ความหลากหลายของแมลงน้ำในเขตวนอุทยานร่องคำหลวง จังหวัดพะเยา

ชลารักษ์ จูชาวนา

วรยศ แสงนาค

การศึกษาอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาชีววิทยา

23 มีนาคม 2562

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

ความหลากหลายของแมลงน้ำในเขตวนอุทยานร่องคำหลวง จังหวัดพะเยา

ชลารักษ์ จูชาวนา

วรยศ แสงนาค

การศึกษาอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาชีววิทยา

23 มีนาคม 2562

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

คณะกรรมการสอบการศึกษาอิสระ อาจารย์ที่ปรึกษา และคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ได้พิจารณาการศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายของแมลงน้ำในเขตวนอุทยานร่องคำหลวง จังหวัดพะเยา” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยพะเยา

.....

(ดร.ประลองยุทธ ศรีปาลวิทย์)

ประธานกรรมการ

.....

(ดร.อาทิตย์ นันทขว้าง)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนติ เงินแพทย์)

กรรมการ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชยันต์ บุญยรักษ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

มีนาคม 2541

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อาทิตย์ นันทขว้าง อาจารย์ที่ปรึกษาอิสระอย่างสูง ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาในการทำงานวิจัย เสนอแนวทางการทำงาน ตรวจทานเอกสารงานวิจัย ตลอดจนคอยช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ประลองยุทธ ศรีปาลวิทย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนติ เงินแพทย์ ที่กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบการศึกษาอิสระในครั้งนี้ ตลอดจนช่วยให้คำแนะนำข้อชี้แนะ และการตรวจสอบข้อบ่งพร่องต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา มหาวิทยาลัยพะเยา ทุกคนในการให้คำปรึกษา และให้การช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งผู้เป็นเจ้าของงานวิจัยที่ข้าพเจ้าได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัย จนดำเนินการวิจัยได้สำเร็จเป็นอย่างดี

ชลารักษ์ จูชาวนา

วรยศ แสงนาค

ชื่อเรื่อง ความหลากหลายของแมลงน้ำในเขตวนอุทยานร่องคำหลวง จังหวัดพะเยา

ผู้ศึกษาค้นคว้า นางสาวชลารักษ์ จูชาวนา
นายวรยศ แสงนาค

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อาทิตย์ นันทขว้าง

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

คำสำคัญ ความหลากหลาย, แมลงน้ำ, วนอุทยานร่องคำหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำ และปจจัยทางกายภาพและทางเคมีที่มีผลตอความหลากชนิดของแมลงน้ำใน วนอุทยานร่องคำหลวง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ในตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาพบตัวอ่อนแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 45 วงศ์ ทั้งหมด 1,130 ตัว ประกอบด้วยแมลง อันดับ ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Megaloptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera และ Trichoptera สถานีที่ 1 พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 26 วงศ์ 254 ตัว สถานีที่ 2 พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 30 วงศ์ 365 ตัว สถานีที่ 3 พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 27 วงศ์ 242 ตัว สถานีที่ 4 พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 32 วงศ์ 269 ตัว อันดับที่พบมากที่สุดคือ Ephemeroptera และ Trichoptera วงศ์ที่พบมากที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ Heptageniidae, Leptophlebiidae และ Hydropsychidae ดัชนีความหลากของ Shannon–Wiener (H) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 เป็นลำธารที่มีมลภาวะระดับปานกลาง การวิเคราะห์บทบาทการกินของแมลงน้ำพบว่าลำธารมีความเป็น Autotrophic แต่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็น Heterotrophic ก็ต่อเมื่อลำธารมีความสามารถในการกักเก็บอนุภาค CPOM และ FPOM ไว้ได้ โดยที่อนุภาคส่วนใหญ่นั้นเป็นแบบ FPOM พื้นท้องน้ำมีความแข็งแรงสูงในทุกสถานี อีกทั้งยังพบผู้ล่าที่มีจำนวนมากบ่งบอกถึงเหยื่อที่มีจำนวนมากเช่นกัน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าสูง มีค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่ำซึ่งบ่งบอกว่าเป็นแหล่งน้ำผิวน้ำประเภทที่ 1 ผลวิเคราะห์ทางสถิติ (One–way ANOVA) พบว่าดัชนีความหลากหลายของแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Title Diversity of aquatic insect larvae in Rong Kham Laung Forest park, Phayao Province

Author Miss Chalarak Juchowna
Mr Worayot Sangnak
Advisor Dr. Arthit Nuntakwang

Bachelor of Science Program in Biology
Keywords Diversity, Aquatic insects, Rong Kham Laung

ABSTRACT

The aim of this study is to find out a diversity of aquatic insects and the physio–chemical factor which affected to the aquatic insects in Rong Kham Luang Forest Park during July to December 2012. The 9 order 45 families of 1,130 individual of aquatic insects were collected which consist of Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Megaloptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera and Trichoptera. station 1 found 8 order 26 families of 254 individuals , station 2 found 9 order 30 families of 365 individuals station 3 found 8 order 27 families of 242 individuals and Station 4 found 8 order 32 families of 269 individuals. The most abundant was Ephemeroptera and Trichoptera. The rare was Heptageniidae, Leptophlebiidae and Hydropsychidae. The mean of Shannon–Wiener diversity index (H) was 2.62. It reflected that the stream were moderate. The Functional Feeding Analysis of aquatic insects revealed that the stream was autotrophic but it can be change to heterotrophic if CPOM and FPOM were trapped in the stream. The major organic matter was FPOM. The channel stability was high. High predator was reflected to many of prey items. High Dissolved Oxygen (DO) and low Biochemical Oxygen Demand (BOD) show that this stream was classified into Class 1 of surface water. The statistical analysis (One–way ANOVA) show that the diversity indices of each station was not different at 95% significantly interval.

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย..... 2

1.3 สมุมติฐานของการทำวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา..... 3

1.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา..... 3

1.6 สถานที่ศึกษาและรวบรวมข้อมูล..... 3

1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะ..... 3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.2 ทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง..... 12

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 18

3.2 สถานที่ศึกษา..... 19

3.3 วิธีการศึกษา และเก็บตัวอย่าง..... 21

4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำ..... 26

4.2 ผลค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ..... 78

4.3 ผลการใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศลำธาร..... 86

4.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางด้านกายภาพ..... 92
4.5 ผลการศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางด้านเคมี..... 96
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 108

5 บทสรุป

5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย..... 109

บรรณานุกรม..... 118

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางค่าตัวแปรที่วัดตลอดการศึกษา..... 121
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางสถิติ..... 126
ภาคผนวก ค ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุด..... 128

ประวัติผู้วิจัย..... 132

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงการใช้บทบาทการกินอาหารที่เป็นตัวชี้วัดลักษณะต่าง ๆ ของระบบนิเวศในลำธาร	24
2	จำนวนชนิด จำนวนที่พบ และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา	79
3	การแบ่งประเภทแมลงน้ำที่สำรวจพบตามบทบาทการกิน	80
4	แมลงน้ำในวนอุทยานร่องคำหลวงระหว่าง ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 6	82
5	แมลงน้ำในวนอุทยานร่องคำหลวงระหว่าง สถานีที่ 1 – สถานีที่ 4	84
6	การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 1	86
7	การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 2	87
8	การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 3	88
9	การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 4	89
10	การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 5	90
11	การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 6	91
12	ค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ เคมี ในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา	92
13	ค่าสถิติ ANOVA ของดัชนีความหลากหลาย พารามิเตอร์ทางกายภาพเคมี ในแต่ละสถานี ที่ความเชื่อมัน 95%	108

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	สถานที่ศึกษา.....	19
2	เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในครั้งที่ 1 สถานีที่ 1 – 4.....	28
3	เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 2 สถานีที่ 1 – 4.....	29
4	เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 3 สถานีที่ 1 – 4.....	30
5	เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 4 สถานีที่ 1 – 4.....	31
6	เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 5 สถานีที่ 1 – 4.....	32
7	เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 6 สถานีที่ 1 – 4.....	33
8	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Baetidae.....	34
9	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Caenidae.....	35
10	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Ephemeridae.....	36
11	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Ephemereliidae.....	37
12	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Heptageniidae.....	38
13	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Leptophlebiidae.....	39
14	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Potamanthidae.....	40
15	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Coenagrionidae.....	41
16	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Cordulidae.....	42
17	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Euphaeidae.....	43
18	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Gomphidae.....	44
19	ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Libellulidae.....	45

20 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Chlorocyphidae..... 46
21 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Plecoptera วงศ์ Leuctridae..... 47
22 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Plecoptera วงศ์ Peltoperlidae..... 48
23 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Plecoptera วงศ์ Perlidae..... 49
24 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Corixidae..... 50
25 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Gerridae..... 51
26 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Helotrepphidae..... 52
27 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Naucoridae..... 53
28 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Megaloptera วงศ์ Corydalidae..... 54
29 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Dryopidae..... 55
30 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Hydraenidae..... 56
31 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Hydropphilidae..... 57
32 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae..... 58
33 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Psephenidae..... 59
34 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Ptilodactylidae..... 60
35 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Athericidae..... 61
36 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Blephariceridae..... 62
37 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae..... 63
38 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Simulidae..... 64
39 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Tabanidae..... 65
40 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Tipulidae..... 66
41 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Tipulidae (Shedder) 67
42 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Lepidoptera วงศ์ Pyralidae..... 68
43 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Brachycentridae..... 69
44 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Calamoceratidae..... 70
45 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Elminthidae..... 71
46 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Glossosomatidae..... 72

45 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Elminthidae..... 71
46 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Glossosomatidae..... 72
47 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Hydropsychidae..... 73
48 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Odontoceridae..... 74
49 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Philopotamidae..... 75
50 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Polycentropodidae..... 76
51 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Psychomyiidae..... 77
52 เปรียบเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (เฉลี่ย) ในแต่ละสถานี..... 93
53 เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (เฉลี่ย) ในแต่ละสถานี..... 94
54 เปรียบเทียบความกระด่างของน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 95
55 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 96
56 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 97
57 เปรียบเทียบความชื่นอากาศในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 98
58 เปรียบเทียบความขุ่นของน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 99
59 เปรียบเทียบความกรด ด่างของน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 100
60 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 101
61 เปรียบเทียบค่าของแข็งที่ละลายในน้ำรวมในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 102
62 เปรียบเทียบ Oxidation Reduction ในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 103
63 เปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดรวมในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 104
64 เปรียบเทียบความเร็วกระแสในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 105
65 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา..... 106
66 แนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงที่ทำการศึกษา..... 107

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

วนอุทยานร่องคำหลวงตั้งอยู่บริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยโซ้ หมู่ที่ 2 ตำบลแม่นาเรือ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา มีพื้นที่ 3,000 ไร่ วนอุทยานร่องคำหลวงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาเรียงสลับกันเป็นแนวยาว ทอดตัวลาดลงจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก อยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่ต๋ำ และป่าแม่นาเรือ เป็นภูเขาสูงทอดตัวยาวจากทิศตะวันตก – ตะวันออก ความยาวประมาณ 4.3 กิโลเมตร ความยาวจากทิศเหนือ – ใต้ ประมาณ 4.9 กิโลเมตร จุดที่สูงที่สุดจะอยู่ทางด้านทิศตะวันตกมีความสูงประมาณ 1,070 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ภายในวน อุทยานร่องคำหลวงลำธารธรรมชาติที่ไม่มีการถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ภายในเขตวน อุทยาร่องคำหลวง มีน้ำตก และลำธารต้นน้ำที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ในลำธารเป็นลานหินขนาดใหญ่ที่มีก้อนหินขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก ตะกอน พื้นท้องน้ำมีทั้งกรวด ทราย และเศษซากอินทรีย์ที่เกิดจากการร่วงหล่นของใบไม้ลงสู่ลำธาร เป็นแหล่งอาศัยที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของแมลงน้ำเป็นอย่างมากในป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์แห่งนี้ แต่ไม่มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับแมลงน้ำในพื้นที่ ทำให้ไม่มีข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำ ซึ่งแมลงน้ำสามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในลำธารที่อาจเปลี่ยนแปลงไปได้ เพื่อนำไปใช้ประเมินคุณภาพน้ำในพื้นที่แหล่งน้ำอื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์และของเสียจากการจากกิจกรรมของมนุษย์ในอนาคตต่อไป

แมลงน้ำมีความสำคัญในแง่การหมุนเวียนพลังงานในแหล่งน้ำตามระบบห่วงโซ่อาหาร ทั้งยัง ช่วยให้เกิดกระบวนการฟื้นฟูสภาพ (Self–purification) ของน้ำ โดยเป็นผู้กำจัดเศษซากพืช ซากสัตว์ที่สะสม ในน้ำทำให้น้ำไม่เน่าเสีย ลำธารธรรมชาติมีระบบกลไกการหมุนเวียนพลังงานและสสารอยู่ 2 แบบ ได้แก่ autotrophic และ heterotrophic โดยระบบดังกล่าวอาศัยสิ่งมีชีวิตในลำธารเป็นผู้เปลี่ยนและถ่ายทอด พลังงานไปตามลำดับห่วงโซ่อาหาร ถ้าพิจารณาจากบทบาทการกินอาหารของแมลงน้ำซึ่งเป็นหนึ่งใน ผู้ถ่ายทอดพลังงาน สามารถแบ่งกลุ่มตามอาหารและวิธีการกินได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ scrapper, shredder, filterer, gatherer และ predator โดยที่กลุ่ม

ต่างๆ เหล่านี้จะบ่งบอกสภาพบางประการของระบบนิเวศลำธาร เช่น ความเป็น autotrophic และ heterotrophic ของลำธาร ปริมาณ fine particulate organic matter (FPOM) และ coarse particulate organic matter (CPOM) ในลำธาร ความคงทนของพื้นผิวลำธาร และความสมดุลของผู้ล่ากับเหยื่อในลำธาร การใช้บทบาทการกินเป็นทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแมลงน้ำนอกเหนือจากการศึกษาทางด้านอื่นๆ เช่น ความหลากหลายและการใช้เป็นดัชนีชีวภาพเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเนื่องจากในประเทศไทยสามารถจำแนกกลุ่มแมลงน้ำได้เพียงในระดับวงศ์ ยกเว้นในแมลงน้ำบางกลุ่ม เช่น แมลงน้ำอันดับ Trichoptera ที่ได้มีการศึกษาถึงระดับชนิดแล้วในตัวเต็มวัย การเปลี่ยนแปลงสภาพของแหล่งน้ำ เช่น การสร้างเขื่อนกีดขวางเส้นทางการไหลของน้ำทำให้เส้นทางไหลของน้ำเปลี่ยนแปลง และการเกิดตะกอนในน้ำเนื่องจากการสร้างเขื่อนและการสร้างสะพานขวางลำน้ำ การขุดลอกลำน้ำ การกัดเซาะบริเวณริมฝั่งน้ำและการสูญเสียแหล่งอาศัยของพันธุ์ไม้รอบลำธาร สิ่งทั้งหลายเหล่านี้มีผลกระทบโดยตรงต่อประชากรสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ ดังนั้นการศึกษาบทบาทการกิน ของแมลงน้ำที่ใช้การจัดจำแนกระดับวงศ์ควบคู่ไปกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำจึงเหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องมือ ชี้วัดสภาพของลำธาร (สุชาดา ไกรเพชร,2554)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความหลากหลายตัวอ่อนแมลงน้ำในลำธาร วนอุทยานร่องคำหลวง

1.2.2 เพื่อศึกษาปจจัยลักษณะทางกายภาพ และทางเคมี ที่มีผลตอความหลากชนิดของตัวอ่อนแมลงน้ำในลำธาร วนอุทยานร่องคำหลวง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ความหลากชนิดของแมลงน้ำบทบาทการกินของแมลงน้ำสามารถนำมาใช้ประเมินสภาพระบบนิเวศในลำธารได้

1.3.2 ปัจจัยด้านคุณภาพ และปัจจัยด้านเคมี อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง และคุณภาพน้ำที่ศึกษาได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

กำหนดขอบเขตการศึกษาออกเป็น 2 ขอบเขต ดังนี้

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ แบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 4 จุด

- จุดที่ 1 พื้นที่บริเวณเหนือน้ำตกตาดน้อย 100 เมตร
- จุดที่ 2 พื้นที่บริเวณน้ำตกตาดน้อย
- จุดที่ 3 พื้นที่บริเวณก่อนถึงน้ำตกตาดน้อย 100 เมตร
- จุดที่ **4** พื้นที่บริเวณก่อนถึงจุดที่ 3 100 เมตร

2. ขอบเขตด้านเวลา ศึกษาระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2562 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 เก็บตัวอย่างทั้งหมด 1 ครั้ง ทุก ๆ 1 เดือน

1.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย : 10 เดือน ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2562 – เดือนมีนาคม 2563

1.6 สถานที่ศึกษา และรวบรวมข้อมูล

สถานที่เก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและแมลง : ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาการชีววิทยา ห้อง SC2210 และ SC4304 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Benthic macroinvertebrates) หมายถึง สัตว์ ไม่มีกระดูกสันหลัง ขนาดตั้งแต่ 500 ไมโครเมตร ที่อาศัยอยู่บนหรือแทรกตัวอยู่ในตะกอนท้อง น้ำ ได้แก่ พลานาเรีย ไส้เดือนน้ำจืด หอย กุ้ง ปู รวมทั้งแมลงน้ำ สัตว์เหล่านี้อาศัยอยู่ในน้ำ อย่างน้อยในช่วงหนึ่งของวงชีวิต เคลื่อนที่ได้น้อย มีความหลากหลาย และการกระจายตัว กว้าง มีความไวต่อการถูกรบกวน และพบว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมีศักยภาพใน การใช้ประเมินคุณภาพน้ำ (Rosemberg & Resh,1993)

ค่าดัชนีทางชีวภาพหมายถึงคะแนนที่บ่งบอกถึงคุณภาพที่นักนิเวศวิทยาน้ำจืดกำหนดให้แก่สัตว์หน้าดิน (สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง) แต่ละชนิดเป็นแต่ละกลุ่มซึ่งมีความทนทานต่อ

สภาพมลพิษหรือปริมาณออกซิเจนในน้ำแตกต่างกันไป (Mustow and Sannam, 1997 อ้างอิงใน อานุภาพเมืองปัด, 2557)

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

มีข้อมูลทางด้านความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงน้ำ รวมถึงบทบาทการกินอาหารและกลไกของแหล่งพลังงานของแมลงในแต่ละฤดูกาล

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วนอุทยานร่องคำหลวงตั้งอยู่บริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยโซ้ หมู่ที่ 2 ตำบลแม่นาเรือ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา มีพื้นที่ 3,000 ไร่ วนอุทยานร่องคำหลวงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาเรียงสลับกันเป็นแนวยาว ทอดตัวลาดลงจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก อยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ต๋ำ และป่าแม่นาเรือ เป็นภูเขาสูงทอดตัวยาวจากทิศตะวันตก - ตะวันออก ความยาวประมาณ 4.3 กิโลเมตร ความยาวจากทิศเหนือ – ใต้ ประมาณ 4.9 กิโลเมตร จุดที่สูงที่สุดจะอยู่ทางด้านทิศตะวันตกมีความสูงประมาณ 1,070 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ภายในวนอุทยานร่องคำหลวงลำธารธรรมชาติ ภายในเขตวนอุทยานร่องคำหลวง มีน้ำตก และลำธารต้นน้ำที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ในลำธารเป็นลานหินขนาดใหญ่ ที่มีก้อนหินขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก ตะกอน พื้นท้องน้ำมีทั้งกรวด ทราย และเศษซากอินทรีย์ที่เกิดจากการร่วงหล่นของใบไม้ลงสู่ลำธาร ลักษณะภูมิอากาศ ภูมิอากาศของวนอุทยานร่องคำหลวงเป็นแบบมรสุมเขตร้อน โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงฤดูฝนและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาว แบ่งลักษณะอากาศออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม – พฤษภาคม ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน – ตุลาคม และฤดูหนาวจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์พืชพรรณในพื้นที่วนอุทยานร่องคำหลวงประกอบด้วยป่า 4 ชนิด คือ

1. ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarps Forest) ส่วนใหญ่จะพบตามบริเวณสันเขาหรือไหล่เขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 600 เมตร ลักษณะดินจะเป็นดินตื้นมีหินโผล่ ป่าเต็งรังในเขต วนอุทยานร่องคำหลวง คิดเป็นประมาณร้อยละ 35 ของพื้นที่ทั้งหมด พันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ เต็ง รัง ยางเหียง ยางพลวง รัก ไม้พื้นล่างส่วนใหญ่จะเป็นพวกหญ้าต่าง ๆ ได้แก่ หญ้าคม บาง หญ้าคา หญ้าสาบเสือ หญ้าสามเหลี่ยม และมีไม้พุ่มพวก กระตังใบ ครามเขา ขึ้นปะปนอยู่กับไม้ล้มลุก เช่น เอื้องหมายนา กระเจียว เป็นต้น

2. ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) โดยทั่วไปเป็นป่าโปร่งประกอบด้วยต้นไม้ขนาดกลางเป็นส่วนมาก พื้นป่าไม่รกทึบ มีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่มาก ดินในป่าเบญจพรรณ

ส่วนมากเป็นดินร่วนปนทราย มักพบในพื้นที่ซึ่งมีระดับ 500 – 800 เมตรจากระดับน้ำทะเลหรือสูงกว่านี้ในบางจุด ป่าเบญจพรรณในวนอุทยานร่องคำหลวง คิดเป็นประมาณร้อยละ 45 ของพื้นที่ทั้งหมด พบเห็นได้ตามลำห้วย และบริเวณเชิงเขา พันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ สัก ชิงชัน ประดู่ แดง ตะแบก ตะคร้ำ ตะคร้อ เสลา โมกมัน โมกหลวง ส่วนไม้พื้นล่างได้แก่ ไผ่ไร่ ไผ่ซาง ไผ่ข้าวหลาม ไผ่บง กระตังใบ ขิงป่า และเถาวัลย์ชนิดต่าง ๆ

3. ป่าดิบแล้ง (Dry Evergeen Forest) พบกระจายอยู่ทั่วไปตามที่ราบหรือตามหุบเขา พบได้ตั้งแต่ระดับความสูง 500 – 800 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,000 – 2,000 มิลลิเมตรต่อปี ป่าดิบแล้งในวนอุทยานร่องคำหลวง คิดเป็นร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด พบเห็นอยู่มากตามสองฝั่งลำห้วยต่าง ๆ เช่น ลำห้วยโซ้ และลำห้วยสาขา พันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ ตะเคียนทอง มะม่วงป่า จำปี ก่อ ทะโล้ มะหาด บุญนาค อบเชย มะไฟป่า ส่วนไม้พื้นล่าง ได้แก่ เฟิร์น กูดต้น หวาย เป็นต้น

4. ชนิดป่าอื่น ๆ อาทิเช่นป่า ดิบเขา ป่าสนเขา ป่าหญ้า เป็นหย่อม ๆ ในบริเวณที่เป็นเขาสูงทั้งในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 800 – 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตร ชนิดป่าอื่นในวนอุทยานร่องคำหลวง คิดเป็นร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด พันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ สนสองใบ เต็ง รัง ก่อนก ก่อแพะ แข้งกวาง ไม้พื้นล่างได้แก่ หญ้าคา หญ้าคมบาง หญ้าสามเหลี่ยม เป็นต้น

อันดับแมลงซึ่งรวมถึงชนิดที่เป็นแมลงน้ำ ทำเครื่องหมายโดยมี * เป็นแมลงริมฝั่งชนิดส่วนใหญ่ภายในอันดับเหล่านั้นเป็น Terrestrial Heteroptera หลายตัวที่เกี่ยวข้องกับลำธารซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยบนพื้นผิวน้ำ

Phylum Uniramia

Class Insecta

Subclass Apterygota

Order Collembola (Springtails)

Subclass Pterygota

Infraclass Palaeoptera

Division Exopterygota

Order Ephemeroptera (Mayflies)

Order Odonata (Dragonflies and damselflies)

Infraclass Neoptera

Division Exopterygota

Order Plecoptera (Stoneflies)

Order Hemiptera

Suborder Heteroptera (Bugs)

Order Orthoptera (Grouse locusts, mole crickets, etc.)

Division Endopterygora

Order Neuroptera (Spongillaflies)

Order Megaloptera (Elderflies and fishflies)

Order Trichoptera (Caddisflies)

Order Lepidoptera (Moths)

Order Coleoptera (Beetles)

Order Diptera (Flies)

Order Hymenoptera (Wasps)

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Benthic macroinvertebrates) หรือสัตว์หน้าดิน หมายถึง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ขนาดตั้งแต่ 500 ไมโครเมตร ที่อาศัยอยู่บนหรือแทรกตัว อยู่ในตะกอนท้องน้ำ ได้แก่ พลานาเรีย ไส้เดือนน้ำจืด หอย กุ้ง ปู รวมทั้งแมลงน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่ เป็นสัตว์ในกลุ่มแมลงน้ำ ทั้งนี้ แมลงน้ำ และแมลงที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำ (Aquatic and semiaquatic Insects) ประกอบด้วยแมลงจ้านวน 13 อันดับ (Order) ได้แก่ อันดับ Collembola (แมลงหางดีด) Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) Odonata (แมลงปอ) Plecoptera (แมลงเกาะหิน) Orthoptera (ตั๊กแตน จิ้งหรีดและแมลงกะชอน) Hemiptera (มวน) Megaloptera (แมลงช้างกรามโต) Neuroptera (แมลงช้างปีกใส) Coleoptera (แมลงปีกแข็ง) Diptera (แมลงสองปีก) Lepidoptera (ผีเสื้อ และมอท) Trichoptera (แมลงหนอนปลอกน้ำ) Hymenoptera (ผึ้ง ต่อ แตน มด) (Merritt et al, 2008) และการศึกษาความหลากหลายของ แมลงน้ำในประเทศไทยในระยะเริ่มแรกเป็นการศึกษาความหลากหลายระดับชนิดระยะตัวเต็ม วัย ของแมลงในอันดับ Trichoptera ซึ่งพบจำนวนประมาณ 900 ชนิด ส่วนระยะตัวอ่อนมี การศึกษามากในด้านความหลากหลายและการนำมาใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ (Malicky, 2010)

แมลงน้ำเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ช่วยทำให้เกิดกระบวนการบำบัดลำธารในธรรมชาติเมื่อมีการปนเปื้อนของสารอาหาร มีหน้าที่เป็นผู้บริโภค และเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปของสารอาหารในลำธารไปเป็นพลังงานในสายใยอาหาร โดยเป็นผู้กำจัดเศษซากพืชซากสัตว์ที่สะสมในน้ำทำให้น้ำไม่เน่าเสีย ลำธารธรรมชาติมีระบบกลไกการหมุนเวียนพลังงานและสสารอยู่ 2 แบบ ได้แก่ autotrophic และ heterotrophic โดยระบบดังกล่าวอาศัยสิ่งมีชีวิตในลำธารเป็นผู้เปลี่ยนและถ่ายทอด พลังงานไปตามลำดับห่วงโซ่อาหาร ถ้าพิจารณาจากบทบาทการกินอาหารของแมลงน้ำซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ถ่ายทอดพลังงาน สามารถแบ่งกลุ่มตามอาหารและวิธีการกินได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ scrapper, shredder, filterer, gatherer และ predator จะบ่งบอกสภาพบางประการของระบบนิเวศลำธาร เช่น ความเป็น autotrophic และ heterotrophic ของลำธาร ปริมาณ fine particulate organic matter (FPOM) และ coarse particulate organic matter (CPOM) ในลำธาร ความคงทนของพื้นผิวลำธาร และความสมดุลของผู้ล่ากับเหยื่อในลำธาร การใช้บทบาทการกินเป็นทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์ใช้ ประโยชน์จากแมลงน้ำนอกเหนือจากการศึกษาทางด้านอื่น ๆ เช่น ความหลากหลายและการใช้เป็นดัชนี ชีวภาพเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ

คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำ เกิดจากการเจือปนของโลหะหนักที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันซึ่งลักษณะทางกายแตกต่างกันซึ่งลักษณะทางกายภาพนี้ สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ การดม กลิ่น ชิมรส สี และสัมผัสด้วยผิวหนัง ข้อมูลสำคัญที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำทางกายภาพคือ สี กลิ่น รส ความขุ่น อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย การนำไฟฟ้า และลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด เป็นต้น คุณลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) ที่คณะผู้วิจัยเลือกใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพในงานวิจัย ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ (Water temperature) อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ความเร็วกระแสน้ำ (Velocity) การนำไฟฟ้า (Conductivity)

อุณหภูมิของน้ำธรรมชาติมักแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ระดับความสูงของพื้นที่สภาพภูมิประเทศ รวมทั้งความเข้มของแสง กระแสลม ความลึกของแหล่งน้ำ ปริมาณสารแขวนลอย และสภาพแวดล้อมทั่วไปของลำน้ำดังที่กล่าวไว้ในตอนต้นว่าอุณหภูมิของน้ำสัมพันธ์กับแสงเมื่อแสงส่องลงไปในน้ำแสงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ส่งผลโดยตรงต่ออุณหภูมิของแหล่งน้ำซึ่งเป็นปัจจัยควบคุมปฏิกิริยาเคมีในน้ำรวมทั้งควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสง การหายใจ อัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ และมีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำยัง

ส่งผลทางอ้อม เช่น อุณหภูมิสูงทำให้สารพิษที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำมีพิษรุนแรงมากขึ้น แพร่กระจายได้รวดเร็ว อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพ เช่น น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำย่อมมีความหนาแน่น และความหนืดมากขึ้น ดังนั้นอนุภาคสารแขวนลอยในน้ำจึงตกตะกอนได้ยาก หากอุณหภูมิน้ำสูงความหนาแน่นของน้ำจะลดลง นอกจากนี้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงย่อมมีผลให้สารต่าง ๆ ในน้ำละลายได้มาก เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี

ความเร็วกระแสน้ำ (Velocity) หมายถึงการไหลของน้ำที่คิดเป็นระยะทางที่วัดได้ต่อเวลาความเร็วของกระแสน้ำในลำธารทั่วไปมักไม่เกิน 50 cm / s ถ้าความเร็วของกระแสน้ำสูงกว่านี้จะมีผลโดยตรงต่อสภาพของพื้นน้ำคือพื้นน้ำที่มีกระแสน้ำไหลแรงมากจะต้องแข็งเช่นเป็นหินหรือกรวดหยาบและถ้าความเร็วของกระแสน้ำต่ำกว่า 50 cm / s จะเป็นโอกาสให้มีการตกตะกอนของอนุภาคที่มีขนาดเล็กจนในที่สุดถึงท้องน้ำจะมีโคลนและกระแสน้ำยังเป็นส่วนช่วยย้ายธาตุอาหารตลอดจนของเสียจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ผู้บริโภคอันดับแรกในลำธารจึงมักเป็นสัตว์ที่กินสารอินทรีย์เน่าเปื่อยและสัตว์อื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในน้ำที่มีแหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำมักมีการปรับตัวให้เหมาะสมดังนี้ เช่น การมีลำตัวเพรียวเพื่อลดความต้านทานกับกระแสน้ำ, ปลามักมีลำตัวยาว และเพรียวมีการปรับตัวให้ลำตัวแบนเพื่อที่จะเกาะติดกับพื้นห้องน้ำได้แนบสนิทและลดความเสียดทานของกระแสน้ำให้มีแรงดูดบนส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อใช้ในการยึดเกาะให้ดีขึ้น เช่น หอยพลานาเรีย (นิตยาเลาหะจินดา, 2528) นอกจากนี้ความเร็วกระแสน้ำยังมีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเนื่องจากการเกิดกระแสน้ำวน และเคลื่อนที่ตลอดจนการปะทะกับฝั่งทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวน้ำในการที่จะรับออกซิเจนจากบรรยากาศสู่ผิวน้ำได้มากกว่าน้ำนิ่ง และขณะเดียวกันเป็นตัวการที่พัดพาเอาตะกอนมาทับถมรวมกันทำให้เกิดความขุ่นของน้ำซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพของแหล่งน้ำและมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (สุมาลี พิตรากูล, 2532)

ลักษณะของพื้นท้องน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญที่บ่งบอกชนิดของสัตว์ที่อาศัย อยู่ลักษณะพื้นท้องน้ำที่เป็นดินโคลนหรือดินตะกอน มีสารอินทรีย์อยู่มาก ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่จะพบน้อย เช่น หนอนแดง และแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่ความลึกของน้ำ และชนิดพรรณไม้น้ำ เป็นปัจจัยในการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน เขตชายฝั่งน้ำตื้น ดินเป็นโคลน จะพบก่อนแมลงน้ำ เช่น แมลงชีปะขาว ริ้นน้ำจืด ถ้าลักษณะพื้นท้องน้ำเป็นพื้นทราย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่พบส่วนมาก พวกหอยสองฝา และมวล รวมถึงหนอนปลอกน้ำด้วย ถ้าลักษณะพื้นท้องน้ำเป็นหินหรือทรายหยาบ กรวด จะพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่

