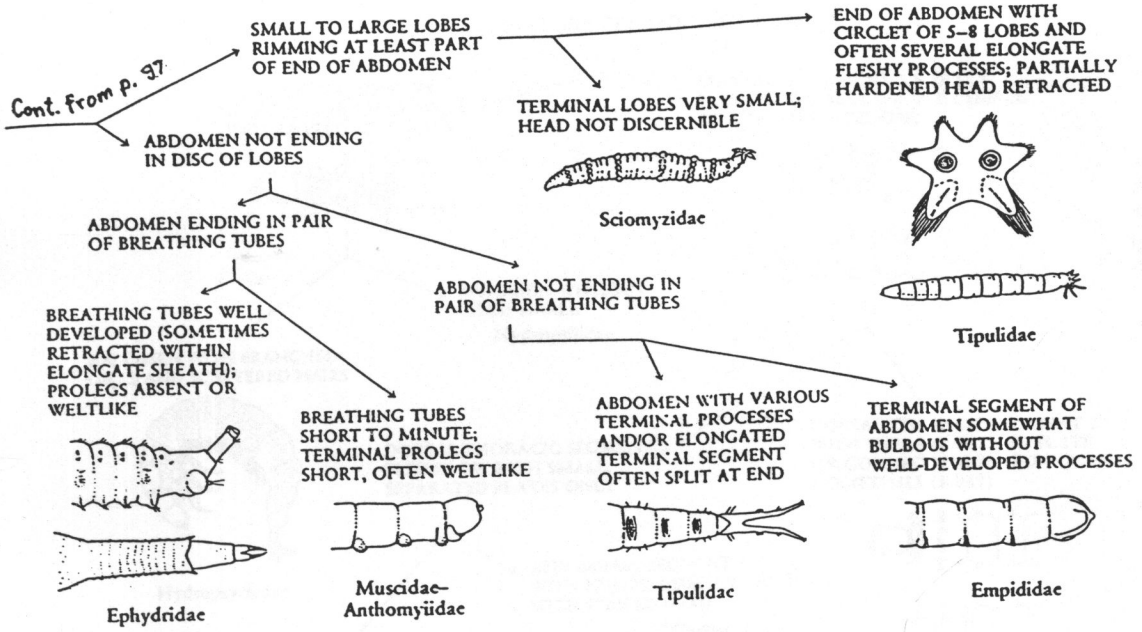
ABDOMEN TERMINATING IN LONG BREATHING TUBE

Ptychopteridae

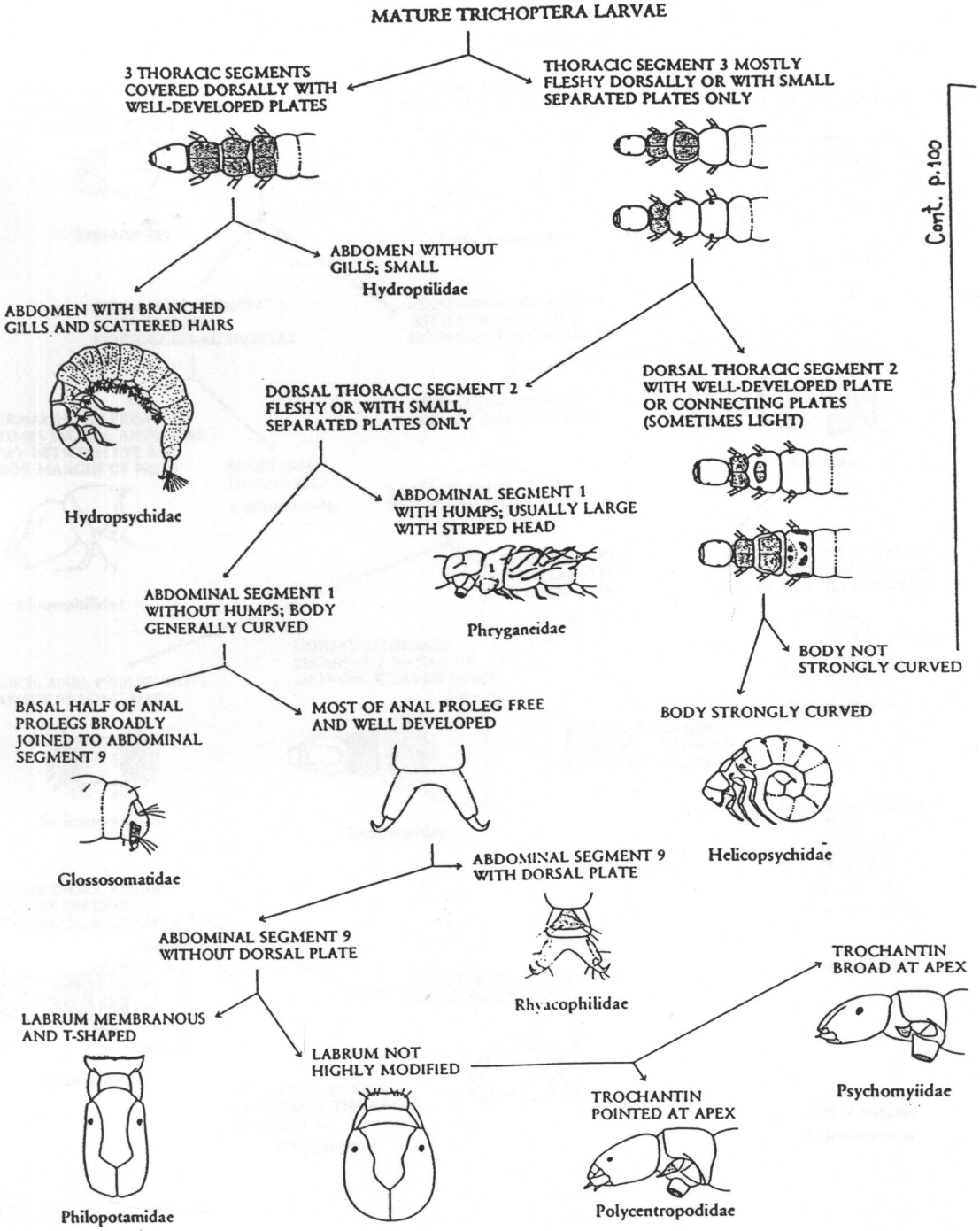
ABDOMEN NOT TERMINATING IN LONG BREATHING TUBE

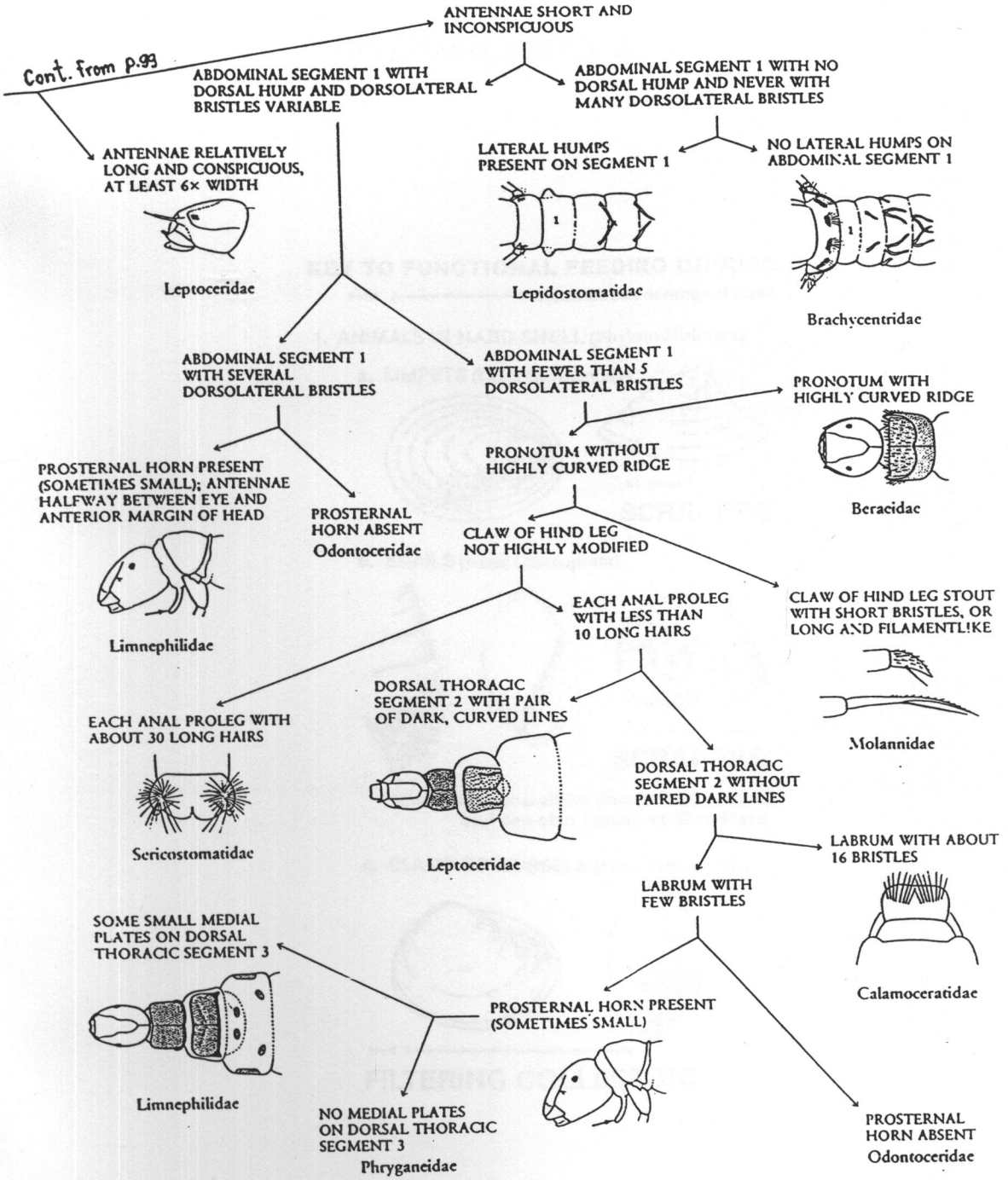


Dixidae

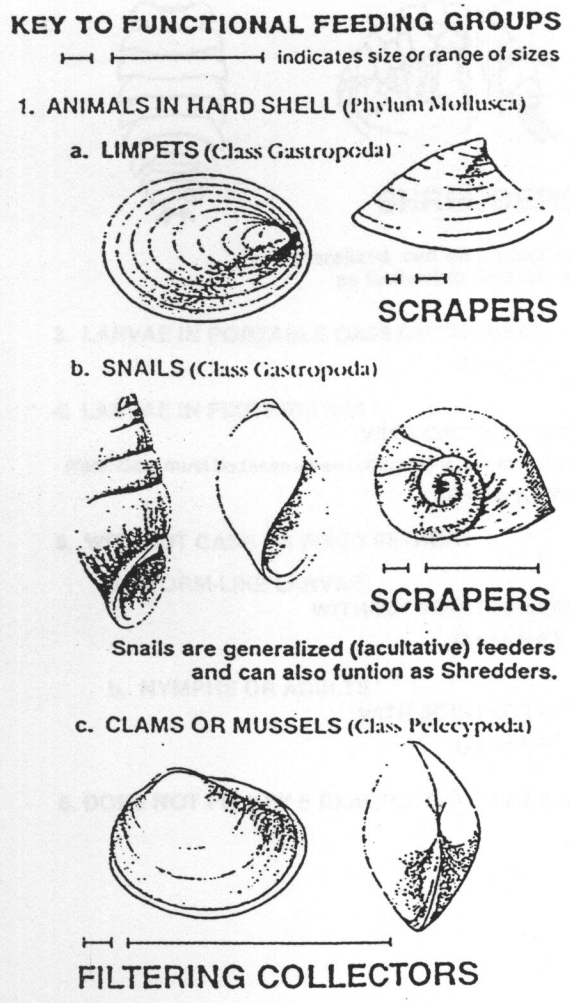

Cont. from p. 97
SMALL TO LARGE LOBES RIMMING AT LEAST PART OF END OF ABDOMEN
ABDOMEN NOT ENDING IN DISC OF LOBES
TERMINAL LOBES VERY SMALL; HEAD NOT DISCERNIBLE
Sciomyzidae
END OF ABDOMEN WITH CIRCLET OF 5–8 LOBES AND OFTEN SEVERAL ELONGATE FLESHY PROCESSES; PARTIALLY HARDENED HEAD RETRACTED
Tipulidae
ABDOMEN ENDING IN PAIR OF BREATHING TUBES
