ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม — **สาขา**

สายวิชาวิทยาศาสตร์ — **ภาควิชา**

เรื่อง ความหลากหลายของแมลงน้ำและคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

Diversity of Aquatic Insects and Water Quality of Mae Klong Watershed

นามผู้วิจัย นางสาวอรอุมา ศุภศรี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์แตงอ่อน พรหมมิ, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์เอกวัต วิถีประดิษฐ์, Ph.D.)

หัวหน้าสายวิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนวรรณ พาณิชพัฒน์, ปร.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความหลากหลายของแมลงน้ำและคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

Diversity of Aquatic Insects and Water Quality of Mae Klong Watershed

โดย

นางสาวอรอุมา ศุภศรี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรอุมา ศุภศรี 2553: ความหลากหลายของแมลงน้ำและคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สายวิชาวิทยาศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์แตงอ่อน พรหมมิ, ปร.ด.199 หน้า

ศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพในแหล่งน้ำ เพื่อนำมาประเมินและติดตามคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองตอนบนจำนวน 7 จุดเก็บ และตอนล่างจำนวน 5 จุดเก็บ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงพฤษภาคม 2553 พบความหลากหลายของแมลงน้ำ 9 อันดับ 61 วงศ์ อันดับที่มีจำนวนวงศ์มากที่สุด คือ Hemiptera (13 วงศ์) รองลงมาคืออันดับ Ephemeroptera และอันดับ Odonata (11 วงศ์) อันดับ Trichoptera และอันดับ Diptera (10 วงศ์) อันดับ Coleoptera (8 วงศ์) อันดับ Plecoptera (3 วงศ์) อันดับ Lepidoptera และอันดับ Megaloptera (1 วงศ์) แมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยพบ 9,366 ตัว จำแนกได้ 13 วงศ์ 33 สกุล 98 ชนิด วงศ์ Leptoceridae พบความหลากหลายของชนิดมากที่สุด (42 ชนิด) รองลงมาคือวงศ์ Hydropsychidae (20 ชนิด) วงศ์ Ecnomidae (8 ชนิด) วงศ์ Psychomyiidae (7 ชนิด) วงศ์ Philopotamidae และวงศ์ Goeridae พบวงศ์ละ 3 ชนิด วงศ์ Dipseudopsidae และวงศ์ Polycentropodidae พบวงศ์ละ 4 ชนิด วงศ์ Hydroptilidae และวงศ์ Calamoceratidae พบวงศ์ละ 2 ชนิด ส่วนวงศ์ Rhyacophilidae, Helicopsychidae และ Odontoceridae พบวงศ์ละ 1 ชนิด บริเวณต้นน้ำพบความหลากหลายของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำและแมลงน้ำตัวเต็มวัยมากว่าบริเวณปลายน้ำ ปัจจัยของคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพในแหล่งน้ำจัดอยู่ในอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ 3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี พบว่า *Macrostemum midas, Ecnomus volovicus, E. puro Hydropsyche camillus, Aethaloptera sexpunctata, Ugandatrichia honga, Chimarra akkaorum, C. chiangmaiensis, Amphipsyche gratiosa, Cheumatopsyche dubitans, Setodes argentiguttatus, Marilia sumatrana*, Aphelocheiridae, Veliidae, Hebridae, Nemouridae, Nepidae, Helotrephidae, Pleidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Hydrophilidae, Psephenidae, Chlorocyphidae, Protoneuridae, Gomphidae, Libellulidae, Euphaeidae, Corduliidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Aphelocheiridae, Scirtidae, Calopterygidae, Notoncetidae Simuliidae, Aeshnidae, Corixidae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำและอากาศ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ ค่าความเป็นด่าง ค่าความขุ่นใสของน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท- ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟตและซัลเฟตอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$, $p<0.01$)

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Orn-uma Supasri 2010: Diversity of Aquatic Insects and Water Quality of Mae Klong Watershed. Master of Science (Environmental Science and Technology), Major Field: Environmental Science and Technology, Division of Science. Thesis Advisor: Ms. Taeng-On Prommi, Ph.D. 199 pages.

The diversity of aquatic insects and water quality in Mae Klong Watershed were evaluated and monitored. Seven reference sites in upstream and five impacted sites at the downstream were selected along the river for this study during February 2009 to May 2010. A total of 14,021 individual aquatic insects belonging to 9 orders and 61 families were collected. The order Hemiptera was the most in number of family (13 family), followed by Ephemeroptera and Odonata (11 family), Trichoptera and Diptera (10 family), Coleoptera (8 family), Plecoptera (3 family), Lepidoptera and Megaloptera (1 family). A total of 9,366 adult male caddisflies, representing 13 families, 33 genera and 98 species. The family Leptoceridae had the highest species diversity (42 species), followed by Hydropsychidae (20 species), Ecnomidae (8 species), Psychomyiidae (7 species), Philopotamidae and Goeridae (3 species), Dipseudopsidae and Polycentropodidae (4 species), Hydroptilidae and Calamoceratidae (2 species), Rhyacophilidae, Helicopsychidae and Odontoceridae (1 species). The diversity of aquatic insects in the upstream of the Maeklong Waterdshed was higher than the downstream. Almost all of water quality parameter values were in class 2 and 3 of the Classification and Standards of Water of Thailand. The correlation between the biodiversity of aquatic insects and water quality parameters were analyzed. *Macrostemum midas, Ecnomus volovicus, E. puro, Hydropsyche camillus, Aethaloptera sexpunctata, Ugandatrichia honga, Chimarra akkaorum, C. chiangmaiensis, Amphipsyche gratiosa, Cheumatopsyche dubitans, Setodes argentiguttatus, Marilia sumatrana* , Aphelocheiridae, Veliidae, Hebridae, Nemouridae, Nepidae, Helotrephidae, Pleidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Hydrophilidae, Psephenidae, Chlorocyphidae, Protoneuridae, Gomphidae, Libellulidae, Euphaeidae, Corduliidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Aphelocheiridae, Scirtidae, Calopterygidae, Notoncetidae Simuliidae, Aeshnidae, Corixidae were significantly correlated with water and air temperature, pH, dissolved oxygen (DO), conductivity, total dissolved solids (TDS), alkalinity, tubidity, ammonia nitrogen (NH_4-N), nitrate nitrogen (NO_3-N), orthrophosphate (PO_4^{3-}), and sulfate (SO_4^{2-}) (p<0.05, p<0.01).

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. แตงอ่อน พรหมมิ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความรู้ต่างๆ ทั้งทางด้านวิชาการและตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ ดร. เอกวัต วิถีประดิษฐ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาใน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนวรรณ พานิชพัฒน์ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. เพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำ ทบทวนแก้ไข ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณพนมวรรณ อยู่พร้อม เจ้าหน้าที่สายวิชาสัตววิทยา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทดลองและจำแนกตัวอย่าง

ท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องรวมถึงขอบคุณ คุณศาล์ธนี ศรีศาสนวงศ์ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดมา

คุณค่าและสิ่งที่เป็นประโยชน์ที่วิทยานิพนธ์เล่มนี้พึงมี ขอมอบแด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน รวมทั้งครูบาอาจารย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT T352102) ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวะกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

อรอุมา ศุภศรี

ตุลาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	40
อุปกรณ์	40
วิธีการ	43
ผลและวิจารณ์	59
ผล	59
วิจารณ์	101
สรุปและข้อเสนอแนะ	114
สรุป	114
ข้อเสนอแนะ	115
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	116
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก จำนวนตัวอ่อนของแมลงน้ำทุกกลุ่มและจำนวนชนิดของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา	138
ภาคผนวก ข คุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมีแต่ละบริเวณที่ศึกษา	191
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	199

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การแบ่งกลุ่มแมลงน้ำตามลักษณะการกินอาหาร (feeding groups) และตามแหล่งที่อยู่อาศัย	17
2	ความหลากหลายของแมลงน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	61
3	รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละบริเวณจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	72
4	ค่าเฉลี่ยปัจจัยทางกายภาพและเคมีของคุณภาพน้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	81
5	ค่าความสหสัมพันธ์ Pearson's ระหว่างปัจจัยกายภาพและเคมีกับแมลงน้ำระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง	94
6	ค่าความสัมพันธ์ Pearson's ระหว่างปัจจัยกายภาพและเคมีกับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง	100

ตารางผนวกที่

ก1	รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนกุมภาพันธ์ 2552	139
ก2	รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนพฤษภาคม 2552	145
ก3	รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนกันยายน 2552	151

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก4	รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนธันวาคม 2552	157
ก5	รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนมกราคม 2553	163
ก6	รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนเมษายน 2553	169
ก7	รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนพฤษภาคม 2553	175
ก8	รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลำธารห้วยปากคอกระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	181
ก9	รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลำธารห้วยเขย่งระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	183
ก10	รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลำธารห้วยอู่ล่งระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	185
ก11	รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	188
ข1	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจำนวน 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนกุมภาพันธ์ 2552	192
ข2	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนพฤษภาคม 2552	193
ข3	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนกันยายน 2552	194
ข4	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนธันวาคม 2552	195

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข5	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ของเดือนมกราคม 2553	196
ข6	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ของเดือนเมษายน 2553	197
ข7	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ของเดือนพฤษภาคม 2553	198

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะภายนอกของแมลงชีปะขาว (ก) แสดงลักษณะของส่วนปาก ชีปะขาว (ข)	6
2	ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า ชนิด *Hydatomanicus adonis*	10
3	แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองและจุดเก็บตัวอย่าง	48
4	จุดเก็บตัวอย่าง (ก ข ค ง จ ฉ และ ช) บริเวณต้นน้ำทั้งที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ (reference sites) และบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ (impacted sites) ก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่เขื่อนวชิราลงกรณ์	49
5	จุดเก็บตัวอย่าง (ก ข ค ง และ จ) หลังจากที่น้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์แล้ว ซึ่งขนาดของลำน้ำจะกว้างขึ้นและเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ (impacted sites)	51
6	วิธีการเก็บตัวอย่างตามแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยของแมลงน้ำทั้ง 4 แหล่ง (ก ข ค และง)	53
7	อุปกรณ์กับดักแสงไฟล่อ (Light trap) ใช้เก็บตัวอย่างแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร์ราตัวเต็มวัย	54
8	เปอร์เซ็นต์ของจำนวนวงศ์ของแมลงน้ำอันดับต่างๆที่สำรวจพบในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	59
9	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Hemiptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	67
10	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Ephemeroptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	67
11	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Plecoptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	68
12	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Coleoptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Trichoptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	69
14	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Diptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	69
15	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Odonata บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	70
16	จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Lepidoptera และ Megaloptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	70
17	เปอร์เซ็นต์ของจำนวนชนิดแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยในแต่ละวงศ์ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงพฤษภาคม 2553	71
18	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	82
19	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	83
20	ค่าเฉลี่ยออกซิเจนที่ละลายน้ำ ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	84
21	ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	85
22	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	86
23	ค่าเฉลี่ยความขุ่นใสของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	87
24	ค่าเฉลี่ยความเป็นด่างของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	88

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	89
26	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	90
27	ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	91
28	ค่าเฉลี่ยปริมาณซัลเฟตของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553	92

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหลากหลายของแมลงน้ำและคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

Diversity of Aquatic Insects and Water Quality of Mae Klong Watershed

คำนำ

ปัญหาการเสื่อมโทรมลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดเป็นปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่ง นอกเหนือจากปัญหาการขาดแคลนน้ำซึ่งเป็นประเด็นปัญหาใหญ่ระดับโลก ปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นจากการกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ทั้งกิจกรรมจากการเกษตร กิจกรรมจากบ้านเรือนที่อยู่อาศัยและกิจกรรมจากอุตสาหกรรมที่มีการเพิ่มมากขึ้น จากการที่ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาจึงมีความต้องการที่จะผลักดันและสนับสนุนด้านอุตสาหกรรมและด้านการเกษตรให้ทัดเทียมนานาประเทศ ซึ่งการทำอุตสาหกรรมมีการนำเอาทรัพยากรมาใช้อย่างฟุ่มเฟือยและผลสุดท้ายก็จะเกิดของเสียมากมายเกิดขึ้น ของเสียที่กล่าวนี้รวมถึงน้ำเสียที่มีสารปนเปื้อนถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่สมบูรณ์ด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น ระบบนิเวศทางน้ำ ดังนั้นเพื่อปกป้องระบบนิเวศและเพื่อสุขภาพของมนุษย์จึงมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ซึ่งมีหลายวิธีที่นอกเหนือจากวิธีการวิเคราะห์ปัจจัยด้านกายภาพและเคมีที่เป็นที่นิยม

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำโดยใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Bioindicator species) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกจากการใช้วิธีทางกายภาพและทางเคมีที่เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปแล้ว เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเพื่อเป็นตัวบ่งชี้นั้นมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก (Norris and Norris, 1995; Bendati *et al*., 1998) โดยอาศัยหลักการทางนิเวศวิทยาที่ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดนั้นจะสามารถเจริญได้ดีในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม แต่เมื่อใดที่สภาวะแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้เกิดผลต่อชีวิตและความเป็นอยู่อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งน้ำ ชนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย รวมไปถึงรูปแบบของการแพร่กระจายนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมที่อยู่โดยรอบ เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปย่อมส่งผลต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของสัตว์เหล่านั้น ถึงแม้ว่าในบางครั้งไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางกายภาพและทางเคมีก็ตาม (Hauer and Hill, 1996; Resh *et al*., 1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศ เป็นลุ่มน้ำที่อยู่ติดชายแดนไทยกับประเทศพม่า ซึ่งมีเทือกเขาถนนธงชัย แบ่งกั้นประเทศและเป็นต้นน้ำของแม่น้ำแม่กลอง ลำน้ำไหลจากทิศเหนือลงมาทางทิศใต้ ไหลผ่านอำเภอทองผาภูมิ ศรีสวัสดิ์ และจังหวัดกาญจนบุรี อุทัยธานี บรรจบกับแควน้อยและแควใหญ่ที่วังศาลา แล้วไหลไปบรรจบลำตะเพิน ผ่านพื้นที่ราบเขตอำเภอท่าม่วงและท่ามะกา ผ่านอำเภอบ้านโป่งและโพธาราม จังหวัดราชบุรี แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านอำเภอบางคนธีและอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม แล้วไหลลงอ่าวไทย ที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม อ่างเก็บน้ำที่สำคัญ คือ เขื่อนศรีนครินทร์ และ เขื่อนเขาแหลม พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ร้อยละ 65.9 พืชไร่ร้อยละ 16.4 ภูมิประเทศตามเส้นทางที่แม่น้ำแม่กลองไหลลงมาแต่ต้นน้ำนั้นอาจแบ่งลุ่มแม่น้ำแม่กลองออกได้เป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณแม่น้ำแม่กลองตอนบนและตอนล่าง

ด้วยเหตุจากการขยายตัวของชุมชนและการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำสายนี้อย่างไม่ถูกต้องจึงเป็นสาเหตุหลักของการปนเปื้อนของสารมลพิษหลายชนิดไม่ว่าจะเป็น การนำน้ำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคของชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณสองฝั่งแม่น้ำมาตลอดสาย การนำน้ำมาใช้ในกิจการอุตสาหกรรมต่างๆ และสุดท้ายสิ่งที่สำคัญคือการปล่อยน้ำทิ้งจากทุกกิจกรรมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ สิ่งต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นตลอดเวลาและเพิ่มขึ้นเป็นลำดับจากอดีตสู่ปัจจุบัน ทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำต่างๆ มีแนวโน้มจะเสื่อมลงเรื่อยๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่เป็นแหล่งอาหารของมนุษย์และยังมีผลโดยตรงต่อประชากรมนุษย์ที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้แหล่งน้ำ ไม่ว่าจะเป็นโรคจากจุลชีพที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์หรือสารพิษที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ สิ่งเหล่านี้ทำให้คุณภาพชีวิตของประชากรลดลงจึงมีความจำเป็นที่รัฐ ควรดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงความหลากหลายของแมลงน้ำควบคู่กับทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง บริเวณต้นน้ำในอำเภอทองผาภูมิจนถึงบริเวณปลายน้ำก่อนที่น้ำไหลลงปากอ่าวไทย ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีติดตามตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำวิธีการหนึ่ง นอกเหนือจากวิธีการทางเคมีที่มักใช้ในการตรวจวัดนั้นมักมีค่าใช้จ่ายที่อาจจะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลทางชีวภาพเบื้องต้นด้านความหลากหลายของแมลงน้ำที่พบบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง พร้อมกันนั้นยังสามารถใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำมาประเมินถึงคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง และทราบถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลทางด้านเคมีและกายภาพที่มีความสอดคล้องกับปัจจัยทางด้านชีวภาพ เพื่อมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำต่อไปในอนาคตหรือสำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเชิงลึกต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจความหลากหลายของแมลงน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

2. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

3. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

4. เพื่อคาดการณ์ผลกระทบและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองด้วยแมลงน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

แมลงส่วนมากอาศัยอยู่บนบก มีเพียงส่วนน้อยที่อาศัยในน้ำหรืออยู่ใกล้น้ำ แมลงเหล่านี้ถูกเรียกว่า แมลงน้ำ (aquatic insects และ semiaquatic insects) มีสมาชิกรวม 13 อันดับ (order) ในจำนวนนี้มี 5 อันดับ คือ Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) Megaloptera (แมลงช้างกรามโต) Odonata (แมลงปอ) Plecoptera (แมลงสโตนฟลาย) และ Tricoptera (แมลงหนอนปลอกน้ำ) เป็นแมลงน้ำที่แท้จริง เนื่องจากมีสมาชิกทุกสปีชีส์อาศัยอยู่ในน้ำ แมลงชีปะขาวและแมลงสโตนฟลาย มีระยะไข่และระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ ตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บนบก แมลงปอ แมลงช้างกรามโต และแมลงหนอนปลอกน้ำมีระยะตัวอ่อนอยู่ในน้ำ ระยะตัวเต็มวัยอยู่บนบก อาจวางไข่บนบกหรือในน้ำขึ้นกับสปีชีส์ แมลงในอันดับ Coleoptera (ด้วง) Diptera (แมลงสองปีก) Hymenoptera (แตน) Lepidoptera (ผีเสื้อและมอท) Neuroptera (แมลงช้างปีกใส) มีสมาชิกส่วนมากเป็นแมลงบก และมีบางส่วนเป็นแมลงน้ำ ด้วงบางสปีชีส์อาศัยอยู่ในน้ำตลอดชีวิต แต่บางสปีชีส์อาศัยอยู่ในน้ำเพียงบางระยะ แมลงสองปีกที่เป็นแมลงน้ำมีระยะไข่ ตัวอ่อน และดักแด้อยู่ในน้ำ ส่วนตัวเต็มวัยอยู่บนบก แตนเบียนวงศ์ Agriotypidae เป็นปรสิตในแมลงน้ำและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่นๆ

1. ลักษณะทั่วไป

ลำตัวแมลงแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง แต่ละส่วนมีลักษณะสัณฐานและอวัยวะที่แตกต่างกัน นที่นี้จะใช้แมลงชีปะขาวเป็นแบบสำหรับแสดงลักษณะสัณฐานภายนอกของตัวอ่อนแมลงน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete metamorphosis) และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าเป็นตัวแทนของแมลงน้ำกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Complete metamorphosis)

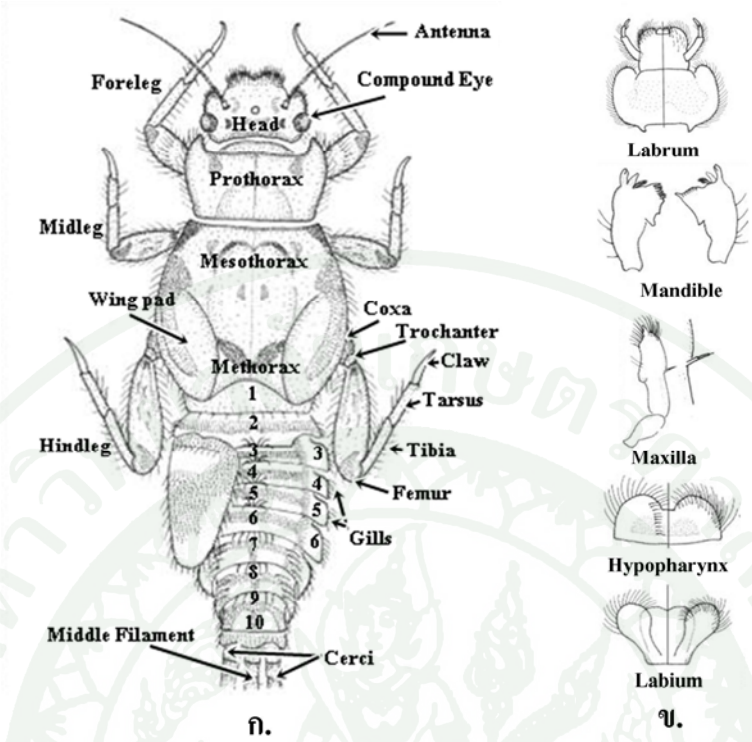
1.1 แมลงชีปะขาว (ภาพที่ 1)