เป็นจำนวนน้อย ส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ หนอนตัวแบน แมลงชีปะขาว หอยฝาเดียวขนาดเล็ก และบริเวณชายฝั่งที่มีพรรณไม้มาก จะพบพวกไส้เดือนน้ำ แมลงป่องน้ำ หนอนตัวกลม ส่วนในเขตน้ำลึกที่แสงแดดส่องไม่ถึงพื้นจะพบสัตว์น้อยมาก ได้แก่ ไส้เดือนน้ำ และหนอนตัวกลมอยู่บ้าง

pH คือ การวัดความเข้มของความเป็นกรดหรือด่าง และความเข้มข้นของไอออนไฮโดรเจนในน้ำ pH มีผลต่อระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำการสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (แพลงก์ตอนพืช) และความไวของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ต่อมลพิษปรสิตและโรค (Ngodhe et al. 2014) การเปลี่ยนแปลงค่า pH ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยอ้อมด้วยการเปลี่ยนแปลงด้านอื่น ๆ ของคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ในการศึกษานี้ค่าความเป็นกรด – ด่างแสดงให้เห็นถึงความผันแปรระหว่างสถานีตัวอย่าง แต่แสดงความสัมพันธ์ต่อค่าดัชนี richnes และ diversity ซึ่งบอกเป็นการแสดงให้เห็นถึงหลายสปีชีส์ชอบ pH อัลคาไลน์เพียงเล็กน้อยในแหล่งอาศัยพื้นฐาน ระบุว่าช่วงค่า pH 6.5 ถึง 9.0 ให้การป้องกันที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของปลาน้ำจืดและสัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Scheibler et al. 2014)

ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เป็นหนึ่งในพารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุดในการบ่งบอกถึงความบริสุทธิ์ของน้ำ และเพื่อพิจารณาการกระจายของกลุ่มแมลงน้ำต่าง ๆ (Wahizatul et al. 2011) ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีผลเสียต่อความสมบูรณ์ของ taxa richness. (Paaijmans et al. 2008) ตั้งข้อสังเกตว่าอนุภาคแขวนลอยในน้ำดูดซับความร้อนจึงสามารถเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ ในทางกลับกันนี้สามารถลดปริมาณออกซิเจนของน้ำเนื่องจากน้ำอุ่นมีออกซิเจนละลายน้อยกว่าเย็น (Mandal 2014) แมลงน้ำมีความไวต่ออุณหภูมิและจะย้ายไปยังพื้นที่ในที่อุณหภูมิที่เหมาะสมของพวกมัน (Hering et al. 2009) หากอุณหภูมิอยู่นอกช่วงที่เหมาะสมเป็นระยะเวลานานสิ่งมีชีวิตสามารถถูกเกิดภาวะเครียด และตายได้การนำไฟฟ้าเป็นหน้าที่ของของแข็งที่ละลายทั้งหมดที่รู้จักกันในชื่อความเข้มข้นของไอออนซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของน้ำ (Tariq et al. 2006) ค่าการนำไฟฟ้าหรือของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะวัดปริมาณ total dissolved solids (ไอออนอนินทรีย์เช่นโซเดียมคลอไรด์แมกนีเซียมและแคลเซียม) ที่มีอยู่ในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นปัญหาสุขภาพของมนุษย์หรือสัตว์น้ำ แต่เป็นเพราะสามารถวัดได้ง่ายแต่เนื่องจากสามารถวัดได้ง่ายจึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงปัญหาคุณภาพน้ำอื่น ๆ หากค่าการนำไฟฟ้าของกระแสเพิ่มขึ้นอย่างกระทันหันแสดงว่ามีแหล่งกำเนิดของไอออนที่ละลายในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นการวัดค่าการนำไฟฟ้าสามารถใช้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาปัญหาคุณภาพน้ำที่อาจเกิดขึ้น (Siddaramu & Puttaiah 2013) น้ำธรรมชาติทั้งหมดมี

ของแข็งที่ละลายอยู่บางส่วนเนื่องจากการละลาย และการผุกร่อนของหินและดิน ของแข็งที่ละลายบางส่วน แต่ไม่ทั้งหมดทำหน้าที่เป็นตัวนำ และสามารถนำไปสู่การเป็นสื่อกระแสไฟฟ้า น้ำที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงจะไม่ปลอดภัยและอาจไม่แข็งแรง ในการศึกษานี้ค่าการนำไฟฟ้า และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีความแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างสถานีสุ่มตัวอย่าง ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์กับ taxa richness (taxa S) sinv Shannon Weiner diversity index

การนำไฟฟ้าเป็นหน้าที่ของของแข็งที่ละลายทั้งหมดที่รู้จักกันในชื่อความเข้มข้นของไอออนซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของน้ำ (Tariq et al. 2006) ค่าการนำไฟฟ้าหรือของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะวัดปริมาณ total dissolved solids (ไอออนอนินทรีย์ เช่น โซเดียมคลอไรด์ แมกนีเซียม และแคลเซียม) ที่มีอยู่ในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นปัญหาสุขภาพของมนุษย์หรือสัตว์น้ำ แต่เป็นเพราะสามารถวัดได้ง่ายแต่เนื่องจากสามารถวัดได้ง่ายจึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงปัญหาคุณภาพน้ำอื่น ๆ หากค่าการนำไฟฟ้าของกระแสเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหันแสดงว่ามีแหล่งกำเนิดของไอออนที่ละลายในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นการวัดค่าการนำไฟฟ้าสามารถใช้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาปัญหาคุณภาพน้ำที่อาจเกิดขึ้น (Siddaramu & Puttaiah 2013) น้ำธรรมชาติทั้งหมดมีของแข็งที่ละลายอยู่บางส่วนเนื่องจากการละลายและการผุกร่อนของหินและดิน ของแข็งที่ละลายบางส่วน แต่ไม่ทั้งหมดทำหน้าที่เป็นตัวนำและสามารถนำไปสู่การเป็นสื่อกระแสไฟฟ้า น้ำที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงจะไม่ปลอดภัย และอาจไม่แข็งแรง ในการศึกษานี้ค่าการนำไฟฟ้า และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีความแตกต่างกันเล็กน้อย

การนำไฟฟ้า (Conductivity) เป็นวิธีวัดความสามารถของน้ำในการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าซึ่งเกิดจากมีอยู่ของสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ เช่น แอนไอออนของคลอไรด์ไนเตรท ซัเฟต และฟอสเฟต (แอนไอออน คือ ไอออนที่มีประจุลบ) หรือแคทไอออนของโซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก และอลูมิเนียม (แคทไอออน คือ ไอออนที่มีประจุบวก) สารประกอบอินทรีย์ เช่น น้ำมัน แอลกอฮอล์ และน้ำตาล นำไฟฟ้าได้ไม่ดีนักและมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าเมื่อละลายอยู่ในน้ำ การนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิถ้าอุณหภูมิสูงค่าการนำไฟฟ้าก็จะยิ่งมากขึ้นหน่วยพื้นฐานที่ใช้วัดการนำไฟฟ้า คือ moh (โมห์) หรือsiemens (ซีเมนส์) ค่าการนำไฟฟ้าวัดเป็น µmoh/cm (ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร) ซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดี จะมีการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150 ถึง 300 µs/cm ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า 300 µs/cm แสดงว่าน้ำนั้นถือว่ามีการปนเปื้อนมาก(อานุภาพ เมืองปุ๊ด, 2532 อ้างอิงใน ชาญณรงค์ แก้วเล็ก, 2558) เกิดจากการมี

แร่ธาตุต่าง ๆ และสารเคมีละลาย หรือเจือปนกับน้ำธรรมชาติ ซึ่งทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไปและไม่ปลอดภัยที่จะใช้ดื่ม เพราะสารบางตัวเป็นพิษต่อมนุษย์คุณสมบัติของคุณภาพน้ำทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ความกระด้าง ความเป็นกรดด่าง ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ บีโอดี ตะกั่วแคดเมียม โครเมียม ปรอท เหล็ก แมงกานีส ทองแดงสังกะสี และวัตถุที่มีพิษ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเสียหรือของเหลวอื่น ๆ นิยมใช้หน่วยวัดเป็น mg/l ออกซิเจนละลายน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำจึงถือเป็นตัวชี้ที่สำคัญที่ใช้วัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ และน้ำที่ได้ผ่านการบำบัดมาจากระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว โดยทั่วไปแล้วออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมากและค่อนข้างจำกัด (ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, 2541)

ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน จากกระบวนการนี้จุลินทรีย์จะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และแบ่งตัวต่อไปผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการออกซิไดซ์สารอาหารเหล่านี้อาจเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ หรือแอมโมเนียขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหาร (จารุวรรณ สุจริต และคณะ, 2544)

ค่าความเป็นกรดหรือเบสของน้ำ เป็นดัชนีที่แสดงให้ทราบว่าน้ำนั้นมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งระดับความเป็นกรด-เบส ของน้ำจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดยที่ (pH = 7) จะแสดงถึงความเป็นกลาง (pH > 7) จะแสดงถึงความเป็นเบส และ (pH <7) จะแสดงถึงความเป็นกรด ซึ่ง pH ของน้ำในสภาพธรรมชาติจะมีค่าระหว่าง 4-9 สวนน้ำดื่มควรมีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.3 การวัดค่า pH ทำได้ง่ายโดยการใช้กระดาษลิตมัสในการวัดค่าความเป็นกรด-เบส ซึ่งให้สีตามความเข้มข้นของ H^+ หรือการวัดโดยใช้เครื่องวัด pH meter เมื่อต้องการให้มีความละเอียดมากขึ้น

ทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

(กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ (2555) ความหลากหลายของแมลงน้ำและการประยุกต์ใช้เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา โดยใช้ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแชนนอนวีเนอร์ ในการประเมินคุณภาพน้ำ นอกจากนี้ยังมีการวัดค่าทางเคมี และกายภาพของแหล่งน้ำและเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของประเทศไทย ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 พบกลุ่มแมลงน้ำ 6 อันดับ 26 วงศ์ 3,511 ตัว แมลงที่พบมากที่สุด คือ จิงโจ้น้ำ ในวงศ์ Gerridae อันดับ Hemiptera จากการใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 โดยขึ้นอยู่กับการใช้

ประโยชน์ที่ดิน และกิจกรรมของมนุษย์จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ พบว่าความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ค่าความเป็นกรดด่างในน้ำ ค่าอุณหภูมิ และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ

ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยหลวงซึ่งมีอาณาเขตพื้นที่ครอบคลุม จังหวัดพะเยา และจังหวัดเชียงราย ยังมีข้อมูลการศึกษาความหลากหลาย และการกระจายตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยไม่มากนัก ดังงานวิจัยของ Nuntakwang et al. (2006) ได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงทางชีวภูมิศาสตร์ของแมลงหนอนปลอกน้ำในลำธารในเขตภาคเหนือของประเทศไทย โดยได้เก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือนมีนาคม 2545 ถึงเดือนกรกฎาคม 2546 ซึ่งข้อมูลส่วนหนึ่งจากผลการศึกษาพบว่าในเขตอุทยานแห่งชาติดอยหลวง น้ำตกจำปาทอง จังหวัดพะเยา พบแมลงหนอนปลอกน้ำ 70 ชนิด มีชนิดที่เด่น ได้แก่ *Hydromanicus serubabel* และ *Phraesyche danaos* ส่วนน้ำตกปูแกง จังหวัดเชียงราย พบแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งหมด 68 ชนิด มีชนิดที่เด่น ได้แก่ *Lype atnia, Cheumatopsyche caprotina* และ *C. Globosa*

พรจรส โตญาติมาก, (2554) การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝนของลำธารในแต่ละบริเวณเมื่อนำมาทดสอบทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในบริเวณต้นน้ำพบว่าอุณหภูมิน้ำ ($p < 0.01$) อุณหภูมิอากาศ ($p<0.01$) ความเร็วกระแสน้ำ ($p < 0.05$) ความเป็นกรดด่าง ($p < 0.05$) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญส่วนความกว้างของลำธารความลึกของลำธารปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความอุ่นใสพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในบริเวณกลางน้ำพบว่าอุณหภูมิน้ำ ($p<0.01$) ความเร็วกระแสน้ำ ($p < 0.05$) ความเป็นกรดด่าง ($p<0.05$) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญส่วนอุณหภูมิอากาศความกว้างของลำธารความลึกของลำธารปริมาณออกซิเจนละลายน้ำความอุ่นใสพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และในบริเวณปลายน้ำพบว่าความเร็วกระแสน้ำ ($p<0.05$) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญส่วนอุณหภูมิน้ำอุณหภูมิอากาศความกว้างของลำธารความลึกของลำธารความเป็นกรดด่างปริมาณออกซิเจนละลายน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

นฤมล,(2542) การกระจายตัวอ่อนแมลงกลุ่ม 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 ในเขตภาคเหนือมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับแมลงน้ำมากพอสมควร โดยเฉพาะในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย ดังงานของ สมจิตร์ (2541) ศึกษาความหลากหลายและชีววิทยาของหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus spp.* จากลำธารน้ำที่ความสูงสองระดับ ได้แก่ ห้วยสบแอบที่ระดับความสูง 600 เมตร และห้วยทรายเหลืองที่ระดับความสูง 1,200 เมตร ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ พบว่าการเจริญของตัวอ่อนแมลงของสองลำธารมีความแตกต่างกัน ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำของห้วยสบแอบเป็นชนิด *L. hysbaid* พบในเดือนธันวาคม–กรกฎาคม ส่วนห้วยทรายเหลืองเป็นชนิด *L. auratus* พบในเดือนธันวาคม – มิถุนายน ระยะดักแด้และระตัวเต็มวัยพบในเดือนพฤษภาคม – เมษายน ระยะดักแด้พบในเดือนมีนาคม–เมษายน และตัวเต็มวัยพบในเดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม จากการผ่าทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus spp.* พบชิ้นตัวอ่อนแมลงน้ำจึงสรุปได้ว่าตัวอ่อน *Limnocentropus spp.* เป็น predator วงชีวิตเป็นแบบ univoltine

อิสระ, (2541) ศึกษาวงชีวิตของหนอนปลอกน้ำชนิด *Ugandatrichia maliwan* และคุณภาพที่ลำธารน้ำแม่กลางในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ พบว่า *U. maliwan* มีวงชีวิตแบบ non–seasonal อาหารของตัวอ่อน ได้แก่ detritus, green algae และ diatom ความหลากหลายของชนิดตัวเต็มวัยพบ 15 วงศ์ 55 ชนิด วงศ์ที่เด่นได้แก่ Hydropsychidae, Philopotamidae และ Psychomyiidae ตามลำดับ วงศ์ Hydropsychidae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำและความเร็วกระแสน้ำ วงศ์ Odontoceridae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ (ต่อมา แตงอ่อน, 2542) ได้ทำการศึกษาตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย พบแมลงหนอนปลอกน้ำรวม 18 วงศ์ 153 ชนิด จากการเปรียบเทียบลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีกับลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วง พบว่าลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีมีความหลากหลายของชนิด และจำนวนตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำมากกว่าลำธารที่มีน้ำไหลเยงบางช่วง จากทั้งหมด 18 วงศ์ มี 6 วงศ์ที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด คือ Philopotamidae และ Hydropsychidae รองลงมา ได้แก่ Polycentropodidae, Lepidostomatidae, Rhyacophilidae และ Psychomiidae จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยกับ

คุณภาพน้ำพบว่าแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Odontoceridae และ Polycentropodidae สัมพันธ์กับค่า BOD, ค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ, อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ และไนเตรท–ไนไตรทที่ละลายในน้ำ

อาทิตย์, (2544) การแบ่งประเภทแมลงน้ำตามลักษณะการกินอาหาร และนำมาเทียบสัดส่วนปริมาณที่พบ ซึ่งจะสามารถใช้บ่งบอกสภาพบางประการของระบบนิเวศลำธาร โดยได้ศึกษาในช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 ถึงเดือนมิถุนายน 2544 จากการศึกษาในลำธาร 3 สาย ได้แก่ แม่กลาง (ดอยอินทนนท์) ก้วยแก้ว และผาลาด (ดอยสุเทพ – ปุย) พบแมลงน้ำทั้งหมด 79 วงศ์ใน 9 อันดับ ลำธารทุกสารมีความเป็น heterotrophic รูปสารอาหารส่วนใหญ่เป็น fine particulate organic matter (FPOM) รูปแบบของ FPOM พบทั้งที่เป็นตะกอนที่แขวนลอยกับตะกอนที่เป็นบริเวณพื้นลำธาร ความคงทนของพื้นผิวลำธารค่อนข้างสูง – ปานกลาง ปริมาณของผู้ล่าในลำธารของอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย สูงกว่าลำธารแห่งชาติดอยอินทนนท์ ลำธารที่อยู่ใกล้หรือไหลผ่านชุมชน แหล่งท่องเที่ยว และพื้นที่การเกษตรจะมีปริมาณความหลากหลายของกลุ่มแมลงน้ำต่ำกว่าลำธารที่ยังไม่ถูกรบกวน การเปลี่ยนแปลงของฤดูมีผลต่อปริมาณของประเภทการกินของแมลง จากการทดสอบทางสถิติ โดยคำนวณจากตัวแปรทางชีวภาพ กายภาพ และเคมี สามารถแบ่งจุดเก็บตัวอย่างได้ 3 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับระดับความสูง และรูปแบบการใช้กิจกรรมของพื้นที่ ค่าอุณหภูมิน้ำ ค่าความขุ่น และค่าความเร็วของกระแสน้ำมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแมลงในวงศ์ 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 Ortho – phosphate ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ภายในกลุ่มแต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

อิสระ, (2555) ศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำและบทบาทการกินอาหาร 10 จุดในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ประเทศไทย แมลงน้ำถูกเก็บรวบรวมโดยบทบาทการกินอาหาร (FFG) จากการประเมินสภาพแวดล้อมของลำธารจากการปนเปื้อนสารโลหะหนัก อัตราส่วนจากการศึกษาทั้ง 10 จุด เป็นจุดที่ไม่สามารถสร้างอาหารเอง บทบาทการกินอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขึ้นอยู่กับกระบวนการสร้างของอาหาร ซึ่งกลุ่มอาหารหลักสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ ตะกอนอินทรีย์ขนาดใหญ่ (CPOM), ตะกอนอินทรีย์ขนาดเล็ก (FPOM),

สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เกาะกับวัสดุที่จมน้ำ และเหยื่อ ใช้บทบาทการกินอาหารเป็นพื้นฐานในการประเมินคุณภาพทางชีวภาพที่เกิดขึ้นในลำธาร ซึ่งวิธีการนี้ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบนิเวศของแม่น้ำ ต้องพิจารณาหน้าที่ และใช้เวลานานในการการวัดกระบวนการกิน สำหรับจุดที่ทำการสุ่มตัวอย่างในแต่ละจุดทั้งตัวอย่างเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณของแมลงน้ำที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ทุกฤดูกาล 18 เดือน โดยใช้สวิงรูปตัว D (ขนาดตาข่าย 0.5 มิลลิเมตร) ในการเก็บตัวอย่างซึ่งแต่ละจุดมีที่อยู่อาศัยหลายประเภท เช่น ก้อนหิน กรวด ทรายและใบไม้ตามริมฝั่งแม่น้ำ นอกจากนี้สำหรับตัวอย่างเชิงปริมาณใช้วิธี handpicking method แมลงน้ำทั้งหมด 136 ชนิด ถูกแบ่งตามบทบาทการกินอาหาร สิ่งมีชีวิตที่เก็บกินอนุภาคขนาดเล็กที่สะสมอยู่ที่บริเวณพื้นท้องน้ำ และสิ่งมีชีวิตที่ล่าสัตว์อื่นเป็นอาหารเป็นกลุ่มที่โดดเด่น (> 50% ของจำนวนทั้งหมด) โดยส่วนมากเป็นชนิดของ Ephemeroptera, Trichoptera และ Odonata สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่กินอนุภาคขนาดเล็ก 18% คือชนิด trichopteran และสิ่งมีชีวิตที่กินจุลินทรีย์ที่ขึ้นตามผิววัสดุที่พื้นท้องน้ำ 7% ประกอบไปด้วยชนิดของ Ephemeroptera และ Trichoptera เป็นจำนวนมาก กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่กินพืชน้ำหรือเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นลงในน้ำน้ำไหลจัดเป็นกลุ่มที่พบน้อยที่สุดจากจำนวนชนิดของแมลงน้ำทั้งหมด สำหรับกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่กรองกินอนุภาคที่สูงของกลุ่มตัวอย่างที่ชนิดโดดเด่น Caenidae และBaetidae กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหารมีหลายอันดับ Odonata, Plecoptera, Megaloptera และHemiptera ชนิดมากที่สุดเป็นแมลงปอและแมลงน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายในวงศ์ของแมลงปอและจิงโจ้น้ำ สิ่งมีชีวิตที่กินพืชน้ำหรือเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นลงในน้ำไหลประกอบไปด้วย หนอนปลอกน้ำ บางชนิดและแมลงวันแมงมุม หนอนปลอกน้ำ Lepidostomatidae หนอนปลอกน้ำบางชนิดได้รับการใช้บ่อยใน การตรวจสอบการประมวลผลใบไม้ที่หล่นเป็นองค์ประกอบทางเคมี และความมั่นคงพื้นผิวหน้าดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งหนอนปลอกน้ำวงศ์ Calamoceratidae และ Hydropsychidae จากตัวอย่างทั้งหมด 7,386 ตัว จากการจัดเรียงแมลงน้ำตามลำดับได้ 136 ชนิด 61 วงศ์ 10 อันดับ เรียงลำดับจากมากที่สุด Odonata (17 taxa) Trichoptera (14 taxa) Coleoptera (11 taxa) และ Ephemeroptera (10 taxa) เป็นอันดับที่มีความหลากหลายมากที่สุด บทบาทการกินอาหารมีประโยชน์ใช้เป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อนโลหะ สำหรับขั้นตอนต่อไปอัตราส่วนที่สามารถนำเสนอเป็นเกณฑ์ควรจะได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมในการประเมินระบบนิเวศในภูมิภาคเขตร้อน

จุฑามาศ และนิศารัตน์, (2559) การศึกษาความหลากหลายชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์เก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสัน

หลังหน้าดินเชิงคุณภาพด้วยสวิงปากรูปตัวดี (D-frame dip net) และSurber samper และในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรหมแล้ง ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พร้อมทั้งวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำโดยใช้เครื่องมือวัดในภาคสนามผลการศึกษาพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจำนวน 3 ไฟลัม 18 อันดับ 85 วงศ์ และ 174 ชนิด อันดับที่พบมากที่สุดคือ อันดับ Trichoptera (19%) อันดับ Odonata (15%) อันดับ Ephemeroptera (13%) และอันดับ Hemiptera (13%) ตามลำดับ การจัดกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินตามลักษณะการกินอาหาร พบว่า กลุ่มกินอาหารโดยการเก็บสะสม มีความชุกชุมมากที่สุด (45.48%) รองลงมาคือกลุ่มกินอาหารโดยการกองกิน (31.28%) และกลุ่มกินอาหารโดยการขุดกิน (8.57%) ตามลำดับ ปัจจัยทางเคมีและกายภาพของน้ำในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรหมแล้ง ได้แก่ ความเร็วกระแสน้ำ ปริมาณไนโตรเจน ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และค่าความขุ่นของน้ำ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มด้วย Clustering analysis สามารถแบ่งสถานีเก็บตัวอย่างได้ 2 กลุ่มจากการวิเคราะห์ Canonical correspondence analysis พบว่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

พรจรส, (2554) การศึกษาความมากน้อยของชนิดความชุกชุมของแมลงน้ำและดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำในทั้ง 3 บริเวณแสดงให้เห็นว่าในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีค่าความมากน้อยของชนิดความชุกชุมของแมลงน้ำ และดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำใกล้เคียงกัน และมีค่ามากกว่าบริเวณปลายน้ำเนื่องมาจากบริเวณต้นน้ำ และปลายน้ำมีลักษณะพื้นที่เป็นลำธารน้ำแบบถาวร (permanent stream) มีน้ำขังตลอดปีมีปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับฤดูกาลซึ่งในช่วงฤดูฝนน้ำจะมากส่วนในช่วงฤดูแล้งน้ำจะลดลง แต่ยังคงมีน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิตของแมลงน้ำส่วนในบริเวณปลายน้ำมีลักษณะเป็นลำธารน้ำแบบชั่วคราว (intermittent stream) ในช่วงฤดูฝนมีน้ำมากแต่ในช่วงฤดูร้อนพื้นที่ลำธารบางส่วนขึ้นเป็นลงจึงไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของแมลงน้ำซึ่งสอดคล้องกับ (Williams, 1996) ที่ศึกษาพบว่าปัจจัยทางกายภาพเคมีและชีวภาพของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญควบคุมการดำรงชีวิตของสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสภาพของลำธารที่เป็นแหล่งอาศัยแบบถาวรมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่าในแหล่งอาศัยแบบชั่วคราว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์

1.1 บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100, 250. 500 มิลลิลิตร

1.2 ขวด BOD (BOD bottle) ใส

1.3 ขวด BOD (BOD bottle) ทึบ

1.4 ขวด PE (PE bottle)

1.5 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)

1.6 ปิเปต (Pipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร

1.7 กระบอกตวง (Cylinder)

1.8 บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.9 บิวเรตต์ แคมป์ (Burette camp)

1.10 ปากคีบ (Jewery forceps)

1.11 ลูกยางดูดสาร (Rubber bulb)

1.12 สวิง (Pond net)

1.13 นาฬิกาจับเวลา

1.14 ตลับเมตร

1.15 ลูกปิงปอง

1.16 ไม้บรรทัด

2. สารเคมี

2.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ DO และ BOD

2.1.1 สารละลาย (Manganese sulfate solution $MnSO_4$ Solution)

2.1.2 สารละลาย Alkali–Iodide–Azide (AIA)

2.1.3 กรดซัลฟูริค (H_2SO_4 concs.)

2.1.4 สารละลายน้ำแป้ง (Starch Soluble)

2.1.5 สารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$ Solution 0.025 M)

2.1.6 สารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$ 0.025 M)

2.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์หาสภาพด่างของน้ำ

2.2.1 สารละลาย Methyl orange

2.2.2 สารละลายมาตรฐาน Sulfulic acid (H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.02 N

2.3 สารเคมีที่ใช้เก็บรักษาตัวอย่างแมลงน้ำ

2.3.1 80 % Alcohol

3. เครื่องมือ

3.1 เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำ (Thermometer)

3.2 เครื่องวัดค่าอุณหภูมิอากาศ และความชื้นในอากาศ (Thermo hygrometer รุ่น HTC-1)

3.3 เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Lux meter)

3.4 เครื่องวัดค่า pH (pH meter ยี่ห้อ Jedto รุ่น PH-009II)

3.5 เครื่องวัดค่า Total Dissolved Solids (TDS) ยี่ห้อ Hanna รุ่น PRIMO

3.6 เครื่องวัดค่า Electrical Conductivity (EC) ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 98304

3.7 เครื่องวัดค่า Oxidation Reduction Potential (ORP) รุ่น Hanna รุ่น HI-98201

3.8 เครื่องวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยการดูดกลืนแสง ยี่ห้อ HACH รุ่น DR-1900

4. สถานที่ศึกษา

ภาพ 1 วนอุทยานร่องคำหลวงตั้งอยู่บริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยโซ้ หมู่ที่ 2 ตำบลแม่นาเรืออำเภอเมือง จังหวัดพะเยา มีพื้นที่ 3000 ไร่

จุดที่ 1 พื้นที่บริเวณเหนือน้ำตกตาดน้อย 100 เมตร

จุดที่ 2 พื้นที่บริเวณน้ำตกตาดน้อย

จุดที่ 3 พื้นที่บริเวณก่อนถึงน้ำตกตาดน้อย 100 เมตร

จุดที่ 4 พื้นที่บริเวณก่อนถึงน้ำตกตาดน้อย 200 เมตร

5. วิธีการศึกษา และเก็บตัวอย่าง

การศึกษาเก็บข้อมูลในพื้นที่ และการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้กำหนดระยะเวลาในการศึกษาไว้ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนมกราคม ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 ครั้งโดยเว้นระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง 1 เดือนดังนี้

1. การศึกษาเก็บข้อมูลในพื้นที่

1.1 วัดค่าอุณหภูมิ (Temperature) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ (Thermomete) จุ่มความลึกจากผิวน้ำประมาณ 3 เซนติเมตร โดยใช้หน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

1.2 การวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) โดยใช้ conductivity meter จุดวัดที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 3 เซนติเมตร

1.3 วัดค่าความเข้มแสง โดยใช้เครื่อง Lux meter วัดค่าในบริเวณที่เก็บตัวอย่างมีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux)

1.4 วัดค่าความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิอากาศ โดยใช้เครื่อง Thermo hygrometer ในการวัดโดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

1.5 การวัดค่าความเป็นกรดเบส โดยใช้ pH meter จุ่มวัดที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 3 เซนติเมตรการวัดค่าของแข็งที่ละลายในน้ำโดยใช้ total dissolved solid meter จุ่มวัดที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 3 เซนติเมตร

1.6 การวัดค่า Oxidation Reduction Potential (ORP) โดยใช้เครื่อง ORP จุ่มลงไปความลึกจากผิวน้ำประมาณ 3 เซนติเมตร

1.7 การวัดค่าความเร็วกระแสน้ำ (Velocity) ด้วยวิธี Floating object โดยใช้การลอยลูกปิงปองผ่านกึ่งกลางความกว้างของลำธารที่กำหนดไว้ โดยใช้ระยะทางขึ้นอยู่กับขนาดของลำธาร บันทึกเวลาโดยนาฬิกาจับเวลา ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย โดยใช้หน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

1.8 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า (Dissolved Oxygen: DO) โดยใช้ขวดเก็บตัวอย่าง BOD (ใส) จุ่มลงในน้ำที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 15 เซนติเมตร เมื่อน้ำเต็มแล้วเติมสารละลาย Manganese sulfate solution ($MnSO_4$ Solution) ปริมาณ 1 มิลลิลิตร แล้วปิดจุกขวดเขย่า จากนั้นเติมสารละลาย Alkali–Iodide–Azide (AIA) ปริมาณ 1 มิลลิลิตร จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลแล้วปิดจุกขวดให้แน่นนำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ

1.9 เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า (Biological Oxygen Demand: BOD) โดยใช้ขวดเก็บตัวอย่าง BOD (ทึบ) จุ่มลงในน้ำที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 15 เซนติเมตร แล้วเปิดจุกฝาใต้น้ำ เมื่อน้ำเต็มแล้วปิดจุกฝาได้น้ำ (ไม่ให้มีฟองอากาศ) แล้วนำไปบ่มที่ 20 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 5 วัน

1.10 การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ ทำการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำโดยวิธี Kick method (1 นาที) และวิธี Pick method (5 นาที) ในบริเวณที่มีน้ำไหล เมื่อได้ตัวอย่างแล้วแยกเศษใบ ไม้กิ่งไม้ และก้อนกรวดออก นำตัวอย่างแมลงน้ำใส่ขวด พร้อมเขียนรายละเอียดได้แก่ สถานที่เก็บตัวอย่าง วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง จุดที่เก็บตัวอย่าง พิกัดของจุดที่เก็บตัวอย่าง

2. การศึกษาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

2.1.1 ใช้มือปิดฝาจุกขวด BOD แล้วเขย่าไปมาหลังจากนั้นตั้งขวดไว้ให้ตะกอนสีน้ำตาลตกลงที่ก้นขวดมากกว่า 1/3 ของขวด แล้วเติมกรด Sulfuric ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงในน้ำตัวอย่าง ด้วยปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร

2.1.2 ปิดจุกฝาแล้วค่อย ๆ เขย่าจนตะกอนสีน้ำตาลละลาย เกิดเป็นสีของสารละลายไอโอดีน ซึ่งจะแสดงถึงสัดส่วนโดยตรงของความเข้มข้นออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

2.1.3 แบ่งน้ำตัวอย่างจากขวด BOD ลงในขวดรูปชมพู่เพื่อนำไปไทเทรต โดยแบ่งขวดรูปชมพู่เป็น 3 ขวด แล้วตวงน้ำตัวอย่างใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่ด้วยกระบอกตวงปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.1.4 นำน้ำตัวอย่างมาไทเทรตโดยใช้สารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$ Solution 0.025 M) ที่มีความเข้มข้น (0.025 M $Na_2S_2O_3$) จนกระทั่งได้สารละลายสีเหลืองอ่อน (น้ำฟางข้าว)

2.1.5 เติมสารละลายน้ำแป้ง (Starch solution) เพื่อให้เกิดสีน้ำเงิน

2.1.6 ไทเทรตอย่างต่อเนื่องอย่างต่อเนื่องช้า ๆ เมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสารละลายใสไม่มีสี และจึงหยุดไทเทรต