ABDOMEN NOT ENDING IN PAIR OF BREATHING TUBES
BREATHING TUBES WELL DEVELOPED (SOMETIMES RETRACTED WITHIN ELONGATE SHEATH); PROLEGS ABSENT OR WELTLIKE
Ephydridae
BREATHING TUBES SHORT TO MINUTE; TERMINAL PROLEGS SHORT, OFTEN WELTLIKE
Muscidae–Anthomyiidae
ABDOMEN WITH VARIOUS TERMINAL PROCESSES AND/OR ELONGATED TERMINAL SEGMENT OFTEN SPLIT AT END
Tipulidae
TERMINAL SEGMENT OF ABDOMEN SOMEWHAT BULBOUS WITHOUT WELL-DEVELOPED PROCESSES
Empididae

Order Trichoptera

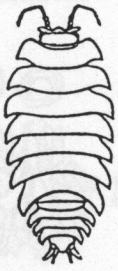


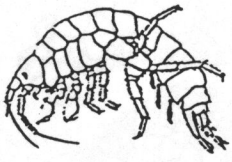

Cont. from p.93
ANTENNAE SHORT AND INCONSPICUOUS
ABDOMINAL SEGMENT 1 WITH DORSAL HUMP AND DORSOLATERAL BRISTLES VARIABLE