ส่วนหัว เป็นศูนย์กลางของการรับความรู้สึกและการกินอาหาร ประกอบด้วยปล้องด้านหน้า 6 หรือ 7 ปล้องมาเชื่อมกัน ปล้องก่อนปล้องปาก 2-3 ปล้องเชื่อมกันและมีโครงสร้างรับความรู้สึกที่สำคัญ คือ ตาประกอบ (compound eyes) ที่ทำให้เกิดภาพช่วยให้แมลงติดตามสภาพแวดล้อมได้ ตาเดี่ยวหรือโอเซลไล (ocolli) ใช้รับแสง หนวด (antenna) และริมฝีปากบน (labrum) มีฐานเชื่อมกับไคเพลียส (clypleus) ซึ่งต่อมาเชื่อมกับส่วนหน้า (frons หรือ face) ขอบของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไคเพลียสและหน้ามาบรรจบกันเป็นส่วนรอยต่อรูปตัว Y (epicranial sucture) บริเวณรอยต่อระหว่างริมฝีปากบนกับหน้า เรียกว่า ฟรอนโทไคเพลียส (frontoclypleus) ปล้องหลังปาก 3 ปล้องเชื่อมกันเป็นส่วนหัวด้านหลัง ซึ่งเป็นที่ตั้งของกรามหรือแมนดิเบิล (mandible) 1 คู่ ขากรรไกร (maxilla) 1 คู่ซึ่งเป็นส่วนของปากด้านข้าง ส่วนด้านล่างของปากเป็นริมฝีปากล่าง (labium) ทั้งขากรรไกรและริมฝีปากล่างต่างมีรยางค์ (palp) ยื่นออกมาทำหน้าที่รับความรู้สึก กรามทำหน้าที่เคี้ยว บด อาหาร หรืออาจดัดแปลงไปสำหรับเจาะ (piercing) หรือขูด (scraping) หาอาหาร ขากรรไกรและริมฝีปากล่างทำหน้าที่ฉีก และช่วยนำอาหารเข้าปาก สำหรับพวกมวนส่วนประกอบของปากมีการดัดแปลงไปมาก แมลงทั่วไปส่วนของไฮโปฟาลิงค์ (hypopharynx) ทำหน้าที่เป็นลิ้นมีตำแหน่งอยู่ด้านหน้าของริมฝีปากล่าง ไฮโปฟาลิงค์ของตัวอ่อนผีเสื้อน้ำและแมลงหนอนปลอกน้ำจะดัดแปลงไปทำหน้าที่เป็นที่ปั่นใย (spinneret) ส่วนประกอบปากของตัวอ่อนแมลงสองปีกอาจลดรูปเหลือเป็นขอ (hook) 1 คู่ ตั้งอยู่ในแนวดิ่ง ทางด้านข้างของส่วนหัวเป็นแก้ม (gena) และส่วนบนสุดท้ายของหัว เรียกว่า เวอร์เทค (vertex) ต่อจากเวอร์เทคเป็นกะโหลก (occiput) ส่วนหัวเชื่อมกับส่วนอกโดยคอ (cervix) ที่มีลักษณะเป็นเยื่อ ถ้าตำแหน่งของส่วนหัวอยู่ในแนวดิ่ง เรียกว่า ไฮโปงาทัส (hypognathous) ซึ่งมักพบในแมลงพวกกินพืชหรือซากอินทรีย์ แต่ถ้าตำแหน่งของหัวอยู่ในแนวราบกับลำตัว เรียกว่า โปรงาทัส (prognathous) ซึ่งเป็นลักษณะของแมลงที่เป็นผู้ล่า และแมลงบางกลุ่มมีส่วนปากพับมาทางด้านหลังเรียกว่า โอพิสโทงาทัส (opisthognathous) ซึ่งพบในแมลงที่เจาะดูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของแมลงชีปะขาว (ก) ลักษณะของส่วนปากชีปะขาว (ข)

ที่มา: ดัดแปลงจาก นฤมล, 2548

ส่วนอก เป็นศูนย์กลางของการเคลื่อนไหว ประกอบด้วยขาที่เป็นข้อๆ และพวกที่มีปีกเจริญภายนอกลำตัวจะเห็นส่วนของปีกที่ยังเจริญไม่เต็มที่ เรียกว่า ตุ่มปีก (wing pad) ส่วนอกมี 3 ปล้อง คือ อกปล้องแรก (prothorax) มีรยางค์ด้านข้างเป็นขาคู่หน้า (fore leg) อกปล้องกลาง (mesothorax) มีรยางค์ขาคู่กลาง (middle leg) และตุ่มปีกคู่แรก อกปล้องสุดท้าย (metathorax) มีรยางค์ขาคู่สุดท้าย (hind leg) และตุ่มปีกคู่ที่สอง ตัวอ่อนแมลงสองปีกไม่มีขาที่เป็นข้อแต่อาจมีก้อนนูน 1 อัน หรือ 1 คู่ ที่ส่วนอก เรียกว่า โปรเลก หรือขาเทียม (proleg)

ขาของแมลงประกอบด้วยข้อที่เรียงต่อกัน 5 ข้อ นับจากข้อที่ติดกับส่วนลำตัว ดังนี้คือ คอกซา (coxa) โทรแชนเตอร์ (trochanter) ฟีเมอร์ (femur) ทิเบีย (tibia) ทาร์ซัส (tarsus) ปลายสุดของทาร์ซัสเป็นกรงเล็บ (claw) (ถ้าเปรียบเทียบกับคนและสัตว์มีกระดูกสันหลัง ส่วนฟีเมอร์ คือ ขาอ่อน ทิเบีย คือ แข้ง ทาร์ซัส คือ เท้า และกรงเล็บ คือ เล็บเท้า) การมีขาเป็นข้อๆ ทำให้แมลงเคลื่อนที่และเคลื่อนไหวได้ดี เช่น การจับเหยื่อและอนุภาคต่างๆ พวกไม่มีขาข้อ มักมีขาเทียมและปุ่มดูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(sucker) ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้ประกอบด้วยขอขนาดเล็ก (crochet) จำนวนมากอยู่เป็นกระจุกหรือเรียงตัวเป็นวงช่วยในการยึดเกาะกับพื้นอาศัย นอกจากนี้ขาอาจดัดแปลงไปสำหรับทำหน้าที่อื่นๆ เช่น ขุด หนีบจับเหยื่อ กระโดด ว่ายน้ำ เป็นต้น

ตัวเต็มวัยมีปีกช่วยให้มันบินได้ ปกติปีกมีจำนวน 2 คู่ แต่แมลงสองปีก ได้แก่ แมลงวัน ริ้น ยุง เป็นต้น ปีกคู่หลังลดรูปไปเหลือเป็นติ่งเล็กๆ เรียกว่า ฮาลเตอรีส (halteres) ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลขณะที่แมลงบิน

ส่วนท้อง เป็นศูนย์กลางของการย่อยอาหาร การหมุนเวียนโลหิต การขับถ่าย และการสืบพันธุ์ โดยทั่วไปปล้องท้องมีจำนวน 11 ปล้อง แต่ปล้องที่ 11 มีขนาดเล็กและบางมาก ปล้องที่มองเห็นชัดมักเป็น 10 ปล้อง แต่อาจมีการรวมกันของปล้องบางปล้องทำให้เห็น 8 หรือ 9 ปล้องในตัวอ่อนของด้วง แมลงบางกลุ่มอาจมีขาเทียมที่ส่วนท้อง เช่น กลุ่มผีเสื้อน้ำและแมลงสองปีก ปล้องสุดท้ายปลายสุดเป็นส่วนของทวารหนัก (anus) ระยะตัวอ่อนอาจมีส่วนอื่นยาวออกเป็นท่อสำหรับหายใจ (respiratory siphon) เช่น มวนบางชนิด และแมลงสองปีกบางชนิด แมลงที่มีเมตามอฟอซิสไม่สมบูรณ์ เช่น แมลงชีปะขาว แมลงปอ และแมลงสโตนฟลาย และมวนน้ำ ที่ปลายของส่วนท้องนอกเหนือจากโครงสร้างสำหรับการสืบพันธุ์แล้วยังมีแพนหางหรือเซอร์ไซ (cerci) นอกจากนี้ตัวอ่อนมีส่วนโครงสร้างสำหรับการสืบพันธุ์ที่กำลังพัฒนาซึ่งอาจเห็นได้ชัด คือ ส่วนตรงกลาง เรียกว่า ซุปปราเอนัลโพรเซส (supra anal process) ด้านข้างเรียกว่า อิพิพรอค (epiproct) และด้านล่างเรียกว่า พาราพรอค (paraproct) และแมลงที่มีเมตามอฟอซิสแบบสมบูรณ์บางกลุ่ม เช่น แมลงหนอนปลอกน้ำ แมลงช้างกรามโต และแมลงสองปีกบางพวก ที่ปล้องสุดท้ายของส่วนท้องมีขาเทียมเป็นเนื้อนุ่ม 1 คู่ ซึ่งอาจมีขอ หรือกรงเล็บ 1 อันหรือเป็นคู่

เหงือก (gills) ตัวอ่อนแมลงน้ำอาจมีเหงือกเป็นโครงสร้างสำหรับการแลกเปลี่ยนก๊าซ เหงือกมีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น เป็นเส้น (filament) เป็นแผ่น (plate) ตำแหน่งของเหงือกแตกต่างกันขึ้นกับสปีชีส์ เช่น ที่คอ ส่วนอก ส่วนท้อง และบริเวณทวารหนัก ชื่อของเหงือกเรียกตามตำแหน่งที่อยู่ เช่น บนปล้องท้องที่ 1 เรียกว่า เหงือกที่ปล้องท้องที่ 1 เป็นต้น

อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลง ตัวเต็มวัยมีโครงสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ของแต่ละเพศแตกต่างกัน ดังนี้คือ อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย ประกอบด้วยอวัยวะ 3 คู่ คือ คู่ที่ติดอยู่ที่ปล้องที่ 8 และ 9 ประกบกันเป็นอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ประกอบด้วยวาลวุลเล (valvulae) ที่ 1 และ 2 หรือที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้มีลักษณะที่แตกต่างกันไป ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการตรวจเอกลักษณ์แมลงได้ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้อยู่ที่ปล้องท้องที่ 9 และอาจรวมกับปล้องท้องที่ 10 โดยทั่วไปประกอบด้วยคลาสเปอร์ (clasper) 1 คู่ ทำหน้าที่ช่วยยึดตัวเมียขณะผสมพันธุ์ ระหว่างคลาสเปอร์มีชิ้นเนื้อลักษณะเป็นแท่ง เรียกว่า เอดีกัส (adeagus) ประกอบด้วยท่อถ่ายเชื้ออสุจิ เรียกว่า เพนนิส (penis) และมีชิ้นส่วนยื่นออกทางด้านข้างสองชิ้น เรียกว่า พาราแมร์ (paramere)

1.2 แมลงหนอนปลอกน้ำ (ภาพที่ 2)

เป็นแมลงในอันดับที่มีการพัฒนาที่ค่อนข้างสูง มีความคล้ายคลึงกับแมลงในอันดับ Lepidoptera คือ ผีเสื้อกลางคืน (Moths) และผีเสื้อกลางวัน (Butterfly) (McCafferty, 1981) มีพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงจากตัวอ่อนไปเป็นตัวเต็มวัยที่สมบูรณ์ (Holometabolous) (Merrit and Kimmins, 1978) ในระยะตัวอ่อนจะแตกต่างจากตัวเต็มวัยมาก ที่เด่นชัดที่สุดคือ ตัวเต็มวัยจะมีปีกและอาศัยอยู่บนบก ส่วนตัวอ่อนจะไม่มีปีกและอาศัยอยู่ในน้ำ ยกเว้นในวงศ์ Limnephilidae บางชนิด เช่น *Nothopsychy montivaga* ที่ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่บนบก (Nozaki, 1998) โดยส่วนมากถิ่นที่อยู่ของแมลงหนอนปลอกน้ำจะเป็นแหล่งน้ำจืด แต่มีบางวงศ์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำเค็ม เช่น Chathamiidae ซึ่งอาศัยอยู่ตรมชายฝั่งทะเล (Ward, 1992)

ตัวอ่อน ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมี 2 แบบคือ eruciform ตัวอ่อนที่มีรูปร่างแบบนี้จะมี anal legs อยู่ชิดกับปล้องท้องปล้องสุดท้าย อีกแบบคือ compodiform ส่วนมากจะเป็นพวก free-living ซึ่งมักจะมี anal legs ที่ยาว (Lehmkuhl, 1979) ทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อนมีสมมาตรแบบครึ่งซีก คือเมื่อผ่าตามแนวยาวของร่างกายจะได้ส่วนลำตัว 2 ซีกที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ลำตัวประกอบด้วยปล้องเรียกว่า segment หรือ metamere จำนวนมาก ปล้องเหล่านี้จะทำให้เกิดบริเวณร่างกาย 3 ส่วน แต่ละส่วนเรียกว่า tagma หรือ region คือ หัว อกและท้อง

สำหรับในตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ Wiggins (1996) ให้คำบรรยายเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ของตัวอ่อนไว้ว่า

ส่วนหัว หัวของตัวอ่อนจะกลมมน หรือเป็นวงรีคล้ายไข่ แต่มีบางชนิดที่ผิวด้านบนของหัวจะแบนอย่างเห็นได้ชัด เรียกว่า carina เช่น *Helicopsyche barbata* และ *H. Tanzania* (Johanson, 1997) ด้านบนของหัวจะมีเส้น coronial suture ทำหน้าที่แยกแต่ละข้างของส่วนหัวที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะเป็นแผ่นแข็งที่เรียกว่า parietal ออกจากกัน ระหว่างส่วนของ parietal จะมี frontoclypeal apotome ซึ่งเกิดจากการถูกแยกออกจาก parietal ด้วย frontoclypeal suture เมื่อ frontoclypeal suture มาบรรจบกัน coronial suture ทำให้เกิดเส้นลักษณะคล้ายตัว Y เรียกว่า dorsal ecdysial line แต่ในบางครั้งจะพบว่ามี coronial suture ไม่ชัดเจนและไม่มี frontoclypeal suture เช่น *Hydroptila itoi* ในวงศ์ Hydroptilidae (Ito and Kawamura, 1980) ขอบด้านหน้า (anterior margin) ของ frontoclypeal apotome จะมีหลากหลายลักษณะ เรียบบ้าง หยักบ้าง จึงสามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกในระดับสกุลและระดับชนิดได้ (Dean, 1991) บริเวณด้านล่างของหัว จะมี ventral apotome หรือ gular sclerite ซึ่งอาจมีทั้งด้านหน้า (anterior ventral apotome) และด้านท้าย (posterior ventral apotome) เป็นตัวแยก genae ที่อยู่ด้านล่างของส่วนหัวออกจากกัน ปกติที่ผิวของหัวจะมีหนามสั้น-ยาว ส่วนโค้ง-นูน ขน หรือร่องรอย (muscle scars) ลักษณะต่างกันออกไป เช่น บริเวณที่ coronial suture เชื่อมกับ frontoclypeal suture ในวงศ์ Lepdostomatidae จะมีหนามขนาดเล็ก (short spines) ปรากฏให้เห็น (Ito, 1986) ซึ่งในแต่ละชนิดจะมีหนามขนาดเล็กนี้ปรากฏไม่เหมือนกัน

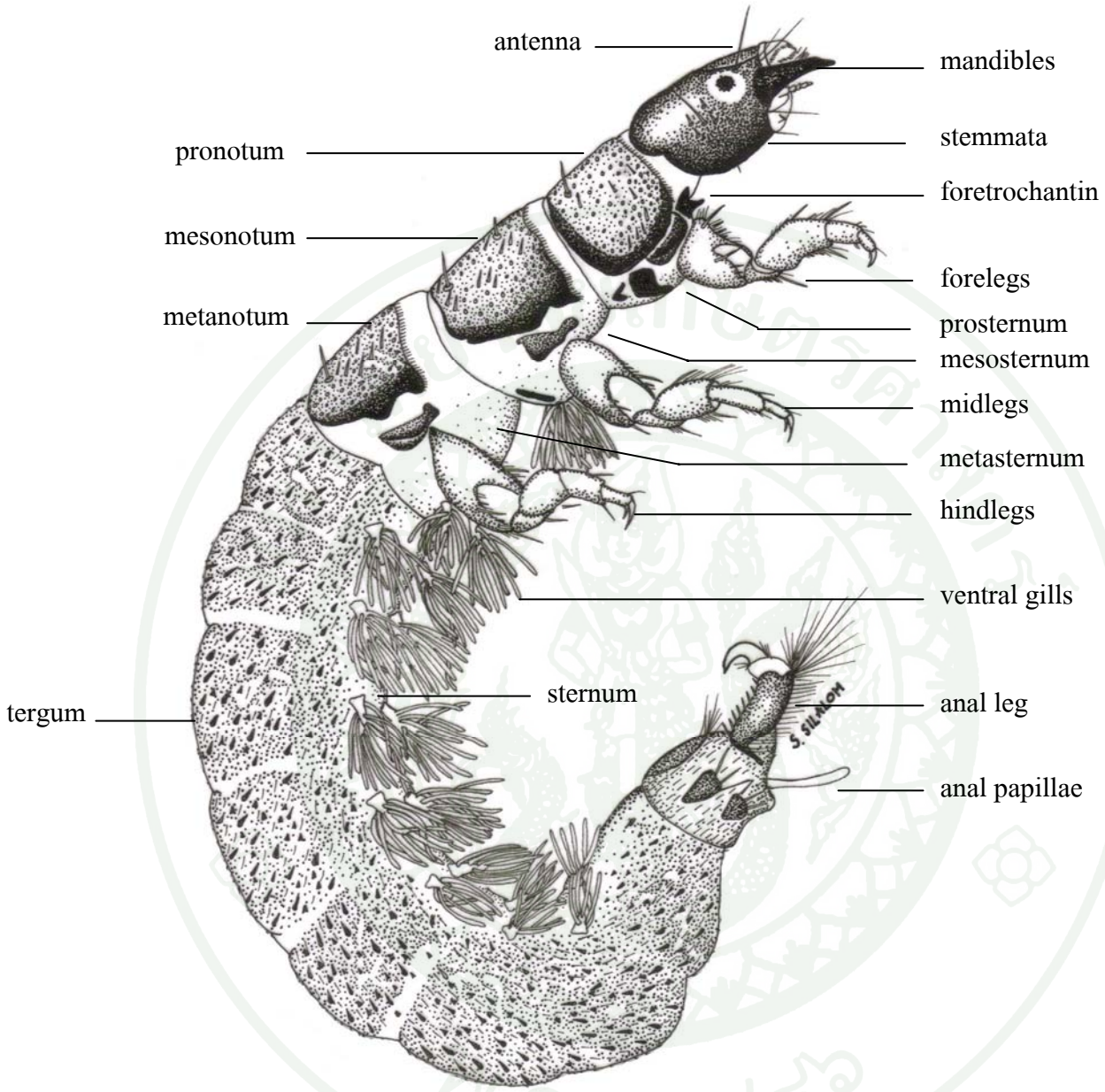
Labrum จะยึดติดกับ frontoclypeal apotome ส่วนมากผิวด้านบนจะเป็นแผ่นแข็ง ยกเว้นในวงศ์ Philopotamidae ที่ labrum จะไม่มีแผ่นแข็งแต่จะมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ซึ่งสามารถใช้เป็นส่วนช่วยในการจัดจำแนกในระดับสกุลได้ (Pitsch, 1986)

ตา (stemmata) ลักษณะจะคล้ายกับตาจริง (eyes)

หนวด (antennae) ส่วนมากจะพบในพวกที่สามารถเคลื่อนย้ายปลอกได้

ฟัน (mandible) และส่วนประกอบอื่นๆ ในปาก (mouthpart) เช่น maxillary lobe, cardo, stripes และ mentum เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า ชนิด *Hydatomanicus adonis*

ที่มา: Prommi (2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนอก ด้านบนของอก เรียกว่า notum ด้านล่างเรียกว่า sternum

อกปล้องแรก (prothorax) ด้านบนเรียกว่า pronotum จะถูกปกคลุมด้วยแผ่นแข็ง (sclerotized) เสมอ และมี mid-dorsal ecdysial line เป็นเส้นแบ่ง sclerotized ออกเป็น 2 ส่วนซ้าย-ขวา ด้านล่างเรียกว่า prosternum ในบางวงศ์ เช่น Brachycentridae แผ่นแข็งหรือ sclerotized จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน เพราะมีเส้นแบ่งตามขวางอีกเรียกว่า transverse ridge ซึ่งจะแบ่ง sclerotized ด้ายซ้ายขวาแต่ละด้าน ออกเป็นด้านบนด้านล่าง (Ito, 1995) บางครั้งอาจพบว่าแถบสีดำที่ด้านข้างของ sclerotized มีลักษณะไม่เหมือนกันในแต่ละชนิดของวงศ์ Philopotamidae เช่น *Philopotamus montanus* จะมีแถบสีดำยาว 2 ใน 3 ของความยาวของ pronotum และแถบสีนี้จะไม่เด่นชัดใน *P. iudificatus* แต่ใน *P. variegates* แถบสีดังกล่าวจะไม่ต่อกัน บางครั้งก็พบว่าแถบสีดังกล่าวของ *P. montanus* และ *P. iudificatus* ก็จะไม่ต่อกันด้วย (Pitsch, 1986)