2.1.7 หาปริมาณไทแทรนต์ที่ใช้โดยนำปริมาตรตั้งต้นไทแทรนต์ในบิวเรตก่อนลบด้วยปริมาณไทเทรตสร็จแล้ว

2.2 การหาค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ที่ต้องการในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biological Oxygen Demand : BOD)

2.2.1 นำน้ำตัวอย่างไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วมาวางให้เป็นน้ำอุณหภูมิห้อง

2.2.2 เติมสารละลาย manganese sulfate solution ($MnSO_4$ Solution) ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ปิดจุกขวดเขย่า จากนั้นสารละลาย Alkali–Iodide–Azide (AIA) ปริมาณ 1 มิลลิลิตร จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลเกิดขึ้น

2.2.3 เมื่อตะกอนตกลงที่ก้นขวดมากกว่า 1/3 ของขวด ใช้ปิเปต Sulfuric ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงในน้ำตัวอย่าง แบ่งน้ำตัวอย่างจากขวด BOD ลงในขวดรูปชมพู่ เพื่อนำไปไทเทรต โดยแบ่งขวดรูปชมพู่เป็น 3 ขวด และตวงน้ำตัวอย่างใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่ด้วยกระบอกตวงปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.2.4 นำน้ำตัวอย่างมาไทเทรตโดยสารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$ Solution 0.025 M) ที่มีความเข้มข้น (0.025 M $Na_2S_2O_3$) จนกระทั่งได้สารละลายสีเหลืองอ่อน (น้ำฟางข้าว)

2.2.5 เติมสารละลายน้ำแป้ง (Starch solution) เพื่อให้เกิดสีน้ำเงิน

2.2.6 ไทเทรตอย่างต่อเนื่องอย่างต่อเนื่องช้า ๆ เมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสารละลายใสไม่มีสีและจึงหยุดไทเทรต

2.2.8 หาปริมาตรไทแทรนต์ที่ใช้โดยนำปริมาตรตั้งต้นของไทแทรนต์ในการไทเทรต ลบด้วยปริมาณที่ไทเทรตเสร็จแล้วจึงนำค่าดังกล่าวมาหาค่า BOD โดยนำค่า DO_0 (จากครั้งแรก) ตั้งลบด้วยค่า BOD_5 ที่ไทเทรตก็จะได้ค่า BOD โดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)

สูตรการคำนวณค่า BOD = DO_0 – BOD_5 (mg/l หรือ ppm)

โดย DO คือ ค่าที่ได้จากการไทเทรตครั้งแรก

BOD_5 คือ ค่าที่ได้จากการไทเทรตที่บ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 5 วัน

2.3 การวิเคราะห์หาสภาพด่างในน้ำตัวอย่าง

2.3.1 ตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ 3 ขวด

2.3.2 หยดสารละลาย Methyl orange ลงไป 2–3 หยดเขย่าให้เข้ากัน

2.3.3 ทำการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ความเข้มข้น 0.02 N จนได้จุดยุติสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้ม

2.3.4 บันทึกค่าสารละลายมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตไปค่าที่อ่านได้คือค่าสภาพด่างทั้งหมด

2.4 การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำ

2.4.1 นำแมลงน้ำมาจัดจำแนะในระดับ Order และ Family โดยใช้กล้องจุลทรรศน์สามมิติ (Stereo microscope) และคู่มือการจัดจำแนกได้แก่ Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality and Aquatic Entomology

2.5 วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ

2.5.1 วิเคราะห์ดัชนีความหลากชนิด (species diversity index) ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หน้าดิน โดยใช้ Shannon–Wiener function (Krebs,1999) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{k} pi\ (\ln pi)$$

โดย H’ คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

pi คือ สัดส่วนความหนาแน่นของชนิดที่ ith ในสถานีนั้น โดยคำนวณได้จากสูตร

$$pi = \frac{ni}{N}$$

N คือ ผลรวมจำนวนตัวทั้งหมดของทุกชนิดที่พบในสถานีนั้น คำนวณได้จากสูตร

$$N = \sum_{i=1}^{k} ni \qquad i=1,.....k$$

ni คือ จำนวนตัวของชนิดที่ ith

k คือ จำนวนชนิดที่พบในแต่ละสถานี

2.5.2 ความชุกชุมทางชนิด (Species Richness หรือ Richness Index) เป็นค่าที่พิจารณาจากจำนวนชนิดทั้งหมดของสัตว์ที่พบในตัวอย่าง (S) ส่วนใหญ่ชนิดมักขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่างที่เก็บในการสำรวจ ถ้าเก็บตัวอย่างมากก็มักจะพบจำนวนชนิดมากขึ้น การศึกษาใช้วิธีของ Margalef's index ดังนี้

R = (S – 1) / ln (N)

R คือ ค่าดัชนีมาร์กาเลฟ

S คือ จำนวนชนิดทั้งหมด

N คือ จำนวนตัวทั้งหมด

2.5.3 ค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index) ใช้บ่งชี้การกระจายตัวของชนิด และปริมาณสัตว์หน้าดินในจุดสำรวจต่างๆกัน เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าสูง แสดงว่าที่จุดสำรวจนั้นๆประกอบด้วยสัตว์ชนิดต่างๆที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่เหมือนๆกัน ใช้วิธีของ Pielou's evenness index ดังนี้

J' = H' / ln S หรือ H' / H'max

J' คือ ดัชนีความเท่าเทียม

H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

S คือ จำนวนของสัตว์หน้าดินที่พบในจุดสำรวจนั้น

H'max คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดที่มีค่ามากที่สุดจะเป็นไปได้เมื่อสัตว์ทุกชนิดมีความชุกชุมเท่ากัน

3.การวิเคราะห์บทบาทการกินอาหารของแมลงน้ำ

ตาราง 1 แสดงการใช้บทบาทการกินอาหารที่เป็นตัวชี้วัดลักษณะต่าง ๆ ของระบบนิเวศในลำธาร

Ecosystem parameter	Functional feeding group ratios	General criteria ratio levels
Autotrophy to Heterotrophy index	Scraper / Shredder + Total Collectors	Autotrophic > 0.75
Coarse Particulate Organic Matter (CPOM) to Fine Particulate Organic (FPOM) index (CPOM/FPOM)	Shredders / Total Collectors	Normal shredder association linked to functioning riparian system in > 0.25
FPOM in transport (suspended) to FPOM storage in sediments (TFPOM/BFPOM)	Filtering Collectors / Gathering Collectors	FPOM transport (in suspension) enriched un usual particulate loading) > 0.50
Substrate stability	Scrapers + Filtering Collectors / Shredders+Gathering Collectors	Stable substrates (e.g., bedrock, boulders, cobbles, large woody debris) > 0.50
Top-down control	Predators / Total all other group	Typical predators to prey balance 0.10-0.20

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แบ่งเป็น 2 การวิเคราะห์ ดังนี้

3.1 นำข้อมูลตัวแปรคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนเดียว (one-way ANOVA) เพื่ออธิบายความแตกต่างของปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมีระหว่างบริเวณเหนือน้ำตกตาดน้อย บริเวณน้ำตกตาดน้อย และบริเวณก่อนถึงน้ำตกตาดน้อย

3.2 นำข้อมูลดัชนีของแมลงน้ำที่สำรวจพบทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่ออธิบายความแตกต่างของปัจจัยทางชีวภาพ ระหว่างบริเวณเหนือน้ำตกตาดน้อย บริเวณน้ำตกตาดน้อย และบริเวณก่อนถึงน้ำตกตาดน้อย

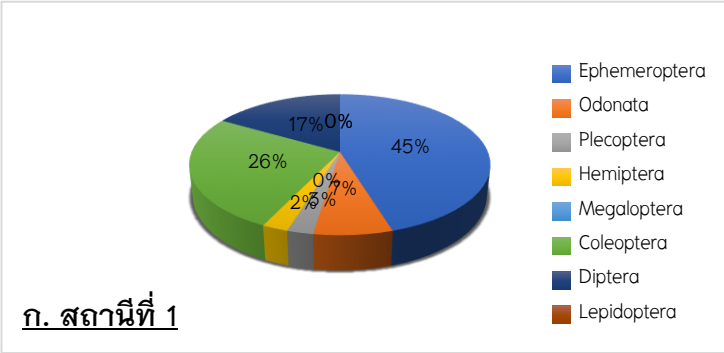
บทที่ 4

ผลการศึกษา

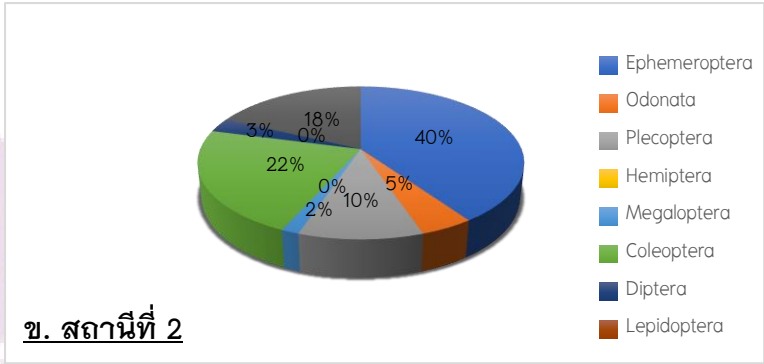
4.1 การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำ

จากการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำในวนอุทยานร่องคำหลวงทั้งหมด 4 สถานี พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ45 วงศ์ทั้งหมด 1130 ตัว ตลอดการศึกษา โดยจะประกอบด้วยแมลง อันดับต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Megaloptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera และ Trichoptera โดยที่ในสถานีที่ 1 พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 26 วงศ์ 254 สถานีที่ 2 พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 30 วงศ์ 365 ตัว สถานีที่ 3 พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 27 วงศ์ 242 ตัวสถานีที่ 4 พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 32 วงศ์ 269 ตัว โดยที่แมลงน้ำในวงศ์ Baetidae, Caenidae, Ephemereliidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Coenagrionidae, Euphaeidae, Perlidae, Naucoridae, Corydalidae, Elmidae (Adult), Elmidae (Larvae), Lampyridae, Psephenidae, Athericidae, Tipulidae (Predator), Tipulidae (Shredder) และ Hydropsychidae พบในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง วงศ์ที่พบทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างได้แก่ Baetidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Psephenidae, Tipulidae (Predater), Hydropsychidae และแมลงน้ำที่พบในทุกสถานีตลอดการศึกษา มีดังนี้ Heptageniidae, Hydropsychidae, Leptophlebiidae, Elmidae (Larvae), Baetidae, Perlidae, Psephenidae และ Tipulidae (Predator) เรียงลำดับจากมากไปน้อยตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของแมลงในแต่ละสถานีของการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างพบว่าในครั้งที่ 1 ทั้ง 4 สถานีมีสัดส่วนการพบแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera มากที่สุดในทุกสถานี และอันดับ Coleoptera รองลงมายกเว้นในสถานีที่ 4 พบว่าอันดับ Diptera พบมากกว่าอันดับ Coleoptera (ภาพ 2 ง.) การเก็บตัวอย่างพบว่าในครั้งที่ 2 แมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera มากที่สุด ยกเว้นในสถานีที่ 4 ที่มีอันดับ Plecoptera และอันดับ Coleoptera มากกว่าอันดับ Ephemeroptera (ภาพ 3 ง.) การเก็บตัวอย่างพบว่าในครั้งที่ 3 พบสัดส่วน อันดับ Ephemeroptera มากที่สุดในสถานีที่ 1 และ 4 (ภาพ 4 ก. และ ง.) และพบอันดับ Diptera มากที่สุดในสถานีที่ 2 กับ 3 (ภาพ 5 ข. และ ค.) การเก็บตัวอย่างพบว่าในครั้งที่ 4 พบสัดส่วนอันดับ Trichoptera มากที่สุดในทุกสถานี มีเพียงสถานีที่ 4 เท่านั้นที่พบอันดับ Ephemeroptera มากที่สุด (ภาพ 6 ก.) การเก็บตัวอย่างพบว่าในครั้งที่ 5

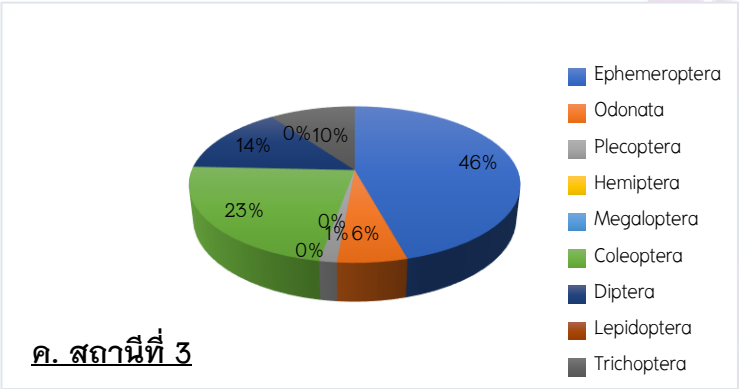
พบสัดส่วนอันดับ Diptera มากที่สุดในจุดที่ 1 และ2 สถานีที่ 3 พบสัดส่วนอันดับ Ephemeroptera มากที่สุด และสถานีที่ 4 พบสัดส่วนอันดับ Coleoptera มากที่สุด การเก็บตัวอย่างพบว่าในครั้งที่ 6 สถานีที่ 2 และ4 พบสัดส่วนอันดับ Ephemeroptera มากที่สุด สถานีที่ 3 พบสัดส่วนอันดับ Coleoptera มากที่สุด และพบสัดส่วนอันดับ Diptera มากที่สุดในจุดที่ 1



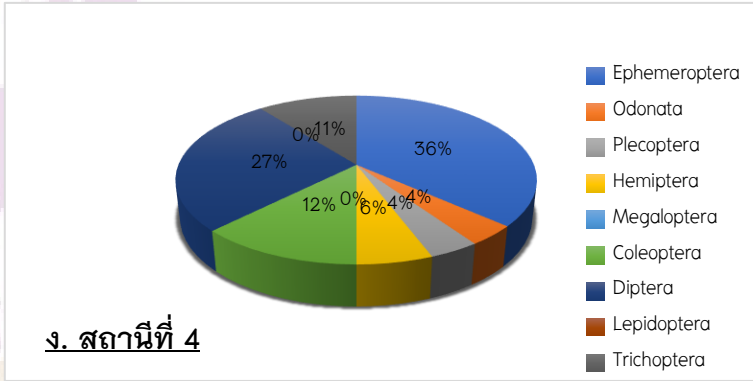
ก. สถานีที่ 1



ข. สถานีที่ 2

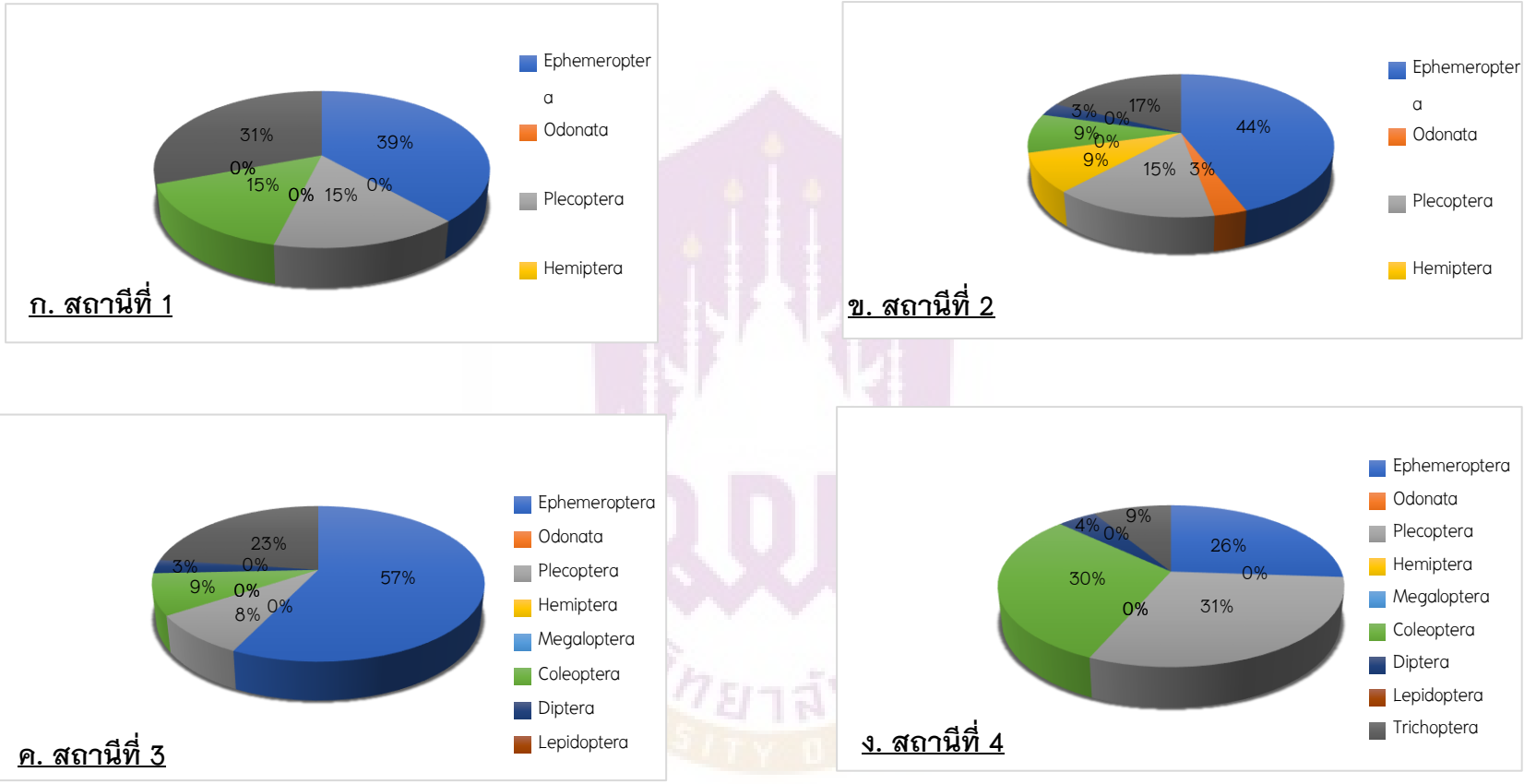


ค. สถานีที่ 3

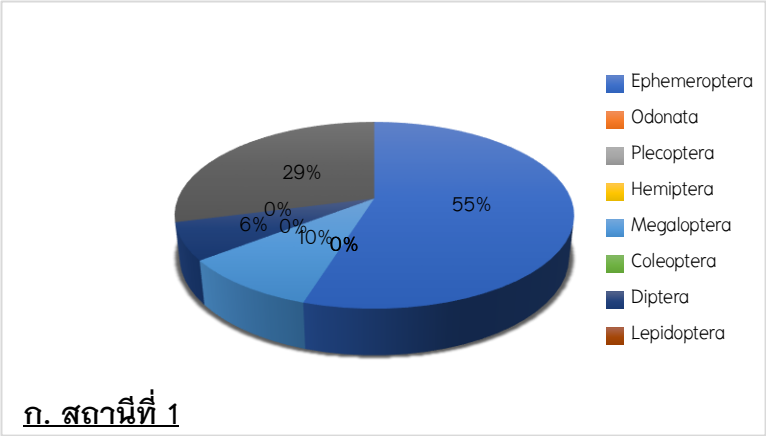


ง. สถานีที่ 4

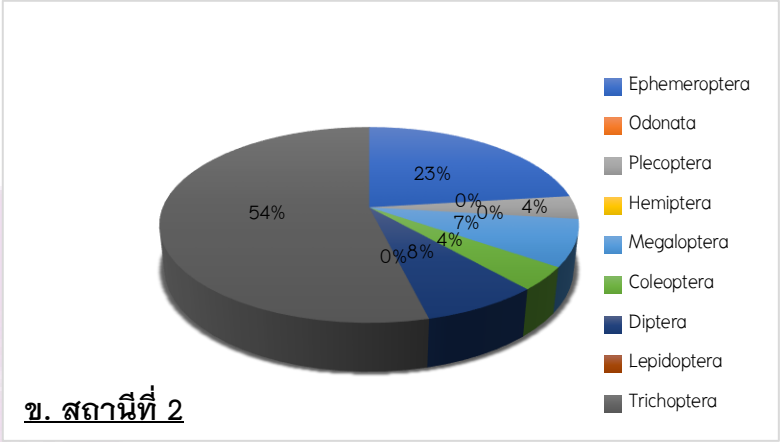
ภาพ 2 เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในครั้งที่ 1 สถานีที่ 1 – 4



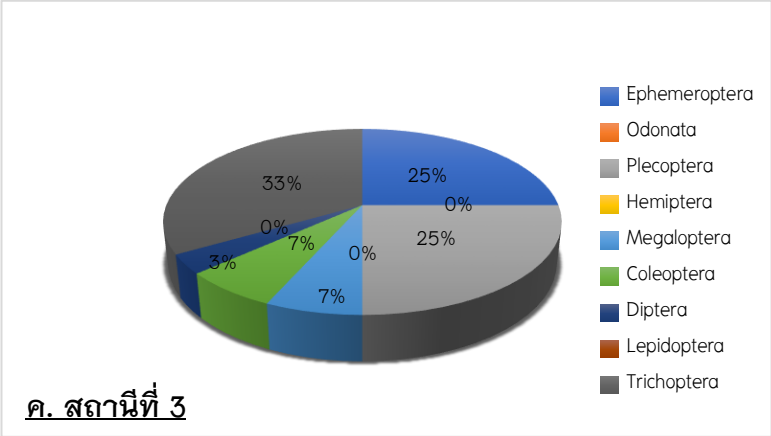
ภาพ 3 เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 2 สถานีที่ 1 – 4



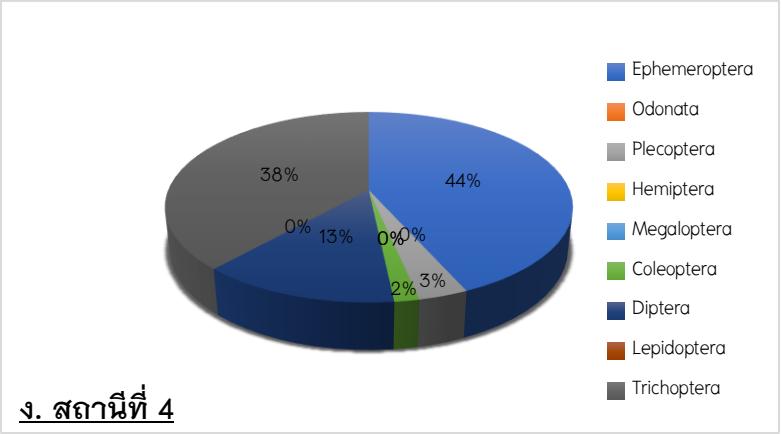
ก. สถานีที่ 1



ข. สถานีที่ 2

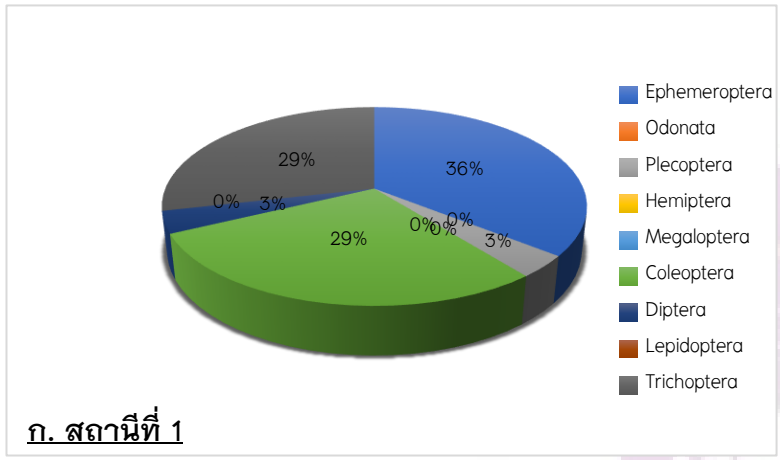


ค. สถานีที่ 3

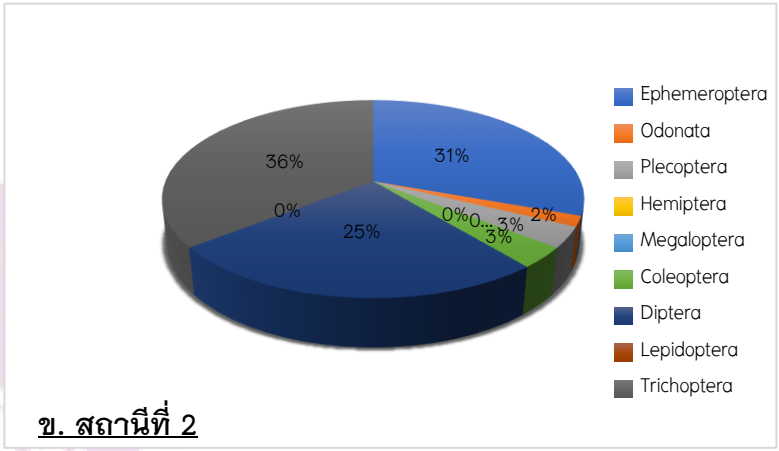


ง. สถานีที่ 4

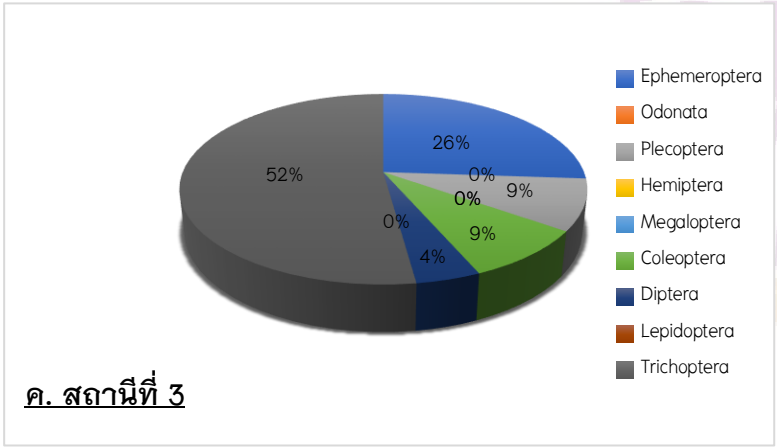
ภาพ 4 เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 3 สถานีที่ 1 – 4



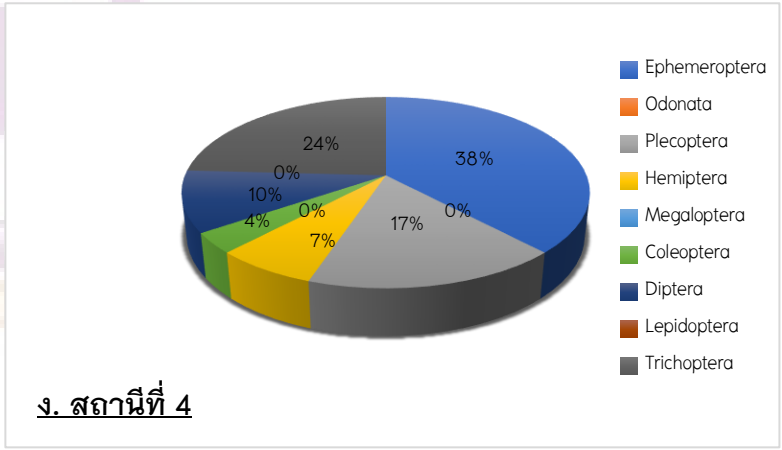
ก. สถานีที่ 1



ข. สถานีที่ 2

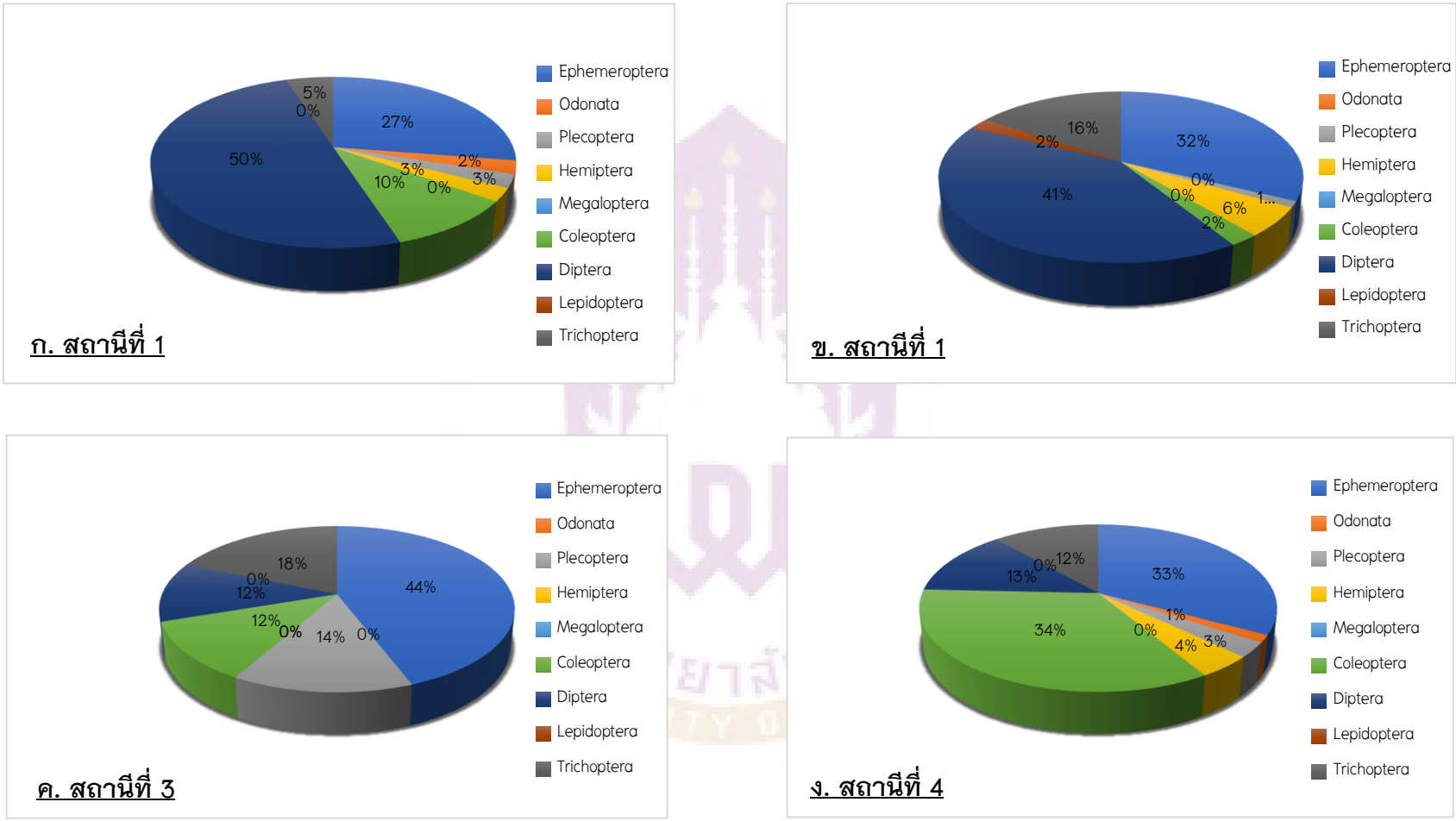


ค. สถานีที่ 3

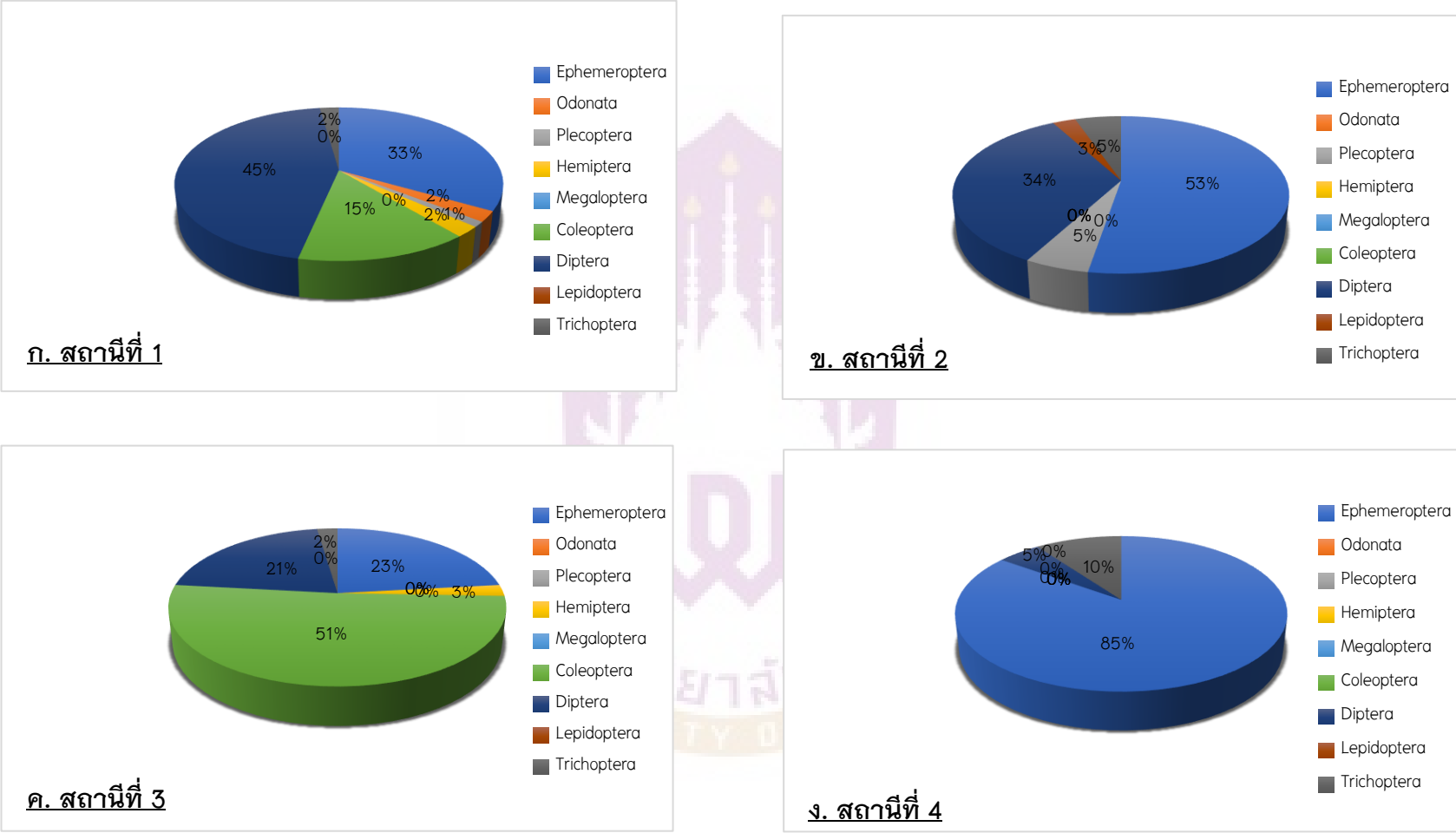


ง. สถานีที่ 4

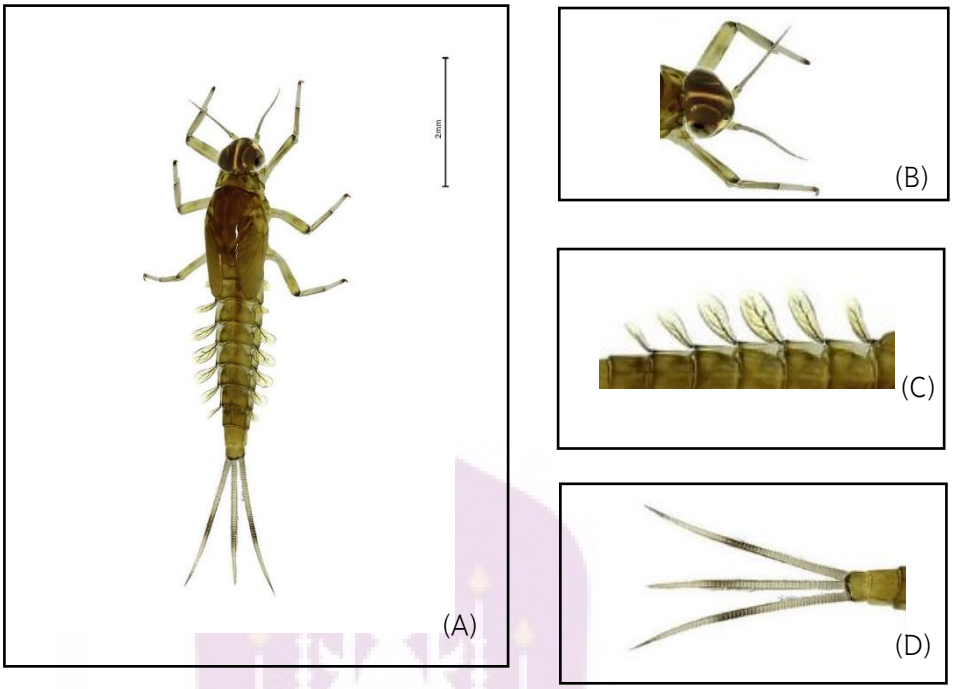
ภาพ 5 เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 4 สถานีที่ 1 – 4