ABDOMINAL SEGMENT 1 WITH NO DORSAL HUMP AND NEVER WITH MANY DORSOLATERAL BRISTLES
ANTENNAE RELATIVELY LONG AND CONSPICUOUS, AT LEAST 6× WIDTH
Leptoceridae
LATERAL HUMPS PRESENT ON SEGMENT 1
Lepidostomatidae
NO LATERAL HUMPS ON ABDOMINAL SEGMENT 1
Brachycentridae
ABDOMINAL SEGMENT 1 WITH SEVERAL DORSOLATERAL BRISTLES
ABDOMINAL SEGMENT 1 WITH FEWER THAN 5 DORSOLATERAL BRISTLES
PRONOTUM WITH HIGHLY CURVED RIDGE
Beracidae
PROSTERNAL HORN PRESENT (SOMETIMES SMALL); ANTENNAE HALFWAY BETWEEN EYE AND ANTERIOR MARGIN OF HEAD
Limnephilidae
PROSTERNAL HORN ABSENT
Odontoceridae
PRONOTUM WITHOUT HIGHLY CURVED RIDGE
CLAW OF HIND LEG NOT HIGHLY MODIFIED
EACH ANAL PROLEG WITH LESS THAN 10 LONG HAIRS
CLAW OF HIND LEG STOUT WITH SHORT BRISTLES, OR LONG AND FILAMENTLIKE
Molannidae
EACH ANAL PROLEG WITH ABOUT 30 LONG HAIRS
Sericostomatidae
DORSAL THORACIC SEGMENT 2 WITH PAIR OF DARK, CURVED LINES
Leptoceridae
DORSAL THORACIC SEGMENT 2 WITHOUT PAIRED DARK LINES
LABRUM WITH ABOUT 16 BRISTLES
Calamoceratidae
LABRUM WITH FEW BRISTLES
SOME SMALL MEDIAL PLATES ON DORSAL THORACIC SEGMENT 3
Limnephilidae
PROSTERNAL HORN PRESENT (SOMETIMES SMALL)
NO MEDIAL PLATES ON DORSAL THORACIC SEGMENT 3
Phryganeidae
PROSTERNAL HORN ABSENT
Odontoceridae

คู่มือจำแนกบทบาทการกินของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในแหล่งน้ำไหล (Hauer and Lamberti, 1996)



2. SOW BUG OR SHRIMP-LIKE ANIMALS
(Class Crustacea)





SHREDDERS

Generalized, can also function as Gathering Collectors.

3. LARVAE IN PORTABLE CASE OR "HOUSE"
Go to KEY 2

4. LARVAE IN FIXED RETREAT
WITH CAPTURE NET

Note: Care must be taken when collecting to observe nets.

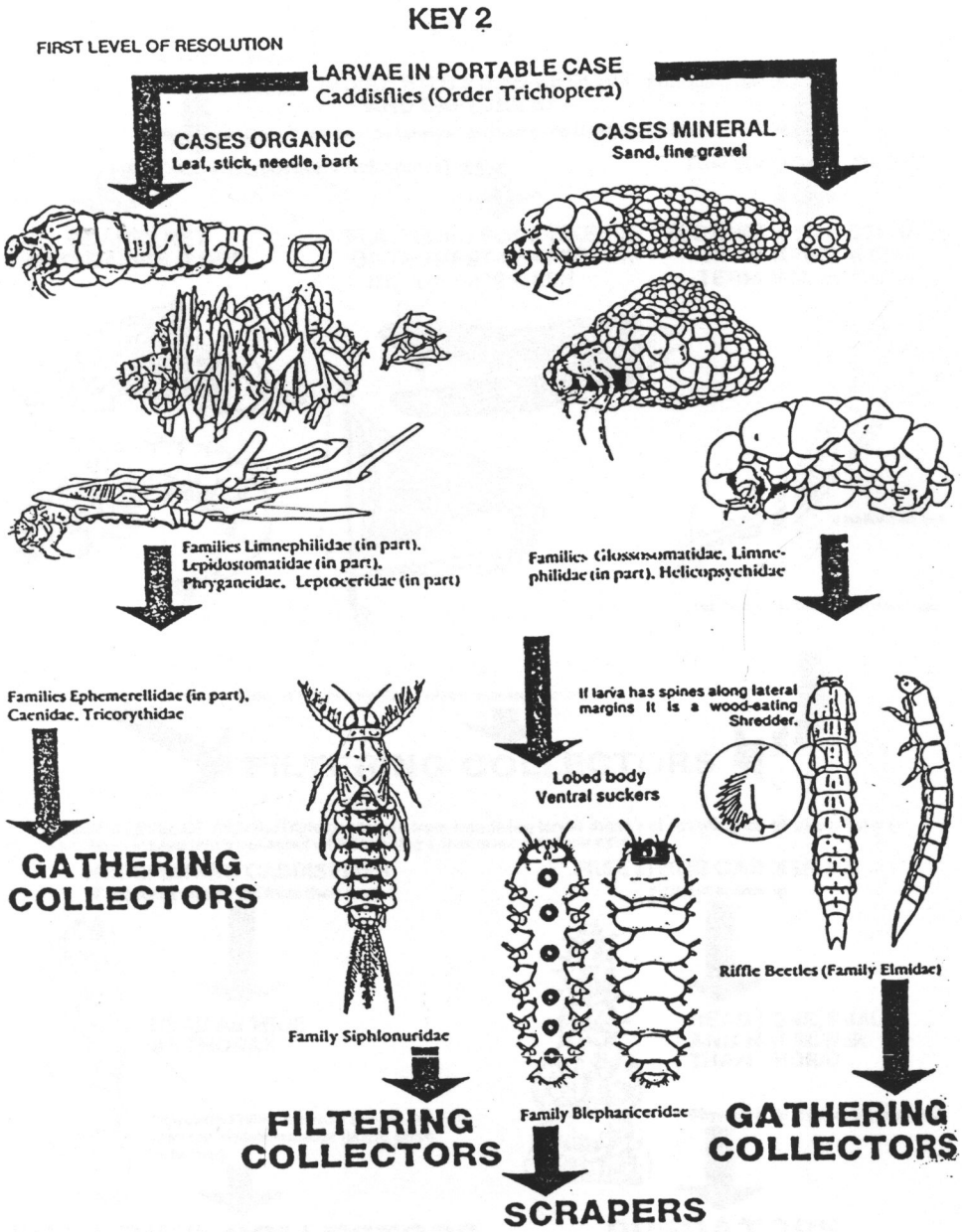
Go to KEY 3

5. WITHOUT CASE OR FIXED RETREAT

a. WORM-LIKE LARVAE
WITHOUT JOINTED LEGS
Go to KEY 4

b. NYMPHS OR ADULTS
WITH JOINTED LEGS
Go to KEY 5

6. DOES NOT FIT KEY 5 EXACTLY. GO TO KEY 6


KEY 2
FIRST LEVEL OF RESOLUTION
LARVAE IN PORTABLE CASE
Caddisflies (Order Trichoptera)
CASES ORGANIC
Leaf, stick, needle, bark
CASES MINERAL
Sand, fine gravel
Families Limnephilidae (in part), Lepidostomatidae (in part), Phryganeidae, Leptoceridae (in part)
Families Glossosomatidae, Limnephilidae (in part), Helicopsychidae
Families Ephemerellidae (in part), Caenidae, Tricorythidae