อกปล้องที่ 2 หรือปล้องกลาง (mesothorax) ด้านบนเรียกว่า mesonotum ลักษณะของ sclerotized จะมีหลายแบบมาก บางครั้งอาจเป็นแผ่นแข็งขนาดเล็ก หรือถ้ามีขนาดใหญ่ก็จะถูกแบ่งออกจากกันด้วย median ecdysial lines หรือ transverse ecdysial lines ด้านล่างเรียกว่า mesosternum เช่นในวงศ์ Odontoceridae เป็นต้น แต่บางครั้งแผ่นแข็งดังกล่าวอาจจะเป็นเยื่อบาง ๆ (membranous) ไม่ว่าจะมี sclerotized แบบใดก็ตาม สิ่งที่ต้องพบใน mesonotum คือ ตำแหน่งขน (setal area) เรียกเป็น sa_1 sa_2 และ sa_3

อกปล้องที่ 3 (metathorax) ด้านบนเรียกว่า metanotum แผ่นแข็งหรือ sclerotized ที่มีจะเล็กกว่าอกปล้องกลาง แต่ก็ยังพบว่ามีตำแหน่งขนอยู่เช่นกัน ด้านล่างเรียกว่า metasternum ในการจัดจำแนกระดับชนิดสามารถใช้การปรากฏของจำนวนขนที่ตำแหน่ง sa_1 sa_2 และ sa_3 ช่วยในการจัดจำแนกได้ เช่น *Goerodes emarginatus* กับ *G. axis* (Ito, 1985)

ในอกปล้องที่ 2 และ 3 บริเวณ pleuron จะมีเส้นสีดำเรียกว่า pleuron suture เป็นเส้นแยก pleuron ออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนหน้า (episternum) และส่วนท้าย (epimeron) บางครั้งอาจพบ trochantin เป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากขอบด้านหน้าของ episternum

ที่ปล้องอกทั้ง 3 ปล้อง จะมีขายื่นออกทางด้านข้างปล้องละ 1 คู่ โดยที่ขาแต่ละข้างนั้นจะแบ่งเป็น 5 ปล้องคือ coxa, trochanter, femur, tibia, tarsus และมี claw อยู่ปลายสุด และมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาในรายละเอียดพบว่าความแตกต่างของตัวอ่อน 2 ชนิด คือ *Neopsilochorema tricarinatum* กับ *Australochorema rectispinum* ในวงศ์ Hydrobiosidae มีลักษณะความกว้างของ femur ในขาคู่หน้าที่ต่างกันและความยาวของ claw จะต่างกันด้วย (Angrisano, 1997) บางครั้งจะพบว่าที่ claw จะมีส่วนประกอบย่อยๆ ลงไปอีกมาก เช่นในวงศ์ Hydrobiosidae ซึ่งในแต่ละสกุลหรือชนิดจะมีลักษณะบน claw ที่ต่างกัน (Dean, 1991) ที่ขาอาจจะมีกลุ่มขนซึ่งสามารถใช้บอกได้ว่าเป็นตัวอ่อนระยะใด เช่น instar ที่ 1 ของ *Tinodes waeneri* จะมีกลุ่มขนที่ขา 2 กลุ่ม instar ที่ 3 มี 3 กลุ่ม จนถึง instar ที่ 5 มี 6 กลุ่ม (Jones, 1974)

ส่วนท้อง ผิวด้านบนเรียกว่า tergum ด้านล่างเรียกว่า sternum ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจะมีปล้องท้อง 9-10 ปล้อง เหงือกอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ ในวงศ์ที่มีเหงือกจะใช้เหงือกช่วยในการหายใจ บางครั้งเหงือกที่ปล้องท้องอาจจะมีตำแหน่งการเกิดไม่เหมือนกัน เช่น ตัวอ่อนของ *Goerodes orientalis, G. hiurai, G. tsudai* ในวงศ์ Lepidostomatidae (Ito, 1985) และถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงคือ 18 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับน้ำที่เย็นกว่า คือ 6 องศาเซลเซียส ตัวอ่อนของ *Sericostoma personatum* จะปรับตัวให้อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าด้วยการเพิ่มจำนวนเหงือกในแต่ละกระจุก (tuft) ให้มากขึ้น แต่ไม่ว่าอุณหภูมิน้ำจะสูงหรือต่ำตัวอ่อนของ *Potamophylax cingulatus* ก็จะมีจำนวนเหงือกคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของน้ำอาจจะมีผลต่อการพัฒนาการหายใจของตัวอ่อน (Badcock *et al.* 1986)

ในพวกที่สามารถเคลื่อนย้ายปลอกได้ ที่ท้องปล้องแรกมักจะมี dorsal hump ทางด้านบนของปล้องแรกและจะมี lateral hump ทางด้านข้าง ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำบางกลุ่มจะสร้าง sclerites หรือสร้างขนทางด้านล่างของ lateral hump เรียก lateral hump setae บางวงศ์จะพบ dorsal sclerites ทางด้านบนของปล้องท้องปล้องที่ 9 และพบว่าตำแหน่งขนด้านบนของปล้องท้องที่ 7-9 สามารถใช้ในการจัดจำแนกตัวอ่อนได้ ปล้องท้องปล้องสุดท้ายจะมี anal prolegs และที่ปลายสุดจะเป็น anal claws ซึ่งลักษณะของ anal claws สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกในระดับสกุลได้ เช่น วงศ์ Polycentropodidae จะมีลักษณะของ anal claws หลายแบบมาก (Cartwright, 1991) นอกจากนี้ที่ anal claws ในบางวงศ์อาจจะมีหนามย่อยๆ (accessory hooks) ประกอบขึ้นมาอีก เช่น ตัวอ่อนของวงศ์ Hydroptilidae จะมี accessory hooks หรือ secondary hook ยกเว้นในสกุล *Orthotrichia* (Wells, 1997) หรือที่ anal claws ของ *Helicopsyche barbata* จะมี anal hooks แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ primary hooks ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับ secondary hook แต่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใน *Helicopsyche tanzania* นั้น secondary hooks จะมีส่วนยื่นออกมาคล้ายซี่ฟันหวีอยู่ถึง 16 ซี่ (Johanson, 1997)

ดักแด้ รูปร่างดักแด้ของแมลงมีหลายแบบ ถ้าแบ่งตามการมีรยางค์ยึดติดกับลำตัวหรือไม่ยึดติดกับลำตัว ดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำจะมีรูปร่างแบบ exarate คือดักแด้มีรยางค์ไม่ยึดติดกับลำตัว ส่วนมากไม่มีปลอกหรือรังไหมหุ้มดักแด้ Merritt and Cummins (1978) อธิบายถึงสัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงหนอนปลอกน้ำว่า ดักแด้จะมีส่วนของ mandible ที่แข็งแรงมาก เพื่อใช้ในการกัดปลอกให้ขาดในขณะที่ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย ปีกตรงขนานกับลำตัว ขาอยู่ด้านล่างเยื้องออกด้านข้างลำตัว ส่วนของ tarsus จะมีขนหนาแน่นกว่าจุดอื่นเพื่อช่วยในการว่ายน้ำขณะบินสู่ผิวน้ำ ที่ปล้องท้องจะมีแผ่นหนาม (hook plate) ซึ่งจะมีทั้งด้านบน (anterior hook plate ปลายหนามจะชี้ไปด้าน posterior) และด้านล่าง (posterior hook plate ปลายหนามจะชี้ไปด้าน anterior) จะพบในปล้องที่ 5 เท่านั้น ส่วนปล้องอื่นๆ ที่มีแผ่นหนามจะมีเพียงด้านหน้า (anterior hook plate) เท่านั้น ในบางวงศ์ที่ด้านหลังของปล้องท้องปล้องที่ 1 จะมีสันนูนที่มีขน (spine ridge) เกิดขึ้น ในพวกที่ตัวอ่อนมีเหงือกที่ท้อง พอเป็นดักแด้เหงือกจะทับกันและแบนแนบติดกับลำตัว อาจจะโค้งงอหรือตรง และตำแหน่งของเหงือกจะยังอยู่ตำแหน่งเดิมเหมือนในตัวอ่อน พวกที่มีขนข้างลำตัว (lateral fringe) เมื่อเป็นดักแด้ขนเหล่านี้จะแผ่คลุมปล้องท้องได้หลายปล้อง ปลายสุดของปล้องท้องอาจมรหรือไม่มี anal processes

ตัวอย่างดักแด้ เช่น *Lenarchus fuscostramineus* (Limnephilidae) เหงือกที่ด้านหลังของปล้องท้องปล้องที่ 2-7 จะมีทั้งด้านหน้า ด้านท้าย และด้านข้างของปล้องท้องปล้องที่ 2 จะมีเหงือกอยู่ทางด้านหน้า ส่วนปล้องท้องปล้องที่ 3 จะมีเหงือกอยู่ท้ายปล้อง ขนข้างลำตัวจะแผ่คลุมด้านข้างจากท้ายปล้องท้องปล้องที่ 5-8และ anal processes สั้น เป็นต้น (Nozaki and Ito, 1998)

เต็มวัย รูปร่างคล้ายผีเสื้อกลางคืน (moth) ต่างกันที่แมลงหนอนปลอกน้ำจะมีขนที่ปีก แต่ผีเสื้อกลางคืนที่ปีกจะเป็นลักษณะคล้ายสะเก็ด (scale) แทน ขณะที่พักปีกคลุมลำตัวในลักษณะที่คล้ายหลังคา (roof-like) ส่วนท้ายสุดของปล้องท้องไม่มีหาง ส่วนหัวยื่นยาว มีหนวดยาวเรียว ปากพัฒนาดีมาก (McCafferty, 1981)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 เมตามอฟอซิสและวงชีวิตของแมลง

การเปลี่ยนโครงสร้างและรูปร่างของแมลงในระหว่างการเจริญเติบโต เรียกว่า เมตามอฟอซิส (metamorphosis) การเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของแมลง แมลงต้องสลัดคราบเก่าออก เรียกว่า การลอกคราบ (ecdysis หรือ molting) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของสัตว์ขาข้อทั่วไป เมื่อตัวอ่อนฟักจากไข่ ตัวอ่อนระยะนี้เรียกว่า ตัวอ่อนระยะที่ 1 ซึ่งระยะของตัวอ่อน (instar) มีกี่ระยะขึ้นกับสปีชีส์ แมลงน้ำส่วนมากมีตัวอ่อน 4-6 ระยะ แต่แมลงชีปะขาว แมลงปอ และแมลงสโตนฟลาย อาจมีระยะตัวอ่อน 15 ถึง 30 ระยะ ระยะตัวเต็มวัย (imago) มีรูปร่างต่างจากตัวอ่อนมาก คือ มีโครงสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ที่ทำงานได้และมักมีปีก แมลงที่มีปีกสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มแมลงที่มีปีกเจริญจากภายนอกตัว และระยะตัวอ่อนมีตุ่มปีก (exopterygota) และกลุ่มแมลงที่มีปีกเจริญภายในตัว (endopterygota)

แมลงที่มีปีกเจริญภายนอกตัวมีเมตามอฟอซิสแบบไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วยแมลงชีปะขาว แมลงปอ แมลงสโตนฟลาย แมลงกลุ่มตั๊กแตน และมวน ในบางตำราจัดกลุ่มตั๊กแตน และมวนไว้เป็นแมลงที่ระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกัน ตัวอ่อน (nymph) มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดทีละน้อยเมื่อมีการลอกคราบ (เรียกว่า paurometabolous insects) ทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยอาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันและกินอาหารคล้ายคลึงกัน ส่วนพวกแมลงชีปะขาว แมลงปอ และแมลงสโตนฟลายมีระยะตัวอ่อน (naiad) ที่มีเหงือก หรือโครงสร้างบางอย่างที่ทำให้เหมาะสมต่อการอาศัยอยู่ในน้ำ ส่วนตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บนบก แมลงทั้ง 3 อันดับนี้ระยะตัวอ่อนคล้ายคลึงกับระยะตัวเต็มวัย (hemimetabolous insects) แต่แตกต่างกันมากกว่าพวกตั๊กแตนและมวน ระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยกินอาหารแตกต่างกัน

แมลงชีปะขาวมีความแตกต่างจากแมลงมีปีกอันดับอื่นๆ คือ ระยะตัวเต็มวัยมี 2 ระยะ ระยะแรกเรียกว่า ซับอิมาโก (subimago) และตัวเต็มวัยระยะที่ 2 เรียกว่า อิมาโก (imago) สำหรับแมลงที่มีปีกเจริญจากภายในตัวที่มีเมตามอฟอซิสแบบสมบูรณ์ (holometabolous insects) มีรูปร่างของระยะตัวอ่อน (larva) และตัวเต็มวัยที่แตกต่างกันมาก จึงต้องมีระยะดักแด้ (pupa) ได้แก่ แมลงช้างกรามโต แมลงช้างปีกใส แมลงหนอนปลอกน้ำ ผีเสื้อน้ำ ด้วง แมลงสองปีก และแตน ซึ่งมีวงชีวิตดังนี้คือ จากไข่ฟักเป็นตัวอ่อนมีรูปร่างแบบหนอน ซึ่งอาจมีขาหรือไม่มีขา (เรียกว่าระยะ larva) ตัวอ่อนเจริญผ่านการลอกคราบหลายครั้งจนได้เป็นตัวอ่อนระยะสุดท้ายที่โตเต็มที่ และจะลอกคราบไปเป็นระยะที่ไม่ว่องไวและไม่กินอาหาร เรียกว่า ระยะดักแด้ ระยะนี้มีการเจริญของปีก ขา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หนวด ตาประกอบ และอวัยวะสืบพันธุ์ เพื่อเจริญเป็นระยะตัวเต็มวัย (adult หรือ imago) ส่วนแมลงหางดีดไม่มีเมตามอฟอซิส ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีรูปร่างเหมือนกัน (ametabolous insects)

1.4 อนุกรมวิธานของแมลงน้ำ (Williams and Feltmate, 1992)

การจัดจำแนกแมลงน้ำเป็นดังนี้คือ

Phylum Arthropoda (ไฟลัม อาร์โทรโปดา)
Class Insecta (คลาส อินเซคตา)
Subclass Apterygota (คลาสย่อย อะเทอริโกตา-พวกไม่มีปีก)
Order Collembola (อันดับ คอลเลมโบลา-แมลงหางดีด)
Subclass Pterygota (คลาสย่อย เทอริโกตา-พวกมีปีก)
Infraclass Palaeoptera (อินฟราคลาส พาลีออปเทรา-แมลงมีปีกยุคโบราณ)
Order Ephemeroptera (อันดับ อีฟีเมอรอปเทรา-แมลงชีปะขาว)
Order Odonata (อันดับ โอโดนาทา-แมลงปอ)
Infraclass Neoptera (อินฟราคลาส นีออปเทรา-แมลงมีปีกยุคใหม่)
Division Exopterygota (ดิวิชัน เอกโซเทอริโกตา-แมลงมีปีกเจริญภายนอกตัว)
Order Plecoptera (อันดับ พลีคอปเทรา-แมลงสโตนฟลาย)
Order Hemiptera (อันดับ เฮมิปเทรา-มวน)
Division Endopterygota (ดิวิชัน เอนโดเทอริโกตา-แมลงมีปีกเจริญภายในตัว)
Order Megaloptera (อันดับ เมกะลอปเทรา-แมลงช้างกรามโต)
Order Neuroptera (อันดับ นิวรณ์อปเทรา-แมลงช้างปีกใส)
Order Coleoptera (อันดับ โคลีออปเทรา-ด้วง)
Order Diptera (อันดับ ดิปเทรา-แมลงสองปีก)
Order Lepidoptera (อันดับ เลปิดอปเทรา-ผีเสื้อ มอท)
Order Trichoptera (อันดับ ไทรคอปเทรา-แมลงหนอนปลอกน้ำ)
Order Hymenoptera (อันดับ ไฮเมนอปเทรา-แตน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความสำคัญของแมลงน้ำที่มีต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด

แมลงน้ำเป็นองค์ประกอบชีวภาพที่สำคัญยิ่งในระบบนิเวศน้ำจืด เนื่องจากมีความหลากหลายและมีจำนวนมาก มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหาร โดยทำหน้าที่เป็นผู้บริโภคขั้นต้น (primary consumer) และเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (Brittain and Eikeland, 1988; Hauer and Resh, 1996) เช่น ปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ รวมทั้งนกและค้างคาว (Edward *et al*., 1992) แมลงน้ำจำเป็นต้องอาศัยอาหารที่อยู่ในน้ำเพื่อการดำรงชีวิต เราสามารถแยกแมลงน้ำได้ 4 กลุ่ม ตามลักษณะการกินอาหาร (feeding groups) และแหล่งที่อยู่อาศัย (ตารางที่ 1) แต่ละกลุ่มมีการปรับตัวที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อการหาอาหารและการกินอาหาร และมีแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละกลุ่ม ตามลำห้วย หรือลำธารที่อยู่อาศัย อาหารที่กินจะเป็นตัวชี้ถึงบทบาทหน้าที่ในห่วงโซ่อาหาร เช่น พืชเป็นอาหารของตัวอ่อนชีปะขาว ชีปะขาวถูกแมลงเกาะหินพวกที่เป็นผู้ล่ากิน แมลงเกาะหินเป็นอาหารของปลา ปลาเป็นอาหารของนก เป็นต้น และในปัจจุบันแมลงน้ำบางกลุ่ม เช่น แมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) แมลงเกาะหิน (Plecoptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงชองคุณภาพน้ำ ดังนั้นจึงได้รับความสนใจในการใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพสำหรับการติดตามตรวจสอบและประเมินผลกระทบที่มีต่อคุณภาพน้ำในลำธาร (นฤมล, 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 การแบ่งกลุ่มแมลงน้ำตามลักษณะการกินอาหาร (feeding groups) และตามแหล่งที่อยู่อาศัย (กลุ่มงานกีฏวิทยาป่าไม้, 2553)

ลักษณะการกินอาหาร	วิธีการกิน	สิ่งที่ถูกกิน	แหล่งอาศัย
Collectors (แมลงหนอนปลอกน้ำ แมลงชีปะขาว)	มีการเก็บสะสมอาหาร หรือมีการสร้างรังที่มีโครงสร้างในการดักจับอาหาร	อินทรียวัตถุที่ละลายในน้ำ เช่น สาหร่าย แบคทีเรีย feces พืชขนาดเล็ก	พื้นท้องน้ำ
Shredders (แมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย แมลงหนอนปลอกน้ำ)	ปากแบบกัด ใช้ฉีก ตัด กัด เจาะไช	ใบไม้และส่วนต่างๆ ของพืชที่ร่วงหล่นลงในแหล่งน้ำ	บริเวณที่มีร่มเงาของต้นไม้ ริมลำห้วยหรือลำธาร
Scrapers (แมลงหนอนปลอกน้ำ แมลงชีปะขาว)	ปากแบบใบมีด ใช้ในการขุดตามพื้นที่แข็ง	ขุดสาหร่ายที่เกาะตามหินในแหล่งน้ำ	พื้นที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของสาหร่าย
Predators (แมลงสโตนฟลาย ด้วง แมลงปอ แมลงช้าง)	ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้ในการติดตาม จับและฆ่าเหยื่อ	สิ่งมีชีวิต	ทุกสภาพแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำในประเทศไทย

การศึกษาแมลงน้ำในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในด้านของความหลาก (species diversity) ควบคู่กับการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความหลากหลายและการแพร่กระจายของแมลงน้ำ ซึ่งประเทศไทยจัดว่าเป็นประเทศที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมาก เนื่องจากตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมทางชีวภูมิศาสตร์ เป็นดินแดนต่อเนื่องระหว่างแผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชีย คือ อินเดียและจีนทางตอนบน อินโดจีนทางด้านตะวันออก และเชื่อมต่อกับแหลมมลายูและหมู่เกาะต่างๆ ของอินโดนีเซีย มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนและกึ่งร้อน และมีแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลากหลายรูปแบบทั้งบนบก น้ำจืดและน้ำเค็ม (นริศ, 2539) โดยสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2541) รายงานว่าประเทศไทยมีความหลากหลายของสัตว์มากถึง 90,000 ถึง 100,000 ชนิด แต่มีการค้นพบเพียง 12,000 ชนิด แต่สำหรับแมลงมีการค้นพบมากที่สุดถึง 6,121 ชนิด จาก 751,000 ชนิดทั่วโลก