ภาพ 6 เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 5 สถานีที่ 1 – 4



ภาพ 7 เปอร์เซ็นต์เทียบสัดส่วนจำนวนแมลงในแต่ละอันดับที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง ครั้งที่ 6 สถานีที่ 1 – 4



ภาพ 8 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Baetidae

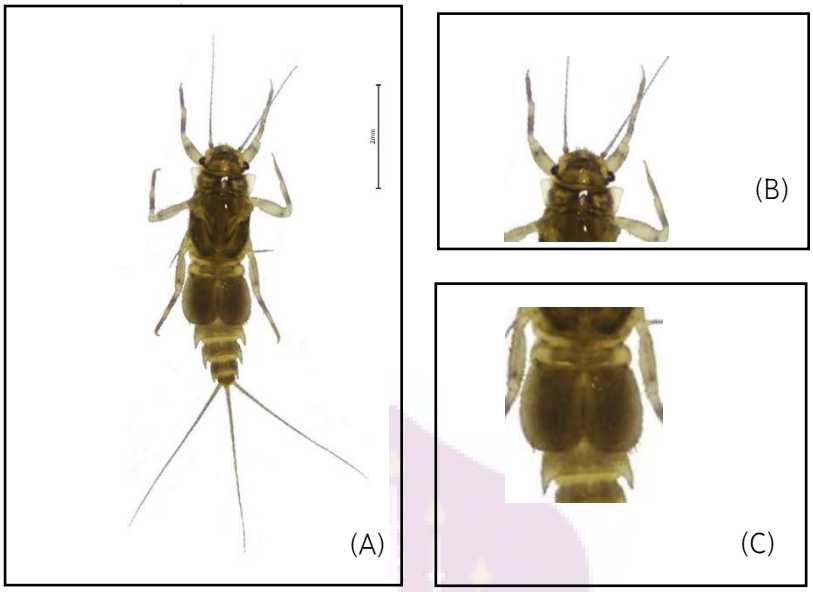
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Baetidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนเหงือก และ ภาพ D : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : รูปร่างยาว หัวเล็กมน เหงือกเป็นรูปใบพาย ไม่แตกเป็นแฉก หางจะมีเส้นแตกเป็นแผงคล้ายขนนกรูปใบพาย ลักษณะหางรูปร่างปราดเปรียวช่วยให้ว่ายน้ำเร็ว

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพืชใต้น้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4



ภาพ 9 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Caenidae

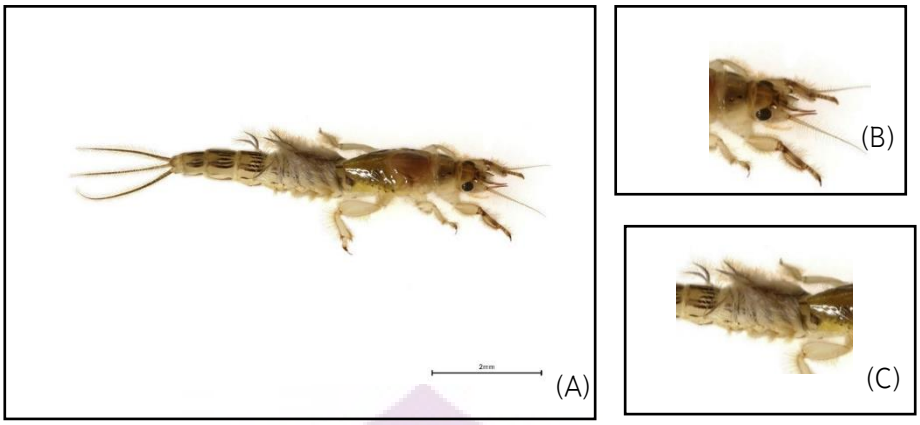
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Caenidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนกะบัง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : เหงือกไม่เรียงเป็นแถวข้างลำตัว แต่ซ่อนอยู่ใต้กะบัง มีลักษณะเป็นแผ่นวางซ้อนกันเหลื่อมสองแผ่นคลุมคล้ายสวมกระโปรง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล บริเวณซากใบไม้ และพื้นเลน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 4



ภาพ 10 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Ephemeridae

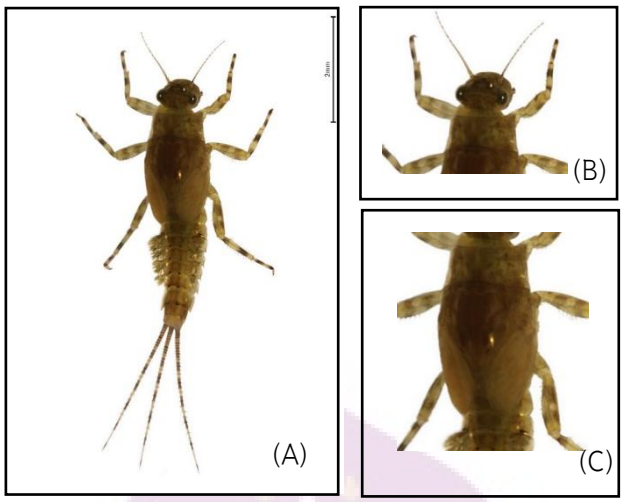
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Ephemeridae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนแผ่นเหงือก

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : เหงือกคล้ายขนอ่อนของนก ปัดขึ้นไปพาดพลิ้วบนหลัง เส้นหางแตกเป็นขนนกอ่อนพลิ้ว ปลายหัวมีเขาคู่หนึ่ง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณพื้นทราย

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 4



ภาพ 11 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Ephemereliidae

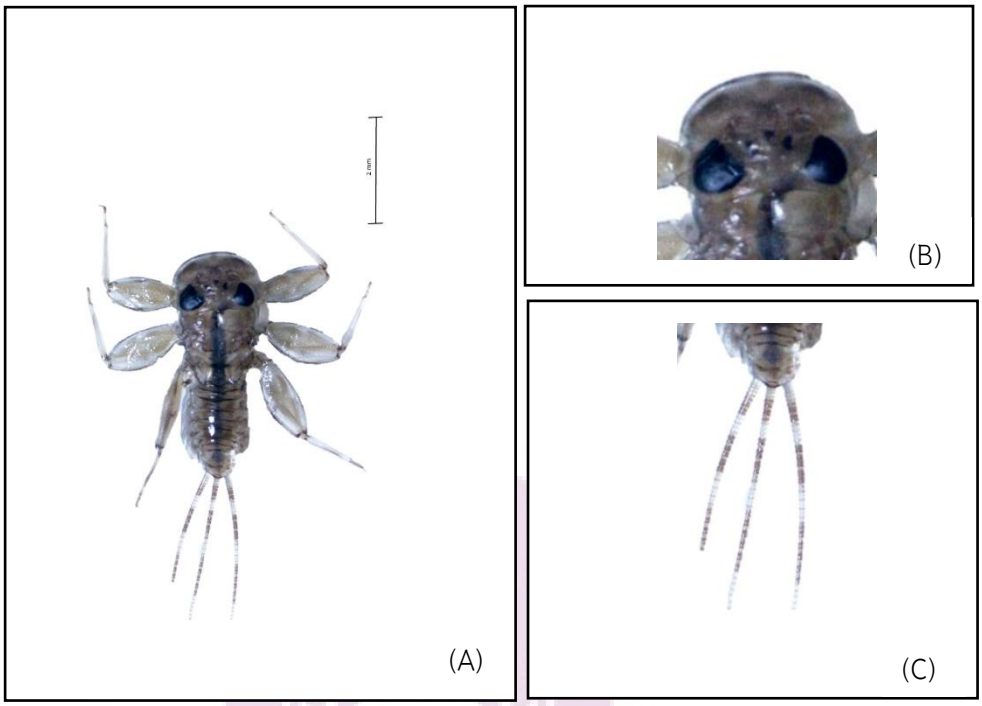
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Ephemereliidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนแผ่นเหงือก

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : แผ่นเหงือกตั้งอยู่บนหลังลำตัวส่วนท้อง ไม่มีเหงือกบนปล้องลำตัวส่วนท้องสองปล้องแรกแผ่นเหงือกเรียงเป็นแถวยาว

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 4



ภาพ 12 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Heptageniidae

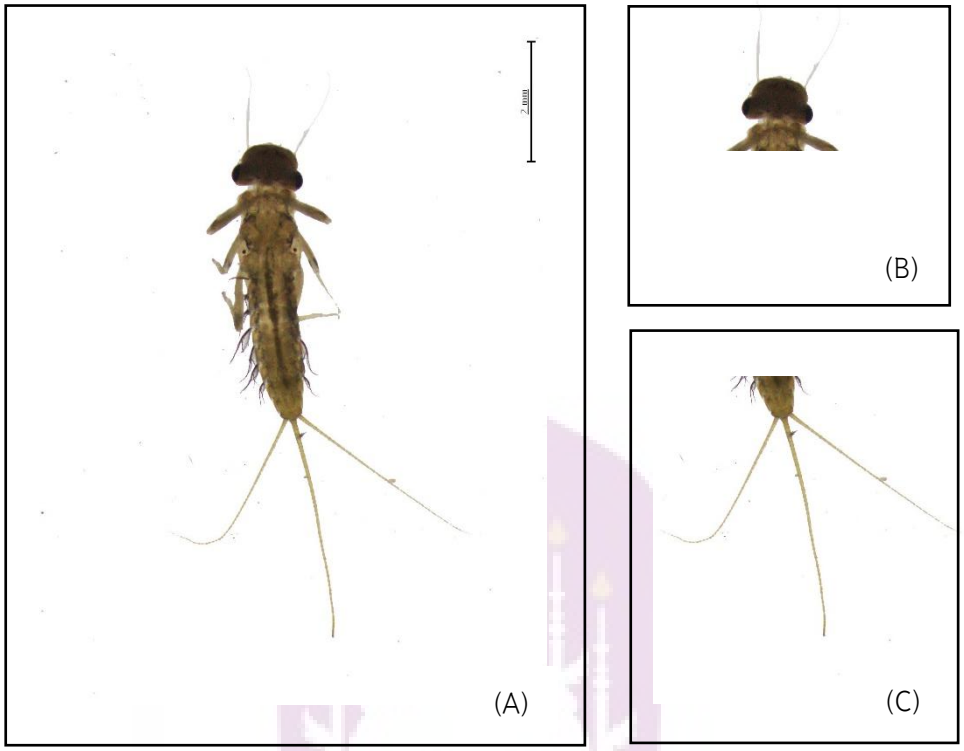
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Heptageniidae, ภาพ B : ส่วนหัว และ ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ร่างกายแบ่งออกเป็น 3 ส่วน (หัว อก และท้อง) มีขา 3 คู่ ลักษณะตัวแบน หัวแบนมนกว้างเหมือนโค้งพระจันทร์ ขาเกาะหินได้ดี

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหลเร็ว พบบริเวณ ใต้ก้อนหินใหญ่ ก้อนกรวด

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4



ภาพ 13 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Leptophlebiidae

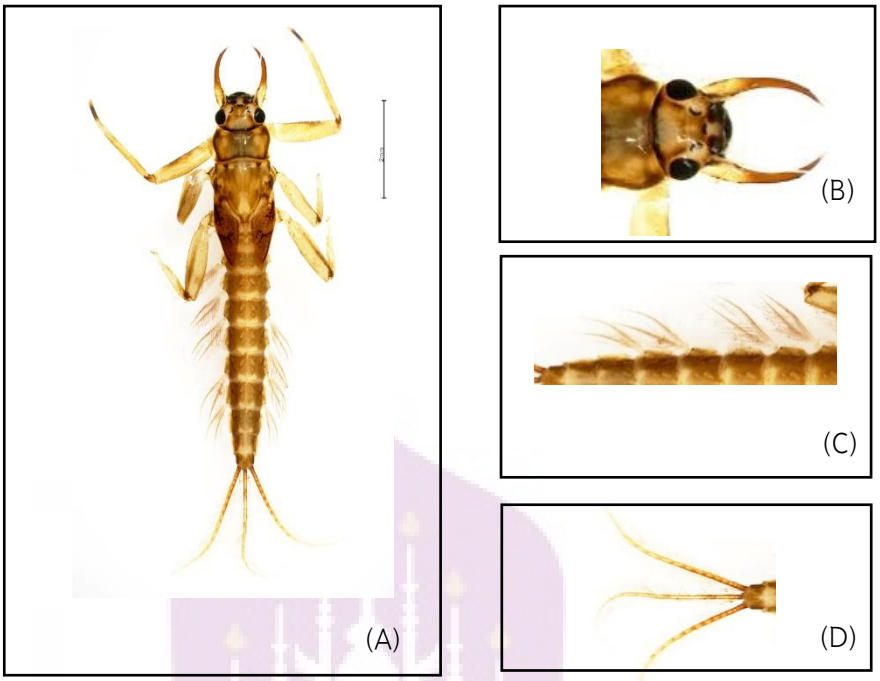
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Leptophlebiidae, ภาพ B : ส่วนหัว และ ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : แผ่นเหงือกแตกเป็นแฉก ลำตัวยาวรี แต่หลายชนิดตัวแบนหัวใหญ่อาจจะคล้ายชีปะขาวตัวแบน แต่หัวออกเหลี่ยมมไม่เป็นโค้งพระจันทร์

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 4



ภาพ 14 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Potamanthidae

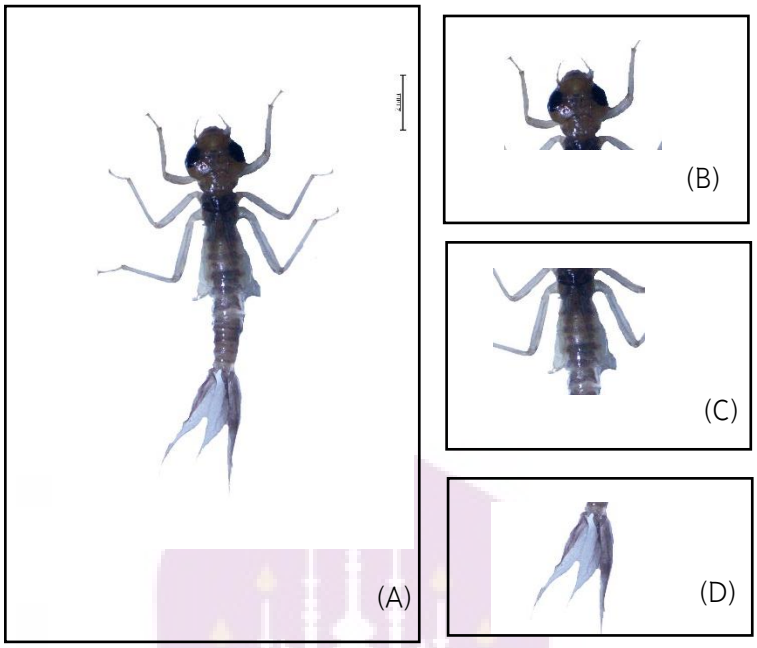
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Potamanthidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนเหงือก และ ภาพ D : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หางและเหงือกเป็นรูปขนนกกางยื่นออกตรง ๆ ปลายหัวมีเขาโค้งใหญ่คู่หนึ่ง ลักษณะคล้ายเขี้ยว

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบในแหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4



ภาพ 15 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Coenagrionidae

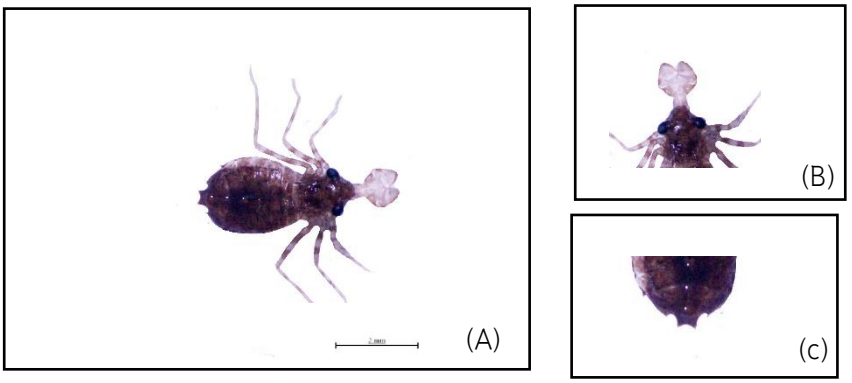
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Coenagrionidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนเหงือกบนหลัง และภาพ D: ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวเรียวยาว มีหางสามหางคล้ายทรางรี มีขา 3 คู่

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณพื้นท้องน้ำ และพืชน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 4



ภาพ 16 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Cordulidae

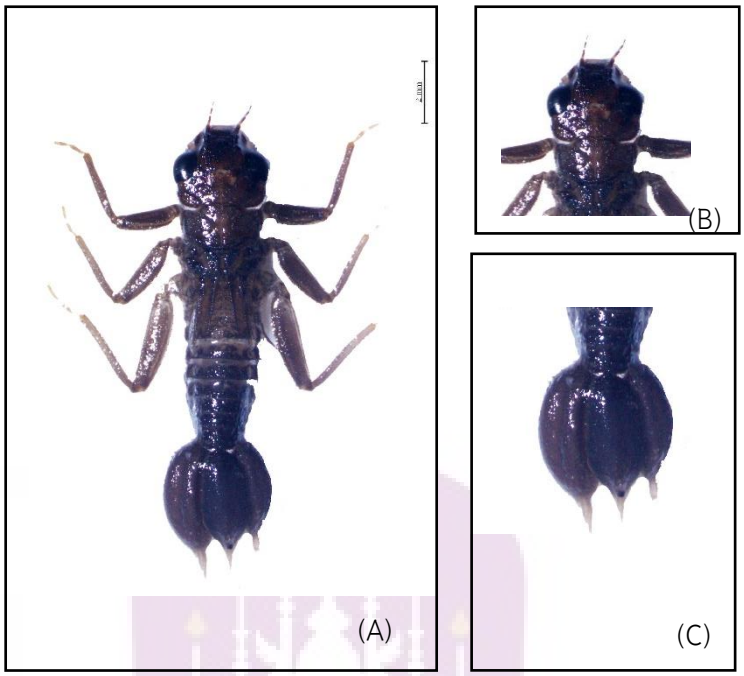
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Cordulidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนก้น

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวป้อมสั้น มีขา 3 คู่ หางสั้นกุดเป็นเดือยหยัก ๆ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณพื้นท้องน้ำ และพืชน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 4



ภาพ 17 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Euphaeidae

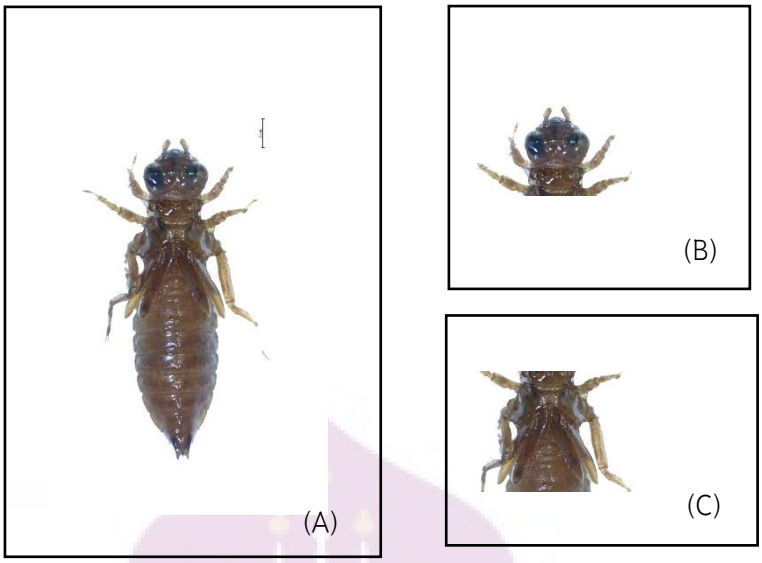
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Corydalidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนเหงือก

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หางสามหางพองเป็นรูปทรงรี มีแง่งเหงือกซึ่งเรียงแถวและพับเก็บเข้าข้างลำตัวได้

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 และสถานีที่ 4



ภาพ 18 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Gomphidae

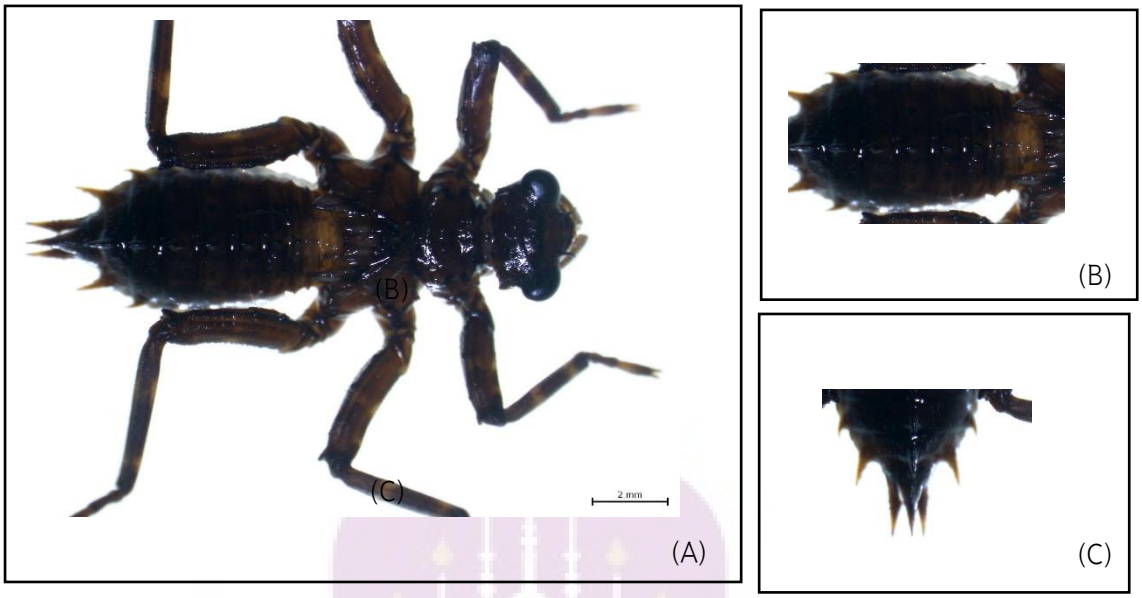
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Gomphidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนเหงือกบนหลัง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลำตัวส่วนท้องด้านบนเป็นปล้อง มีขา 6 ขา หางสั้นกุดเป็นเดือยหยัก ๆ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 4



ภาพ 19 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Libellulidae

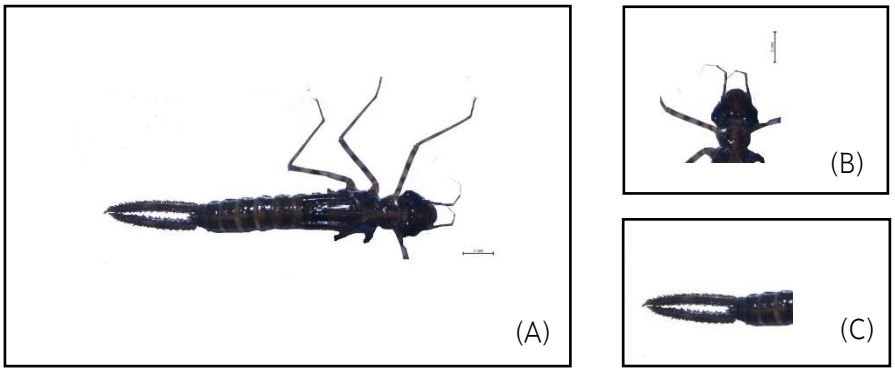
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Libellulidae, ภาพ B : ส่วนอก, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวสั้นป้อม หางสั้นกุดเป็นเดือยหยัก ๆ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณพื้นท้องน้ำ และพืชน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2



ภาพ 20 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ Chlorocyphidae

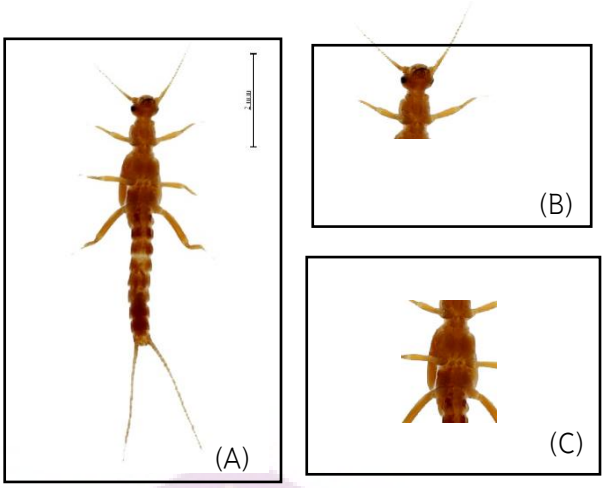
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Chlorocyphidae, ภาพ B : ส่วนอก, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : มีหนวด 2 ข้าง ขา 3 คู่ มีเหงือกบนหลัง ตามลำตัวมีข้อปล้อง และหางมี 2 หาง หางมีลักษณะคล้ายฟันเลื่อย

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณแหล่งน้ำนิ่ง และแหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2



ภาพ 21 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Plecoptera วงศ์ Leuctridae

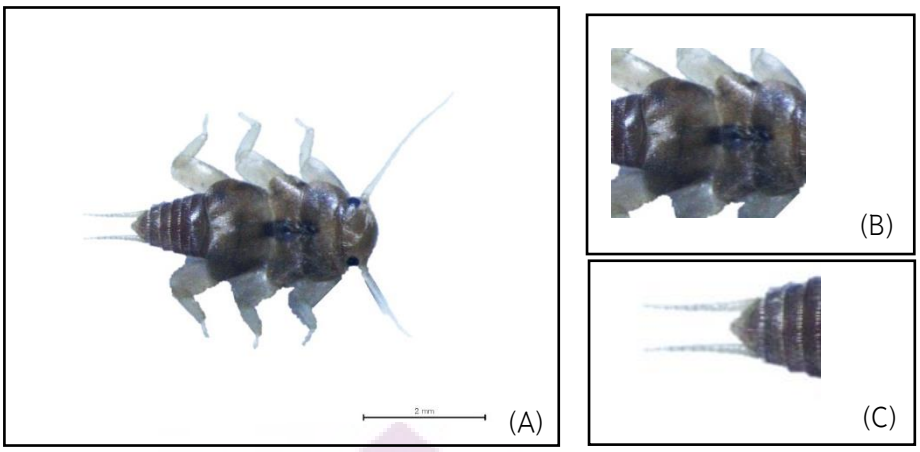
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Leuctridae, ภาพ B : ส่วนอก, ภาพ C : ส่วนเหงือกบนหลัง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : มีหนวดสั้น 2 ข้าง ขา 3 คู่ มีเหงือกบนหลัง ลำตัวเป็นปล้อง และหางยาวมีขนตามหาง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3



ภาพ 22 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Plecoptera วงศ์ Peltoperlidae

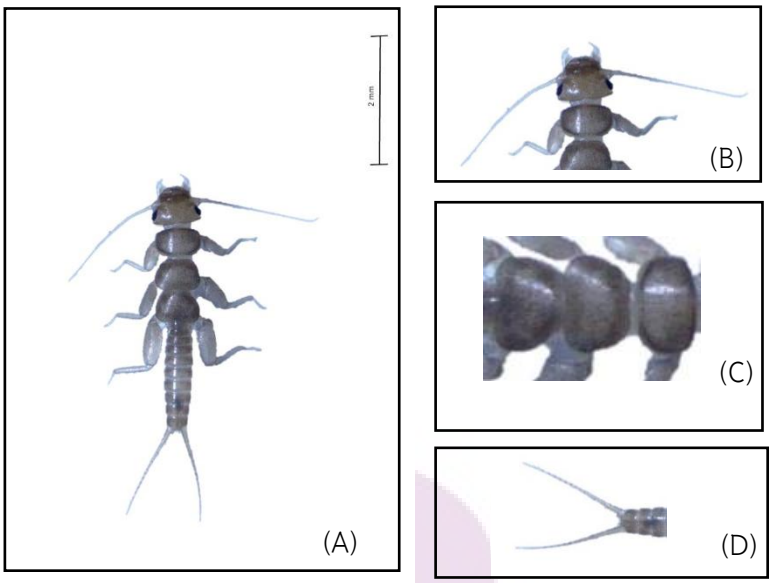
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Peltoperlidae , ภาพ B : ส่วนปล้องอก, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวป้อม มีปล้อง 3 ชิ้นบนลำตัวส่วนอกกว้างใหญ่จนคลุมคอและโคลนขา ไม่มีเหงือก

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหลเร็ว พบบริเวณหินใต้น้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1



ภาพ 23 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Plecoptera วงศ์ Perlidae