GATHERING COLLECTORS
If larva has spines along lateral margins it is a wood-eating Shredder.
Lobed body
Ventral suckers
Riffle Beetles (Family Elmidae)
Family Siphlonuridae
Family Blephariceridae
FILTERING COLLECTORS
GATHERING COLLECTORS
SCRAPERS

KEY 3

FIRST LEVEL OF RESOLUTION

LARVAE WITH FIXED RETREAT AND CAPTURE NET

Note: Care must be taken when collecting to observe nets.

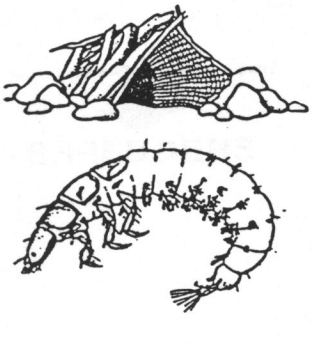
Caddisflies (Order Trichoptera)

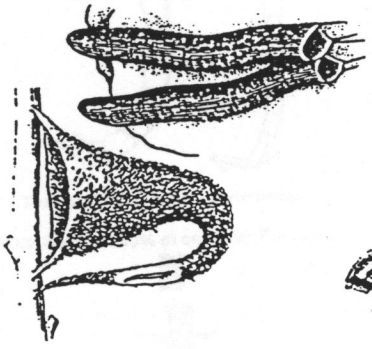
True Flies (Order Diptera)

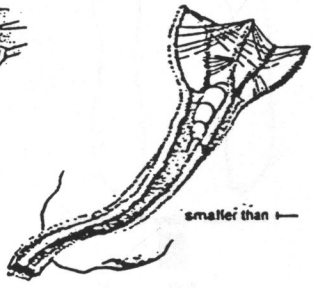
COARSE NET IN "SCAFFOLDING"

FLATTENED SOCK-LIKE OR TRUMPET-SHAPED NET OF FINE MESH

TUBE WITH SILK STRANDS STRUNG BETWEEN TERMINAL PRONGS







True Midges (Family Chironomidae)

Families Hydropsychidae, Philopotamidae, Polycentropodidae

FILTERING COLLECTORS

SECOND LEVEL OF RESOLUTION separates from free living larvae those net spinning caddisflies that may have been inadvertently collected without being associated with their nets.