ภาคเหนือของประเทศไทยมีการศึกษาด้านของความหลากทางชีวภาพของแมลงน้ำเป็นอย่างมากโดยเฉพาะแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า Changthong (2005) รายงานการค้นพบแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าชนิดใหม่ที่พบในพื้นที่อุทยานแห่งชาตภูหินร่องกล้า (จ. พิษณุโลก) 13 ชนิด จากทั้งหมด 64 ชนิดที่ค้นพบในพื้นที่ แตงอ่อน (2542) ศึกษาถึงการกระจายของตัวเต็มวัยแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า ตามระดับความสูงในเขตอุทยานสุเทพ พบความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าทั้งสิ้น 18 วงศ์ 153 ชนิด ธรรมวัตร (2541) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าที่สัมพันธ์ กับถิ่นที่อยู่แบบต่างๆ โดยใช้กับดักอีเมอร์เจนซ์ พบความหลากหลายของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าทั้งสิ้น 17 วงศ์ 91 ชนิด และมีนักวิจัยหลายท่านที่ทำการศึกษาถึงแมลงน้ำกลุ่มอื่นๆ ในแหล่งน้ำทางภาคเหนือของไทย ชิตชล (2536) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในบางท้องที่ของสวนพฤษศาสตร์ภาคเหนือ (แม่สา) จังหวัดเชียงใหม่ พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน 14 อันดับ 73 วงศ์ 119 ชนิด เป็นอันดับ Coleoptera มากที่สุด (สุทธิ, 2549) ศึกษาความหลากหลายและการกระจายตัวของแมลงปอชนิดต่างๆ ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบแมลงปอตัวเต็มวัย 15 วงศ์ และตัวอ่อน 12 วงศ์ สาครและคณะ (2534) รายงานการศึกษาสัตว์ไม่กระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารบนดอยสุเทพ โดยพบตัวอ่อนของอันดับ Odonata และ Megaloptera 1 วงศ์ อิสระ (2537) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่ห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบ 4 อันดับ 12 วงศ์ 17 ชนิด เป็นตัวอ่อนของอันดับ Ephemeroptera มากที่สุด และศิริพร (2540) ได้ศึกษาถึงความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบจำนวนชนิดของมวนทั้งสิ้น 5 วงศ์ 15 สกุล 27 ชนิด ลำห้วยพรมแล้งพบมวน 14 สกุล 25 ชนิด ซึ่งมีความหลากหลายของมวนมากกว่าลำห้วยหญ้าเครือซึ่งพบมวน 13 สกุล 23 ชนิด

การศึกษาความหลากของแมลงน้ำในภาคตะออกเฉียงเหนือ นฤมลและคณะ (2542) ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม EPT (Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 22 สาย พบระยะตัวอ่อน 123 ชนิด ระยะตัวเต็มวัย 143 ชนิด และสามารถเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนกับตัวเต็มวัยได้ 15 ชนิด การศึกษาในประเทศแถบเอเชียรวมทั้งประเทศไทยสามารถระบุตัวอ่อนได้เพียงระดับวงศ์หรือสกุลเท่านั้น (ศุภฤกษ์, 2538; นฤมล และวิโรจน์, 2541; สมยศ, 2543; Dudgeon, 1994; Watanasit, 1996) แต่มีแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae ที่สามารถระบุตัวอ่อนได้ในระดับชนิด (Prommi, 2007) รัชฎาภรณ์และเสาวคนธ์ (2535) ศึกษาชนิดและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบในแม่น้ำพอง แม่น้ำชีและแม่น้ำมูลหลังวิกฤติการณ์น้ำเสีย พศ.2535 พบ Chironomidae มากที่สุด และรัตนา (2537) ศึกษาชนิดและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพอง พบ 4 ไฟลัม 10 อันดับ 20 วงศ์ 34 อิสระ (2537) และสุจิตรตรา (2538) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่ห้วยพรมแล้งและห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรร์ รัตนา (2537) สำรวจสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพอง

Prommi (2007) ศึกษาอนุกรมวิธานของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวเต็มวัยวงศ์ Hydropsychidae ในลำธารจากภูเขาภาคใต้ของประเทศไทย สามารถจำแนกแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยได้ 18 วงศ์ 46 สกุล 215 ชนิด และสามารถเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนที่ไม่ทราบชนิดกับตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดได้ 23 ชนิด Watanasit (1996) ทำการศึกษาองค์ประกอบของแมลงน้ำในลำธาร 23 สายในภาคใต้และความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับจำนวนแมลงน้ำแต่ละกลุ่ม พบแมลงน้ำทั้งสิ้น 9 อันดับ 53 วงศ์ และมนตรี (2537) การสำรวจแมลงน้ำบริเวณน้ำตก 16 แห่งในภาคใต้ของไทย ซึ่งทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของแมลงน้ำในประเทศไทยมากขึ้น

สำหรับการศึกษาแมลงน้ำทางภาคตะวันตกของประเทศไทย ส่วนมากนักวิจัยสนใจศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี บุญเสถียรและคณะ (2544) ศึกษาคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและชีวภาพโดยใช้สิ่งมีชีวิตหน้าดินเป็นดัชนีชี้วัดที่ลำธารห้วยเขย่ง อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ผลการวิจัยพบความหลากหลายของสัตว์หน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดินรวมทั้งสิ้น 15 อันดับ 96 วงศ์ 218 สกุล 224 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนแมลงน้ำ ผลวิเคราะห์การกระจายตัวของสัตว์หน้าดินในแต่ละพื้นที่ทำให้สามารถคัดเลือกกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในกลุ่ม EPT ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมได้ 10 สกุล ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำได้ต่อไป สุทธินี (2547) ศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำในพื้นที่โครงการ72 พรรษามหาราช อำเภอทองผาภูมิ ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้ Surber sampler และ Pond net พบแมลงน้ำทั้งสิ้น 11 อันดับ 91 วงศ์ 197 ชนิด และกัญญารัตน์ (2545) ศึกษาความสัมพันธ์ของแมลงพื้นท้องน้ำกับปริมาณโลหะหนักที่ลำห้วยในบริเวณโครงการทองผาภูมิเช่นเดียวกัน พบแมลงน้ำทั้งสิ้น 9 อันดับ 54 วงศ์

การที่แมลงน้ำมีความหลากหลายแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่แต่ละระบบนิเวศเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านกายภาพและเคมีที่แตกต่างกันไปด้วย ปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดคือความเร็วของกระแสน้ำ อุณหภูมิ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ฤดูกาล ลักษณะพื้นท้องน้ำ ลักษณะพืชน้ำรอบๆ แหล่งน้ำ สารละลายในน้ำและปัจจัยอื่นๆ (Hynes, 1970)

4. การประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืด โดยการประยุกต์ใช้แมลงน้ำ

การประเมินผลกระทบและติดตามคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืด โดยใช้กลุ่มสัตว์หน้าดินไม่มีกระดูกสันหลังที่ได้รับความนิยมในการประเมินผลกระทบและติดตามคุณภาพน้ำ ซึ่งนิยมใช้ตัวอ่อนของแมลงน้ำเป็นส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 90 และเป็นที่นิยมใช้ในการตรวจวัดมลพิษทางน้ำอีกหลายๆ ประเทศในโลก (Rosebenberg and Resh, 1993) โดยเฉพาะ ในแถบทวีปอเมริกาเหนือและยุโรป

ข้อดีของการใช้แมลงน้ำในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและตรวจวัดมลพิษทางน้ำอย่างกว้างขวาง เนื่องจาก

1) แมลงน้ำส่วนมากมีอายุขัยยาวนานประมาณ 1 ปี ดังนั้น จึงสามารถแสดงผลลัพธ์ของการสะสม (Accumulation) ของสภาพแวดล้อมเป็นระยะเวลายาวนานได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) แมลงน้ำง่ายต่อการเก็บมาศึกษาวิจัยและมีจำนวนมากพอ แม้ในพื้นที่ขนาดเล็กที่เป็นแหล่งอาศัยของมันได้ วิธีการเก็บตัวอย่างมีการพัฒนาจนได้เป็นวิธีการมาตรฐาน และความรู้ด้านอนุกรมวิธานมีการศึกษาเป็นอย่างดีแล้วในแมลงหลายกลุ่ม

3) แมลงน้ำบางชนิดมีความไวและมีการตอบสนองที่ดีต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม แมลงน้ำบางชนิดไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เมื่อแหล่งน้ำมีสภาพเปลี่ยนแปลงไปและมีการฟื้นตัวช้า ทำให้ยังสามารถเห็นร่องรอยของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้

4) แมลงน้ำมีสมาชิกอยู่ในทุกกลุ่มของบทบาทการกินอาหาร (Functional Groups) และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเชื่อมโยงระหว่างผลผลิตปฐมภูมิกับลำดับขั้นการกินอาหารที่สูงขึ้นในสายใยอาหาร

5) วิธีการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Hellawell, 1989; Rosebenberg and Resh, 1993)

ในปัจจุบันมีการพัฒนานำข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงน้ำมาใช้ประเมินคุณภาพและผลกระทบสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำมาเป็นข้อมูลร่วมในการจัดการพื้นที่และการใช้ที่ดินในแหล่งน้ำจืดของหลายประเทศในทวีปยุโรป อเมริกาและออสเตรเลีย (Hellawell, 1986; Hawkins and Vinsons, 2000; Hawkins *et al*., 2000) วิธีการประเมินทางชีวภาพเป็นวิธีการหลักในการวัดสุขภาพของระบบนิเวศแหล่งน้ำผิวดิน (ecological health of surface water) (Hawkins and Norris, 2000) วิธีการประเมินทางชีวภาพเป็นวิธีการหลักในการวัดสุขภาพของระบบนิเวศแหล่งน้ำผิวดิน (ecological health of surface water) (Hawkins and Norris, 2000) แนวคิดการใช้วิธีนี้ในการบ่งชี้คุณภาพแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมในลำธารและแม่น้ำเริ่มขึ้นในประเทศเยอรมันโดยนักธรรมชาติวิทยา 2 ท่าน คือ Kolkwitz และ Marsson (Kolkwitz and Marsson, 1909) ได้เสนอระบบ Saprobien ขึ้น สำหรับการระบุมลพิษจากสารอินทรีย์ในแม่น้ำซึ่งส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลง ท่านได้ทำบัญชีรายชื่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวบ่งชี้กลุ่มต่างๆ เช่น จุลินทรีย์ สาหร่าย เห็ดรา โปรโตซัว และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบปรากฏในน้ำที่มีระดับมลพิษแตกต่างกัน สำหรับตัวอ่อนชีปะขาวและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำถูกจัดจำแนกเป็นตัวบ่งชี้ที่ไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง (intolerant indicator species) บ่งชี้น้ำสะอาด ในขณะที่ตัวอ่อนริ้นน้ำจืด (หนอนแดง) และหนอนไส้เดือนถูกจัดจำแนกเป็นตัวบ่งชี้ที่ไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง (tolerant indicator species) สามารถใช้บ่งชี้มลภาวะของน้ำ แนวคิดนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในทวีปยุโรปแต่ได้รับความสนใจน้อยในทวีปอเมริกาเหนือ เนื่องจากสะท้อนเพียงมลพิษจากของเสียอินทรีย์ ไม่ใช่ของเสียจากสารพิษซึ่งเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดปัญหาในประเทศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สหรัฐอเมริกา (Cairns and Pratt, 1993) และได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับประเทศที่นำไปใช้ เช่น พัฒนาเป็นระบบ BMWP Score (Biomonitoring Working Party Score) ของสหราชอาณาจักร (National Water Council, 1981) ไปใช้นอกยุโรป เช่น อินเดีย (De Zwart and Trivedi, 1994) ออสเตรเลีย (Campbell, 1982; Chessman, 1995) และประเทศไทย (Mustow, 1997; Sangpradub *et al*., 1998) ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการใช้ข้อมูลของแมลงน้ำมาร่วมประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ (Hellawell, 1989) และปัจจุบันได้พัฒนาให้เป็นวิธีการที่รวดเร็วขึ้น (Rapid assessment) (Resh and Jackson, 1993) วิธีการที่นิยมมากคือของ Plafkin *et al*. (1989) ในส่วนของแมลงน้ำข้อมูลที่นิยมนำมาพิจารณาคือ แมลงน้ำกลุ่ม EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) richness, percent of scrapers, scraper/filterer ratio และ EPT/chironomid ratio เป็นต้น

การนำข้อมูลตัวอ่อนแมลงน้ำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดในประเทศแถบเอเชียยังมีน้อยมาก เนื่องจากความรู้เกี่ยวกับระยะตัวอ่อน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านอนุกรมวิธานจนถึงระดับชนิดยังมีน้อย (Rundel *et al*., 1993; Dudgeon, 1994) ซึ่งการศึกษาในภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่สนใจด้านอนุกรมวิธานและการแพร่กระจายของระยะตัวเต็มวัยมากกว่า (Hynes, 1984)

ในประเทศไทยแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าเป็นแมลงน้ำที่มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องและได้รับความสนใจมากที่สุดในประเทศไทยโดยรองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำวิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากประเทศออสเตรีย Prof. Hans Malicky ปัจจุบันพบแมลงน้ำในอันดับไทรคอบเทอร่าทั้งสิ้นมากกว่า 900 ชนิด (Malicky, 2010) จำนวนชนิดเพิ่มมากขึ้นเมื่อขยายพื้นที่การสำรวจเพิ่มขึ้น และได้มีการประยุกต์ใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยในการประเมินคุณภาพน้ำในลำธารบนดอยอินทนนท์ ดอยสุเทพ และแม่น้ำปิงในภาคเหนือโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate technique) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และ PATN หาชนิดของแมลงน้ำที่ใช้เป็นดัชนีที่สัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ และสามารถแบ่งกลุ่มสถานที่ศึกษาตามความมากน้อยของผลกระทบจากกิจกรรม และแบบแผนการใช้พื้นที่ที่ต่างกัน (Chaibu *et al*., 2002) ส่วนเหตุผลที่นิยมใช้แมลงกลุ่มนี้ประเมินคุณภาพน้ำ เนื่องจากแมลงหนอนปลอกน้ำส่วนใหญ่จัดเป็นพวกที่ค่อนข้างไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและในบางชนิดมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม (Rosenberg and Resh, 1983) ดังนั้นชนิดและจำนวนของแมลงน้ำในแหล่งน้ำหนึ่งๆ จึงสะท้อนคุณภาพโดยรวมของปัจจัยทุกชนิดในแหล่งน้ำนั้นได้เป็นอย่างดี วิธีการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าตัวเต็มค่อนข้างง่าย โดยใช้กับดักแสงไฟล่อและสามารถจำแนกชนิดได้ในชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้สิ่งมีชีวิตที่สามารถระบุชนิด (species) ได้ในการติดตามตรวจสอบภาวะมลพิษของแหล่งน้ำจะได้ผลที่ถูกต้องแม่นยำกว่าการใช้สิ่งมีชีวิตในระดับวงศ์ (family) หรือสกุล (genus) การประยุกต์ใช้ตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในประเทศไทยต้องเผชิญกับอุปสรรคเนื่องจากไม่สามารถที่จะจัดจำแนกชนิดของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าถึงในระดับชนิดได้ เพราะในช่วงตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงน้ำกลุ่มนี้มีลักษณะและถิ่นอาศัยแตกต่างกัน การที่จะเชื่อมโยงตัวอ่อนกับตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดแล้วจึงเป็นเรื่องที่ยาก

ด้านอนุกรมวิธานของแมลงน้ำอันดับไทรคอบร่าระยะตัวอ่อนในประเทศไทยปรากฏในเอกสารของ Malicky and Chantaramongkol (1991) ศึกษาระยะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Trichomacronema paniae* Malicky and Chantaramongkol, 1991 และ Thammasenanupap *et al*. (2005) ศึกษาระยะตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Himalopsyche achari*, *Arctopsyche hynreck*, *A variabilis*, cf. *Eoneureclipsis querquobad*, cf. *E. alekto* และ *Inthanopsyche trimeresuri* ในภาคเหนือของประทศไทย ซึ่งการศึกษาเพื่อระบุชนิดของตัวอ่อนนั้นต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวอ่อน ดักแด้และตัวเต็มวัย Prommi (2007) ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ที่ไม่ทราบชนิดกับระยะตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดแล้วสามารถเชื่อมโยงได้ทั้งหมด 23 ชนิด ซึ่งครอบคลุม 9 สกุล ดังนี้ *Diplectrona gombak*, *Cheumatopsyche charites*, *C. copia*, *C. tramota*, *Potamyia chaos*, *P. phaidra*, *Macrostemum dohrni*, *M. hestia*, *Pseudoleptonema quinquefasciatum*, *P. supalak*, *M. fenestratum*, *Trichomacronema tamdao Hydropsyche assarakos*, *H. butes*. *H. camillus*, *H. dolosa*, *H. pallipenne, Hydatomanicus adonis*, *H. brontes*, *H. klanklini*, *Hydromanicus abiud*, *H. inferior*, *H. serubabel* (Prommi *et al*., 2006a; 2006b)

มีการนำแมลงน้ำหลายกลุ่มมาประยุกต์ใช้ในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น Pinder and Morley (1995) มีการศึกษาศักยภาพของแมลงน้ำกลุ่ม Chironomidae เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำในทะเลสาบขนาดเล็ก ประเทศอังกฤษ เช่นเดียวกับในอีกหลายๆ ท่านที่ได้นำมาใช้ประเมินผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ต่อการแพร่กระจายและความหลากหลายของแมลงน้ำและคุณภาพได้ โดย Baez and Frid (2003) ใช้แนวคิดของการปรากฏหรือไม่ปรากฏโครงสร้างชุมชนสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากผลกระทบของมลพิษ ส่วน Fialkowski *et al*. (2003) แนะนำการใช้แมลงชีปะขาวในการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพของมลพิษจากโลหะหนักในลำธาร ซึ่งมันสามารถใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อการพบโลหะหนักในระบบนิเวศทางน้ำได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Azrina (2005) มีการศึกษากิจกรรมมนุษย์มีผลกระทบต่อการกระจายและความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินและคุณภาพน้ำของแม่น้ำแลนเกตในประเทศมาเลเซีย Liess (1998) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ และ Arienzo *et al.* (2001) ศึกษาผลกระทบจากการใช้ที่ดินและน้ำท่าที่มีการปนเปื้อนของแม่น้ำซารโน (Sarno) ในภาคใต้ของอิตาลี ซึ่งแสดงผลถึงความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแม่น้ำโดยเฉพาะบริเวณใกล้กับปากแม่น้ำ

การทำการเกษตรเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำเนื่องจากในปัจจุบันประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มีความต้องการพื้นที่ทางการเกษตรมาก ตลอดจนความต้องการในการใช้ปุ๋ย และสารเคมีต่างๆ อีกเพิ่มขึ้นเช่นกัน Collier (1995) ประเมินผลกระทบของการใช้ยาฆ่าแมลงและการใช้พื้นที่ในการทำการเกษตรแผนใหม่ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำและสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ นอกเหนือไปจากบุกรุกที่ดินเพื่อการเกษตรเท่านั้น แต่ธรรมชาติยังถูกรบกวนจากความเจริญต่างๆ ที่เข้ามา เช่น มีการสร้างถนนเชื่อมต่อหมู่บ้านเพื่อใช้ลำเลียงผลผลิตออกสู่ตลาด และเมื่อมีประชากรเข้าไปอยู่มากก็จะมีการสร้างบ้านเรือน ถนน โรงเรียน อุตสาหกรรมต่างๆ หรือบางพื้นที่อาจจะมีการสร้างเขื่อนเพื่อใช้กักเก็บน้ำหรือใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าอีกด้วย จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้กระทำขึ้นนั้นล้วนเป็นสิ่งที่รบกวนธรรมชาติทั้งสิ้น และมันอาจจะส่งผลกระทบไปถึงสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศและคุณภาพน้ำตามธรรมชาติอีกด้วย (วิบูลย์, 2539) สัทธา (2529) ศึกษาผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพ บริเวณลุ่มน้ำบางปะกง ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ตามลักษณะการใช้ประโยชน์จากที่ดิน ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีกิจกรรมการทำการเกษตรจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำมากกว่าพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ นอกจากคุณภาพน้ำได้รับผลกระทบแล้วยังส่งผลกระทบถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำอีกด้วย ที่ผ่านมามีกิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างชุมชนและความหลากหลายของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (Hellawellb, 1986; Metcafe, 1989; Wright *et al*., 1993, Pinel-Alloul *et al*., 1996; Nedeau *et al*., 2003) ได้แก่ผลกระทบของการสร้างเขื่อนและสิ่งกีดขวางในลำน้ำต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ทั้งพืชน้ำ นกน้ำ ปลาและแมลงน้ำ (Kingsford, 2000) โดยงานวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันในประเทศไทยที่มีการสร้างเขื่อนจึงส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศที่อยู่ตามธรรมชาติ