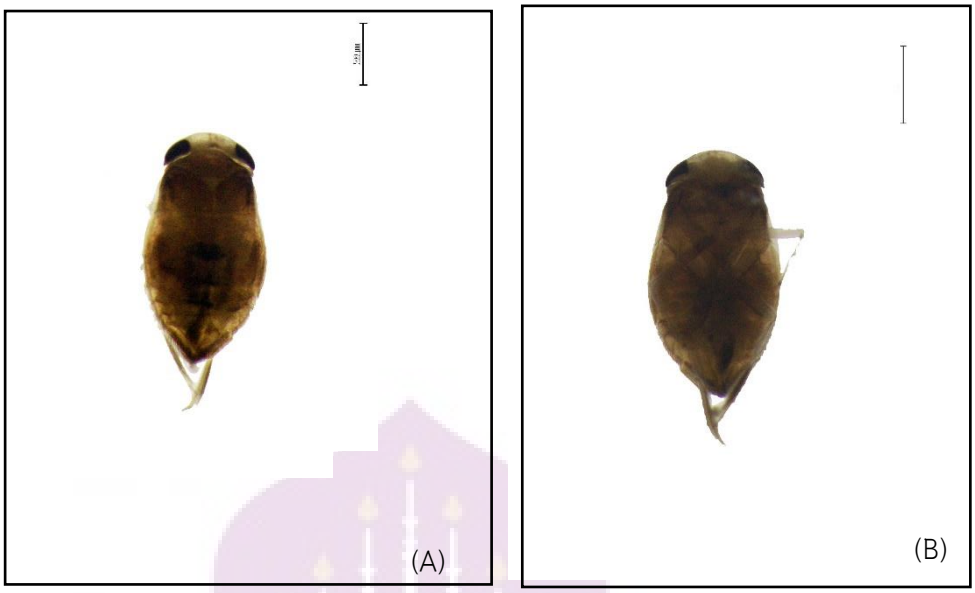
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Perlidae , ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนปล้องอก และ D : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : บนหัวมีเคี้ยว มีหนวด 1 คู่ ปล้องลำตัวมี 3 ปล้อง มีขา 3 คู่ หาง ยาว 2 หาง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณหินใต้น้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4



ภาพ 24 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Corixidae

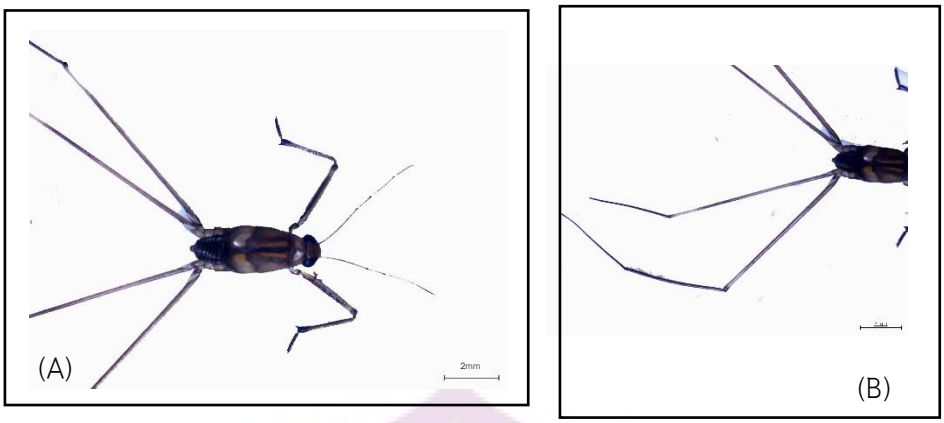
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Corixidae , ภาพ B : ส่วนท้องของ Corixidae

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ขาหลังมีขนเป็นแผงใช้ว่ายน้ำ ก้นมีกระจุกขนเล็ก ๆ คล้ายพู่กัน ใช้จิ้มผิวน้ำเอาอากาศ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 และสถานีที่ 4



ภาพ 25 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Gerridae

ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Gerridae, ภาพ B : ส่วนขากลางและขาหลัง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : วิ่งหากินบนผิวน้ำ ช่วงห่างระหว่างขาคู่หน้ากับขาคู่กลางห่างกันมาก ในขณะที่ขาคู่กลางกับขาคู่หลังอยู่ติดกัน

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล และน้ำนิ่งพบบริเวณผิวน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4

ภาพ 26 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Helotrepphidae

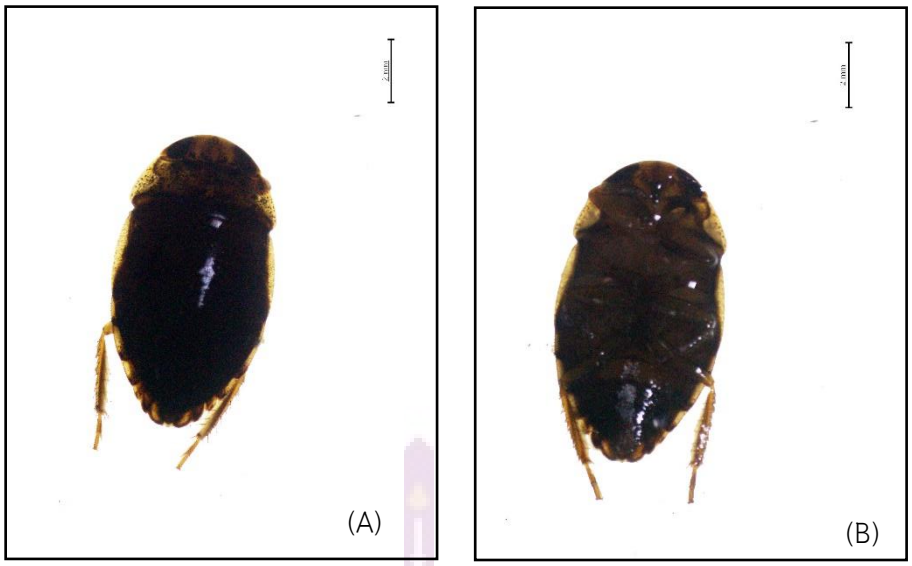
ภาพ A ;ลักษณะลำตัวของ Helotrepphidae, ภาพ B : ด้านท้อง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวขนาดเล็ก มีขา 3 คู่ ปากแหลม

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 และสถานีที่ 4



ภาพ 27 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Hemiptera วงศ์ Naucoridae

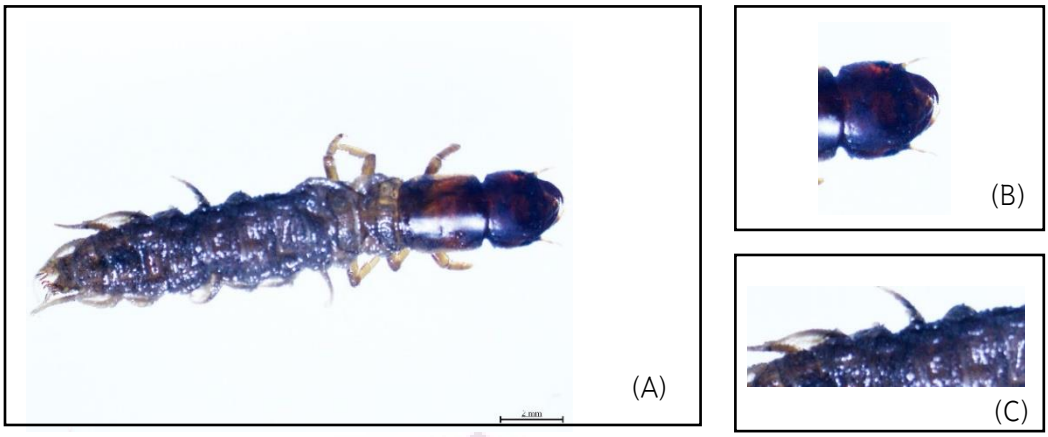
ภาพ A ;ลักษณะลำตัวของ Naucoridae, ภาพ B : ด้านท้อง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวแบนและค่อนข้างกลม ขาคู่หน้าคล้ายมีกล้าม ใช้จับเหยื่อ มีปีกคลุมหลัง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 และสถานีที่ 3



ภาพ 28 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Megaloptera วงศ์ Corydalidae

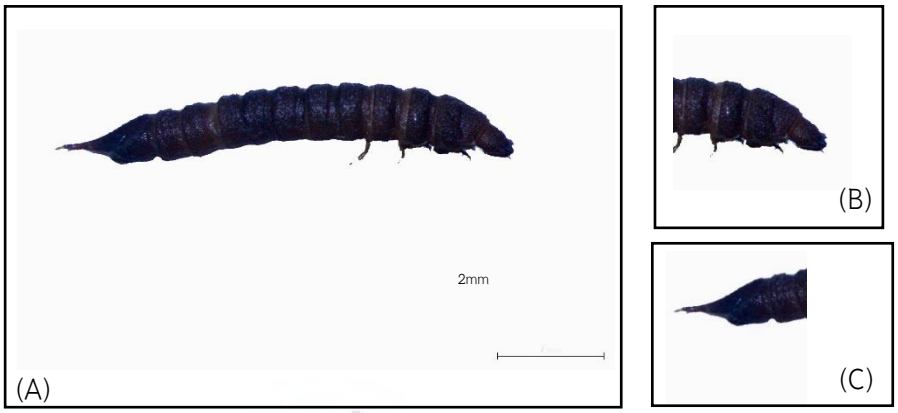
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Corydalidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนเหงือก

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หัวโต กรามใหญ่ ตัวค่อนข้างยาวและแบน มีเหงือกเรียงเป็นแถวข้างลำตัว หางสั้นมี 2 หาง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณใต้ก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 และสถานีที่ 4



ภาพ 29 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Dryopidae

ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Dryopida, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลำตัวมีข้อปล้อง มีขา 3 คู่

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพื้นท้องน้ำ หรือใต้ก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2

ภาพ 30 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Hydraenidae

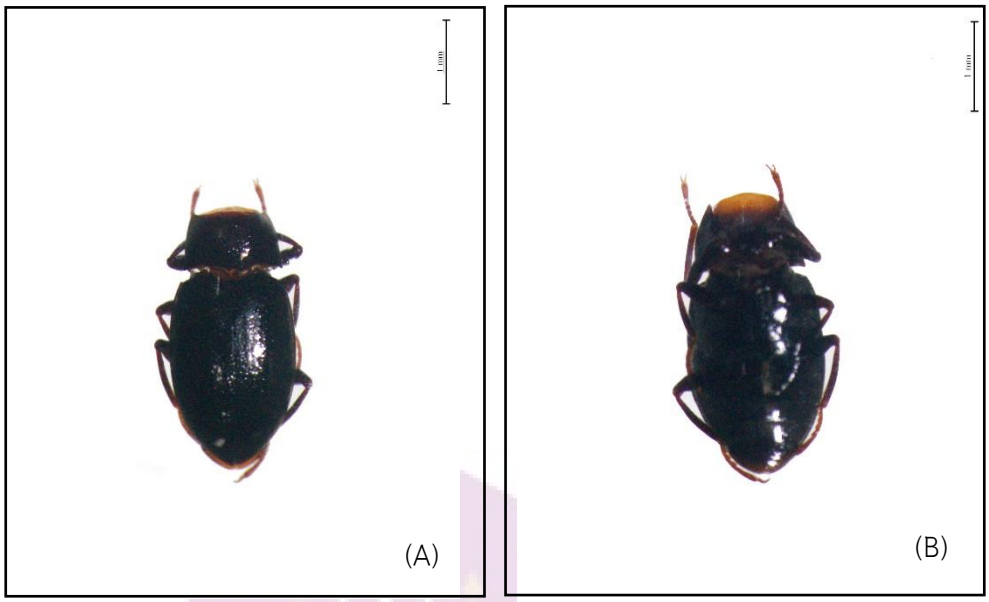
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Hydraenidae, ภาพ B : ส่วนหัว และภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : มีหนวด ปีกคู่หน้ามีลักษณะแข็ง ซึ่งคลุมปีกคู่หลังที่เป็นเยื่อบาง พับซ้อนกันอยู่ใต้ปีกคู่หน้า มีขาเป็นทั้งแบบ เดิน กระโดด ว่ายน้ำ และขุดดิน

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณพื้นท้องน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 3



ภาพ 31 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Hydropphilidae

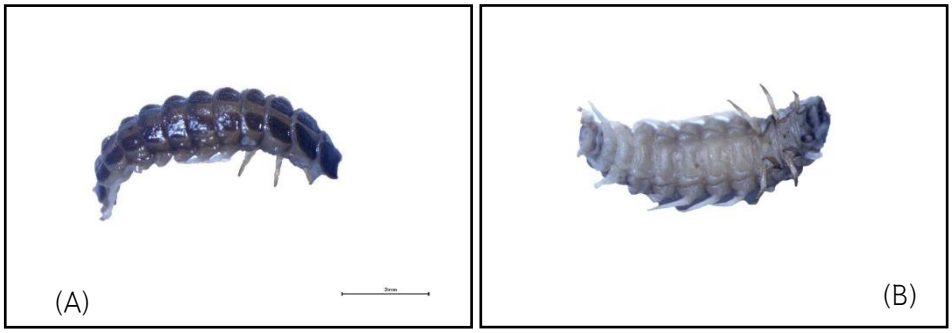
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Hydropphilidae, ภาพ B : ส่วนหัว และภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : มีขา 3 คู่ ที่ขามีลักษณะคล้ายกล้ามมีขน ลำตัวมีปีกแข็ง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณพื้นท้องน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 4



ภาพ 32 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae

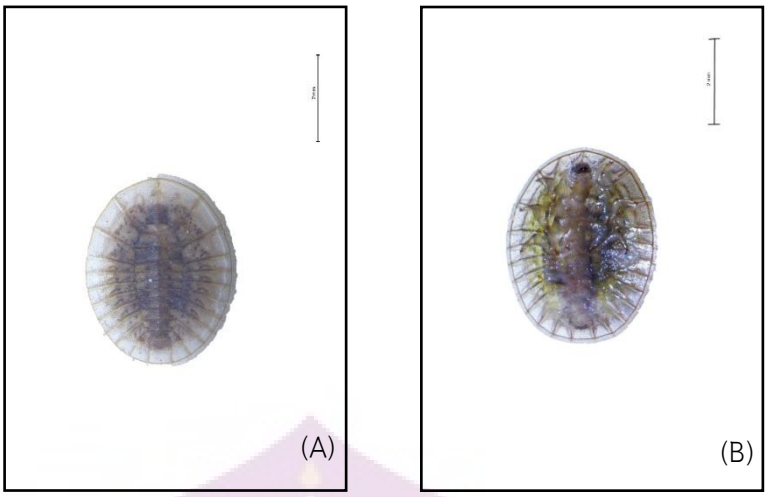
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Lampyridae, ภาพ B : ส่วนท้อง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลักษณะลำตัวด้านบนมีลายคล้ายจุดที่หลังเรียงคู่ขนานกันทุกปล้อง มีขา 10 คู่

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพื้นท้องน้ำ หรือใต้ก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4



ภาพ 33 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Psephenidae

ภาพ A : ลักษณะด้านหน้าลำตัวของ Psephenidae, ภาพ B : ด้านหลัง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวแบนเป็นแผ่นกลมๆ หัวอยู่รวมกับตัว มีตาเล็ก ๆ 2 ดวง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4

ภาพ 34 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ Ptilodactylidae

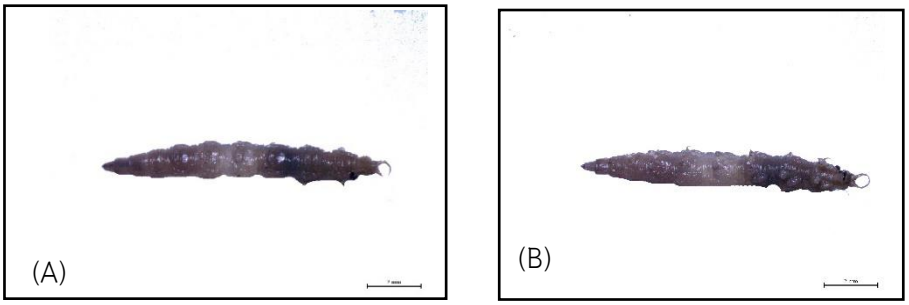
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Ptilodactylidae, ภาพ B : ส่วนหัว และภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลำตัวเรียวยาว ตามลำตัวมีข้อปล้อง มีขาอยู่ตามข้อปล้อง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพื้นท้องน้ำ หรือใต้ก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 และสถานีที่ 3



ภาพ 35 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Athericidae

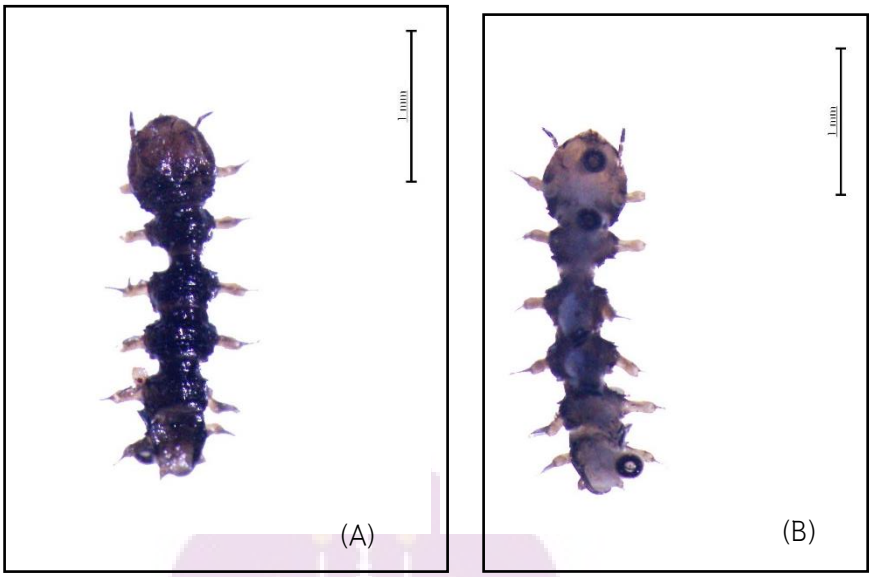
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Athericidae และภาพ B: ลักษณะด้านท้องของ Athericidae

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลำตัวมีข้อปล้อง มีขา 8 คู่ และหางสั้น

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพื้นท้องน้ำ ใต้ก้อนหิน และพื้นทราย

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4



ภาพ 36 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Blephariceridae

ภาพ A : ด้านหน้าของ Blephariceridae, ภาพ B : ส่วนด้านหลังของ Blephariceridae

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หัวกลม ลำตัวมีปล้อง และมีขา 6 คู่

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2

ภาพ 37 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae

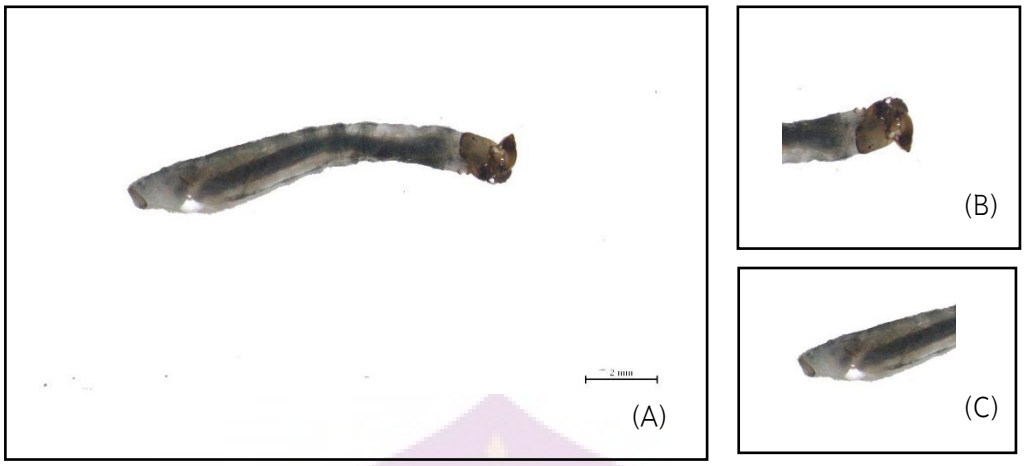
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Chironomidae, ภาพ B ลักาณะหัว และภาพ C : ลักษณะหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : เหงือกคล้ายกระจุกนิ้วยาว ๆ ใต้โคนหาง มีปล้องตามลำตัว

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพืชใต้น้ำ ซากพืชหรือซากสัตว์

สถานีที่พบ : สถานีที่ 4



ภาพ 38 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Simulidae

ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Simulidae, ภาพ B ลักาณะหัว และภาพ C : ลักษณะหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลำตัวส่วนท้องคล้ายโคนต้นมะพร้าวหัวมีแผงคล้ายพัด 2 อัน โบกไปมาเพื่อดักจับอาหารที่พัดมาตามกระแสน้ำ กระดีบตัวคล้ายปลิง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณใต้ก้อนหินและพื้นทราย

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2

ภาพ 39 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Tabanidae

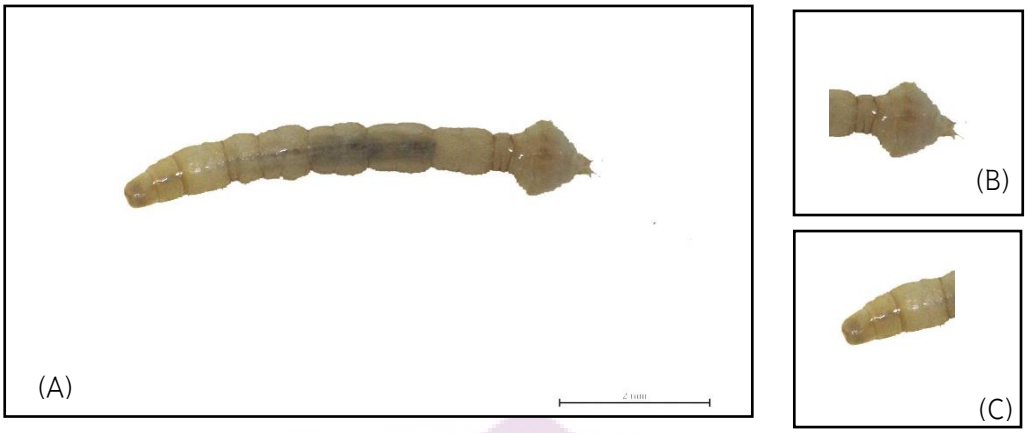
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Tabanidae, ภาพ B ลักาณะหัว และภาพ C : ลักษณะหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลำตัวมีข้อปล้อง มีขา 14 คู่ และหางสั้น

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณแหล่งน้ำไหล

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4



ภาพ 40 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Tipulidae

ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Tipulidae , ภาพ B : ส่วนหัว, C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หัวเล็ก ยืดหดเข้าไปในปล้องตัวได้ ก้นมีเหงือกรูปร่างกลม ๆ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : บริเวณใต้ก้อนหินและพื้นทรายนุ่ม ๆ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4

ภาพ 41 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ Tipulidae (Shedder)

ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Tipulidae, ภาพ B : ส่วนหัว และภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หัวเล็ก ยืดหดเข้าไปในปล้องตัวได้ ก้นมีเหงือกรูปร่างกลม ๆ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณใต้ก้อนหินและพื้นทรายนุ่ม ๆ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4

ภาพ 42 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Lepidoptera วงศ์ Pyralidae

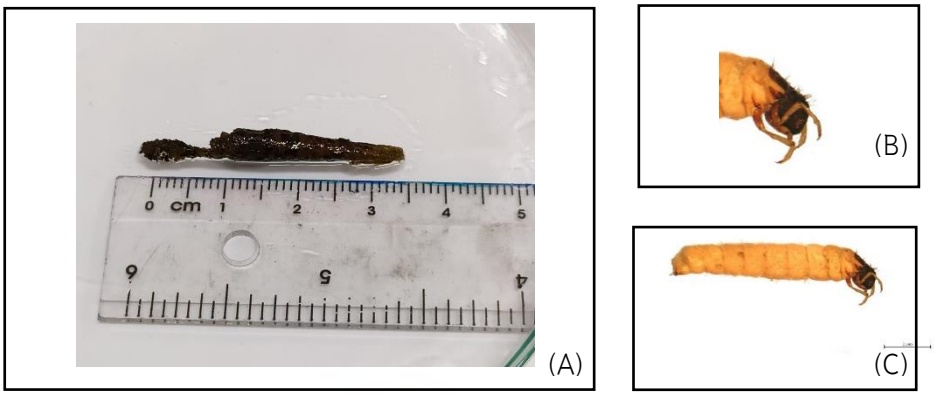
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Pyralidae, ภาพ B : ส่วนหัว และภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ขามีข้อ 6 ขา และขาปลอม 8 ขา อาจมีขนรุงรังตามตัวหรือไม่มีก็ได้

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2



ภาพ 43 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Brachycentridae

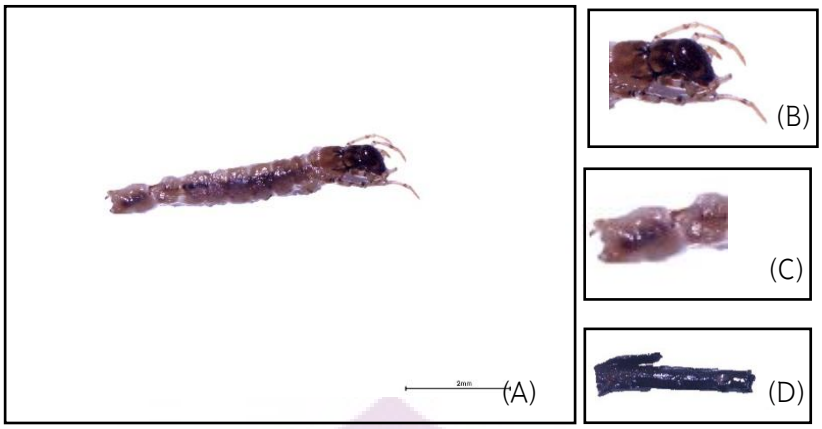
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Brachycentridae, ภาพ B : ส่วนหัว และภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลำตัวมีข้อปล้อง มีขา 2 คู่

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพื้นท้องน้ำ ตามก้อนหิน และพืชใต้น้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 3



ภาพ 44 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Calamoceratidae

ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Calamoceratidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนหาง และภาพ D : ปลอกแมลงน้ำ

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : มีปลอกที่สร้างจากใบไม้สองชิ้นติดกันเป็นซองแบน ๆ และตัวอาศัยอยู่ในนั้น

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพื้นท้องน้ำ ตามก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 และสถานีที่ 3

ภาพ 45 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Elminthidae

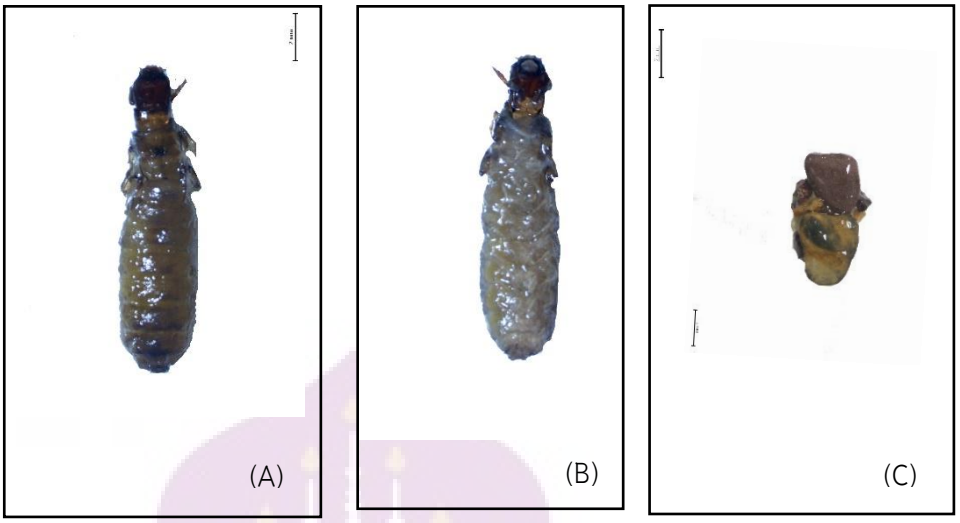
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Elminthidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ลักษณะของลำตัวคล้ายหนอน มีกระจุกขนฟูเล็ก ๆที่หาง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณร่องหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 4



ภาพ 46 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Glossosomatidae

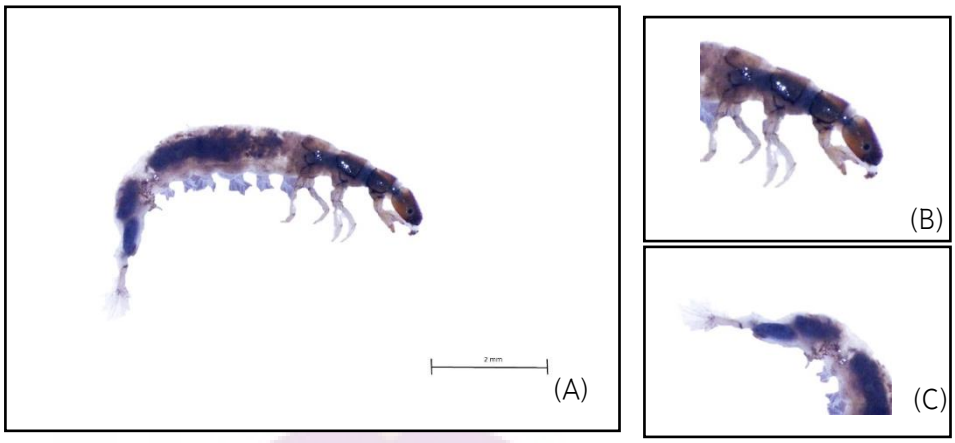
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Glossosomatidae, ภาพ B : ลักษณะส่วนท้องของ Glossosomatidae และภาพ C : ปลอกของ Glossosomatidae

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หัวเล็กมีขา 2 คู่ ลำตัวค่อนข้างป้อม มีปล้องอยู่ตามลำตัว

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณพื้นท้องน้ำ ตามก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3



ภาพ 47 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Hydropsychidae

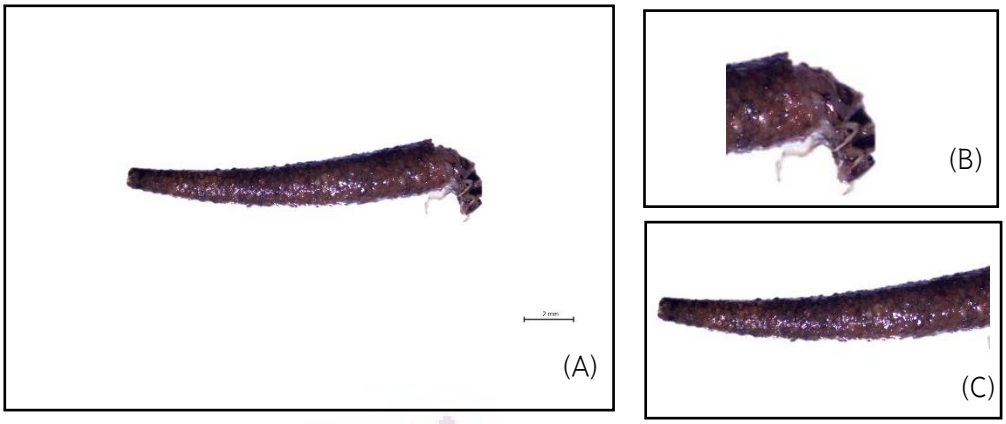
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Hydropsychidae, ภาพ B : ส่วนหัว และภาพ : C ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : ปล้องถัดจากหัวมีเปลืองแข็ง ๆ ปกคลุมหลังบริเวณลำตัวส่วนอก 3 ชิ้น มีเหงือกเรียงเป็นเส้นกระจุกเรียงเป็นแถวใต้ลำตัว มีเหงือกเป็นกระจุกเส้นคล้ายปลายพู่กันบาน ๆ ที่ปลายหาง

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล และน้ำนิ่ง พบบริเวณก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 4



ภาพ 48 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Odontoceridae

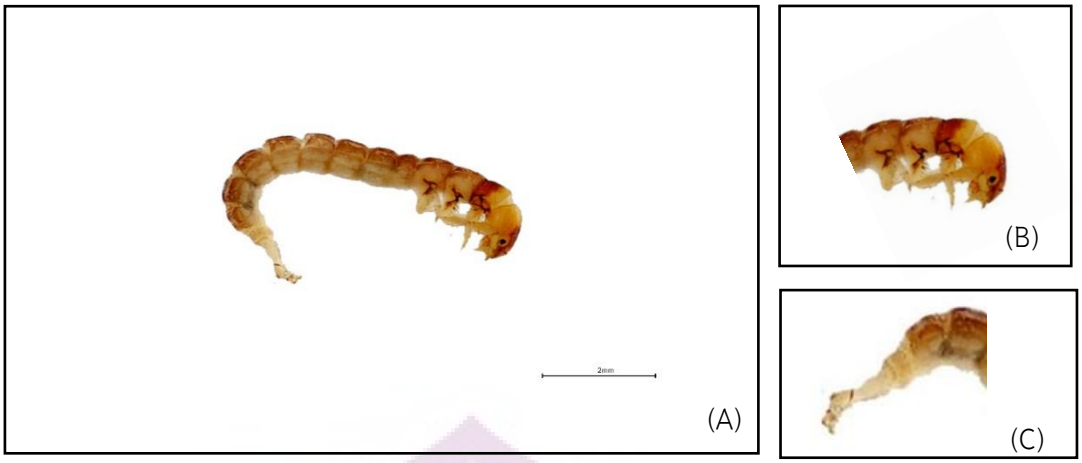
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Odontoceridae , B : ส่วนหัว, C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : สร้างลำตัวด้วยเม็ดทรายหรือกรวดเม็ดเล็ก ๆ เป็นปลอกยาวรูปแตร ปลายปลอกเรียวและโค้งลงเล็กน้อย เป็นสมอยึดปลอกไว้กับพื้นใต้น้ำ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : บริเวณพื้นท้องน้ำ บนหิน และพืชน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 4