NET SPINNING CADDISFLIES

Frequently separated from their nets

HEAD AS WIDE AS THORAX

Especially Philopotamidae (bright yellow) and Hydropsychidae (bright green or brown)

FILTERING COLLECTORS

FREE LIVING CADDISFLIES

Non net spinning

HEAD LONG, SMALL, AND NARROWER THAN THORAX

Rhyacophilidae (often bright green)

PREDATORS

KEY 4

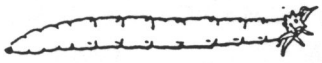
FIRST LEVEL OF RESOLUTION

WORM-LIKE LARVAE WITHOUT JOINTED LEGS

LARGE

larger than

Head retractile and poorly developed
Caudal lobes with eye-like spiracles



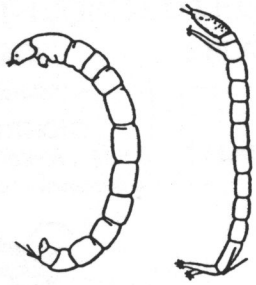
Cranefllies (Family Tipulidae in part)

SHREDDERS

SMALL

smaller than

LONG AND SLENDER



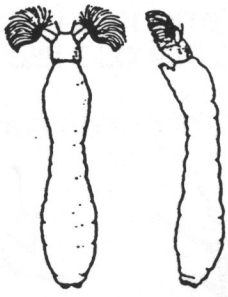
True Midges (Family Chironomidae)

Note: Subtract 10% of count for Predators.

GATHERING COLLECTORS

BOWLING PIN SHAPE

Bulbous base usually fastened tightly to substrate



Blackflies (Family Simuliidae)

FILTERING COLLECTORS

SECOND LEVEL OF RESOLUTION considers some common worm-like Predators that would be misclassified in the above key.

WORM-LIKE LARVAE WITHOUT JOINTED LEGS

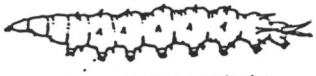
LARGE

Posterior segment swollen
Head retractile

Family Tipulidae (*Ernocera* type)

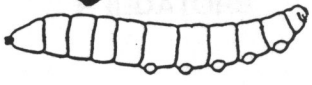
SMALL

Prolegs along entire length
Head visible



Family Athericidae (*Atherix*)

Prolegs poorly developed or absent
Jaws well developed
Very active



Family Tipulidae (*Dicranota* type)

PREDATORS

KEY 5

RST LEVEL OF RESOLUTION

NYMPHS WITH JOINTED LEGS

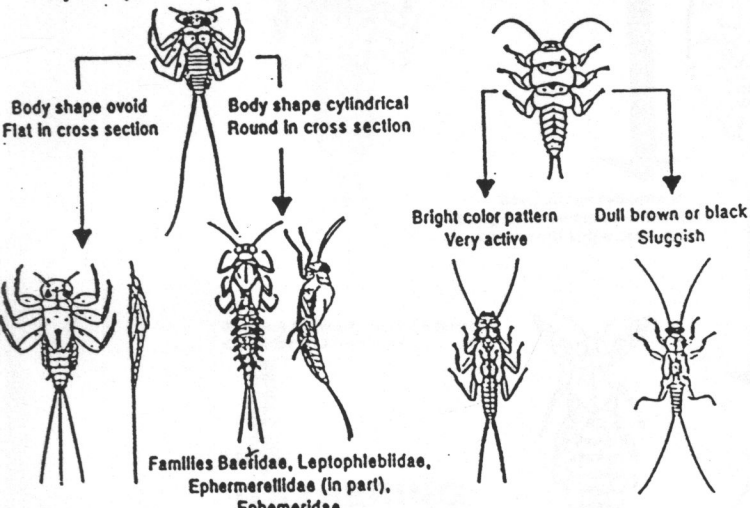
3 (or 2) TAILS (FILAMENTS) AT BACK — NO EXTENDIBLE LOWER LIP (LABIUM)