จากข้อมูลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นการศึกษาที่ผ่านมาเน้นหนักไปที่แมลงน้ำอันดับ EPT โดยเฉพาะอันดับ Trichoptera งานวิจัยด้านแมลงน้ำที่มีความสำคัญในอนาคตคือ การมี Long term

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

monitoring site และการประยุกต์ด้าน Ecotoxicology ที่จะมีความสำคัญในการเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและอดีตที่ผ่านมา หรือใช้ทำนายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นอนาคตได้ โดยใช้แมลงน้ำเป็นตัวชี้วัดภาวะความเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม

5. ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ

ในการประเมินคุณภาพน้ำสามารถทำได้ทั้งวิธีทางเคมีและทางชีวภาพ โดยวิธีทางเคมีนั้นเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับเพราะเป็นวิธีที่ทำเป็นมาตรฐานในการวิเคราะห์ ได้ค่าเป็นตัวเลขซึ่งง่ายต่อการเข้าใจของบุคคลโดยทั่วไปแต่วิธีนี้มีข้อจำกัดเนื่องจากค่าที่ได้เป็นการแสดงค่าคุณภาพน้ำ ณ ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างเท่านั้น ในความเป็นจริงเมื่อเกิดปัญหาการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำมักไม่สามารถนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ได้ทันท่วงทีในขณะนั้น ตัวอย่างน้ำที่เก็บได้เมื่อเหตุการณ์ผ่านไปแล้วระยะเวลาหนึ่งทำให้บางครั้งผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำขัดกับความจริง คือ ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่ามีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ (Steedman, 1994)

ปัจจุบันมีการนำข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงน้ำเป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำและผลกระทบจากมลภาวะรวมทั้งนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดการที่ดิน (นฤมลและคณะ, 2542) ซึ่งเป็นที่นิยมในหลายๆ ประเทศทั้งในยุโรป สหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย แต่การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีก็ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญต้องทำควบคู่กับการวิเคราะห์ทางด้านชีวภาพเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องมากขึ้น เปี่ยมศักดิ์ (2552) อ้างถึง Goldman and Horne .ในปี ค.ศ.1983 ว่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและองค์ประกอบน้ำทางเคมีจะส่งผลต่อองค์ประกอบทางชีวภาพด้วย

5.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีที่เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ

ลักษณะทางเคมีและทางกายภาพและพื้นผิวที่แมลงอาศัยอยู่ ล้วนเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต และสืบพันธุ์ของแมลงน้ำ ปัจจัยที่มีความสำคัญ คือ สภาพทางภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถกำหนดจำนวนและการปรากฏของสิ่งมีชีวิตได้ เนื่องจากอุณหภูมิจะส่งผลถึงปัจจัยอื่นๆ ให้มีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถ้าหากสภาพอากาศมีความแปรปรวนอย่างรุนแรงก็จะมีผลให้อัตราการตายสูงขึ้นและส่งผลกระทบถึงกระบวนการทางสรีระและพฤติกรรม เป็นเหตุให้อัตราการเกิดต่ำลง และอาจจะมีผลต่อวงจรชีวิตที่ช้าหรือเร็วขึ้นกว่าเดิม และจากอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เปลี่ยนแปลงสูงขึ้นนั้น จะส่งผลกับปัจจัยทางด้านความเป็นกรดด่าง คือ จะทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ต่ำลงและจะส่งผลให้โลหะหนักมีความเป็นพิษสูงขึ้นเป็น

5.1.1 อุณหภูมิ (Temperature)

น้ำจากแหล่งน้ำปกติจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์และการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศสู่พื้นดิน (Ruttner, 1973) การถ่ายเทความร้อนจะทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการดำเนินชีวิตของพืชและสัตว์น้ำ ซึ่งจะมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำ และการละลายของธาตุ และก๊าซในน้ำ (นันทนา, 2536) เกษม (2526) กล่าวว่า อุณหภูมิของน้ำในธรรมชาตินั้นไม่มีปัญหา มักจะเกิดก็ต่อเมื่อมนุษย์ได้เป็นผู้กระทำ โดยการปล่อยน้ำหล่อเย็นซึ่งมีอุณหภูมิสูงลงในแหล่งน้ำ แต่ในปัจจุบัน เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศเพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติเป็นอย่างมากในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมาจึงทำให้ระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตได้รับผลกระทบตามไปด้วย และในปัจจุบันสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำนั้นมาจากกิจกรรมมนุษย์แทบทุกด้านไม่ใช่เพียงเฉพาะการปล่อยน้ำหล่อเย็นเท่านั้น เช่นเดียวกับ Warren (1971) รายงานว่ากิจกรรมมนุษย์หลายอย่างเป็นต้นเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากปกติเช่น การทำลายป่าไม้ การชลประทานหรือการสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัยเป็นต้นโดยปกติอุณหภูมิของแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามปัจจัยหลายอย่างเช่น ความเข้มแสง ฤดูกาล เวลาในช่วงวัน สภาพแวดล้อมบริเวณแหล่งน้ำ (วิไลลักษณ์, 2531) อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเกือบทุกชนิด มีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำ การละลายของธาตุและก๊าซในน้ำ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) เนื่องจากมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ของแหล่งน้ำ อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่นและสภาพทั่วไปของแหล่งน้ำ

อุณหภูมินอกจากจะมีผลโดยตรงต่อสัตว์น้ำแล้ว ยังอาจมีผลทางอ้อมด้วย โดยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะมีอัตราผกผันกับอุณหภูมิของน้ำคืออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะลดลง นอกจากนี้ อุณหภูมิที่สูงขึ้นมักจะทำให้พิษของสารพิษประเภทต่างๆ เช่น แอมโมเนีย ยากำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักมีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้อุณหภูมิที่สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะช่วยเร่งการดูดซึมและการแพร่กระจายของสารพิษให้เข้าสู่ร่างกายได้เร็วขึ้น (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528)

อุณหภูมิยังมีผลกระทบต่อแมลง โดยแมลงมักจะมีพัฒนาการอย่างรวดเร็วเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นมันจะช่วยเร่งปฏิกิริยาทางเคมีของน้ำย่อย และกระบวนการเมตาโบลิซึม กระบวนการดูดซึมและแพร่ซึมรวมทั้งขบวนการสร้างสารชีวเคมีที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตเป็นไปได้อย่างรวดเร็วขึ้นอุณหภูมิจะส่งผลอย่างมากต่อพัฒนาการ และต่อระยะหรือวัยในวงจรชีวิตของแมลง โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของแมลงส่วนใหญ่มักอยู่ในช่วงระหว่าง 22-38 องศาเซลเซียส (ศานิต, 2550)

5.1.2 ความเร็วของกระแสน้ำ (Water velocity)

กระแสน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณของน้ำ ความลาดเอียงของพื้นที่ และอุณหภูมิของน้ำในระดับความลึกต่างๆ กัน ความเร็วของกระแสน้ำ มีอิทธิพลต่อการละลายของก๊าซออกซิเจนในน้ำ เนื่องจากกระแสน้ำจะช่วยหมุนเวียนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และแร่ธาตุสารอาหารต่างๆ ความเร็วและความแรงของกระแสน้ำยังเป็นปัจจัยจำกัดการกระจายของสิ่งมีชีวิตด้วย คือ สิ่งมีชีวิตต้องปรับตัวทั้งด้านสรีระ และสัณฐานวิทยา ตลอดจนพฤติกรรม ได้แก่ บริเวณน้ำไหลก็จะพบแมลงเกาะหินและแมลงชีปะขาวซึ่งมีการปรับสรีระให้มีลักษณะรูปร่างเพียวและแบนราบกว่ากลุ่มแมลงน้ำที่อาศัยในน้ำนิ่ง สรีระที่ปรับเปลี่ยนไปช่วยลดความต้านทานของน้ำ และในแมลงหนอนปลอกน้ำมีพฤติกรรมการเกาะติดแน่นกับพื้นผิวที่อาศัยอยู่ เช่น หิน ขอนไม้ ใบไม้ โดยจะทำการสร้างปลอกเชื่อมติดกับหินเอาไว้เพื่อป้องกันตัวเองไม่ให้หลุดลอยไปกักระแสน้ำ (สมสุข, 2528) ศานิต (2550) กล่าวว่ากระแสน้ำมีอิทธิพลทำให้แมลงน้ำหลายชนิดต้องปรับโครงสร้างของลำตัวและขา เช่น ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว หนอนปลอกน้ำ และลูกน้ำยุง ให้สามารถเกาะติดกับหิน พืชใต้น้ำหรือวัตถุใต้น้ำอื่น ๆ เพื่อการดำรงชีวิตได้ตามระดับความแรงของกระแสน้ำ

ยุพิน (2537) กล่าวว่า ความเร็วของกระแสน้ำในลำธารทั่วไปมักไม่เกิน 50 เซนติเมตรต่อวินาที ทำให้มีการตกตะกอนของอนุภาคที่มีขนาดเล็กและยังช่วยในการพัดพาธาตุอาหารต่างๆ ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำไหลมีมากกว่าน้ำนิ่ง ขณะเดียวกันมีการพัดพาเอาตะกอนและเกิดความขุ่นของน้ำมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.3 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

โดยทั่วไปแล้วน้ำทุกๆ แห่งจะมีการละลายของสารชนิดต่างๆ ทำให้น้ำนั้นเป็นสารละลายอ่อนๆ ซึ่งสามารถทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้หรือเป็นตัวการที่เป็นสื่อในการนำกระแสไฟฟ้าในน้ำ (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของไอออนที่มีอยู่ในน้ำ อุณหภูมิ สารประกอบอนินทรีย์ (inorganic substances) เช่น กรดอนินทรีย์ ด่างและเกลือเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะเมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวในอนุมูลที่นำไฟฟ้าได้ ซึ่งจะแตกต่างกับสารอินทรีย์ ซึ่งสารเหล่านี้ไม่แตกตัวในน้ำ จึงไม่นำไฟฟ้าแต่จะบอกเพียงความเข้มข้นของสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ละลายในน้ำ ความนำไฟฟ้าจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นปริมาณความหนาแน่น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำ (กรรณิการ์, 2522) และจากที่ค่าการนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้นฤดูกาลจึงมีผลด้วย ในฤดูกาลที่แตกต่างกันจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำกล่าวคือ ค่าจะสูงในช่วงฤดูร้อนและต่ำในช่วงฤดูฝน เนื่องจากในช่วงฤดูแล้งน้ำมีปริมาณเกลือแร่ปะปนอยู่มาก อีกทั้งในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศสูงอุณหภูมิของน้ำจึงสูง และทำให้อนินทรีย์แตกตัวเพิ่มขึ้น (กรรณิการ์, 2525) ความเข้มข้นของอนินทรีย์เพิ่มขึ้นการนำไฟฟ้าจึงสูงตามไปด้วย

มั่นสินและมั่นรักษ์ (2547) กล่าวว่า น้ำมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ตามความเข้มข้นของอิออนต่างๆ น้ำที่มีอิอนมากจะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าน้ำที่มีอิออนน้อย สภาพนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ แต่ความสัมพันธ์นี้ไม่มีค่าตายตัวหรือคงที่ อัตราส่วนระหว่างค่าการนำไฟฟ้าต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำจะมีค่าสูงสำหรับน้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูงมาก หรือค่าความเป็นกรดด่างต่ำมาก และจะมีค่าลดลงสำหรับน้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วงกลาง นอกจากนี้ นราธิป (2543) กล่าวว่า สารสำคัญที่ละลายอยู่ในน้ำผิวดินตามธรรมชาติได้แก่ แคลเซียม ฟอสเฟต และไนเตรท ทำให้สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำจะแปรผันตามความเข้มข้นของสารละลาย อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ของน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำหรือลุ่มน้ำ เช่นลักษณะทางธรณีวิทยา ดินและหิน ภูมิประเทศ ฝน การระเหยของน้ำ ปริมาณน้ำ ขบวนการทางชีวเคมีในแหล่งน้ำและกิจกรรมของมนุษย์เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Reid (1961) ได้ทำการศึกษาถึงสารสำคัญต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำผิวดินตามธรรมชาติ พบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบคาร์บอเนต ซัลเฟต คลอไรด์ ฟอสเฟต และไนเตรท และจำเนียร (2523) ที่กล่าวว่าสภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณี และลักษณะของดิน ในแต่ละลุ่มน้ำที่แตกต่างกันมีอิทธิพลทำให้ปริมาณอนินทรีย์สารที่ละลายในน้ำแตกต่างกันไป และปัจจัยอีก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประการหนึ่งที่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไป คือ ฤดูกาล (Egborge, 1979) โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการแตกตัวของสารละลายเช่นกัน ในช่วงอุณหภูมิ 15-30 องศาเซลเซียส ทุกๆ หนึ่งองศาที่เพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 เสมอ ไมตรีและจารุวรรณ (2528) กล่าวว่า น้ำตามธรรมชาติในแหล่งน้ำทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ระหว่าง 150-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ขณะที่แหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าเกินกว่า 2,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จะไม่เหมาะสำหรับน้ำนำมาใช้เพื่อการชลประทาน เพราะมีผลกระทบต่อการเติบโตและผลผลิตของพืช (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) แต่บางแห่งอาจจะมีค่าที่สูงกว่านี้จนถึง 5,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แสดงว่าเป็นแหล่งน้ำชุมชนใช้อุปโภค ส่วน Todd (1959) เคยรายงานถึงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียจากบ้านเรือน และตามแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งมีค่ามากกว่า 10,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งค่าพวกนี้จะสามารถสะท้อนถึงแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนนั้นๆ ได้ (American Public Health Association, 1975)

5.1.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total dissolved solid, TDS)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ หมายถึงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และสามารถไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว เมื่อกรองปริมาณของแข็งแขวนลอยออกแล้วเอาน้ำใสที่ผ่านกระดาษกรองใยแก้วมาระเหยจะหาปริมาณของแข็งละลายได้สารแขวนลอยทั้งหมด (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) ปริมาณของน้ำแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ total suspended solids ประกอบด้วยของแข็งที่ตกตะกอนและของแข็งแขวนลอย ส่วนที่สองเป็นสารแขวนลอยทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total dissolved solids) ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ต่างๆ เช่น NaCl, Na_2CO_3 และส่วนที่เป็นอินทรีย์สาร เช่น แป้ง น้ำตาล กรดอะมิโน วิตามินบางชนิดและผงซักฟอกเป็นต้น ของแข็งเป็นสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งที่ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไป ถ้าสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นพวกที่ไม่ละลายน้ำที่ในสารแขวนลอยจะทำให้น้ำขุ่น มีสี ลดปริมาณแสงที่ผ่านในน้ำ อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชลดลง แหล่งน้ำขาดความอุดมสมบูรณ์ น้ำที่มีตะกอนแขวนลอยจะดูดซับก๊าซออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำใส

เปี่ยมศักดิ์ (2538) กล่าวว่า ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ดังนั้น น้ำที่มีการนำไฟฟ้าสูงก็จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำสูงเช่นเดียวกัน EPA (1973) รายงานว่าน้ำที่มีของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงมีสารบางชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากเช่นกันทำให้ไม่เหมาะสมในการอุปโภคบริโภค เพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพได้ซึ่งมีคุณสมบัติในการระบายท้อง และส่งผลทางเศรษฐกิจ ส่วนด้านการชลประทานนั้น น้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 750-1,500 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร หรือค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ 500-1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร จะสามารถนำน้ำมาใช้ได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำยังมีอิทธิพลต่อการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งสามารถทำให้โครงสร้างหน้าที่ของระบบนิเวศในแหล่งน้ำนั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย ส่วนค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในน้ำบริโภคส่วนใหญ่มักอยู่ระหว่าง 20-1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรรณิการ์, 2525) ซึ่งสอดคล้องกับ เกษม (2530) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในน้ำบริโภคมักอยู่ระหว่าง 20-1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในน้ำดื่ม จักรพงษ์ (2520) รายงานว่า WHO ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมอยู่ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ คือ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการอุปโภคบริโภค การเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ ซึ่งกิจกรรมต่างๆ มีผลต่อแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก โดยทำให้โครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศในแหล่งน้ำนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วยชนิดและปริมาณความเข้มข้นของสารละลายในน้ำจะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทางเคมีและความสัมพันธ์ระหว่างดินกับน้ำ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของพืชและสัตว์น้ำในแหล่งน้ำหรือกำลังผลิตของแหล่งน้ำ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ 2 ประการ คือ ควบคุมขบวนการขับถ่ายน้ำ (osmoregulation) และความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในน้ำกับแพลงก์ตอนพืช ค่าสูงสุดของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำที่เป็นขีดจำกัดต่อขบวนการขับถ่ายน้ำของปลาน้ำจืดอยู่ในระหว่าง 5,000-10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและความสามารถในการปรับตัวตลอดจนความเคยชินของปลา (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) และเกณฑ์มาตราฐานของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำที่เหมาะแก่สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ คือต้องน้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (เอื้อน, 2528)

5.1.5 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างหรือ pH มาจากคำว่า positive potential of the hydrogen ions เกิดจากประจุบวก Ca^{++}, Mg^{++} และ K^{+} จะเข้าไปสะเทินกับ H^{+} ในสารละลายดินทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่นั้นแปรผันไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ของดินด้วยและ EPA (1973) รายงานว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติแต่ละแห่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ต่างกันขึ้นกับสิ่งแวดล้อมรอบข้างและสภาพพื้นลำธาร เช่น ลักษณะดิน หิน ปริมาณน้ำฝนตลอดการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณแหล่งน้ำนั้น Reid (1961) ได้ชี้ให้เห็นว่าน้ำซึมหรือไหลผ่านหินปูนนั้นความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำจะมีค่าสูงมากกว่า 9 และถ้าเป็นแหล่งน้ำปิดที่มีการระเหยเพียงแค่อย่างเดียวความเป็นกรดเป็นด่าง อาจสูงถึง 12 ถ้าแหล่งน้ำนั้นอยู่ใกล้กับแหล่งภูเขาไฟก็จะทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำลดลง และถ้ากรดอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียก็มีส่วนให้ความเป็นกรดเป็นด่าง ลดลง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน (H^+) ที่ละลายอยู่ในน้ำและเป็นตัวควบคุมการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย ช่วงเวลาเช้าในแหล่งน้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ต่ำเนื่องจากในเวลากลางคืนสิ่งมีชีวิตหายใจเอาก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำไปใช้และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ปกติแหล่งน้ำผิวตามธรรมชาติ โดยทั่วไปดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ระหว่าง 5-9 (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) ซึ่งสอดคล้องกับ Boyd (1981) ศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีค่าในช่วง 6.5-9.0 แต่จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีกด้วย และเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำอยู่ที่ 5-9 เช่นกัน (EPA, 1973) ความเป็นกรดเป็นด่างในแหล่งน้ำควรมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันไม่เกิน 2 โดยแมลงน้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดีใน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ต่างระดับกันซึ่ง Dougherty and Morgan (1991) กล่าวว่าในแหล่งน้ำที่เป็นกรดมากและมีธาตุอาหารสูงจะพบตัวอ่อนริ้นน้ำจืดในสกุล *Procladius* และสกุล *Tanytarsus* แต่ถ้าน้ำจืดที่มีความเป็นกรดด่างไม่แน่นอนและมีธาตุอาหารสูงจะพบตัวอ่อนริ้นน้ำจืดในสกุล *Glyptotendip* และชนิด *Zalustschia zalustschicofa*

จำเนียร (2523) กล่าวว่าระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติอาจจะมีค่าแตกต่างกันได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลทำให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่นเดียวกับเกษม (2526) และ Borman (1969) ที่รายงานว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแหล่งน้ำที่เปลี่ยนแปลงจากสภาพแวดล้อมนั้น อาจเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ อาทิเช่น การใช้ที่ดินจนมีผลทำให้เกิดการพังทลายของหน้าดิน ตะกอนที่ถูกพัดพาไปกับน้ำ การทำลายป่าของมนุษย์จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของคุณภาพน้ำให้มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.6 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO)

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดในการดำรงชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการต่างๆ ภายในร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต สัตว์น้ำก็เช่นกันต้องใช้ออกซิเจนโดยเฉพาะการหายใจและออกซิเจนที่ละลายน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะบ่งชี้ให้ทราบว่าแหล่งน้ำนั้นสามารถรองรับสารอินทรีย์ได้มากน้อยเพียงใดโดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบทางลบขึ้นในแหล่งน้ำ (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) ก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำจะมาจากบรรยากาศหรือมาจากผลิตผลของกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของพืชน้ำต่างๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชด้วย นอกจากนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำยังถูกใช้ในการระบวนการหายใจและปฏิกิริยาของสารอนินทรีย์ โดยทั่วไปนั้นความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ มีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำได้ (นันทนา, 2539)