ภาพ 49 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Philopotamidae

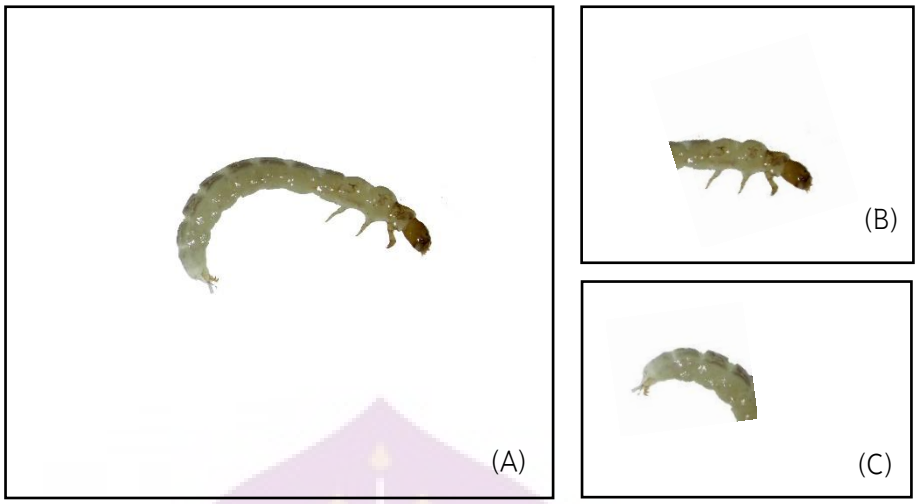
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Philopotamidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หัวยาวเรียวและเล็กเมื่อเทียบกับตัว ปากลักษณะเป็นแผงกว้างยาวยื่นออกมาได้ มีเกราะแข็งบริเวณคอ หางเป็นกระจุก

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณร่องหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4



ภาพ 50 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Polycentropodidae

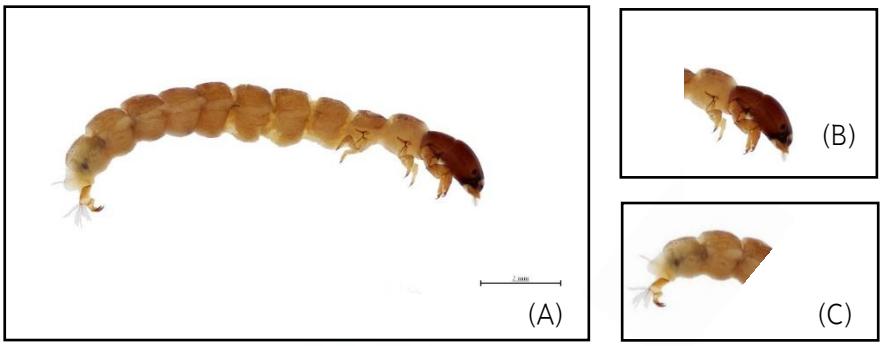
ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Polycentropodidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : หัวเรียว มีขา 3 คู่ ลำตัวเป็นปล้อง และมีหาง 1 คู่

ถิ่นที่อยู่อาศัย : แหล่งน้ำไหล พบบริเวณก้อนหิน

สถานีที่พบ : สถานีที่ 2 สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4



ภาพ 51 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Psychomyiidae

ภาพ A : ลักษณะลำตัวของ Psychomyiidae, ภาพ B : ส่วนหัว, ภาพ C : ส่วนหาง

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง : วนอุทยานร่องคำหลวง

ลักษณะโดยทั่วไป : คล้ายตัวอ่อนหนอนปลอกน้ำหัวหลิม มีเกราะแข็งบนหลังติดกับหัวเพียงชิ้นเดียว ไม่มีเหงือกเป็นกระจุกเส้นตามลำตัว มีเดือยเล็กอยู่ใต้คอ

ถิ่นที่อยู่อาศัย : พบบริเวณหินหรือกิ่งไม้ตามพื้นท้องน้ำ

สถานีที่พบ : สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4

4.2 ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ

จากการคำนวณค่าดัชนีของความหลากหลาย จำนวนตัว และจำนวนค่าสปีชีส์ ที่ทำการเก็บตัวอย่างตลอดการศึกษาพบว่า

ดัชนี Shannon–Wiener มีค่าเฉลี่ยในสถานีที่ 1, 2, 3 และ4 เรียงลำดับจากจุดที่มีค่าเฉลี่ยของดัชนี Shannon–Wiener มากที่สุด ไปยังจุดที่มีค่าดัชนี Shannon–Wiener น้อยที่สุด และในสถานีที่ 4 มีค่า ดัชนี Shannon–Wiener ที่ 0.91 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด และ 2.62 ซึ่งมีค่ามากที่สุด

ดัชนี Richness มีค่าเฉลี่ยในสถานีที่ 1, 2, 3 และ4 เรียงลำดับจากจุดที่มีค่าเฉลี่ยของดัชนี Richness มากที่สุด ไปยังจุดที่มีค่าดัชนี Richness น้อยที่สุด และในจุดที่ 4 มีค่า ดัชนี Richness ที่ 1.00 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด และ 4.09 ซึ่งมีค่ามากที่สุด

ดัชนี Evenness มีค่าเฉลี่ยในสถานีที่ 1, 3, 4 และ 2 เรียงลำดับจากจุดที่มีค่าเฉลี่ยของดัชนี Evenness มากที่สุด ไปยังจุดที่มีค่าดัชนี Evenness น้อยที่สุด และในสถานีที่ 4 มีค่า ดัชนี Evenness ที่ 0.31 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด และ 0.71 ซึ่งมีค่ามากที่สุด

จำนวนตัวที่พบในการเก็บตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยจำนวนตัวที่ในสถานีที่ 2, 4, 1 และ3 เรียงลำดับจากจุดที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนตัว มากที่สุด ไปยังจุดที่มีจำนวนตัวน้อยที่สุด และในสถานีที่ 3 มีจำนวนตัว 13 ตัว ซึ่งพบน้อยที่สุด และสถานีที่ 1 104 ตัว ซึ่งพบมากที่สุด

จำนวนวงศ์ ที่พบในการเก็บตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยจำนวนวงศ์ ที่ในสถานีที่ 2, 1, 3 และ4 เรียงลำดับจากสถานีที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนวงศ์มากที่สุด ไปยังสถานีที่มีจำนวนวงศ์น้อยที่สุด และในสถานีที่ 4 จำนวน 4 วงศ์ ซึ่งพบน้อยที่สุด และจำนวน 20 วงศ์ ซึ่งพบมากที่สุด

ตาราง 2 จำนวนชนิด จำนวนที่พท บ และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

Mean ± SE (ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด)

	Shannon–Wiener	Richness	Evenness	จำนวนตัว (ตัว)	จำนวน Family
1	2.2 ± 0.08 (1.82–2.43)	3.0 ± 0.31 (1.75 – 4.28)	0.6 ± 0.02 (0.53 – 0.65)	44.3 ± 8.57 (31.00 – 90.00)	12.2 ± 1.34 (7.00 – 17.00)
2	2.1 ± 0.11 (1.67 – 2.52)	3.0 ± 0.29 (1.71 – 4.04)	0.5 ± 0.04 (0.41 – 0.66)	60.0 ± 6.96 (34.00 – 90.00)	13.2 ± 1.19 (8.00 – 8.00)
3	2.0 ± 0.11 (1.67 – 2.41)	2.9 ± 0.27 (1.95 – 4.02)	0.6 ± 0.03 (0.5 – 0.65)	41.7 ± 7.98 (13.00 – 69.00)	11.3 ± 1.66 (6.00 – 8.00)
4	1.9 ± 0.24 (0.91 – 2.62)	2.6 ± 0.42 (1.00 – 4.09)	0.5 ± 0.05 (0.31 – 0.71)	45.3 ± 12.73 (20.00 – 104.00)	11.0 ± 2.09 (4.00 –20.00)

ตาราง 3 แสดงการแบ่งประเภทแมลงน้ำที่สำรวจพบตามบทบาทการกิน

Order	Family	Feeding Group
Ephemeroptera	Baetidae	Gatherer Collector / Scraper
	Caenidae	Gatherer Collector / Scraper
	Ephemereliidae	Gatherer Collector
	Ephemeridae	Gatherer Collector / Predator
	Heptageniidae	Gatherer Collector / Scraper
	Leptophlebiidae	Gatherer Collector / Scraper
	Potamanthidae	Gatherer Collector / Scraper
Odonata	Coenagrionidae	Predator
	Cordulidae	Predator
	Euphaeidae	Predator
	Gomphidae	Predator
	Libellulidae	Predator
	Platycnemididae	Predator
Plecoptera	Leuctridae	Shredder
	Peltoperlidae	Shredder
	Perlidae	Predator
Hemiptera	Corixidae	Predator
	Gerridae	Predator
	Helotrepphidae	Predator
	Naucoridae	Predator
Megaloptera	Corydalidae	Predator
Coleoptera	Dryopidae (Adult)	Gatherer Collector / Scraper
	Elmidae (Adult)	Gatherer Collector / Scraper
	Elmidae (Larvae)	Gatherer Collector / Scraper
	Hydraenidae (Adult)	Gatherer Collector / Scraper
	Hydraenidae (Larvae)	Predator

ตาราง 3 แสดงการแบ่งประเภทแมลงน้ำที่สำรวจพบตามบทบาทการกิน (ต่อ)

Order	Family	Feeding Group
	Hydropphilidae (Adult)	Gatherer Collector
	Hydropphilidae (Larvae)	Predator
	Lampyridae	–
	Psephenidae	Scraper
	Ptiiodactylidae	Gatherer Collector
Diptera	Athericidae	Predator
	Blephariceridae	Scraper
	Chironomidae	filterers and Gatherer Collector
	Simulidae	Filterers Collector
	Tabanidae	Predator
	Tipulidae	Predator
	Tipulidae	Shredder
Lepidoptera	Pyralidae	Shredder
Tricoptera	Brachycentridae	filterers Collector
	Calamoceratidae	Shredder / Scraper
	Glossosomatidae	Scraper
	Hydropsychidae	filterers Collector / Predator
	Odontrocentridae	Shredder
	Philopotamidae	filterers Collector
	Polycentropodidae	filterers Collector
	Psychomyiidae	Gatherer Collector

ตาราง 4 แมลงน้ำในวนอุทยานร่องคำหลวงระหว่าง ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 6

อันดับ	วงศ์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	รวม
Ephemeroptera	Baetidae	8	6	8	8	19	11	60
	Caenidae	14	2		2	4		22
	Ephemereliidae	9	5	7	1			22
	Ephemeridae				2	3	3	8
	Heptageniidae	34	19	24	19	23	44	163
	Leptophlebiidae	53	9	25	18	32	12	149
	Potamanthidae		2			1	8	11
Odonata	Coenagrionidae	5			1			6
	Cordulidae	1						1
	Euphaeidae	6	1					7
	Gomphidae	1				2	2	5
	Libellulidae						2	2
	Platycnemididae	1						1
Plecoptera	Leuctridae				1	2		3
	Peltoperlidae		2					2
	Perlidae	13	15	4	9	6	3	50
Hemiptera	Corixidae	2	2			1		5
	Gerridae					1		1
	Helotrepphidae	5	1			3		9
	Naucoridae				2	4	3	9
Megaloptera	Corydalidae	1		9				10
Coleoptera	Dryopidae (Adult)				1			1
	Elmidae (Adult)	3		1	4	5	3	16
	Elmidae (Larvae)	15	4			21	36	76
	Hydraenidae (Adult)	2						2
	Hydraenidae (Larvae)	1						1
	Hydropphilidae (Adult)	10			4			14
	Hydropphilidae (Larvae)	2						2

อันดับ	วงศ์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	Total
	Lampyridae	3				2	2	7
	Psephenidae	22	12	4	4	7	1	50
	Ptiiodactylidae						2	2
Diptera	Athericidae	5	1			12	19	37
	Blephariceridae						1	1
	Chironomidae	10						10
	Simulidae	2		10	14	13	7	46
	Tabanidae	1		3			1	5
	Tipulidae (Predater)	16	2	1	6	6	19	50
	Tipulidae (Shredder)	13				40	7	60
Lepidoptera	Pyralidae					2	1	3
Trichoptera	Brachycentridae	1						1
	Calamoceratidae				12			12
	Glossosomatidae		1	1				2
	Hydropsychidae	26	18	64	28	19	7	162
	Odontrocentridae				2			2
	Philopotamidae		1	1		11		13
	Polycentropodidae	2			4	2		8
	Psychomyiidae	1			2			3
Total number of individual		288	103	162	144	241	194	1132
Number of families	45	27	19	14	20	23	20	

ตาราง 5 แมลงน้ำในวนอุทยานร่องคำหลวงระหว่าง สถานีที่ 1 – สถานีที่ 4

อันดับ	วงศ์	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	รวม
Ephemeroptera	Baetidae	24	27	5	4	60
	Caenidae	3	7	6	4	20
	Ephemereliidae	4	7	6	5	22
	Ephemeridae	2	5		1	8
	Heptageniidae	35	71	32	25	163
	Leptophlebiidae	27	20	45	57	149
	Potamanthidae	9	1	1		11
Odonata	Coenagrionidae	2	2	1	1	6
	Cordulidae				1	1
	Euphaeidae	1	3	2	1	7
	Gomphidae	3		1	1	5
	Libellulidae		2			2
	Platycnemididae				1	1
Plecoptera	Leuctridae		1	2		3
	Peltoperlidae	2				2
	Perlidae	5	18	8	19	50
Hemiptera	Corixidae	1	3		1	5
	Gerridae				1	1
	Helotrepphidae		4		5	9
	Naucoridae	3	1	1	4	9
Megaloptera	Corydalidae	3	1	4	2	10
Coleoptera	Dryopidae (Adult)		1			1
	Elmidae (Adult)	5	3	6	2	16
	Elmidae (Larvae)	16	11	21	28	76
	Hydraenidae (Adult)			1	1	2
	Hydraenidae (Larvae)				1	1
	Hydropphilidae (Adult)	5	5		4	14
	Hydropphilidae (Larvae)	24	27			2

อันดับ	วงศ์	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	รวม
	Lampyridae	1	1	2	3	7
	Psephenidae	10	11	20	9	50
	Ptiiodactylidae	2				2
Diptera	Athericidae	16	6	9	6	37
	Blephariceridae		1			1
	Chironomidae	1			9	10
	Simulidae	3	42		1	46
	Tabanidae	1		3	1	5
	Tipulidae (Predater)	22	2	6	20	50
	Tipulidae (Shredder)	19	25	9	7	60
Lepidoptera	Pyralidae		3			3
Tricoptera	Brachycentridae			1		1
	Calamoceratidae	5		7		12
	Glossosomatidae		1	1		2
	Hydropsychidae	24	71	34	33	162
	Odontrocentridae				2	2
	Philopotamidae		2	5	6	13
	Polycentropodidae		5	2	1	8
	Psychomyiidae			1	2	3
Total number of individual		254	365	242	269	1130
Number of families	45	26	30	27	32	

4.3 การใช้บทบาทการกินของแมลงประเมินสภาพระบบนิเวศลำธาร

ครั้งที่ 1 สภาพลำธารเป็นแบบ Autotrophic ในสถานีที่ 1, 2, และ3 ในสถานีที่ 4 มีสภาพลำธารเป็นแบบ Heterotrophic อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป FPOM ทั้ง 1 สถานี โดยที่รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ BFPOM ยกเว้นในสถานีที่ 2 ที่ รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ TFPOM ความคงทนของพื้นผิวของลำธารในทุกสถานีมีความคงทน โดยเฉพาะสถานีที่ 2 มีความคงทนของพื้นผิวของลำธารมากกว่าสถานีอื่น มีผู้ล่าในระบบนิเวศค้อนข้างมาก ในสถานีที่ 2, 3, และ4 และในสถานีที่ 1 มีเกิดสมดุลระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ

ตาราง 6 การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 1

สถานีที่	Autotrophic/ Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate Stability	Top/Down Predator control
1	Autotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
2	Autotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	High Predator
3	Autotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
4	Heterotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator

ครั้งที่ 2 สภาพลำธารเป็นแบบ Autotrophic ในสถานีที่ 1, 2, และ4 ในสถานีที่ 3 มีสภาพลำธารเป็นแบบ Heterotrophic อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป FPOM ทั้ง 1 สถานี โดยที่รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ TFPOM ยกเว้นในสถานีที่ 4 ที่ รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ FPOM ความคงทนของพื้นผิวของลำธารในทุกสถานีมีความคงทน โดยเฉพาะจุดที่ 1 และ 3 ที่มีความคงทนของพื้นผิวมากกว่าสถานีอื่น มีผู้ล่าในระบบนิเวศค้อนข้างมาก ในสถานีที่ 2, 3, และ4 มีผู้ล่าในระบบนิเวศค้อนข้างมาก และในสถานีที่ 1 มีเกิดสมดุลระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ

ตาราง 7 การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 2

สถานีที่	Autotrophic / Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate Stability	Top / Down Predator control
1	Autotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	Balance
2	Autotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
3	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	High Predator
4	Autotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator

ครั้งที่ 3 สภาพลำธารเป็นแบบ Heterotrophic ในสถานีที่ 1, 3, และ4 ในสถานีที่ 2 มีสภาพลำธารเป็นแบบ Autotrophic อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป FPOM ทั้ง 4 สถานี โดยที่รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ TFPOM ความคงทนของพื้นผิวของลำธารในทุกสถานีมีความคงทน ในสถานีที่ 2, 3, และ 4 ที่มีความคงทนของพื้นผิวมากกว่าสถานีอื่น มีผู้ล่าในระบบนิเวศค้อนข้างมากในทุกสถานี

ตาราง 8 การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 3

สถานีที่	Autotrophic / Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate Stability	Top / Down Predator control
1	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator
2	Autotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	High Predator
3	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	High Predator
4	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	High Predator

ครั้งที่ 4 สภาพลำธารเป็นแบบ Autotrophic ในสถานีที่ 1, 3, และ4 ในสถานีที่ 2 มีสภาพลำธารเป็นแบบ Heterotrophic อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป FPOM ในสถานีที่ 2 และ4 โดยที่รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ TFPOM ในสถานีที่ 1 และ3 อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป CPOM ความคงทนของพื้นผิวของลำธารในทุกสถานีมีความคงทน โดยเฉพาะจุดที่ 2 มีความคงทนของพื้นผิวของลำธารมากกว่าสถานีอื่น มีผู้ล่าในระบบนิเวศค้อนข้างมากในสถานีที่ 2, 3 และ 4 ในสถานีที่ 1 มีเกิดสมดุลระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ

ตาราง 9 การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 4

สถานีที่	Autotrophic / Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate Stability	Top / Down Predator control
1	Autotrophic	CPOM	TFPOM	High	Balance
2	Heterotrophic	FPOM	TFPOM	Very High	High Predator
3	Autotrophic	CPOM	TFPOM	High	High Predator
4	Autotrophic	FPOM	TFPOM	High	High Predator

ครั้งที่ 5 สภาพลำธารเป็นแบบ Autotrophic ในสถานีที่ 3 และ4 ในสถานีที่ 1 และ2 มีสภาพลำธารเป็นแบบ Heterotrophic อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป FPOM ในสถานีที่ 3 และ4 โดยที่รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ BFPOM ในสถานีที่ 1, 2 และ4 อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป CPOM ความคงทนของพื้นผิวของลำธารในทุกสถานีมีความคงทน จุดที่ 1 มีความคงทนของพื้นผิวของลำธารปานกลาง มีผู้ล่าในระบบนิเวศค้อนข้างมากในทุกสถานี

ตาราง 10 การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 5

สถานีที่	Autotrophic / Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate Stability	Top / Down Predator control
1	Autotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
2	Heterotrophic	CPOM	TFPOM	High	High Predator
3	Autotrophic	FPOM	BFPOM	High	High Predator
4	Heterotrophic	CPOM	BFPOM	Medium	High Predator

ครั้งที่ 6 สภาพลำธารเป็นแบบ Autotrophic อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป FPOM โดยที่รูปแบบของ FPOM เป็นแบบ BFPOM ในสถานีที่ 1 อาหารถูกกักเก็บอยู่ในรูป CPOM ความคงทนของพื้นผิวของลำธารในทุกสถานีมีความคงทน สถานีที่ 1 มีความคงทนของพื้นผิวของลำธารปานกลาง มีผู้ล่าในระบบนิเวศอยู่ในภาวะสมดุลในทุกสถานีที่ 1 มีผู้ล่าในระบบนิเวศค้อนข้างมาก

ตาราง 11 การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำประเมินสภาพระบบนิเวศในการเก็บตัวอย่างภาคสนามครั้งที่ 6

สถานีที่	Autotrophic / Heterotrophic	CPOM to FPOM	TFPOM to BFPOM	Substrate Stability	Top / Down Predator control
1	Autotrophic	CPOM	BFPOM	Medium	High Predator
2	Autotrophic	FPOM	BFPOM	Very High	Balance
3	Autotrophic	FPOM	BFPOM	High	Balance
4	Autotrophic	FPOM	BFPOM	Very High	Balance

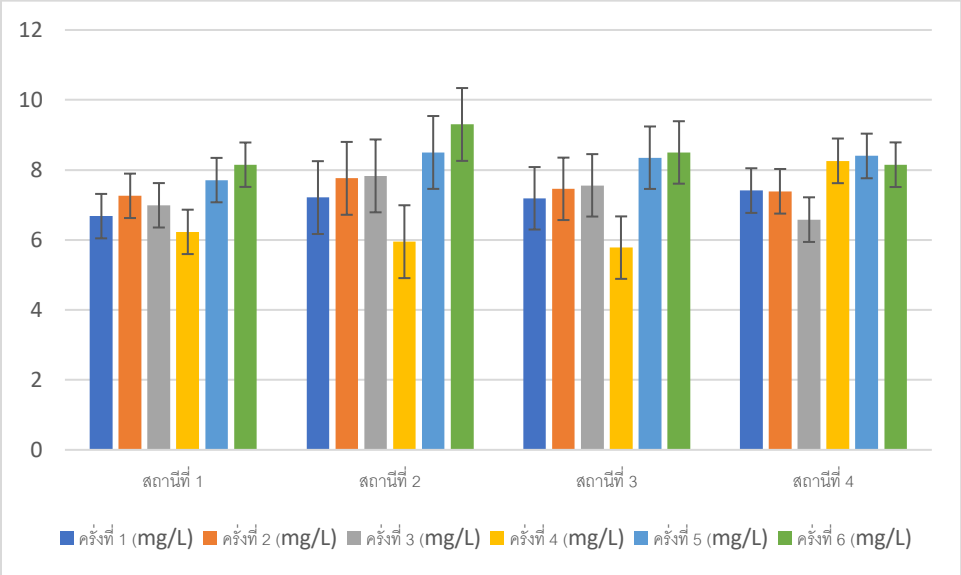
4.4 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพ และเคมี

ตาราง 12 ค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ เคมี ในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

Mean ± SE

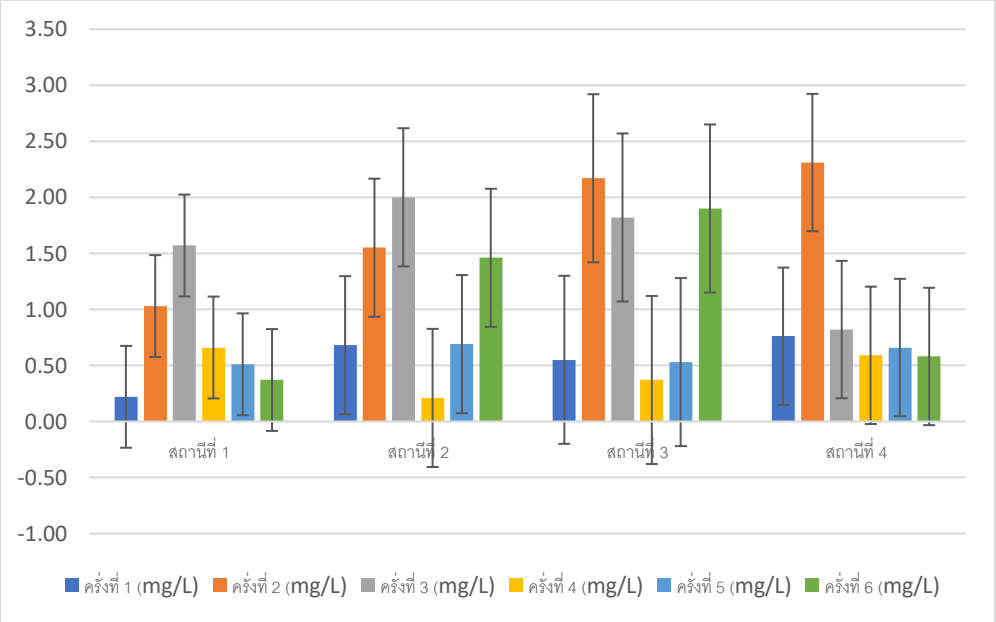
Parameter / สถานีที่	**1**	**2**	**3**	**4**
Dissolved oxygen (mg/L)	7.5 ± 0.27	7.5 ±0.36	7.8 ± 0.43	7.2 ± 0.26
Biochemical Oxygen Demand	1.0 ± 0.25	1.2 ± 0.31	1.1 ± 0.25	0.7 ± 0.19
Alkalinity (mg/L)	24.6 ± 3.98	24.6 ± 3.93	24.8 ± 3.92	24.6 ± 4.13
Water temperature (°C)	20.75 ± 0.81	21.0 ± 0.75	21.0 ± 0.75	21.0 ± 0.75
Air temperature (°C)	26.3 ± 1.04	24.1 ± 0.77	23.4 ± 0.68	24.0 ± 0.81
Humidity (%)	76.5 ± 2.95	81.5 ± 2.38	83.5 ± 2.55	83.7 ± 2.59
Turbidity (mg/L)	5.2 ± 0.32	6.3 ± 0.8	5.6 ± 0.35	7.1 ± 1.32
Illuminance (Lux)	383.7± 80.70	839.3 ± 172.07	2178.5 ± 463.91	1318.0 ± 273.12
pH	8.5 ± 0.08	8.6 ± 0.14	8.7 ± 0.16	8.3 ± 0.09
Conductivity (µS/cm)	416.7 ± 8.81	417.8 ± 12.00	424.8 ± 8.16	421.8 ± 14.81
Total dissolved solids (mg/L)	212.0 ± 4.99	213.2 ± 5.50	213.2 ± 5.50	214.3 ± 6.67
Oxidation Reduction Potential (mv)	93.2 ± 17.60	122.2 ± 12.41	124.7 ± 15.58	141.3 ± 11.84
Cross-sectional area (m^2)	0.041 ± 0.01	0.050 ± 0.01	0.025 ± **0.01**	0.062 ± 0.01
Velocity (m/s)	0.27 ± 0.08	0.34 ± 0.11	0.27 ± 0.05	0.22 ± 0.05
Water content (m^3/s)	0.010 ± 0.01	0.009 ± 0.01	0.028 ± **0.01**	0.013 ± 0.01

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 4 ตามลำดับ โดยในเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 ครั้งจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่จะมีค่าลดลงในการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 4 พบว่ามีค่าน้อยที่สุด และครั้งที่ 6 มีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงที่สุดในทุกสถานี **(ภาพ 52)**



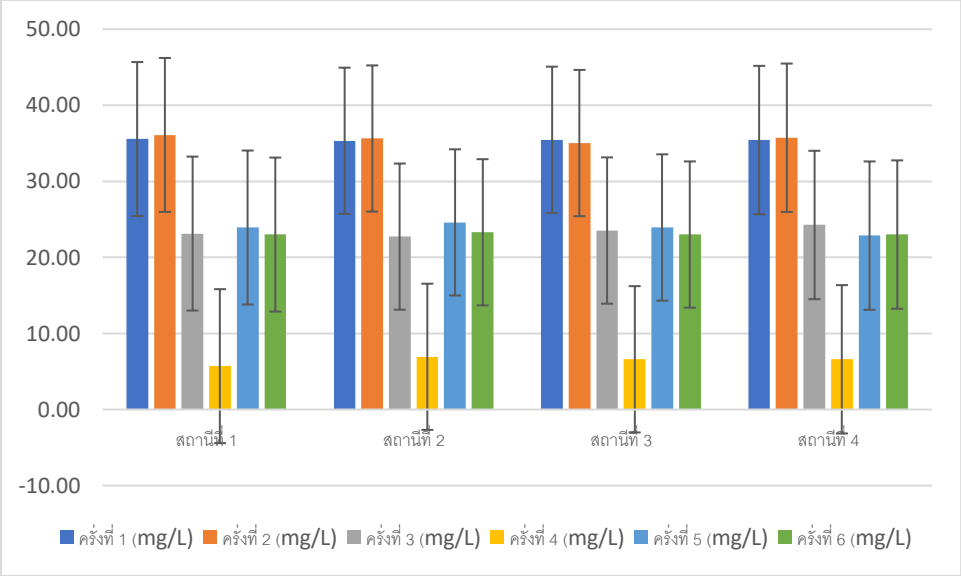
ภาพ 52 เปรียบเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (เฉลี่ย) ในแต่ละสถานีตลอดการศึกษา

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 จะมีค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์น้อยที่สุดในสถานีที่ 1 แต่จะมีค่าจะมีแนวโน้มเพิ่มในสถานีที่ 2, 3 และ4 ตามลำดับ การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 มีการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นจากสถานีที่ 1, และ2 จะลดลงในสถานีที่3 และ4 การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 6 ค่าเพิ่มขึ้นในสถานีที่ 2 จะมีค่าลดในสถานีที่ 3 และ 4 ตามลำดับ (**ภาพ 53**)



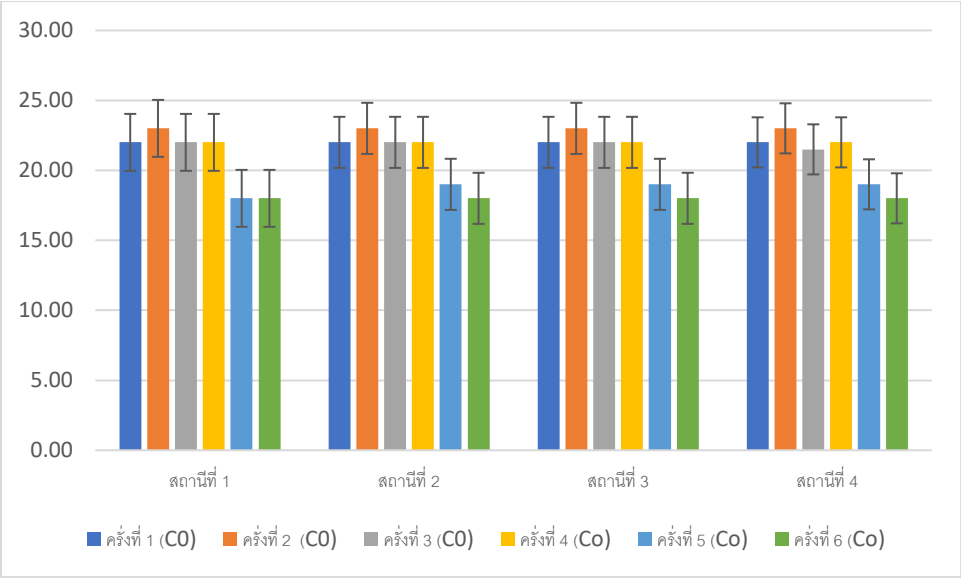
ภาพ 53 เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (เฉลี่ย) ในแต่ละสถานีตลอดการศึกษา

ความกระด่างของน้ำ (Alkalinity) ในแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างจะพบว่ามีค่าสูงสุดในการเก็บครั้งที่ 1 และ 2 จะมีค่าต่ำสุดในการเก็บครั้งที่ 4 (**ภาพ 54**)