3 (OR 2) TAILS WITH LATERAL ABDOMINAL GILLS
Mayflies (order Ephemeroptera)

Families Heptageniidae, Ephemerellidae (in part)
SCRAPERS

Families Baetidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae (in part), Ephemeridae
GATHERING COLLECTORS

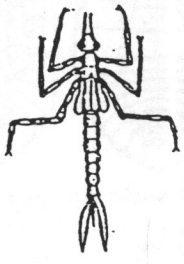
2 TAILS WITHOUT LATERAL ABDOMINAL GILLS
Stoneflies (order Plecoptera)



Setipalpian Stoneflies
Filipalpian Stoneflies
PREDATORS SHREDDERS

3 FLAT PADDLES OR POINTS AT BACK — EXTENDIBLE LOWER LIP

3 FLAT PADDLES AT BACK



Damselflies
(suborder Zygoptera)

POINTS AT BACK

Dragonflies
(suborder Anisoptera)

PREDATORS

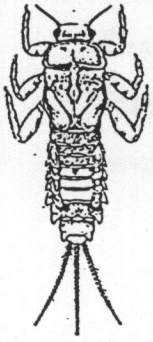
KEY 6

SECOND LEVEL OF RESOLUTION considers some fairly common insects that do not fit in the above key or would be misclassified on the basis of body shape alone.

LARVAE OR NYMPHS WITH JOINTED LEGS WITHOUT CASE OR FIXED RETREAT

WITH LONG TAILS
Mayflies (Order Ephemeroptera)

Body shape ovoid
Rear end often erected
scorpion-like when disturbed

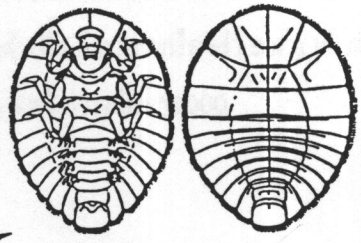


Families Ephemerellidae (in part), Caenidae, Tricorythidae

GATHERING COLLECTORS

WITHOUT LONG TAILS
Beetles (Order Coleoptera)

Disc shape
Head and legs totally concealed beneath



Water Pennies (Family Psephenidae)

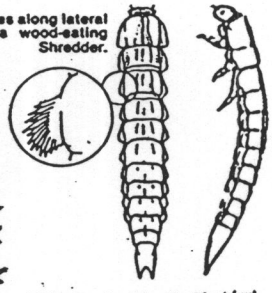
Body shape cylindrical
Long hairs on inside of front legs
Often with stripe down back

Family Siphlonuridae

FILTERING COLLECTORS

Slender
Triangular in cross section
Hard, yellowish brown covering

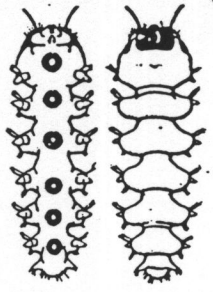
If larva has spines along lateral margins it is a wood-eating Shredder.



Riffle Beetles (Family Elmidae)

GATHERING COLLECTORS

Lobed body
Ventral suckers



Family Blephariceridae

SCRAPERS

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายอาทิตย์ นันทขว้าง
วัน เดือน ปี เกิด	19 ธันวาคม 2519
ประวัติการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจาก โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2537 - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 210/3 หมู่ 1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลเหมืองง่า ถนน เชียงใหม่ – ลำพูน อำเภอ เมือง จังหวัดลำพูน รหัสไปรษณีย์ 51000
E-mail Address	nuntakuang@yahoo.com