ปริมาณออกซิเจนในน้ำเป็นค่าที่บอกถึงความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ แหล่งน้ำได้รับออกซิเจนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ การสังเคราะห์แสง ความกดดันของบรรยากาศและความเข้มของเกลือแร่ในแหล่งน้ำ เป็นต้น ถ้าอุณหภูมิและความเข้มของเกลือแร่ในน้ำสูง ออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลง (วิไลลักษณ์, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับ อนุชา (2534) ที่รายงานว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล คือ มีค่าสูงสุดในช่วงฤดูหนาวและต่ำสุดในช่วงฤดูร้อน โดยไมตรีและจารุวรรณ (2528) ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงไว้ว่ามีสาเหตุมาจากการหายใจของสัตว์น้ำและพืชน้ำ จากการเน่าล้วนสลายของอินทรียวัตถุต่างๆ การลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีสาเหตุใหญ่ดังนี้ จากปฏิกิริยาชีวเคมีในการออกซิไดส์ (oxidized) สารอินทรีย์คาร์บอนในน้ำและไนโตรเจนในแหล่งน้ำ จากขบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตและจากสารเคมีที่ต้องการออกซิเจนอย่างฉับพลัน เช่น ซัลไฟด์ (sulfide) เป็นต้น นอกจากนี้จากการปล่อยของเสียลงไปในแม่น้ำลำคลองยังสามารถพิจารณาได้จากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ด้วย ซึ่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีควรมีออกซิเจนละลายอยู่ระหว่าง 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์เป็นเหตุให้ออกซิเจนในน้ำลดลงและเกิดตะกอนเน่าเสียที่พื้นดิน และขณะนี้แหล่งน้ำที่มีความสำคัญเช่นแม่น้ำเจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง และบางปะกง เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียทั้งสิ้น รวมถึงอ่าวไทยตอนบนที่เป็นแหล่งรวมของแม่น้ำสายดังกล่าวโดยเฉพาะฤดูแล้ง (สัทธา, 2529)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้แก่ อุณหภูมิ อัตราการหายใจของสัตว์น้ำ อัตราการสังเคราะห์แสง ความลึกของน้ำ ความดันบรรยากาศ ช่วงเวลาของวันและฤดูกาล ปริมาณสารอินทรีย์ ประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนและความเค็มของน้ำ

บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำปริมาณออกซิเจนที่ละลายจะมีค่าสูงขึ้น เช่น อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ปริมาณออกซิเจนมีค่า 14 มิลลิกรัมต่อลิตร จากความจริงข้อนี้พบว่าในฤดูร้อนปริมาณออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้ลดลงเนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเน่าเหม็นของอินทรีย์สารในแหล่งน้ำ ดังนั้นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) จะดึงออกซิเจนมาใช้ในขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ คือถ้าน้ำสกปรกมีจำนวนแบคทีเรียมาก แบคทีเรียเหล่านั้นจะใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตอยู่มาก ทำให้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำถูกทำลายจนเกือบหมดหรือไม่เพียงพอ ดังเช่นการเน่าเหม็นของน้ำในแม่น้ำแม่กลองในฤดูร้อน (กรรณิการ์, 2522) นอกจากนี้สุธิน (2523) สามารถสรุปถึงค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ว่าจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลดังนี้คือ มีค่าสูงสุดในฤดูหนาวแล้วค่าลดลงในฤดูฝนและฤดูร้อนตามลำดับ

ระดับความลึกของน้ำที่ต่างกันปริมาณออกซิเจนจะมีค่าแตกต่างกันด้วย โดยปริมาณออกซิเจนมีอยู่มากที่บริเวณผิวน้ำ และยิ่งลึกลงไปปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำยิ่งน้อยลง นอกจากนี้การไหลของน้ำที่มีการไหลเร็วและมีการม้วนตัวเกิดขึ้นมากจะมีปริมาณออกซิเจนละลายมากกว่าน้ำนิ่งๆ หรือไหลช้ากว่า (นราธิป, 2543)

ความเค็มของน้ำหรือปริมาณคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ลดลง โดยความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนจะลดลงประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อทุกๆ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรของคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นออกซิเจนละลายในน้ำเค็มจึงมีค่าต่ำกว่าในน้ำจืดถึง 20 เปอร์เซ็นต์

5.1.7 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand, BOD)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี เป็นความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ส่วนใหญ่นิยมหาความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจวัดค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี จะต้องกระทำภายใต้สภาวะที่เหมือนกับเกิดขึ้นในธรรมชาติมากที่สุด คือ ต้องทำการอบ (incubate) ที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับน้ำทั่วไปและใช้เวลาในการอบ 5 วัน เนื่องจากเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของแบคทีเรีย หากใช้เวลาน้อยกว่านี้จะมีการใช้ออกซิเจนน้อยแต่ถ้าให้ระยะเวลานานเกินไปปฏิกิริยาย่อยสลายจะเกิดในทิศทางย้อนกลับ ทำให้ไม่ได้ค่าที่แท้จริง ดังนั้นจึงเรียกค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี มาตรฐานนี้เรียกว่า BOD_5 ซึ่งบีโอดีสามารถใช้เป็นดัชนีแสดงว่าน้ำในการแสดงว่าน้ำแห่งนั้นมีความเน่าเสียมากน้อยเพียงใด ถ้าปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงมาก แสดงว่าในน้ำนั้นมีอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายอยู่มากซึ่งจะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายเป็นจำนวนมากจึงทำให้ออกซิเจนในแหล่งน้ำนั้นเกิดการขาดแคลน

5.1.8 ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำ หมายถึงคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างเป็นตัววัดความสามารถของน้ำไม่ให้ความเป็นกรดหรือด่างเปลี่ยนแปลงไปมากหรืออย่างรวดเร็ว และความเป็นกรดเป็นด่าง ยังมีผลโดยตรงต่อพืชและสัตว์ ขณะเดียวกันยังส่งผลเป็นพิษต่อสัตว์อื่นๆ ส่วน สารที่ทำให้เกิดความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วย คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต ไฮดรอกไซค์ เป็นส่วนใหญ่แต่อาจมีพวกบอเรต ซิลิเคต ฟอสเฟต และสารอินทรีย์ต่างๆ กรรณิการ์ (2522) ค่าความเป็นด่างโดยตัวมันเองไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ แต่มีผลเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านอื่นๆ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ความเป็นกรด (Acidity) และความกระด้าง (Hardness) คุณสมบัติของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำเป็นตัวการควบคุมไม่ให้ความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าแตกต่างกันไป โดยมีค่าตั้งแต่ 25-500 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำเสียชุมชนหรือจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีค่าเป็นด่างสูง เกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นด่างระหว่าง 100-120 มิลลิกรัมต่อลิตร เราสามารถปรับค่าความเป็นด่างให้สูงขึ้นโดยใส่ปูนขาว การลดความเป็นด่างและความกระด้างจะทำได้ยากไม่นิยมกระทำกัน (นันทนา, 2539)

ค่าความเป็นด่างกับความกระด้าง (Hardness) มีความสัมพันธ์กัน น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างใกล้เคียงกัน ค่าความเป็นด่างในน้ำไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว น้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำและความเป็นด่างต่ำจะให้ผลผลิตไม่ดี เช่น การเจริญเติบโตจะต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำจะใช้ คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อสังเคราะห์แสง ในตอนกลางวันทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้น คือน้ำจะมีสภาพความเป็นด่างมากขึ้นและค่อยๆ ลดในตอนกลางคืน เนื่องจาก คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกปล่อยออกมาจากการหายใจน้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 6-7.50 ในตอนเช้าหากมีปริมาณแพลงก์ตอนหนาแน่นค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในตอนบ่ายอาจจะสูงถึง 10 หรือมากกว่า ส่วนน้ำที่มีค่าเป็นด่างสูงจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากนักโดยอาจมีค่าอยู่ระหว่าง 7.50-8.00 ในตอนเช้าและเพิ่มเป็น 9.00-10.00 ในช่วงบ่าย ในบ่อที่มีค่าความเป็นด่างสูงมากประกอบกับมีค่ากระด้างต่ำค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อาจสูงมากถึง 11.00 ในระหว่างที่มีการสังเคราะห์แสง ดังนั้นการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง จึงควรเช็คในตอนเช้าและช่วงบ่ายเพื่อได้ทราบค่าความเปลี่ยนแปลงต่ำสุดและสูงสุดในรอบวัน

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำความเป็นด่างเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตต่อสัตว์น้ำ เนื่องจากเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำปัจจัยอื่นๆ และมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ต่อระบบนิเวศ อิออนที่ไม่ได้อยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหนักบางชนิด (ทองแดง สังกะสี แคดเมียม นิกเกิลและอลูมิเนียม) เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำอย่างรุนแรง ความสามารถในการละลายและความเข้มข้นของอิสระลดลงเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้น ดังนั้นความรุนแรงของความเป็นพิษของโลหะลดลงเมื่อความเป็นด่างเพิ่มขึ้นเนื่องจากปกติค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นตามความเป็นด่าง (Boyd and Tucker, 1998)

5.1.9 ความขุ่นของน้ำ (Turbidity of water)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากน้ำที่มีพวกสารแขวนลอย ซึ่งขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำ ความขุ่นเกิดจากการที่นั้นมีสิ่งแขวนลอยอยู่ เช่น ดินละเอียด พวกอินทรียสาร อนินทรียสาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ สารพวกนี้ทำให้เกิดการกระจัดกระจาย และดูดซึมของแสงแทนที่จะปล่อยให้เลยผ่านไปเป็นเส้นตรง โดยปกติแล้วน้ำผิวดินมักมีสิ่งเจือปนมาก่อให้เกิดความขุ่นเสมอ ซึ่งถ้าสารมีอนุภาคใหญ่ก็จะตกตะกอนได้ง่ายกว่าอนุภาคเล็ก นอกจากนั้นยังมีแบคทีเรียบางชนิดและแหล่งจุลชีพอื่นๆ ทำให้น้ำขุ่นได้เช่นเดียวกัน (กรรณิการ์ และกฤษณ์, 2519)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

EPA (1973) รายงานถึงสาเหตุความขุ่นของน้ำขั้นมูลฐานว่า ความขุ่นของแหล่งน้ำหรือลุ่มน้ำจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ของที่ดินและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกษตร มีส่วนทำให้ความขุ่นในแหล่งน้ำธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น Sawyer (1978) กล่าวว่า ความขุ่นข้นของลำธารที่เกิดจากน้ำไหลบ่ามาตามผิวดิน ก่อให้เกิดพวกสารแขวนลอยและตะกอนต่างๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะการใช้ที่ดินบนภูเขาที่สูงชันของลุ่มน้ำนั้น นอกจากนี้ Wert and Keller (1973) ยังเสนออีกว่าการบุกลุกแผ้วถางป่าเพื่อการเกษตรและอื่นๆ มีผลทำให้ลุ่มน้ำมีความขุ่นได้ เช่นเดียวกับ McGriff (1972) ที่กล่าวว่ากิจกรรมของมนุษย์ เช่นการก่อสร้างบ้านเรือนหรือชุมชนนั้นมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทั้งผิวดินและน้ำใต้ดินมากที่สุดตะกอนแขวนลอยจะเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่คุณภาพและปริมาณน้ำลดต่ำลง

5.1.10 สารอาหาร (Nutrients) มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแหล่งน้ำ สารอาหารที่สำคัญ เช่น ไนเตรท และฟอสเฟต

ก) ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen: NO_3- N)

ไนเตรทเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญในน้ำอย่างหนึ่ง เกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสียซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมาเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียซึ่งพืชนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนได้ ธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในระบบนิเวศมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์รูปที่ละลายน้ำ รูปเป็นหยดของเหลว หรือรูปที่เป็นของแข็ง แหล่งไนโตรเจนในน้ำส่วนใหญ่มาจากจุลินทรีย์พวกที่อาศัยได้ในสภาวะที่มีออกซิเจน และในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน การหมุนเวียนของไนโตรเจนเป็นไปตามวัฏจักรไนโตรเจน ไนเตรตไนโตรเจนปกติจะมีอยู่ในธรรมชาติค่อนข้างต่ำ

ไนเตรตไนโตรเจนเป็นผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันขั้นสุดท้ายของไนโตรเจน น้ำที่ไม่มีมลภาวะมีไนเตรท ประมาณ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่น้ำที่มีมลภาวะจะมีไนเตรทอยู่ถึง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าน้ำที่บริโภคมีปริมาณไนเตรทสูงอาจทำให้เกิดโรคตัวเขียวในเด็กต่ำกว่า 1 ปี และอาจตายได้ นอกจากนี้แอมโมเนียที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย เป็นรูปที่มีความเป็นพิษสูงต่อสิ่งมีชีวิต แต่ก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่าง ถ้าอุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่าง ต่ำจะทำให้มีไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียในน้ำเพิ่มขึ้น (Abel, 1989) ความเป็นพิษก็จะเพิ่มขึ้นสูงด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิทักษ์ (2534) กล่าวว่า นอกจากไนเตรทจะได้จากธรรมชาติแล้ว ยังได้มาจากกิจกรรมของมนุษย์อีกด้วย คือ

1) มาจากบ้านเรือนชุมชนโดยทั่วไปสารประกอบไนโตรเจนในชุมชนอยู่ในรูปของแอมโมเนีย อินทรีย์สารไนโตรเจนเป็นส่วนใหญ่มีไนเตรทไนโตรเจนบ้างเล็กน้อยและเกือบไม่มีไนไตรท์อยู่เลย

2) มากับปุ๋ยที่ใส่ลงดิน ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสารเคมีที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นจากก๊าซไนโตรเจนในอากาศถือว่าเป็นแหล่งที่สำคัญแหล่งหนึ่ง นอกจากนี้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนอื่นๆ ก็เป็นแหล่งสำคัญเช่นกัน

ข) แอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia nitrogen, NH_4^-N)

แอมโมเนียม เป็นไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของเกลือ แอมโมเนีย เช่น $(NH_4)^2Co_3$, $(NH_4)^2SO_4$ หรือ แอมโมเนียอิสระ ไนโตรเจน ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ไนโตรเจน ดังนั้นแหล่งน้ำที่มีแอมโมเนียมากมักมีแนวโน้มว่าเป็นน้ำเสียหรือน้ำสกปรก (มั่นสิน, 2540)

นันทนา (2539) กล่าวว่า แอมโมเนียปกติจะมีอยู่ในน้ำตามธรรมชาติในปริมาณน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจัดว่าเป็นสภาพไม่มีมลพิษเกิดขึ้น ในสภาพที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนสูงจะเกิดมลพิษต่อสิ่งมีชีวิต โดยจะไปเพิ่มความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อุดรและจารุรัตน์ (2542) ที่ได้กล่าวว่า ถ้าแอมโมเนียละลายอยู่น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติจะยังไม่เกิดการเน่าเสีย และปัญหาจากแอมโมเนียเนื่องจากการย่อยสลายโปรตีนและยูเรียจะปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา และจะเกิดปัญหาถ้าแหล่งน้ำมีออกซิเจนที่ต่ำ โดยแอมโมเนียจะสะสมเพราะไม่สามารถเป็นไนไตรท์ และไนเตรทได้ ซึ่งส่งผลกระทบทั้งในเรื่องกลิ่นและทำให้เกิดความเป็นด่าง นอกจากนี้ยังเป็นพิษต่อแหล่งน้ำถ้ามีค่ามากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ในกรณีที่แหล่งน้ำมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 7 แอมโมเนียมักจะละลายในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+) มีพิษต่ำกว่าแอมโมเนีย และจะถูกยึดด้วยสารประกอบที่มีประจุลบในตะกอนดิน และที่สำคัญมันจะถูกยึดไว้จึงถูกชะล้างออกมาได้ยากกว่า (เดชาพล, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินควรมีค่าแอมโมเนียไม่เกินกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร การแตกตัวของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิของน้ำ คือ หากค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงการแตกตัวของแอมโมเนียก็จะดีขึ้นทำให้เกิดความเป็นพิษลดลง (จารุวรรณและไมตรี, 2528)

ค) ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate: PO_4^{3-})

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นอย่างมากในกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ในสิ่งมีชีวิตต่างๆ ธาตุนี้มีอยู่เป็นปริมาณน้อยมากในธรรมชาติ จึงจัดได้ว่าเป็นธาตุที่มีอยู่จำกัดต่ออัตราผลผลิตทางชีวภาพ วัฏจักรของฟอสฟอรัสมีความซับซ้อน ฟอสฟอรัสในน้ำจืดมีอยู่ในรูปอนุภาคตะกอน ซึ่งมีอยู่ในสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแพลงก์ตอนพืช นอกจากนั้นอนุภาคตะกอนกับอนุภาคของหยดของเหลวจะสูญเสียออกจากเขตผลผลิตโดยการตกตะกอน (sedimentation) และบางส่วนถูกละลายน้ำเป็นออร์โธฟอสเฟตที่ละลายน้ำ ซึ่งในไม่ช้าก็จะถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็วโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำจึงมีปริมาณต่ำในเขตผลผลิตในน้ำจืด

ประเทือง (2534) แบ่งสารประกอบของฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำมี 2 รูปแบบ คือ

1) สารประกอบพวกอนินทรีย์ฟอสเฟต (inorganic phosphate) เป็นสารที่พบมากในแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งได้รับมาจากแหล่งน้ำทิ้งและกิจกรรมต่างๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น

1.1) สารประกอบออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) สารประกอบเหล่านี้ละลายน้ำได้ดี แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้ สารประกอบพวกออร์โธฟอสเฟสนี้บางทีเรียกว่า soluble reactive phosphorus ซึ่งมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำ ออร์โธฟอสเฟตเป็นรูปเดียวที่สามารถวิเคราะห์หาได้โดยตรง สำหรับรูปอื่นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นออร์โธฟอสเฟตก่อนจึงทำการวิเคราะห์ได้

1.2) สารประกอบโพลีฟอสเฟต (polyphosphate) สารพวกนี้มักพบในน้ำทิ้งจากบ้านเรือนชุมชนเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของผงซักฟอก แต่สารพวกนี้เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

dehydrated phosphate ดังนั้นจึงถูกไฮโดรไลส์ในน้ำกลับเป็นออร์โธฟอสเฟตตามเดิมและถ้า pH สูงขึ้นยิ่งช่วยเร่งปฏิกิริยายิ่งขึ้นและฟอสเฟตอินทรีย์

2) สารประกอบพวกอินทรีย์ฟอสเฟต (organic phosphate) คือ สารประกอบฟอสฟอรัสที่เกิดจากขบวนการทางชีวภาพเป็นฟอสเฟตที่รวมกับสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น nucleic acid, phospholipids, sugar pohosphate รวมทั้งฟอสฟอรัสที่อยู่ในซากพืชซากสัตว์

ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำทั่วไปและแหล่งน้ำทิ้งส่วนใหญ่อยู่ในรูปออร์โธฟอสเฟต ซึ่งพบได้ในปริมาณมากที่สุด (เกรียงศักดิ์, 2539) ออร์โธฟอสเฟตยังมีมากในการกสิกรรมคือ ปุ๋ย ซึ่งจะถูกชะพาลงแม่น้ำลำคลองเมื่อมีฝนตก เดชาพล (2544) รายงานว่าค่าฟอสเฟตในช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ในดิน หิน แร่หรือแล่งสะสมอื่นๆ จะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปที่ละลายน้ำได้โดยการชะล้างจากน้ำฝน

ฟอสเฟสเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อการทำงานและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำแต่ถ้าแหล่งน้ำมีฟอสเฟตมากเกินไปจะทำให้เกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่น (eutrofication) โดยเฉพาะถ้าปริมาณไนเตรทมากจะทำให้พืชน้ำเติบโตอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนในขึ้นแหล่งน้ำเนื่องเกิดจากการตายและการย่อยสลายของพวกพืชน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกสาหร่าย โดยมีจุลินทรีย์เป็นผู้ย่อยสลาย กิจกรรมการใช้ผงซักฟอกและทิ้งลงสู่แหล่งน้ำมีผลในการเพิ่มปริมาณฟอสเฟตในแหล่งน้ำสลาย มาตรฐานในการบอกถึงคุณภาพน้ำที่ไม่ได้รับอิทธิพลเนื่องจากมลพิษมีปริมาณฟอสเฟตอยู่ที่ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (นันทนา, 2539)

ง) ซัลเฟต (Sulfate, SO_4^{2-})