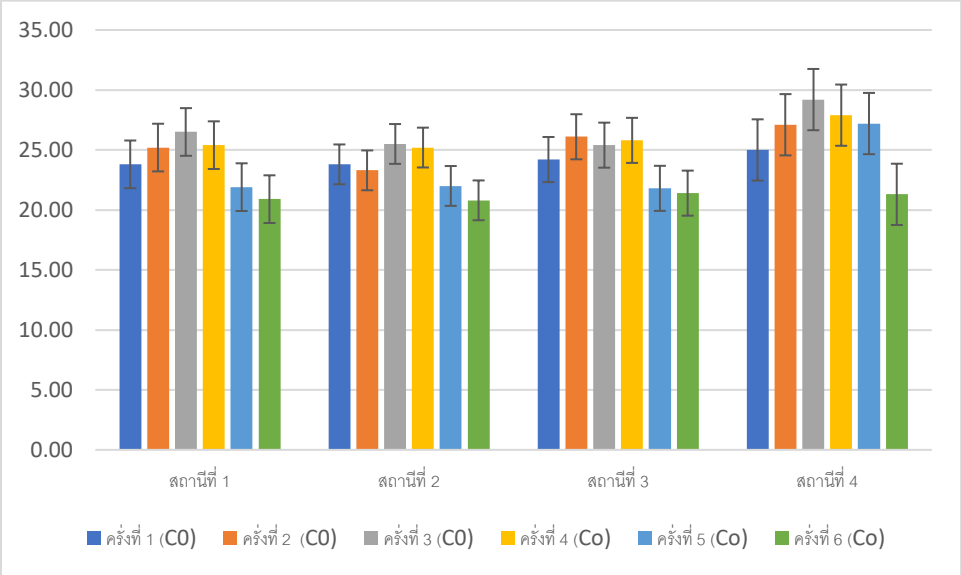
ภาพ 54 เปรียบเทียบความกระด่างของน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

อุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ในแต่ละสถานีไม่มีความต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างจะพบว่ามีอุณหภูมิที่ลดลงในครั้งที่ 5 และ 6 (**ภาพ 55**)



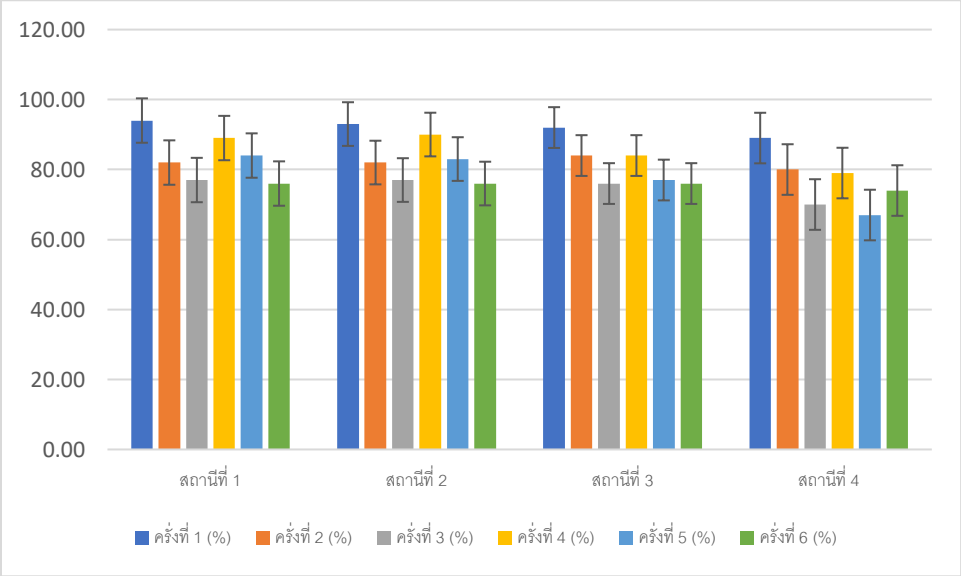
ภาพ 55 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศครั้งที่ 1 ถึง 3 และมีแนวโน้มที่ลดลงของอุณหภูมิอากาศครั้งที่ 4 – 6 ซึ่งในครั้งที่ 6 มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละสถานีพบว่ามีค่าอุณหภูมิอากาศที่ลดลงจากสถานีที่ 1 ถึง 4 ลดลงตามลำดับ (**ภาพ 56**)



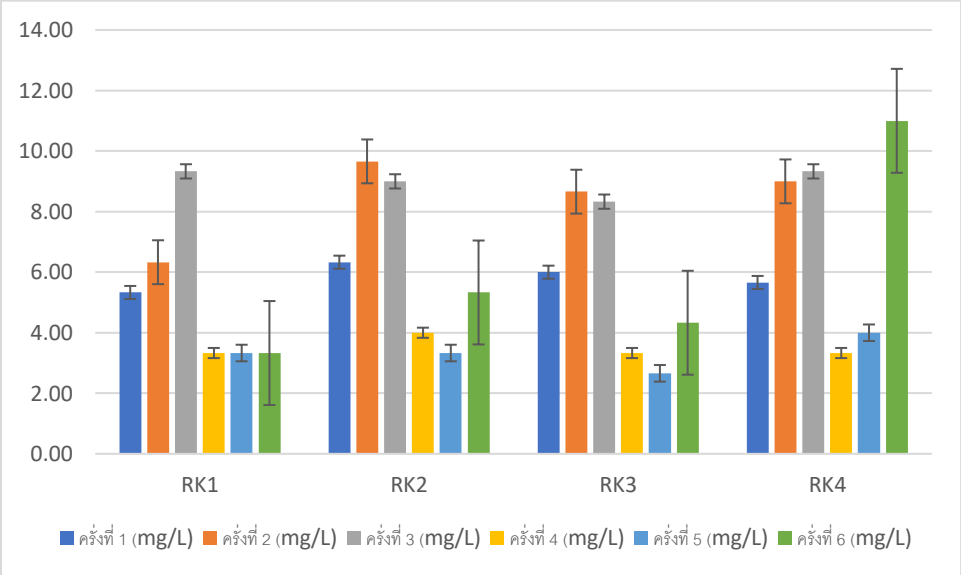
ภาพ 56 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ความชื้นอากาศ (Humidity) มีค่าความชื้นของอากาศจะมีแนวโน้มลดลงจากสถานีที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่าง มีค่าที่จะมีแนวโน้มลดลงจากครั้งที่ 2 และ3 ลดลงจากครั้งที่ 1 อีกทั้งยังมีค่าเพิ่มขึ้นในครั้งที่ 4 จากนั้นลดลงในครั้งที่ 5 และ6 (**ภาพ** 57)



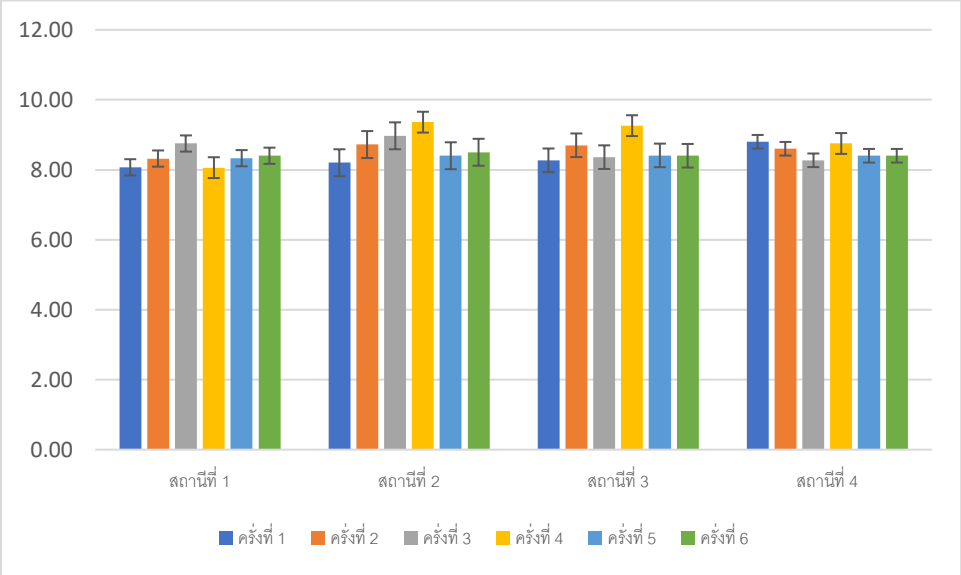
ภาพ 57 เปรียบเทียบความชื้นอากาศในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ค่าความขุ่นของน้ำ (Turbidity) ค่าความขุ่นของน้ำจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จะมีแนวโน้มลดลงในครั้งที่ 4 และ 5 และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในครั้งที่ 6 สถานีที่ 4 ครั้งที่ 6 พบว่ามีค่ามากที่สุด และสถานีที่ 3 ครั้งที่ 5 จะมีความขุ่นน้อยที่สุด **(ภาพ 58)**



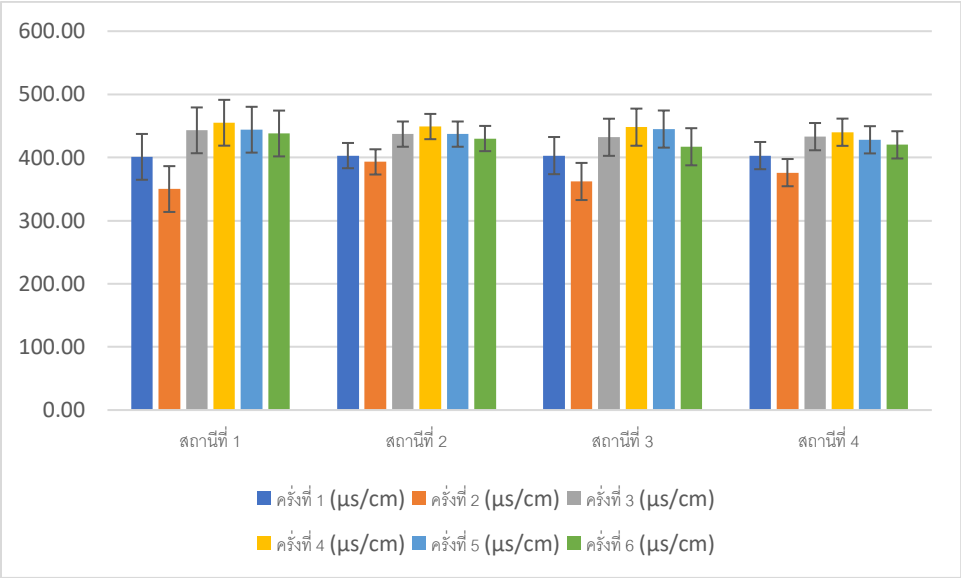
ภาพ 58 เปรียบเทียบความขุ่นของน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ความเป็นกรด ด่างของน้ำ (pH) มีการเพิ่มขึ้นของค่ากรด ด่างของน้ำจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสถานีที่ 1 ถึง 3 และจะมีแนวโน้มะลดลงในสถานีที่ 4 โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 จะมีค่าสูงสุดสถานีที่ 2 9.36 และต่ำสุดสถานีที่ 1 8.06 (**ภาพ 59**)



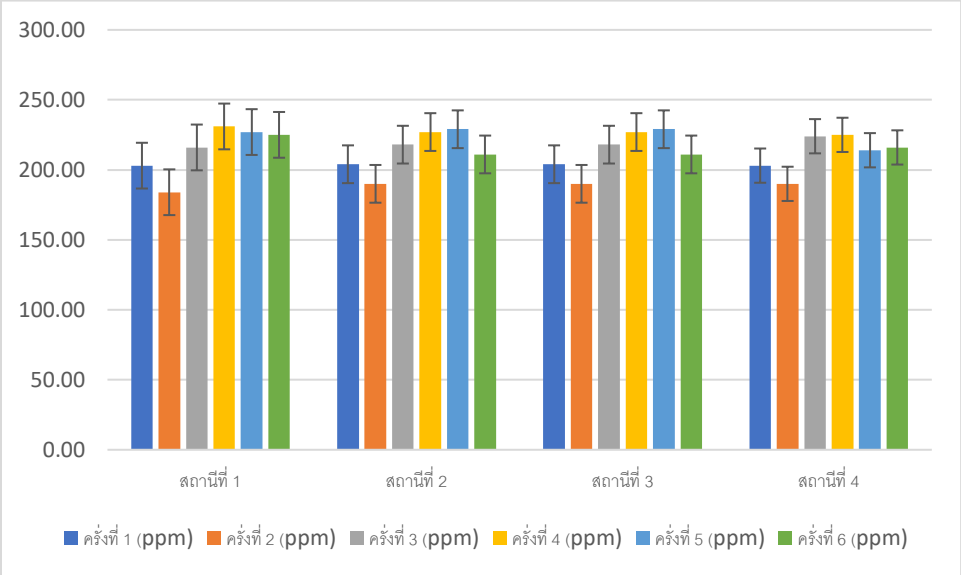
ภาพ 59 เปรียบเทียบความกรด ด่างของน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) มีค่าการนำไฟฟ้าของครั้งที่ 2 ลดลงจากครั้งที่ 1 จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในครั้งที่ 3 และ4 ตามลำดับ และจะมีแนวโน้มลดลงในครั้งที่ 5 และ6 ตามลำดับ (**ภาพ** 60)



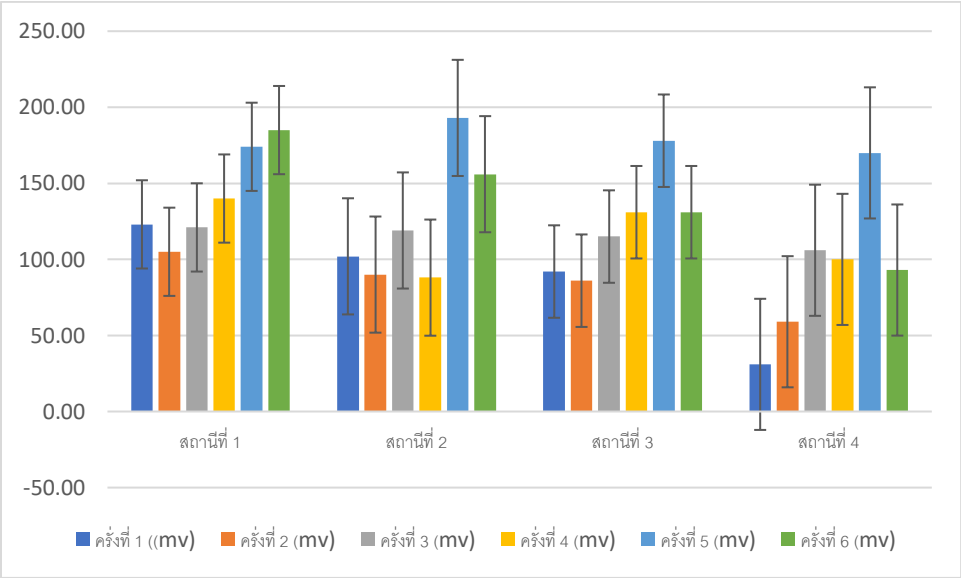
ภาพ 60 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Disolved Solids) มีค่าการนำไฟฟ้าของครั้งที่ 2 ลดลงจากครั้งที่ 1 จะเพิ่มขึ้นในครั้งที่ 3 และ 4 ตามลำดับ และจะลดลงในครั้งที่ 5 และ 6 ตามลำดับ (**ภาพ 61**)



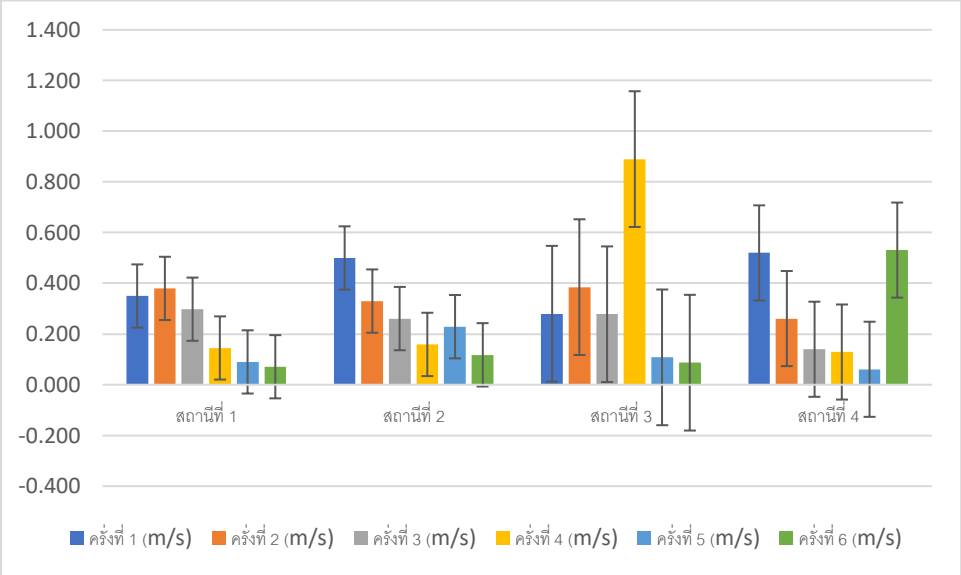
ภาพ 61 เปรียบเทียบค่าของแข็งที่ละลายในน้ำรวมในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ค่า Oxidation Reduction มีค่าต่ำที่สุดในจุดที่ 1 ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และมีค่าสูงสุด ในสถานีที่ 2 ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5 และมีจะมีแนวโน้มที่ลดลงของสถานีที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (**ภาพ 62**)



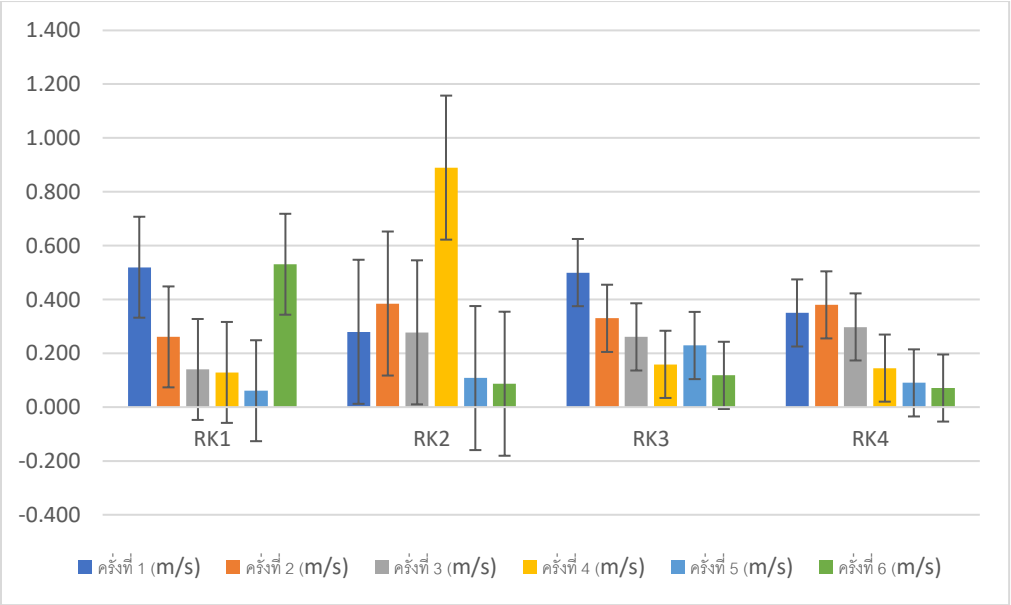
ภาพ 62 เปรียบเทียบ Oxidation Reduction ในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

พื้นที่หน้าตัด (Cross-sectional area) พื้นที่หน้าตัดของลำธารของสถานีที่ 2 มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่าในทุกสถานี ในสถานีที่ 1 มีพื้นที่หน้าตัดมากที่สุดในครั้งที่ 4 และสถานีที่ 1 ของครั้งที่ 6 มีพื้นที่หน้าตัดน้อยที่สุด (**ภาพ 63**)



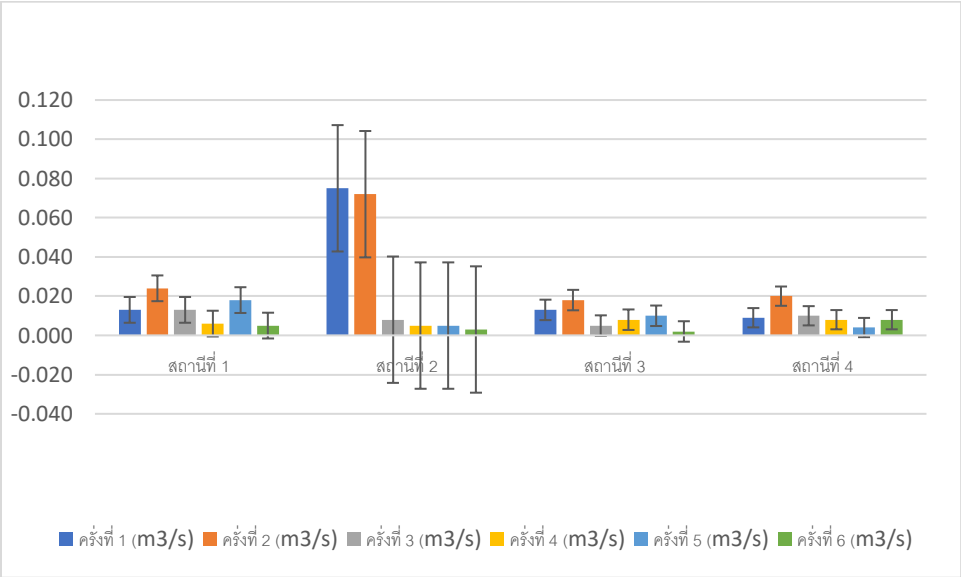
ภาพ 63 เปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดรวมในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ความเร็วกระแสน้ำ (Velocity) ในสถานีที่ 2 มีความเร็วกระแสน้ำ มากที่สุดในครั้งที่ 4 และสถานีที่ 1 ของครั้งที่ 5 มีความเร็วกระแสน้ำ น้อยที่สุด (**ภาพ 64**)



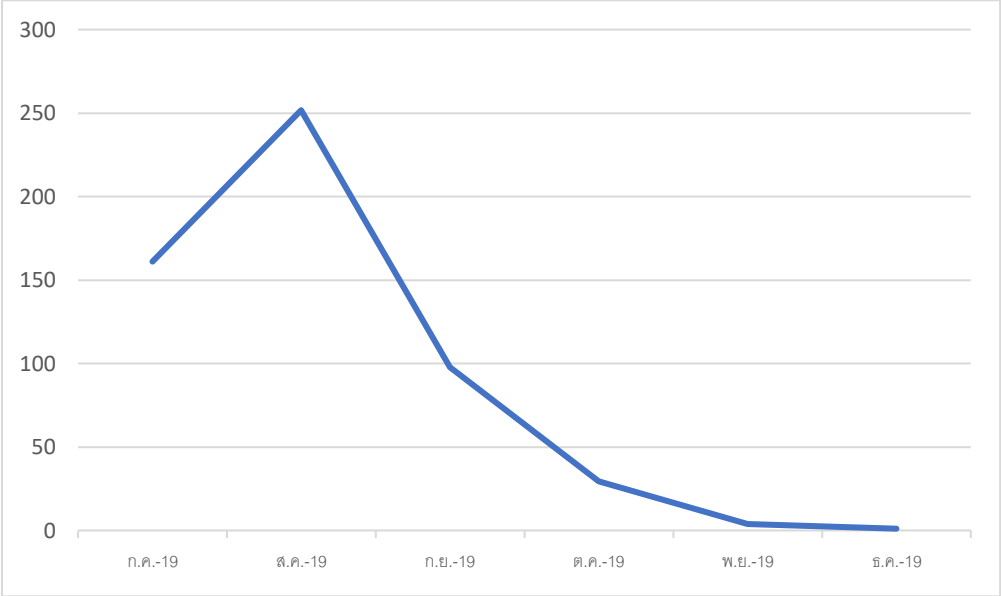
ภาพ 64 เปรียบเทียบความเร็วกระแสในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ปริมาณน้ำ (Water content) สถานีที่ 3 มีปริมาณน้ำมากที่สุดในครั้งที่ 1 และ 2 จุดที่ 2 ของครั้งที่ 6 มีปริมาณน้อยที่สุด (**ภาพ 65**)



ภาพ 65 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา

ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มของในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงสิงหาคม จากนั้นจึงมีงมีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนที่ลดลงในเดือน กันยายน ถึงเดือน ธันวาคมตามลำดับ โดยที่ในเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 251.7 มิลลิเมตร และน้อยที่สุด ในเดือนธันวาคม 1.06 มิลลิเมตร (**ภาพ 66**)



ภาพ 66 แนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงที่ทำการศึกษา

สถิติ ANOVA ในทุกดัชนีความหลากหลายค่าพารามิเตอร์ไม่มีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 13 ค่าสถิติ ANOVA ของดัชนีความหลากหลาย พารามิเตอร์ทางกายภาพเคมี ในแต่ละสถานี ที่ความเชื่อมัน 95%

Parameter / INDEX	$F_{0.05(3,15)}$
Shannon–Wiener	0.575
Richness	0.194
Evenness	0.684
จำนวนตัว (ตัว)	0.653
จำนวน Family	0.300
Dissolved oxygen (mg/L)	0.423
Biochemical Oxygen Demand	0.596
Alkalinity (mg/L)	0.00035
Water temperature (°C)	0.022
Air temperature (°C)	1.351
Humidity (%)	1.013
Turbidity (mg/L)	0.432
pH	1.338
Conductivity (µS/cm)	0.092
Total dissolved solids (mg/L)	0.023
Oxidation Reduction Potential (mv)	1.576
Cross–sectional area (m^2)	2.981
Velocity (m/s)	0.329
Water content (m^3/s)	1.360

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1 การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำ

จากการศึกษา และได้ทำการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำพบว่าในจุดที่นั้นมีการพบแมลงน้ำตลอดการศึกษาในสถานีที่ 1 นั้นพบว่ามีการพบวงศ์ของแมลงมากที่สุด ในทุกสถานีเก็บตัวอย่างตลอดทั้งการศึกษา แต่เมื่อนำว่าวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายแล้วนั้นพบว่ามีค่าดัชนี Shannon–Wiener, Richness และ Evenness พบว่ามีค่าน้อยที่ในทุกสถานีเก็บตัวอย่างในทางตรงข้ามในสถานีที่ 3 และ4 มีค่าดัชนีความหลากหลายมากกว่า เนื่องจากแหล่งที่อยู่ของแมลงน้ำในแต่สถานีนั้นมีความแตกต่างกันในเฉพาะในสถานีที่ 3 นั้นมีลักษณะของแหล่งที่อยู่ย่อยที่แตกต่างจากสถานีอื่นคือ มีลักษณะของแผ่นหินที่เป็นน้ำตก และแอ่งน้ำใต้น้ำตกซึ่งเป็นที่อยู่เฉพาะของแมลงน้ำบางวงศ์เช่น Blephariceridae, Pyralidae, Simulidae และ Libellulidae เป็นต้น ตลอดการศึกษาในครั้งนี้จะพบในสถานีที่ 3 บนแผ่นหินน้ำตกเท่านั้น ในสถานีที่ 4 จะมีแหล่งที่อยู่ที่แตกต่างจากทุกสถานีโดยที่มีต้นไม้กีดขวางลำธารไว้ และมีพืชริมฝั่ง ถึงแม้สถานีที่ 1 มีการพบวงศ์ของแมลงน้ำมากที่สุด เนื่องมากจากแหล่งที่อยู่ย่อยของแมลงน้ำที่หลากหลายเช่นเดียวกันแต่สิ่งที่ทำให้มีความแตกต่างของค่าดัชนีความหลากหลายที่น้อยกว่าสถานีอื่นนั้นเนื่องมาจากในสถานีที่ 1 มีความอ่อนไหวของแหล่งที่อยู่ย่อยมากกว่าสถานีอื่น ๆ ในแต่ละครั้งที่ทำการศึกษานั้นมีลักษณะของลำธารที่แตกต่างกัน โดยที่ความเร็วกระแสน้ำนั้นมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายจะสังเกตได้จาก (ภาพ 64) ที่จำนวนแมลงน้ำที่ และ วงศ์ของแมลงน้ำที่สูงสุด และต่ำสุด บ่งบอกถึงมีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแมลงน้ำที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจะแตกต่างจากสถานีที่ 3 ที่เป็นแผ่นหินซึ่งมีความแข็งแรง และสถานีที่ 4 จะมีต้นไม้กีดขวางลำธารทำให้ชะลอกระแสน้ำทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งที่อยู่ย่อยของแมลงได้ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลาย และการกระจายตัวของแมลงน้ำ ในลำธารต้นน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยจำนวนวงศ์ของแมลงน้ำมีความหลากหลายค่อนข้างมากโดยพบจำนวน 84 วงศ์ ซึ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาลำธารในภาคเหนือของประเทศไทย และประเทศข้างเคียง โดยสืบเนื่องมากจากความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และความหลากหลายของถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำที่มีการรบกวนน้อยจะพบความ

หลากหลายของแมลงน้ำ ที่มากกว่าในลำธารที่มีการเปลี่ยนของแหล่งที่อยู่ของแมลง (รุ่งนภา ทากัน และทัตพร คุณประดิษฐ์, 2560)

การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน อันดับ ของแมลงที่พบในแต่ละจุดของในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกันออกไปนั้นจะขึ้นกับปัจจัยจำกัดของอาหาร การเปลี่ยนแปลงทางด้านปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยทางเคมีเคมี จะเห็นได้จากในการเก็บตัวอย่างข้อมูลการพบสัดส่วนของแมลงที่กลุ่มของแมลงชีปะขาว อันดับ Ephemeroptera ที่พบสัดส่วนของแมลงน้ำในกลุ่มนี้มากที่สุดในช่วงของการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และ2 ในทุกจุดที่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง ซึ้งจะพบมากในวงศ์ Heptageniidae และ วงศ์ Leptophlebiidae ที่มีบทบาทการกิน Gatherer Collector หรือ Scraper ซึ้งจะบ่งบอกได้ว่าในช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และ2 มีกลุ่มของสาหร่ายยึดเกาะมาก เพราะในในทุกสถานีมีเรือนยอดไม้ปกคลุมลำธารไม่ครอบคลุมทุกส่วนของลำธารจึงยังมีแสงส่องถึงยังลำธารทำให้เกิดสร่ายยึดเกาะทำให้เป็นแหล่งอาหารที่มีมากพอให้เกิดการแพร่กระจ่ายของแมลงในกลุ่มนี้มากอีกทั้ง 2 วงศ์ ซึ่งจะแตกต่างจากกลุ่มแมลงน้ำกลุ่มอื่น ที่อาจมีบทบาทการกินเป็น Gatherer Collector หรือ Scraper เหมือนกัน แต่อาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำ วงศ์ Elmidae (Larvae) เนื่องจากในการเก็บครั้งที่ 1 และ2 นั้นในช่วงเก็บตัวอย่างเกิดฝนตกทำให้มีความเร็วของกระแสน้ำที่มากทำให้ทุกพัดพาได้ง่ายกว่า families Heptageniidae และวงศ์ Leptophlebiidae ยึดเกาะตามโขดหิน เมื่อพิจารณาสัดส่วนของอันดับ Trichoptera ที่เพิ่มขึ้นในช่วงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงครั่งที่ 4 และลดลงในช่วงการเก็บครั้งที่ 6 ซึ่งเนื่องมากในการเก็บเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1, 2 และ3 นั้นอยู่ในช่วงฤดูฝนจึงมีประมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น จึงพบสัดส่วนของอันดับ Trichoptera ที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ เมื่อเข้าในช่วงของการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 จะปริมาณฝนที่ตกลดลงทำให้ปริมาณน้ำลดลงตามไปด้วยการที่ปริมาณน้ำที่ลดลงนี้มีผลต่อออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ลดลงจึงทำให้เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ แมลงหนอนปลอกน้ำเร่งการเจริญเพื่อเข้าสู้ระยะดักแด้ เพื่อพัฒนาไปสู่ระยะของตัวเต็มวัยเพื่อเป็นการหลบหนีจากสภาวะแห้งแล้ง จึงทำให้สัดส่วนของอันดับ Trichoptera ลดลงตามไปด้วย ตรงกับงานวิจัยที่ทำการสำรวจตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำที่สำรวจไม่พบในลำธารหลังจากน้ำหยุดไหลซึ่งอาจเกิดจากการไม่สามารถอยู่รอดได้ในที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ (Resh et al., 2008) ส่วนดักแด้ของริ้นดำ และแมลงหนอนปลอกน้ำที่เคยพบในช่วงปลายระยะน้ำไหลอาจเจริญเติบโต ออกจากดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัยบินไปจากลำธารเพื่อหาที่วางไข่ (Chapman et al., 2004)