ซัลเฟตเป็นอิออนประจุลบ (anion) ที่สำคัญในน้ำ ซัลเฟตอาจมาจากดินหรือหินตะกอน โดยในน้ำมีปริมาตรความเข้มข้นในช่วง 5-50 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จะมีความเข้มข้นสูงมากในแหล่งน้ำที่มีความเค็ม (saline lake) เกลือแร่ในธรรมชาติ ทำให้เกิดน้ำกระด้างถาวรเป็นตะกรันในหม้อต้ม อนุมูลนี้โดยลำพังไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัย แต่หากมีธาตุแมกนีเซียมสูงด้วยจะทำให้เกิดผลคล้ายยาระบาย โดยทั่วไปซัลเฟตมีผลทำให้เกิดรสได้น้อยกว่าคลอไรด์ ซัลเฟตอาจเป็นแหล่งให้ออกซิเจนสำหรับปฏิกิริยาทางชีวเคมีโดย anaerobic bacteria ซึ่งซัลเฟตจะถูกรีดิวส์ให้เป็นซัลไฟด์ และเมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ขึ้น (นันทนา, 2539)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ทำการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำ

    1.1 สวิงน้ำ (ขนาดตาขาย 500 ไมครอน)
    1.2 ปากคีบ (forcep)
    1.3 ถาดพลาสติก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร)
    1.4 ขวดเก็บรักษาตัวอย่าง (vial)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ทำการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย

    2.1 แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์
    2.2 หลอดไฟ black light ขนาด 10 วัตต์
    2.3 ถาดพลาสติก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร)
    2.4 สารละลาย detergent ได้แก่ น้ำยาล้างจาน

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยตัวอย่างแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำ

    3.1 กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (stereo microscope)
    3.2 จานเพาะเชื้อ (petri dish)
    3.3 ขวดเก็บรักษาตัวอย่าง (vial)
    3.4 ปากคีบ (forcep)
    3.5 หนังสือจัดจำแนกแมลงน้ำ (Wiggins, 1996; Dudgeon, 1999; Yule and Sen, 2004)

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยตัวอย่างแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย

    4.1 กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (stereo microscope)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 จานเพาะเชื้อ (petri dish)

4.3 ขวดเก็บรักษาตัวอย่าง (vial)

4.4 ปากคีบ (forcep)

4.5 Hot Plate

4.6 หนังสือจัดจำแนกแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า (Malicky, 2010)

5. สารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างและวินิจฉัยตัวอย่างแมลงน้ำ

5.1 สารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาและการจัดจำแนกตัวอย่างแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำ

- แอลกฮอล์ 95%

5.2 สารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างและการจัดจำแนกแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย

- แอลกฮอล์ 70%
- สารละลาย detergent ได้แก่ น้ำยาล้างจาน
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) 10%

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ และตรวจวัดคุณภาพน้ำด้านเคมีและกายภาพในภาคสนาม

6.1 ขวดพลาสติก polyethylene ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

6.2 ลังโฟม

6.3 pH meter รุ่น WaterProof pH tester 30 ยี่ห้อ EUTECH

6.4 DO meter รุ่น DO-110 ยี่ห้อ EUTECH

6.5 Conductivity meter รุ่น CyberScan CON110 ยี่ห้อ EUTECH

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านเคมีและกายภาพในห้องปฏิบัติการ

7.1 เครื่องแก้ว เช่น ขวดรูปชมพู่ (flask) บีกเกอร์ (beaker) กระบอกตวง (cylinder) บิวเรตต์ (buret) ปิเปต (pipette) กรวยกรอง เป็นต้น

7.2 เครื่อง spectrophotometer Model HACH DR 2000

7.3 กระดาษกรองเบอร์ 1

8. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านเคมีในห้องปฏิบัติการ

8.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นด่าง

- กรดซัลฟูริก (Sulfuric, H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล
- Bromocresol green indicator

8.2 การวิเคราะห์ค่าปริมาณสารอาหาร

- วิเคราะห์ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน โดยใช้ Mineral stabilizer, Polyvinyl Alcohol Dispersing agent และNessler's Reagent
- วิเคราะห์ค่าไนเตรทไนโตรเจน โดยใช้ NitraVer 5 Nitrate reagent
- วิเคราะห์ค่าออร์โธรฟอสเฟต โดยใช้ PhosVer 3 Phosphate reagent
- วิเคราะห์ค่าซัลเฟต โดยใช้ SulfaverVer 4 Phosphate

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง โดยเฉพาะแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย และเชื่อมโยงแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนที่ไม่ทราบชนิดกับตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดแล้ว ศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการและหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีกับแมลงน้ำ ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินงานดังนี้

1. สถานที่ทำการศึกษา

ลุ่มน้ำแม่กลองเป็นลุ่มน้ำที่มีสำคัญทางซีกตะวันตกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ถือกำเนิดจากหุบเขา และที่สูงในเทือกเขาถนนธงชัย – ตะนาวศรีที่กั้นเขตแดนประเทศไทยออกจากประเทศพม่า ต้นกำเนิดของแม่น้ำนี้อยู่ในเขตจังหวัดตากและจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งแยกลำน้ำนี้ออกเป็นสองแคว แควที่อยู่ในเขตจังหวัดตาก เรียกว่าแควใหญ่หรือแควศรีสวัสดิ์ แควที่เกิดในเขตจังหวัดกาญจนบุรี เรียกว่าแควน้อยหรือแควไทรโยค ทั้งสองแควนี้ไหลมาสมทบกัน ณ ตำบลปากแพรก อำเภอเมืองกาญจนบุรี กลายเป็นลำแม่น้ำใหญ่เรียกว่าแม่น้ำแม่กลอง ไหลผ่านอำเภอเมือง อำเภอท่าม่วงอำเภอท่าเรือ และอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรีมายังอำเภอบ้านโป่ง อำเภอโพธาราม อำเภอเมืองราชบุรี เข้าเขตอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ไปออกอ่าวไทย รวมความยาว 143 กิโลเมตร มีเขื่อนกักเก็บน้ำจำนวน 2 เขื่อน คือ เขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ (เขาแหลม) ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 30,198 ตารางกิโลเมตร ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำแควใหญ่ตอนบนและตอนล่าง ห้วยแม่ละมุง ห้วยแม่จัน ห้วยขาแข้ง ห้วยตะเพิน แม่น้ำแควน้อยตอนบน และตอนล่าง ห้วยปิล๊อก ลำภาชี และที่ราบแม่น้ำแม่กลอง อ่างเก็บน้ำที่สำคัญคือเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนเขาแหลม ประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 1,514,164 คน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ร้อยละ 65.9 พืชไร่ร้อยละ 16.4 และเป็นที่ลุ่มและทุ่งหญ้าร้อยละ 6.2

ลักษณะภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำในเขตจังหวัดกาญจนบุรีประกอบด้วยภูเขาสูง ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออิทธิพลจากภูมิประเทศทำให้ลักษณะภูมิอากาศแตกต่างจากจังหวัดอื่นๆ ในภาคกลางด้วยกัน โดยร้อนจัดในฤดูร้อนและหนาวจัดในฤดูหนาว ส่วนฤดูฝนมีฝนตกปานกลาง และการตกของฝนมักจะตกถูกต้องตามฤดูกาล ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน และฤดู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม จากสถิติของการตรวจวัดข้อมูลอากาศ สถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในปีที่เก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่ เดือนเมษายน 2536-เดือนมีนาคม 2537 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 102.53 มิลลิเมตรต่อเดือน อุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ย 26.86 องศาเซลเซียส การระเหยของน้ำเฉลี่ย 103.92 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.48 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมเฉลี่ย 6.27 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (สถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง, 2536) ตามเส้นทางที่แม่น้ำแม่กลองไหลลงมาตั้งแต่ต้นน้ำจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ อาจแบ่งลุ่มแม่น้ำแม่กลองออกได้เป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณแม่น้ำแม่กลองตอนบน และตอนล่างซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่าง 2 บริเวณนี้ก็คือ ลุ่มน้ำตอนบนเป็นที่สูงส่วนในเขตที่ราบลุ่มตั้งแต่อำเภอเมืองกาญจนบุรีลงมาไปจนออกอ่าวไทยถือเป็นลุ่มน้ำตอนล่างเพราะเป็นบริเวณที่ราบลุ่มกว้างขวาง เมื่อเข้าไปในเขตใกล้ทะเลก็ยิ่งเป็นที่ราบลุ่มต่ำมีน้ำท่วมเป็นประจำ (โรงเรียนปากท่อวิทยาคม, 2553) กรมควบคุมมลพิษได้ประกาศให้คุณภาพน้ำแม่น้ำแควน้อยอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน คือ เป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี ซึ่งทำการตรวจวัดตั้งแต่ท้ายเขื่อนวชิราลงกรณ์ถึงอุทยานสะพานแขวน อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี แม่กลองตลอดสายอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ตามเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินส่วนบริเวณที่ไหลผ่านเขตชุมชนทำการตรวจวัดบริเวณบ้านท่าเรือ อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ถึงบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม ก่อนจะไหลลงสู่ปากอ่าวไทย พบว่าคุณภาพน้ำค่อนข้างมีความเสื่อมโทรม โดยใช้ปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียและความสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์เป็นตัวชี้วัดปัญหาคุณภาพน้ำที่สำคัญ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8, 2548)

บริเวณที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือ ลุ่มน้ำแม่กลองตอนบนบริเวณก่อนที่ลุ่มน้ำแควใหญ่และลุ่มน้ำแควน้อยจะไหลมาบรรจบกัน และลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างหลังจากที่ลุ่มน้ำแควใหญ่และลุ่มน้ำแควน้อยไหลมาบรรจบกันจนถึงบริเวณปากแม่น้ำก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่อ่าวไทยในอำเภออัมพวา จ. สมุทรสงคราม (ภาพที่ 3)

การเก็บตัวอย่างแบ่งการเก็บออกเป็น 2 โซน ดังนี้

ก. บริเวณต้นน้ำ (upstream site) ก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่เขื่อนวชิราลงกรณ์ได้แก่ ลำธารน้ำห้วยปากคลอก (2 จุด) ห้วยเขย่ง (2 จุด) ห้วยอู่ล่ง (2 จุด) ฝายบ้านปากลำปิล๊อก (1 จุด) รวม 7 จุดเก็บตัวอย่าง(Reference sites) โดยแต่ละลำธารมีการใช้ประโยชน์ในด้านการอุปโภคบริโภคและการเกษตรภายในชุมชน (ภาพที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่าง

1) ห้วยปากคอก (ภาพที่ 4 ก, ข)

จุดเก็บตัวอย่างลำธารน้ำห้วยปากคอก แบ่งออกเป็น 2 จุดเก็บตัวอย่างคือจุดเก็บตัวอย่างห้วยปากคอก 1 สภาพของสองฝั่งลำธารเป็นพื้นที่ป่าประกอบด้วยไม้ยืนต้น มีพืชปกคลุมเกือบตลอดสายสองฝั่งและบริเวณด้านบนมีการทำการเกษตรไร่ส้ม ลักษณะของพื้นท้องน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ ประกอบด้วยถิ่นที่อยู่อาศัยย่อยหลักของแมลงน้ำคือหินขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ มีก้อนกรวดและด้านข้างริมฝั่งจะมีลักษณะเป็นทรายในบางบริเวณมีพืชน้ำด้านข้างสองฝั่งและจุดเก็บตัวอย่างห้วยปากคอก 2 สภาพของสองฝั่งลำธารเป็นพื้นที่ชุมชนมีบ้านเรือนที่อยู่อาศัยบริเวณนี้จึงมีขยะลอยติดตามพื้นท้องน้ำและมีการทำการเกษตร ในบางเดือนพื้นที่การเก็บตัวอย่างนี้จะถูกรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์โดยการนำก้อนหินมาทำเป็นลักษณะฝายเล็กๆ เพื่อประโยชน์ด้านการท่องเที่ยว และชาวบ้านมีการนำรถยนต์ลงไปล้างทำความสะอาดในลำธาร ส่วนลักษณะของพื้นท้องน้ำคล้ายกับจุดเก็บตัวอย่างลำธารห้วยปากคอก 1

2) ห้วยเขย่ง (ภาพที่ 4 ค, ง)

จุดเก็บตัวอย่างบริเวณห้วยเขย่งแบ่งออกเป็น 2 จุดเก็บตัวอย่างคือจุดเก็บตัวอย่างห้วยเขย่ง 1 พื้นท้องน้ำเป็นก้อนหินขนาดเล็กและกรวด (gravel) ลำน้ำมีพืชปกคลุมด้านข้างตลอดทั้งสาย มีการรบกวนทางเดินของน้ำโดยการสร้างฝายกั้นน้ำถาวรไว้เหนือจุดเก็บตัวอย่างจึงทำให้กระแสน้ำไหลค่อนข้างเร็วและมีการติดตั้งกังหันใช้ในการผลิตไฟฟ้าภายในโรงเรียนบ้านห้วยเขย่ง และจุดเก็บตัวอย่างห้วยเขย่ง 2 เป็นบริเวณที่ลำน้ำไหลผ่านชุมชนมาแล้วและเป็นปลายน้ำก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่เขื่อนวชิราลงกรณ์ ลักษณะพื้นท้องน้ำเป็นทรายส่วนใหญ่และมีก้อนหินขนาดเล็กไม่มากนัก บริเวณสองฝั่งริมน้ำมีพืชปกคลุมตลอดลำน้ำ ลักษณะลำน้ำค่อนข้างมีความขุ่นมากกว่าจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำจุดอื่น

3) ห้วยอู่ล่ง (ภาพที่ 4 จ, ฉ)

จุดเก็บตัวอย่างบริเวณห้วยอู่ล่งแบ่งออกเป็น 2 จุดเก็บตัวอย่างคือ จุดเก็บตัวอย่างห้วยอู่ล่ง 1 มีการใช้พื้นที่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างสร้างเป็นที่พักอาศัยชั่วคราวและมีการสร้างฝายกั้นน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชั่วคราว ตลอดลำน้ำมีพืชปกคลุมตลอดทั้งสาย ลักษณะพื้นท้องน้ำเป็นก้อนหินขนาดเล็กและขนาดกลางมีทราย (sand) ปนเล็กน้อย บริเวณหน้าฝายกั้นน้ำ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างห้วยอู่ล่ง 2 มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ด้านบนมีการสร้างสะพานเป็นถนนตัดผ่านซึ่งเป็นจุดที่มีการคมนาคมค่อนข้างสูงเนื่องจากเนื่องจากเป็นถนนทางไปอำเภอสังขละบุรีและบริเวณริมถนนมีการสร้างร้านจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตรของชาวบ้าน ส่วนด้านล่างเป็นป่ามีต้นไม้ปกคลุมตลอดลำน้ำ กระแสน้ำบริเวณลำธารสายนี้จะไหลแรงกว่าลำธารที่เป็นจุดเก็บตัวอย่างลำธารอื่น

4) ฝายบ้านปากลำปิล๊อก (ภาพที่ 4 ช)

จุดเก็บตัวอย่างฝายบ้านปากลำปิล๊อกเป็นฝายกั้นน้ำที่กั้นจากสระน้ำที่เกิดจากการซึมของตาน้ำใต้ดินบริเวณตีนเขา โดยฝายจะกั้นน้ำเพื่อชะลอน้ำในการใช้อุปโภคบริโภคและการทำการเกษตร ลำน้ำมีขนาดความกว้างประมาณ 2 เมตร ส่วนพื้นท้องน้ำจะมีลักษณะเป็นก้อนหินขนาดกลาง และกรวดเป็นส่วนใหญ่ บริเวณสองฝั่งริมน้ำมีพืชจำพวกวัชพืชปกคลุมตลอดลำน้ำ และบริเวณด้านข้างลำน้ำมีการทำการเกษตรและเป็นที่อยู่อาศัย

ข. บริเวณปลายน้ำ (dowmstream site) เป็นบริเวณหลังจากที่น้ำไหลลงสู่เขื่อนและมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนแล้ว ซึ่งขนาดของลำน้ำจะกว้างขึ้นและเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ ได้แก่ ลำน้ำหลังเขื่อนวชิราลงกรณ์ ลำน้ำหลังเขื่อนท่าทุ่งนา ลำน้ำหลังเขื่อนแม่กลอง ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำจากแม่น้ำแควน้อยและแควใหญ่ไหลมารวมกัน ลำน้ำแม่กลองใน อ. เมือง จ. ราชบุรี และลำน้ำแม่กลองใน อ. อัมพวาก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่อ่าวไทย จำนวน 5 จุดเก็บตัวอย่าง

รายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่าง

1) ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ (ภาพที่ 5 ก)

เขื่อนวชิราลงกรณ์สร้างปิดกั้นแม่น้ำแควน้อย ซึ่งเป็นเขื่อนเอนกประสงค์มีวัตถุประสงค์ด้านผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก ลำน้ำหลังเขื่อนจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่และกว้างส่วนพื้นที่ด้านข้างลำน้ำเป็นป่ารกทึบ ปริมาณน้ำบริเวณนี้ขึ้นอยู่กับการปล่อยน้ำออกจากเขื่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา (ภาพที่ 5 ข)

เขื่อนท่าทุ่งนาสร้างปิดกั้นลำน้ำแควใหญ่ตั้งอยู่ทางท้ายเขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนแห่งนี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถนำน้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วจากเขื่อน ศรีนครินทร์มาผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกและยังสามารถสูบน้ำจาก เขื่อนท่าทุ่งนากลับไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้งที่เขื่อนศรีนครินทร์ และเพื่อใช้ประโยชน์ในการชลประทาน และการเพาะปลูกในหน้าแล้ง ลักษณะพื้นท้องน้ำจะเป็นหินคอนกรีตขนาดกลางและใหญ่อยู่บริเวณริมฝั่งตลอดริมฝั่งไม่ค่อยมีพืชปกคลุม

3) ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง (ภาพที่ 5 ค)

เขื่อนแม่กลอง จุดนี้เป็นบริเวณที่เกิดการรวมกันของแม่น้ำแควใหญ่และแควน้อย โดยรับน้ำจากเขื่อนศรีนครินทร์ และเขื่อนวชิราลงกรณ์ ประโยชน์เพื่อการทดและส่งน้ำไปช่วยการเพาะปลูก ในบริเวณสองฝั่งลุ่มแม่น้ำแม่กลอง ลักษณะพื้นท้องน้ำจะเป็นหินคอนกรีตขนาดกลางและใหญ่อยู่บริเวณริมฝั่งตลอดริมฝั่งมีพืชปกคลุมตลอดลำน้ำ

4) ลำน้ำแม่กลองใน อ. เมือง จ. ราชบุรี (ภาพที่ 5 ง)

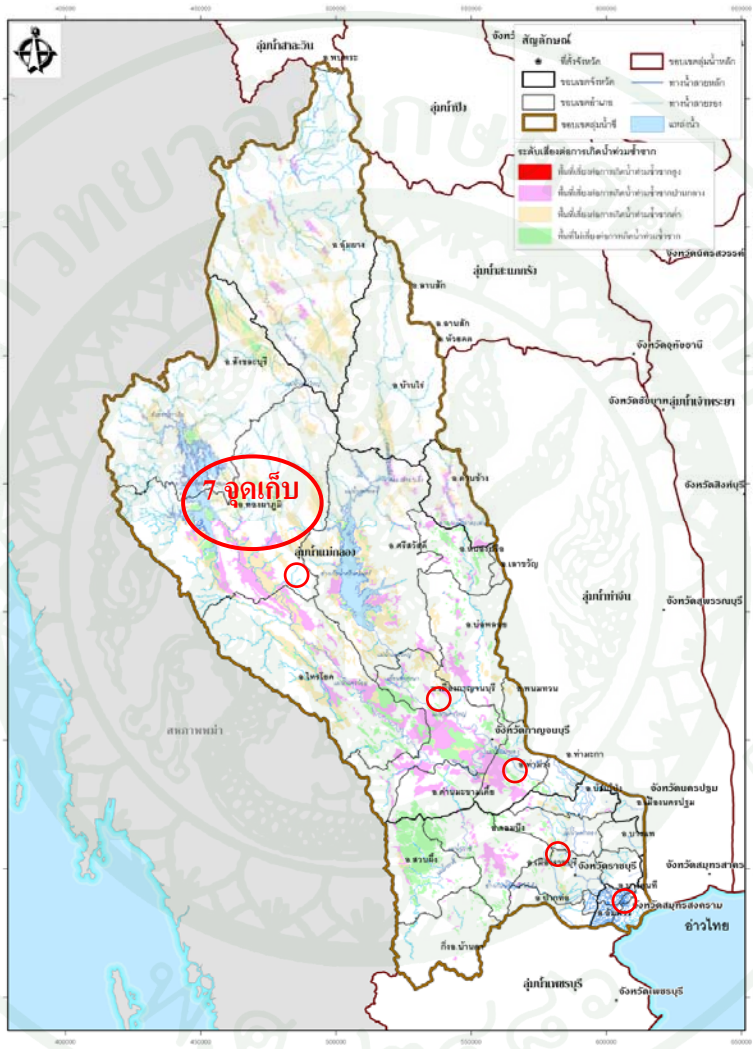
ลำน้ำแม่กลองใน อ. เมือง จ. ราชบุรี บริเวณจุดเก็บตัวอย่างอยู่ใกล้ค่ายทหารภาณุรังสี เป็นลำน้ำที่มีขนาดกว้างลักษณะพื้นท้องน้ำจะเป็นโคลน และบริเวณสองฝั่งริมน้ำเป็นชุมชนที่อยู่อาศัยตลอดลำน้ำ และยังมีกิจกรรมทางด้านการคมนาคมและการจัดงานประเพณีต่างๆ เช่น การแข่งขันเรือยาว