ในการปรากฏตัวของแมลงน้ำในการทำการวิจัยในครั้งนี้ตลอดการเก็บตัวอย่างจะพบได้ว่ามีแมลงน้ำที่สามารถพบได้ทุกครั้ง ทุกสถานีเก็บตัวอย่างในบาง families พบเพียงครั้งเดียวมีเพียงตัวเดียวเท่านั้น เป็นผลมาจากพฤติกรรมการอาศัยในแหล่งที่อยู่ที่แตกต่างการอีกทั้งยังมีปัจจัยทางด้านกายภาพเคมีเข้ามาเกี่ยวที่เห็นชัดเจนคือ วงศ์ Tipulidae, วงศ์ Hydropsychidae, วงศ์ Heptageniidae, families Leptophlebiidae และ วงศ์ Perlidae ที่สามารถพบได้มีจำนวนที่มากพบได้ทั่วไป เนื่องมีพฤติกรรมการปรับตัวให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมคุณภาพน้ำได้มากกว่าแมลงน้ำชนิดอื่น ๆ และปัจจัยทางด้านกายภาพ และเคมี เหมาะสมต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อนแมลงน้ำในวงศ์ Hydropsychidae อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อความหนาแน่นในครั้งที่ 1 – 4 ที่มีอุณหภูมิน้ำอยู่ในระหว่าง 22 – 23 องศาเซลเซียส มีการพบวงศ์ Hydropsychidae ได้มากกว่าในครั้งที่ 5 และ6 ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 18 – 19 องศาเซลเซียส จะสอดคล้องกับการศึกษานี้ปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อความหลากหลายของแมลงน้ำลุ่มแม่น้ำแม่ตาว แม่กุ จังหวัดตาก ที่พบว่าอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นอาจมีผลทำให้ความหนาแน่นและความหลากหลายของวงศ์ Hydropsychidae ในลุ่มน้ำแม่เต่าและแม่กุมากขึ้น อุณหภูมิเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่กำหนดการกระจายของวงศ์ Hydropsychidae (Kimura et al. 2008) อุณหภูมิของน้ำ และออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีผลต่อการแพร่กระจายของอันดับ Plecoptera ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าในการกระจายตัวพบวงศ์ Perlidae ในทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างในทุกสถานี เนื่องจากวงศ์ Perlidae ชอบที่จะอยู่ในลำธารที่มีอุณหภูมิน้ำที่ต่ำ ความเร็วกระแสน้ำที่ไหลเร็ว มีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้มากจึงทำให้พบแพร่กระจายในลำธารนี้ค่อนข้างมากอีกทั้งยังพบอันดับ Plecoptera อีก 2 families คือ วงศ์ Leuctridae และ วงศ์ Peltoperlidae ซึ่งในอันดับ Plecoptera สามารถเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำของลำธารนี้มีคุณภาพน้ำที่ดีทำให้สามารถสรุปได้ว่าลำธารที่ทำการศึกษามีความเหมาะสมกับการแพร่กระจายของอันดับ Plecoptera ซึ่งในการศึกษานี้ปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อความหลากหลายของแมลงน้ำลุ่มแม่น้ำแม่ตาว แม่กุ จังหวัดตาก ได้กล่าวว่าอันดับ Ephemeroptera, อันดับ Plecoptera และอันดับ Trichoptera มักถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำที่ดี (Crisci–Bispo et al. 2007; Qu et al. 2010) การศึกษาแม่น้ำในประเทศไทย และฟิลิปปินส์พบว่ามีวงศ์ Perlidae, วงศ์ Nemouridae, วงศ์ Leuctridae และวงศ์ Peltoperlidae (Boonsoong & Sangpradub 2008) การที่ไม่พบของวงศ์ในลุ่มน้ำแม่เตาและแม่กุอาจเป็นเพราะสภาพที่ไม่เหมาะสม (เช่นอุณหภูมิ) ในการแพร่กระจายของอันดับ Plecoptera นอกจากที่จะพบวงศ์ Tipulidae, วงศ์ Hydropsychidae, วงศ์

Heptageniidae, วงศ์ Leptophlebiidae และ วงศ์ Perlidae แพร่กระจายได้ทั่วไปแล้วนั้น ยังมีแมลงน้ำวงศ์ Libellulidae, วงศ์ Blephariceridae และ วงศ์ Pyralidae ที่พบเป็นจำนวนที่น้อยซึ่งจะสามารถพบได้ในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 เท่านั้น และพบในแหล่งที่อยู่เป็นแผ่นหินบนน้ำตกเท่านั้นโดยลักษณะทางสรีรวิทยาของ ทั้ง 3 วงศ์ ปรับตัวให้สามารถอยู่ได้ในแผ่นหินลาดชันมีกระแสน้ำที่ไหลเร็ว เช่น วงศ์ Libellulidae มีลักษณะของระยางขาที่แข็งแรงสามารถสามารถยึดเกาะกับแผ่นหินได้ดีมากขึ้น วงศ์ Blephariceridae มีลักษณะของปุ่มเนื้อด้านท้องที่พัฒนามาทำหน้าดูดยึดติดกับพื้นผิวได้ดีมากทำให้ถึงแม้จะอยู่ในแหล่งที่อยู่ที่เป็นแผ่นหินลาดชัน มีกระแสน้ำที่แสงก็สามารถยึดติดกับพื้นผิววัตถุได้ดี

ดังนั้นการที่จะพบแมลงน้ำในแต่ละชนิดนั้นจะขึ้นของกับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมในด้านของแหล่งที่อยู่ของแมลงน้ำยิ่งมีความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัยมาก ปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่น ปริมาณน้ำที่ไหลตลอดทั้งปีซึ่งจะมีปริมาณที่มาก หรือน้อยจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของน้ำที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ 21 องศาเซลเซียสตลอดทั้งการศึกษาซึ่งมีผลทำให้มีผลต่อปัจจัยทางด้านเคมี เช่น ออกซิเจนที่ละลายในน้ำสามารถที่จะละลายในน้ำได้ดียิ่งขึ้นทำให้มีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 7.8 mg/L โดยเฉลี่ยมีค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ 1.0 mg/L ตลอดการศึกษา เป็นต้น ปัจจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงอาจจะสรุปได้ว่าปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม กายภาพ เคมี นั้นมีผลต่อการกระจายตัวของแมลงน้ำ และความหลากหลายของแมลงน้ำ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายและการกระจายตัวของแมลงน้ำร่วมกับคุณภาพน้ำในลำธารต้นน้ำแม่แจ่ม อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่เมื่อพิจารณาคุณลักษณะของน้ำและการกระจายตัวของแมลงน้ำพบว่าการกระจายตัวของแมลงน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันโดยปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือฤดูกาลและลักษณะที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำ เป็นแหล่งน้ำที่มีพื้นท้องน้ำเป็นหินและทราย พืชริมฝั่ง น้ำไหลแรงและเร็วทำให้พบแมลงน้ำมีผลต่อปริมาณการพบแมลงน้ำแต่เมื่อพิจารณาถึงจำนวนวงศ์ที่พบกลับมีมากไม่แตกต่างกัน ในขณะเดียวกันพื้นท้องน้ำเป็นโคลนและมีขนาดเล็กซึ่งทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำไม่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับบางกลุ่มเท่านั้นซึ่งในจุดศึกษานี้เองพบกลุ่มแมลงน้ำวงศ์ Chironomidae เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นโดยพบจำนวนตัวค่อนข้างมาก อันเนื่องมาจากมีที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของวงศ์ Chironomidae (รุ่งนภา ทากัน และทัตพร คุณประดิษฐ์, 2560)

5.2 การศึกษาบทบาทการกิน และการใช้บทบาทการกินประเมิณสภาพระบบนิเวศลำธาร

จากการได้แยกกลุ่มแมลงตามบทบาทการกิน จะแบ่งแมลงตามบทบาทการกินได้ดังต่อไปนี้ Scraper, Shredder, Gatherer Collector, Filterers Collector และ Predator และพบว่ามีแมลงกลุ่มที่มีความหลากหลายของบทบาทการกิน ได้แก่อันดับ Coleoptera, อันดับ Trichoptera และอันดับ Diptera กลุ่มที่มีความหลากหลายของบทบาทการกินน้อยที่สุด ได้แก่ อันดับ Odonata, อันดับ Hemiptera, อันดับ Megaloptera และ อันดับ Lepidoptera ที่มีบาทบาทการกินเพียงอย่างเดียวจากการรวบรวม และประเมิณระบบนิเวศลำธารพบว่าจะพบว่าลำธารนี้เป็นแบบ Autotrophic หรือ Heterotrophic ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตในระบบนิเวศ คือสาหร่ายยึดเกาะ (Periphyton) ซึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการจะเจริญเติบโตของสาหร่ายยึดเกาะ (Periphyton) ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านปริมาณแสง และระยะเวลาที่ปริมาณแสงส่องไปยังลำธาร ซึ่งจากผลการทดลองในแต่ละสถานี ในแต่ละครั้งที่ทำการศึกษา มีความเป็น Autotrophic และ Heterotrophic ที่แตกต่างกันเนื่องจากในสถานีเก็บตัวอย่างในแต่ละสถานีนั้นมีเรือนยอดของต้นไม้ปรกคลุมลำธารที่แตกต่างกันทำให้พบมีความเป็น Autotrophic และ Heterotrophic ที่แตกต่างกันออกไป ในสถานีที่ 3 ของครั้งที่ 2 และ3 มีการเจริญเติบโตของต้นไม้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนทำให้มีการปรกคุมของเรือนยอดไม้บริเวณลำธารในสถานีที่ 2 ค้อนข้างมากจึงทำให้ปริมาณแสงส่องถึงลำธารได้น้อยจึงเกิดเป็นสภาพลำธารแบบ Heterotrophic เมื่อเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝน เป็นฤดูหนาวเริ่มการผลัดใบของต้นไม้ในป่าเต็งรังทำให้มีปริมาณแสงส่องถึงไปยังลำธารได้มากขึ้นทำให้มีเจริญเติบโตของสาหร่ายยึดเกาะ (Periphyton) จึงทำให้ระบบนิเวศลำธารเปลี่ยนจาก Heterotrophic ไปเป็น Autotrophic ในครั้งที่ 4, 5 และ6 โดยในครั้งที่ 6 ในเป็นแบบ Autotrophic ทุกสถานี โดยที่มีงานวิจัยการใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมิณสภาพระบบนิเวศในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ–ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยที่ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ –ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ลำธารใน 2 พื้นที่มีกลไกการรับและสร้างอาหารต่างกันกล่าวคืออุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์สภาพป่าบริเวณที่ศึกษาเป็นค่อนข้างเป็นป่าดิบเขา (Hill evergreen forest) มีการผลัดใบบ้างแต่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับป่าในเขตดอยสุเทพ–ปุยที่ ศึกษาจะเป็นป่าผสมผลัดใบ (Mix deciduous forest) ส่องลงในลำธารมากและนานขึ้นกลุ่มสาหร่ายซึ่งเป็นผู้ผล scraper (Mix deciduous forest) ซึ่งจะมีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้งทำ

ให้มีแสงนานขึ้นกลุ่มสาหร่ายซึ่งเป็นผู้ผลิตในระบบจึงมีโอกาศทำหน้าที่ได้มากขึ้นที่จะตรวจตรวจพบว่าลำธารมีการเปลี่ยนจากระบบที่เป็น Heterotrophic ไปเป็น Autotrophic (อาทิตย์ นันทขว้าง, 2544) อนุภาคสารอาหารที่มีอยู่ในลำธารที่มีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) และอนุภาคขนาดเล็ก (FPOM) ของลำธารนั้นจะขึ้นอยู่กับการล่วงหล่นของเศษซากอินทรีย์ขนาดในที่มาจากนอกระบบ เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ พืชริมฝั่ง เศษซากของพืช เป็นต้น ซึ่งเมื่อมีอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) ตกลงสู่ลำธารมากเท่าไหร่จะทำให้มีลักษณะ CPOM เกินขึ้น เมื่อเกิดการแตกหักของอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) โดยเกิดการแตกโดยกระแสที่พัดพาอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) หรือการแตกหักโดยการกัดกินของกลุ่มแมลงที่มีบทบาทการกินเป็น Shredder จะทำให้อนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) แตกหักเป็นอนุภาคขนาดเล็ก (FPOM) เมื่อมีความเร็วกระแส และปริมาณน้ำที่มากขึ้นจะมีผลทำให้เกิดการแตกหักของอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) ทำให้เกินเป็นอนุภาคขนาดเล็ก (FPOM) ได้มากขึ้นตามไปด้วย โดยในครั้งที่ 5 จะเห็นได้ว่าในสถานีที่ 1 จะมีกระแสน้ำที่พัดพาเอาอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) ไปยังสถานีที่ 2 ที่บริเวณสถานีนี้นั้นจะมีลักษณะของน้ำตกที่บริเวณใต้น้ำตกมีแอ่งน้ำขนาดใหญ่ที่ทำให้อนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) ถูกกักเก็บไว้ทำให้มีกลุ่มของแมลงที่มีบทบาทการกินเป็น Shredder มากัดกินให้อนุภาคนั้นเล็กลงด้วยทั้งการพัดพาโดยกระแสน้ำ และการกัดกินของแมลงนั้นทำให้ในสถานีที่ 3 และ4 พบอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็ก (FPOM) ที่เด่นชัดขึ้นมา ซึ่งเมื่อทำการปรียบตลอดทั้งการศึกษาพบว่าในครั้งที่ 1, 2 และ3 นั้นอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็กและเริ่มพบเอาอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) ในครั้งที่ 4, 5 และ6 เนื่องจากในช่วงครั้งที่ 1, 2 และ3 เป็นฤดูฝนทำให้ที่มีความเร็วกระแสน้ำ และปริมาณน้ำที่มากขึ้น จะทำให้เกิดการพัดพาอนุภาคอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) จากต้นน้ำไปยังปลายน้ำทำให้มีการแตกหักของอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) มากทำให้มีลักษณะที่เป็นอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็ก (FPOM) ในครั้งที่ 1, 2 และ3 และเมื่อปริมาณน้ำ ความเร็วกระแสน้ำลดลง ทำให้อัตราการแตกของอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) ได้น้อยลง และเกิดการกักเก็บอนุภาคขนาดใหญ่ (CPOM) ไว้ทำให้มี CPOM ปรากฏขึ้นในครั้งที่ 4, 5 และ6 อีกทั้งความเร็วกระแสน้ำ ปริมาณน้ำ ยังมีผลต่ออนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็ก (FPOM) ที่มี 2 รูปแบบคือ อนุภาคอินทรีย์ขนาดเล็กที่เป็นตะกอนหนัก (BFPOM) ที่อยู่ตามพื้นท้องน้ำ และอนุภาคอินทรีย์ขนาดเล็กที่เป็นตะกอนเบาที่ไหลไปกับกระแสน้ำ (TFPOM) จะเห็นได้ว่าในครั้งที่ 1 เป็นช่วงเริ่มต้นของฤดูฝน จะยังมี BFPOM ที่ถูกเก็บกักไว้เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ความเร็วกระแสน้ำที่มากทำให้มีอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็ก (FPOM) เป็นแบบ TFPOM และเมื่อเข้าฤดูหนาวที่

ปริมาณความถี่ของการเกิดฝนตกน้อยลงทำให้มีปริมาณน้ำ และความเร็วกระแสน้ำที่ลดลงจึงทำให้ลำธารมีความสามารถในการกักเก็บ BFPOM ไว้ได้มากขึ้นทำให้ในครั้ง 5 และ6 อนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็ก (FPOM) ที่อยู่ในรูปแบบ BFPOM ในประเมิณสภาพลำธารในด้านของความคงทนของพื้นท้องน้ำนั้นมีลักษณะที่มีโขดหินขนาดหินขนาดใหญ่ ก้อนหิน มีลักษณะของแผนหินน้ำตกซึ่งลักษณะของพื้นท้องน้ำที่มี Substrates ที่กล่าวมาทำให้มีความคงทนของพื้นท้องน้ำที่มากมีการเปลี่ยนแปลงของพื้นท้องน้ำที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบสมดุลของผู้ล่ากับเหยื่อพบว่าจะพบผู้ล่าที่มากใช้ช่วงครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 ซึ้งบ่งบอกได้ถึงประชากรของเหยื่อที่มีความอุดมสมบูรณ์ทำให้มีผู้ล่ามาก ซึ่งลำธารที่ทำการศึกษาน่าจะมีความเหมาะสมต่อการเจริญของประชากรเหยื่อทำให้ประชากรเหยื่อมีอัตราการทดแทนส่วนที่ถูกกินหรือหายไปสูงจนเพียงพอที่ประชากรผู้ล่าที่มีมาก (Isara Thanee and Chitchol Phalaraksh, 2012)

5.3 การศึกษาด้านคุณภาพน้ำกายภาพ และเคมี

เมื่อนำข้อมูลนำไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ONE WAY ANOVA พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% โดยที่จะผลการเก็บรวบรวมผลการทดลองนั้นจะเห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนของคุณภาพน้ำกายภาพ และเคมี จะเห็นได้ว่าทางด้านกายภาพ พื้นที่หน้า ความเร็วกระแสน้ำ ปริมาณน้ำ ที่มีการเปลี่ยนนั้นจะมีผลมากจากปริมาณน้ำฝน และความถี่ของฝนที่ตกในมีส่วนที่จะช่วยให้มีการเพิ่มปริมาณน้ำ มากขึ้นทำให้พบบางช่วงของการตรวจวัดพื้นที่หน้าตัดนั้นมีความกว้าง แคบไม่เท่ากัน อีกทั้งยังมีลักษณะของวัตถุ ในลำธาร เช่น โขดหินขนาดใหญ่ ก้อนหิน น้ำตก พืชริมฝั่ง เป็นต้น ที่มีผลต่อการกรีดขวางน้ำช่วยลดความเร็วของกระแสน้ำ และการไหลของน้ำ โดยที่ปัจจัยทางด้านกายภาพเหล่านี้จะมีผลต่อการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางด้านเคมีในค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ที่เกิดจากการที่น้ำนั้นสัมผัสกับออกซิเจนที่อยู่ในอากาศเป็นการเพิ่มออกซิเจนในลำธาร ถ้าในช่วงของการตรวจวัดค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำนั้นมีความเร็วกระแสน้ำที่มาก มีฝนตก และปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งคืออุณหภูมิของน้ำที่ยิ่งน้ำมีอุณหภูมิที่ต่ำ จะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ดีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ (กราฟที่ 1) ในครั้งที่ 4 จะมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่าครั้งอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าอุณหภูมิของน้ำที่สูงกว่าทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่าง ในส่วนของค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์นั้นจะขึ้นอยู่กับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในลำธารที่จะถูกกักเก็บไว้ในลำธารในช่วงที่ทำการศึกษาพบว่ามีค่าค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ต่ำเป็นผลมาจากการที่สารอินทรีย์ต่าง ๆ ถูกกักเก็บไว้ในช่วงเวลาที่ค้อนข้างสั้นทำให้มีค่าออกมาไม่มากนัก โดยที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำ มี

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.2 – 7.8 mg/L และค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.7 – 1.2 mg/L เมื่อนำไปเปรียบเทียบมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษพบว่า อยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 1 แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อนเหมาะแก่การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐานการอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2535) ในการศึกษาครั้งนี้เป็นที่หน้าสนใจในส่วนของค่าความกระด่างของน้ำนั้นในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 นั้นมีค่าความกระด่างต่ำกว่าจากการเก็บตัวอย่างครั้งอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากในปริมาณน้ำฝนที่ลด และอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นทำให้การละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปยังน้ำในลำธารได้ไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบครั้งที่ 1, 2 และ 3 ที่มีอุณภูมิใกล้เคียงกับครั้งที่ 4 แต่มีปริมาณของฝนที่ตกมากกว่าครั้งที่ อีกทั้งเมื่อน้ำครั้งที่ 4 เปรียบเทียบกับครั้งที่ 5 และ6 มีปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่าครั้งที่ 4 แต่มีอุณหภูมิของน้ำที่ต่ำกว่า โดยค่าความกระด่างของน้ำยิ่งมีค่าที่น้อยลงจะส่งผลต่อระบบบัฟเฟอร์ของน้ำส่งผลให้ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงได้ง่ายยิ่งขึ้น ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำรวมยิ่งมีค่าสูงจำบ่งบอกว่ามีของแข็งที่ละลายในน้ำในลำธารที่มาก ซึ่งจะสามารถแตกตัวให้เป็นไอออนต่างๆ ดังนั้นเมื่อทำการวัดค่าการน้ำไฟฟ้า จึงจะทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงตามไป ค่าการนำไฟฟ้าหรือของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะวัดปริมาณ (ไอออนอนินทรีย์ เช่นโซเดียมคลอไรด์แมกนีเซียมและแคลเซียมและค่า Oxidation Reduction จะขึ้นอยู่ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุของไอออนในปฏิกิริยาเคมีของสารที่ละลายอยู่ในน้ำ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ.(2560).**เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด**. สืบค้นวันที่ 5 มีนาคม 2563, จาก http://pcd.go.th/.

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ และคณะ. (2560). **ความหลากหลายของแมลงน้ำในแม่น้ำอิง.** รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยพะเยา.

ข้อมูลแผนที่ Google map. (2562). **ตำแหน่งวนอุทยานร่องคำหลวง.** สืบค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2562, จาก http:www.google.co.th/maphl=th

จารุวรรณ สุจริตกุลและคณะ. (2554). **การติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำบางประกายในน้ำทิ้งสถาบันราชภัฏสงขลา.** สถาบันราชภัฏสงขลา: สงขลา

นฤมล แสงประดับ. (2542). **การจำแนกคุณภาพน้ำทางชีวภาพด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน.** วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 3(1): 6-8

พรจรส โตญาติมาก. (2554). **การใช้แมลงน้ำากลุ่ม EPT เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำาในน้ำาตกโตนงาช้าง จังหวัด สงขลา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุมาลี พิตรากูล. (2549). **นิเวศวิทยา**. ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์การศาสนา.

ศิริกัลยา สุวกจิตานนท์และคระง (2541). **การป้องกันและควบคุมมลพิษ.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

อาทิตย์ นันทขว้าง. (2544). **การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมินสภาพระบบนิเวศและคุณภาพน้ำจากลำธารในอุทยานแห่งชาตอดอยสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อาทิตย์ นันทขว้าง. (2552). **การสำรวจความหลากหลายของตัวอ่อนมลงน้ำในเขตพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพในเขตลุ่มน้ำวัง**. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ลำปาง.

อิสระ ธานี. (2541). **วงชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำและคุณภาภน้ำที่ลำธารน้ำแม่กลาง ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อิสระ ธานี. (255). **ความหลากหลายของแมลงน้ำและบทบาทการกินอาหารในลำธาร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Milicky, H. And Chantaramongkol, P., 2010. Neue **Trichopteren aus Thailand.** Teil 2: Rhyacophilidae, Philopotamaidae, Polycentropodidae, Economidae, Psychomyidae, Xiphocentronidae, Helicopsychidae, Odontroceridae, *Linzer biol. Beitr.* 25: 1137–1187.

Mustow, S.E. (2002). **Biological monitoring of rivers in Thailand: Use of the BMWP Score *Hydrobiologia***, 479, 191–229

Merritt. R.T., Cummins, K.W. and Berg, M.B. (2008). **An Introduction and Benthic Macroinvertebrates**. Chapman and Hall, New York.

Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. (1993). **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Chapman and Hall, New York.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางค่าตัวแปรที่วัดตลอดการศึกษา

ภาคผนวก ก ตารางค่าตัวแปรคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีที่วัดตลอดการศึกษา

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (mg/L)	6.86	7.19	7.21	6.68
ครั้งที่ 2 (mg/L)	7.41	7.46	7.76	7.26
ครั้งที่ 3 (mg/L)	7.39	7.56	7.83	6.99
ครั้งที่ 4 (mg/L)	6.58	5.78	5.95	6.23
ครั้งที่ 5 (mg/L)	8.26	8.35	8.5	7.71
ครั้งที่ 6 (mg/L)	8.4	8.5	9.3	8.15

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ที่ต้องการในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biological Oxygen Demand : BOD)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (mg/L)	0.76	0.55	0.68	0.22
ครั้งที่ 2 (mg/L)	2.31	2.17	1.55	1.03
ครั้งที่ 3 (mg/L)	0.82	1.82	2	1.57
ครั้งที่ 4 (mg/L)	0.59	0.37	0.21	0.66
ครั้งที่ 5 (mg/L)	0.66	0.53	0.69	0.51
ครั้งที่ 6 (mg/L)	0.58	1.9	1.46	0.37

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความกระด้างของน้ำ

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (mg/L)	35.43	35.46	35.33	35.56
ครั้งที่ 2 (mg/L)	35.73	35.03	35.63	36.10
ครั้งที่ 3 (mg/L)	24.26	23.53	22.73	23.13
ครั้งที่ 4 (mg/L)	6.60	6.60	6.93	5.70
ครั้งที่ 5 (mg/L)	22.86	23.93	24.60	23.93
ครั้งที่ 6 (mg/L)	23.00	23.00	23.30	23.00

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิน้ำ

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (C^0)	22.00	22.00	22.00	22.00
ครั้งที่ 2 (C^0)	23.00	23.00	23.00	23.00
ครั้งที่ 3 (C^0)	21.50	22.00	22.00	22.00
ครั้งที่ 4 (C^o)	22.00	22.00	22.00	22.00
ครั้งที่ 5 (C^o)	18.00	19.00	19.00	19.00
ครั้งที่ 1 (C^0)	22.00	22.00	22.00	22.00

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิอากาศ

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (C^0)	25.00	24.20	23.80	23.80
ครั้งที่ 2 (C^0)	27.10	26.10	23.30	25.20
ครั้งที่ 3 (C^0)	29.20	25.40	25.50	26.50
ครั้งที่ 4 (C^o)	27.90	25.80	25.20	25.40
ครั้งที่ 5 (C^o)	27.20	21.80	22.00	21.90
ครั้งที่ 6 (C^o)	21.30	21.40	20.80	20.90

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นอากาศ

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (%)	89.00	92.00	93.00	94.00
ครั้งที่ 2 (%)	80.00	84.00	82.00	82.00
ครั้งที่ 3 (%)	70.00	76.00	77.00	77.00
ครั้งที่ 4 (%)	79.00	84.00	90.00	89.00
ครั้งที่ 5 (%)	67.00	77.00	83.00	84.00
ครั้งที่ 6 (%)	74.00	76.00	76.00	76.00

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1	8.80	8.27	8.20	8.07
ครั้งที่ 2	8.60	8.70	8.72	8.32
ครั้งที่ 3	8.27	8.36	8.97	8.75
ครั้งที่ 4	8.75	9.26	9.36	8.06
ครั้งที่ 5	8.40	8.41	8.40	8.33
ครั้งที่ 6	8.40	8.40	8.50	8.40

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่า Electrical Conductivity (EC)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (µs/cm)	403.00	403.00	403.00	401.00
ครั้งที่ 2 (µs/cm)	376.00	362.00	393.00	350.00
ครั้งที่ 3 (µs/cm)	433.00	432.00	437.00	443.00
ครั้งที่ 4 (µs/cm)	440.00	448.00	449.00	455.00
ครั้งที่ 5 (µs/cm)	428.00	445.00	437.00	444.00
ครั้งที่ 6 (µs/cm)	420.00	417.00	430.00	438.00

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่า Total Dissolved Solids (TDS)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (ppm)	203.00	204.00	204.00	203.00
ครั้งที่ 2 (ppm)	190.00	190.00	190.00	184.00
ครั้งที่ 3 (ppm)	224.00	218.00	218.00	216.00
ครั้งที่ 4 (ppm)	225.00	227.00	227.00	231.00
ครั้งที่ 5 (ppm)	214.00	229.00	229.00	227.00
ครั้งที่ 6 (ppm)	216.00	211.00	211.00	225.00

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่า Oxidation Reduction Potential (ORP)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 ((mv)	31.00	92.00	102.00	123.00
ครั้งที่ 2 (mv)	59.00	86.00	90.00	105.00
ครั้งที่ 3 (mv)	106.00	115.00	119.00	121.00
ครั้งที่ 4 (mv)	100.00	131.00	88.00	140.00
ครั้งที่ 5 (mv)	170.00	178.00	193.00	174.00
ครั้งที่ 6 (mv)	93.00	131.00	156.00	185.00

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ค่าความเร็วกระแสน้ำ

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (m/s)	0.520	0.280	0.500	0.350
ครั้งที่ 2 (m/s)	0.261	0.385	0.330	0.380
ครั้งที่ 3 (m/s)	0.140	0.278	0.261	0.298
ครั้งที่ 4 (m/s)	0.129	0.890	0.159	0.145
ครั้งที่ 5 (m/s)	0.061	0.108	0.229	0.090
ครั้งที่ 6 (m/s)	0.531	0.087	0.118	0.071

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์พื้นที่หน้าตัดของลำธาร

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (m^2)	0.050	0.046	0.016	0.038
ครั้งที่ 2 (m^2)	0.073	0.050	0.021	0.065
ครั้งที่ 3 (m^2)	0.014	0.021	0.030	0.033
ครั้งที่ 4 (m^2)	0.051	0.073	0.032	0.092
ครั้งที่ 5 (m^2)	0.047	0.089	0.027	0.077
ครั้งที่ 6 (m^2)	0.008	0.019	0.026	0.068

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำ

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (m^3/s)	0.009	0.013	0.075	0.013
ครั้งที่ 2 (m^3/s)	0.020	0.018	0.072	0.024
ครั้งที่ 3 (m^3/s)	0.010	0.005	0.008	0.013
ครั้งที่ 4 (m^3/s)	0.008	0.008	0.005	0.006
ครั้งที่ 5 (m^3/s)	0.004	0.010	0.005	0.018
ครั้งที่ 6 (m^3/s)	0.008	0.002	0.003	0.005

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความเข้มแสง

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1 (m^3/s)	300.000	1270.000	9280.000	4010.000
ครั้งที่ 2 (m^3/s)	212.000	221.000	657.000	753.000
ครั้งที่ 3 (m^3/s)	1339.000	1445.000	1438.000	1161.000
ครั้งที่ 4 (m^3/s)	183.000	1134.000	705.000	785.000
ครั้งที่ 5 (m^3/s)	105.000	311.000	378.000	470.000
ครั้งที่ 6 (m^3/s)	163.000	655.000	613.000	729.000

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความหลากชนิด (species diversity index)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1	2.62	2.41	2.52	2.43
ครั้งที่ 2	1.92	1.67	2.34	2.08
ครั้งที่ 3	1.37	1.89	1.67	1.83
ครั้งที่ 4	2.39	1.88	1.91	2.17
ครั้งที่ 5	2.04	2.37	2.07	2.04
ครั้งที่ 6	0.91	1.86	2.16	2.37

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ความชุกชุมทางชนิด (Species Richness หรือ Richness Index)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1	4.09	4.02	4.04	4.28
ครั้งที่ 2	2.55	1.95	3.40	2.81
ครั้งที่ 3	1.84	2.69	1.71	1.75
ครั้งที่ 4	3.56	2.59	3.18	2.70
ครั้งที่ 5	2.82	3.46	2.67	3.25
ครั้งที่ 6	1.00	2.66	2.83	3.11

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index)

จุดศึกษาที่/ครั้งที่	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4
ครั้งที่ 1	0.56	0.57	0.60	0.65
ครั้งที่ 2	0.61	0.65	0.66	0.59
ครั้งที่ 3	0.42	0.46	0.41	0.53
ครั้งที่ 4	0.71	0.61	0.47	0.65
ครั้งที่ 5	0.48	0.63	0.46	0.55
ครั้งที่ 6	0.31	0.50	0.56	0.53

ภาคผนวก ค

ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุด

สถานี 1 พื้นที่บริเวณก่อนถึงน้ำตกตาดน้อย 200 เมตร

พิกัด N 19° 02.509 E 099° 51.051

สถานี 2 พื้นที่บริเวณก่อนถึงน้ำตกตาดน้อย 100 เมตร

พิกัด N 19° 02.471 E 099° 51.999

สถานี 3 พื้นที่บริเวณน้ำตกตาดน้อย

พิกัด N 19° 02.454 E 099° 50.976

สถานี 4 พื้นที่บริเวณเหนือน้ำตกตาดน้อย 100 เมตร

พิกัด N 19° 02.429 E 099° 50.953

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวชลารักษ์ จูชาวนา

วันเดือนปีเกิด 19 มกราคม 2541

ประวัติการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลบ้านปากทาง ถนนคลองคะเชนทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ปีที่จบ 2556

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตอนต้น โรงเรียนเทศบาลบ้านปากทาง ถนนคลองคะเชนทร์ ตำบลในเมืองอำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ปีที่จบ 2559

ที่อยู่ปัจจุบัน 29/1 หมู่ 4 ตำบลป่ามะคาบ อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000

เบอร์ติดต่อ 090-0579-9313

อีเมล์ Chalarakjuchowna@gmail.com

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายวรยศ แสงนาค
วันเดือนปีเกิด	2 มีนาคม 2541
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาล 1 บางวัว ตำบลบางสมัคร อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24180 ปีที่จบ 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตอนต้น โรงเรียนชลบุรีสุขบท ตำบลบางทราย อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20000 ปีที่จบ 2559
ที่อยู่ปัจจุบัน	16/2 หมู่4 ตำบลบางสมัคร อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา
เบอร์ติดต่อ	094-8470-441
อีเมล์	sangnak2541@gmail.