5) ลำน้ำแม่กลองใน อ. อัมพวา จ. สมุทรสงคราม (ภาพที่ 5 จ)

ลำน้ำแม่กลองใน อ. อัมพวา จ. สมุทรสงคราม เป็นลำน้ำก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่อ่าวไทย ในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ลักษณะพื้นท้องน้ำเป็นทรายและโคลนเป็นส่วนใหญ่ โดยก่อนจะถึงบริเวณจุดเก็บตัวอย่างมีบ้านเรือนแหล่งที่อยู่อาศัยรวมถึงมีตลาดน้ำซึ่งเป็นแหล่งสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดสมุทรสงคราม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัดพิกัดและความสูงของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องวัดพิกัด GPS (Global Position System) รายละเอียดของลักษณะทางกายภาพ ความแตกต่างของลักษณะถิ่นที่อยู่ย่อย (microhabitats) จะทำการบันทึกด้วยภาพถ่าย



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองและจุดเก็บตัวอย่าง

ที่มา: http://mekhala.dwr.go.th/pic_flood_platitudious/095-ลุ่มน้ำแม่กลอง_flood.gif

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บ้านห้วยปากคอก 1 (PK1) พิกัด N 14°38.692′ E 098°31.502′

ข จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บ้านห้วยปากคอก 2 (PK2) พิกัด N 14°39.268′ E 098°32.157′

ค จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บ้านห้วยเขย่ง 1 (KY1) พิกัด N 14°36.225′ E 098°34.812′

ง จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บ้านห้วยเขย่ง 2 (KY2) พิกัด N 14°38.523′ E 098°34.473′

ภาพที่ 4 จุดเก็บตัวอย่าง (ก ข ค ง จ ฉ และ ช) บริเวณต้นน้ำทั้งที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ (reference sites) และบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ (impacted sites) ก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่เขื่อนวชิราลงกรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บ้านห้วยอู่ล่าง 1 (UL1)
พิกัด N 14°49.886′ E 098°40.044′

ฉ จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บ้านห้วยอู่ล่าง 2 (UL2)
พิกัด N 14°47.768′ E 098°39.613′

ช จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ฝายบ้านปากลำปีล๊อก (PW)
พิกัด N 14°37.818′ E 098°33.677′

ภาพที่ 4 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ (WCLK) พิกัด N 14°47.425′ E 098°36.388′

ข จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา (THN) พิกัด N 14°13.706′ E 099°14.514′

ค จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง (MK) พิกัด N 14°37.498′ E 098°33.415′

ง จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี (RP) พิกัด N 13°32.418′ E 099°49.731′

ภาพที่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง (ก ข ค ง และ จ) หลังจากที่น้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์แล้ว ซึ่งขนาดของลำน้ำจะกว้างขึ้นและเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ (impacted sites)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จ จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 ลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม
(APW) พิกัด N 13°25.132′ E 099°57.898′

ภาพที่ 5 (ต่อ)

2. การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่ในน้ำ

เนื่องจากปัจจัยจำกัดของการเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำ (reference sites) และจุดเก็บตัวอย่างบริเวณทางน้ำออกของเขื่อน (impacted sites) ในเรื่องขนาดของลำน้ำและแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยของแมลงน้ำ ทำให้แบ่งการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำออกเป็น 2 แบบ

2.1 การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำระยะตัวอ่อนเฉพาะบริเวณต้นน้ำเท่านั้น (ภาพที่ 4 ก-ช และภาพที่ 5 ข) โดยการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจะเก็บให้ครอบคลุม โดยทำการค้นหาตามแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย 4 แหล่งได้แก่ ก้อนหินและเศษกิ่งไม้ในลำธารน้ำ (picking method) ใบไม้ที่ทับถมในลำธาร (leaf litter) การเตะสุ่ม (kick sampling) และบริเวณพันธุ์ไม้น้ำข้างลำธาร (riparian vegetation) ในแต่ละวิธีการเก็บตัวอย่างในแหล่งที่อยู่ย่อยเป็นเวลา 30 นาที ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยแต่ละแบบจำนวน 3 ซ้ำ หรือจนกว่าจะไม่พบกลุ่มแมลงชนิดใหม่ ตัวอย่างที่ได้จะเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก วิธีเก็บจากก้อนหินและเศษกิ่งไม้ในลำธาร (picking method)

ข วิธีเก็บจากใบไม้ที่ทับถมในลำธาร (leaf litter)

ค วิธีเก็บจากการเตะสุ่ม (kick sampling)

ง วิธีเก็บจากบริเวณพันธุ์ไม้น้ำข้างลำธาร (riparian vegetation)

ภาพที่ 6 วิธีการเก็บตัวอย่างตามแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยของแมลงน้ำทั้ง 4 แหล่ง (ก ข คและง)

2.2 การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยเก็บทั้ง 2 บริเวณ คือต้นน้ำและปลายน้ำ(ภาพที่ 5 ก, ค-จ) ยกเว้นลำน้ำบริเวณเขื่อท่าทุ่งนา (ภาพที่ 5 ข) การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำตัวเต็มวัยใช้กับดักแสงไฟ (light trap) (ภาพที่ 6) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย และเป็นที่นิยมกันมากในการใช้ศึกษาถึงความหลากหลายและการกระจายของแมลงน้ำตัวเต็มวัย กับดักแสงไฟประกอบด้วยหลอดไฟ black light ขนาด 10 วัตต์ต่อเข้ากับแบตเตอรี่ขนาด 12โวลต์ วางบนภาชนะรองรับที่มีน้ำและสารละลาย detergent เล็กน้อยวางไว้ใกล้ลำธารบริเวณเดียวกับที่เก็บตัวอย่างแมลงน้ำระยะตัวอ่อน ในช่วงพลบค่ำโดยจะวางกับดักแสงไฟตั้งทิ้งไว้ตลอดทั้งคืน หลังจากนั้นในตอนเช้าของวันถัดมาจึงมาเก็บตัวอย่างแมลงที่ได้โดยเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำการวินิจฉัยต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในห้องปฏิบัติการสังเกตลักษณะต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ลำธารทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ พร้อมทั้งถ่ายภาพจุดเก็บตัวอย่างและลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 7 อุปกรณ์กับดักแสงไฟ (Light trap) ใช้เก็บตัวอย่างแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า ตัวเต็มวัย

3. การจัดจำแนกชนิดแมลงน้ำในห้องปฏิบัติการ

3.1 แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวเต็มวัย

นำตัวอย่างแมลงน้ำที่เก็บได้จากกับดักแสงไฟมาแยกสิ่งสกปรกออกและคัดเอาเฉพาะแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า จากนั้นนำมาตรวจดูภายใต้กล้องสเตอริโอ เพื่อทำการแยกเพศผู้เพศเมียออกจากกันโดยใช้ลักษณะของ male genitalia ที่ปรากฏในเพศผู้ มาจัดจำแนกในระดับวงศ์ โดยลักษณะที่ใช้จำแนกคือ จำนวนของหนามที่ขา (spurs formula) การมีหรือไม่มีของตาเดี่ยว (ocelli) ลักษณะของเส้นปีก (wing venation) หนวด (antenna) จำนวนปล้องของกรามฟัน (maxillary pulps) และลักษณะอื่นๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด

ส่วนการจำแนกถึงระดับชนิดจะใช้ลักษณะของ male genitalia ที่แตกต่างกันเท่านั้น ไม่สามารถใช้ลักษณะของ female genitalia ในการจำแนกในระดับชนิดได้ ดังนั้นจึงต้องคัดเอาเฉพาะแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าเพศผู้เท่านั้น เมื่อทราบลักษณะของเพศผู้แล้วจึงจะสามารถทราบถึงชนิดของเพศเมียได้ โดยดูจากลักษณะของเส้นปีกหรือลักษณะอื่นๆ ที่เฉพาะ การจำแนกถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับชนิดทำได้โดยการตัดส่วนท้ายของปล้องท้องปล้องที่ 8-10 ที่มีส่วนของ male genitalia อยู่ด้วย นำไปทำให้ใสเพื่อง่ายต่อการจัดจำแนก โดยการต้มใน 10%โซเดียมไฮดรอกไซด์ ประมาณ 30 นาที หรือจนกว่าอวัยวะเพศผู้มีลักษณะใสที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วนำมาล้างในสารละลาย detergent จากนั้นตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอโดยใช้คู่มือประกอบการวิจัยที่เป็นรูปวิธาน (Malicky, 2010) ตัวอย่างแมลงน้ำที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้จะทำการวาด diagnostic character หรือลักษณะที่ใช้ในการจำแนกชนิด โดยใช้ลักษณะของปล้องท้อง (posterior abdomen) และอวัยวะสืบพันธ์เพศผู้ (genitalia) ถ้าเป็นชนิดที่พบใหม่จะได้ทำการตั้งชื่อและพิมพ์เผยแพร่ตามขั้นตอนของ ICZN (International Code of Zoological Nomenclature) (Key, 1973)

3.2 แมลงน้ำระยะตัวอ่อนของอันดับไทรคอบเทอร่าและแมลงน้ำกลุ่มอื่นๆ

นำตัวอย่างแมลงน้ำระยะตัวอ่อนและดักแด้มาคัดแยกภายใต้กล้องสเตอริโอโดยพิจารณาจากลักษณะรูปร่างภายนอกต่างๆ ที่ปรากฏตามคู่มือการจัดจำแนกแมลงน้ำ (Wiggins, 1996; Dudgeon, 1999; Yule and Sen, 2004) โดยทำการการจัดจำแนกชนิดของแมลงน้ำที่อาศัยในแหล่งน้ำในระดับวงศ์ (family) และจัดจำแนกชนิดของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนในระดับสกุล โดยเฉพาะวงศ์ Hydropsychidae และทำการนับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่จัดจำแนก

4. ศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี จำนวน 12 ปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศและน้ำ ของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความขุ่นของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดด่าง ความเป็นด่างของน้ำและปริมาณสารอาหาร (แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน, ซัลเฟตและออร์โธฟอสฟอสเฟต)

4.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดทันทีก่อนเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่าง (ทำการตรวจวัด 3 ซ้ำต่อจุดเก็บตัวอย่าง)

4.1.1 อุณหภูมิน้ำและอากาศ ค่าการนำไฟฟ้า และค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ ตรวจวัดโดยใช้เครื่อง Conductivity meter (ยี่ห้อ EUTECH รุ่น CyberScan CON110)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.2 ค่าความเป็นกรดด่าง ตรวจวัดโดยใช้เครื่อง pH meter (ยี่ห้อ EUTECH รุ่น WaterProof pH tester 30)

4.1.3 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ตรวจวัดโดยใช้เครื่อง Dissoved Oxygen Meter (ยี่ห้อ EUTECH รุ่น DO-110)

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำกลับมาวิเคราะห์หาความขุ่น ความเป็นด่างของน้ำและปริมาณสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยใช้ขวดพลาสติก polyethylene ขนาด 1 ลิตร ล้างขวดด้วยน้ำในลำธารก่อนที่จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ จมขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างน้ำลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร แช่ตัวอย่างน้ำในถังน้ำแข็ง นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

4.2.1 วิเคราะห์ค่าความเป็นด่างของน้ำโดยวิธี Bromcresol green indicator

4.2.2 วิเคราะห์ค่าปริมาณสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ

วิธีวิเคราะห์สารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยใช้เครื่อง spectrophotometer รุ่น DR 2000 ใช้วิธีตาม APHA Standard Method (APHA, 1992) การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยใช้วิธี Nessle Method การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตไนโตรเจน โดยใช้วิธี Cadmium Reduction Method การวิเคราะห์ปริมาณออร์โธฟอสเฟต โดยใช้วิธี Ascorbic Acid Method และสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟตใช้ SulfaVer 4 Method

4.2.3 วิเคราะห์ค่าความขุ่นใสของน้ำโดยใช้เครื่อง spectrophotometer รุ่น DR 2000 ใช้วิธีตาม APHA Standard Method (APHA, 1992)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ

เมื่อได้ข้อมูลของการจัดจำแนกแมลงน้ำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความหลากหลายของชนิดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for Social Science)

6. สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

- บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองและสาขาวิชาสัตววิทยา สายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

- ระยะเวลาในการดำเนินงานระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

7. ทุนสนับสนุนการวิจัย

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ที่ให้ทุนอุดหนุนค่าวัสดุ สารเคมี ค่าการเดินทางในการเก็บตัวอย่าง และค่าบริการการใช้เครื่องมือในงานวิจัยนี้

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

8.1 ทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

8.2 ทราบถึงชนิดของแมลงน้ำที่สามารถใช้เป็นตัวดัชนีชี้วัดและตัดสินคุณภาพสิ่งแวดล้อม

8.3 ทราบถึงผลกระทบของการใช้พื้นที่รอบๆ ลุ่มน้ำแม่กลองต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.4 ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำต่อคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

8.5 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลใช้ในการประเมินสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นสำหรับนำไปวางแผนการจัดการต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

8.6 ข้อมูลที่ได้จากศึกษาจะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาวิธีการในการติดตามตรวจสอบเพื่อให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในการประเมินสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น และเฝ้าติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำชุมชนได้ด้วยตนเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

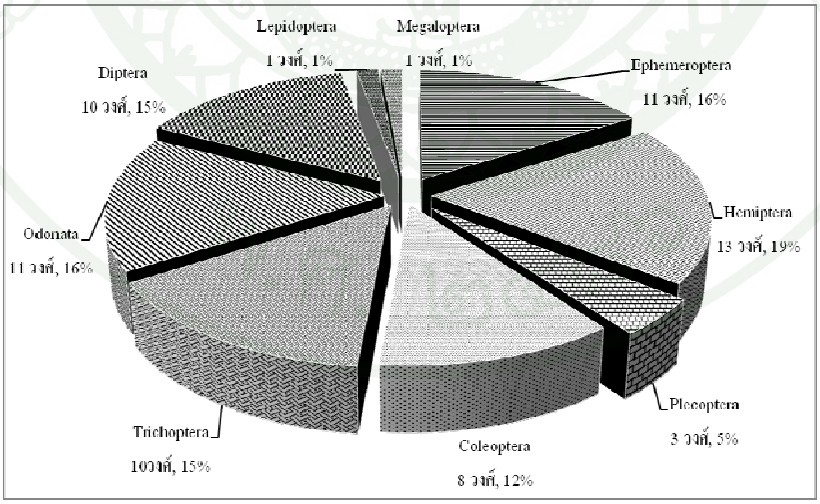
ผลและวิจารณ์

ผล

1. ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำ

1.1 ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำ

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยทำการค้นหาตามก้อนหินและเศษกิ่งไม้ในลำธารน้ำ (picking method) ใบไม้ที่ทับถมในลำธาร (leaf litter) การเตะสุ่ม (kick sampling) และบริเวณพันธุ์ไม้น้ำข้างลำธาร (riparian vegetation) เก็บตัวอย่างในแต่ละแหล่งที่อยู่ย่อยเป็นเวลา 30 นาที พบแมลงน้ำทั้งสิ้น 14,021 ตัว 9 อันดับ 61 วงศ์ อันดับที่มีจำนวนวงศ์มากที่สุด คือ Hemiptera (19%, 13 วงศ์) รองลงมาคืออันดับ Ephemeroptera และอันดับ Odonata (16%, 11 วงศ์) อันดับ Trichoptera และอันดับ Diptera (15%, 10 วงศ์) อันดับ Coleoptera (12%, 8 วงศ์) อันดับ Plecoptera (5%, 3 วงศ์) อันดับ Lepidoptera และอันดับ Megaloptera (1% 1 วงศ์) (ภาพที่ 8 และ ตารางที่ 2)



ภาพที่ 8 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนวงศ์ของแมลงน้ำในแต่ละอันดับบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำในบริเวณต้นน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณปลายน้ำ (เขื่อนท่าทุ่งนา) พบความหลากหลายของแมลงน้ำแตกต่างกันทั้งจำนวนตัวและชนิด ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (ห้วยปากคอก 1) พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 50 วงศ์
จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (ห้วยปากคอก 2) พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 46 วงศ์
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ห้วยเขย่ง 1) พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 49 วงศ์
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (ห้วยเขย่ง 2) พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 45 วงศ์
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ห้วยอู่ล่ง 1) พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 42 วงศ์
จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (ห้วยอู่ล่ง 2) พบแมลงน้ำทั้งหมด 9 อันดับ 49 วงศ์
จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (ฝายบ้านปากลำปิล๊อก) พบแมลงน้ำทั้งหมด 8 อันดับ 29 วงศ์
จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา) พบแมลงน้ำทั้งหมด 2 อันดับ 7 วงศ์

แมลงน้ำอันดับ Hemiptera พบวงศ์ Naucoridae มีความชุกชุมมากในทุกจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำ (ภาพที่ 9) แมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ที่พบมีความชุกชุมมาก ได้แก่วงศ์ Heptageniidae Leptophlebiidae และวงศ์ Baetidae (ภาพที่ 10) เป็นวงศ์เดียวที่พบทุกจุดเก็บตัวอย่าง แมลงน้ำอันดับ Plecoptera วงศ์ที่พบมีความชุกชุมมาก ได้แก่วงศ์ Perlidae (ภาพที่ 11) เป็นวงศ์เดียวจาก 3 วงศ์ที่พบทุกจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำ แมลงน้ำอันดับ Coleoptera วงศ์ที่พบมีความชุกชุมมาก ได้แก่วงศ์ Elmidae (ภาพที่ 12) แมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ที่พบมีความชุกชุมมากและพบจำนวนตัวมากที่สุด ได้แก่วงศ์ Hydropsychidae (ภาพที่ 13) แมลงน้ำอันดับ Diptera วงศ์ที่พบมีความชุกชุมมาก ได้แก่วงศ์ Simuliidae (ภาพที่ 14) แมลงน้ำอันดับ Odonata วงศ์ที่พบมีความชุกชุมมาก ได้แก่วงศ์ Coenagrionidae, Gomphidae และCorduliidae (ภาพที่ 15) และแมลงน้ำอันดับ Lepidoptera และMegaloptera พบวงศ์ที่มีความชุกชุมเพียงอันดับละวงศ์ ได้แก่วงศ์ Pyralidae และ Corydalidae ตามลำดับ (ภาพที่ 16)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ความหลากหลายของแมลงน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์						บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae		13	15	32	33	79	4	28	
	Gerridae		69	128	50	52	57	24	40	
	Veliidae		19	10	23	13	123	3	16	
	Nepidae		13	16	15	12	1	1	4	1
	Hydrometridae		1	1					2	
	Helotrephidae		24	17	12	1		9	10	2
	Naucoridae		125	289	171	52	136	63	262	
	Hebridae						13			
	Belostomatidae						2			3
	Pleidae		13	1	2			5		
	Notoncetidae		6	2						1
	Micronectidae					1			5	
	Corixidae									1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae		1	1		1		1	7	
	Oligoneuriidae			2	1				1	
	Caenidae		5	1	3	4		1	7	
	Heptageniidae		88	266	91	110		79	113	
	Leptophlebiidae		247	218	58	40		65	76	
	Ephemerellidae		20	97	17	50		20	94	
	Neoephemeridae			1	6	8				
	Ephemeridae		2			9			5	
	Baetidae		57	118	75	41	62	33	51	
	Prosopistomatidae					2				
	Palingeniidae									
Plecoptera	Perlidae		60	99	63	39	2	75	130	
	Peltoperlidae		3	22				21	1	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์						บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Nemouridae		1							
Coleoptera	Noteridae				1		5			
	Hydrophilidae		12	8	8	10	4	19	3	
	Hydraenidae		2	1	1				4	
	Gyrinidae		17	12	21	19	5	4	75	
	Elmidae		79	29	91	46	8	299	50	
	Psephenidae		23	9	26	20	3	9	12	
	Dytiscidae				10	41	13	9	3	
	Scirtidae				5					
Trichoptera	Polycentropodidae		2							
	Hydroptilidae		1						1	
	Odontoceridae									
		Marilla	1		30	8	5	1	52	
	Leptoceridae									
		Leptocerus	6		4	5	4	1	8	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์						บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Trichoptera	Calamoceratidae									
		Ganonema	6	8	75	143		26	60	
		Anisocentropus			1	2				
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche	35	192	128	5	96	6	143	
		Potamyia	511	362	194	52	14	73	310	
		Cheumatopsyche	105	120	56	15	1,114	16	66	
		Macrostemum	16	7	44	3	896		3	
		Amphipsyche			39	35			30	
		Diplectrona			2	1				
		Pseudoleptonema	51	111	59	19		1	26	
		Polymorphanisus	9	17						
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche		2	324	91				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

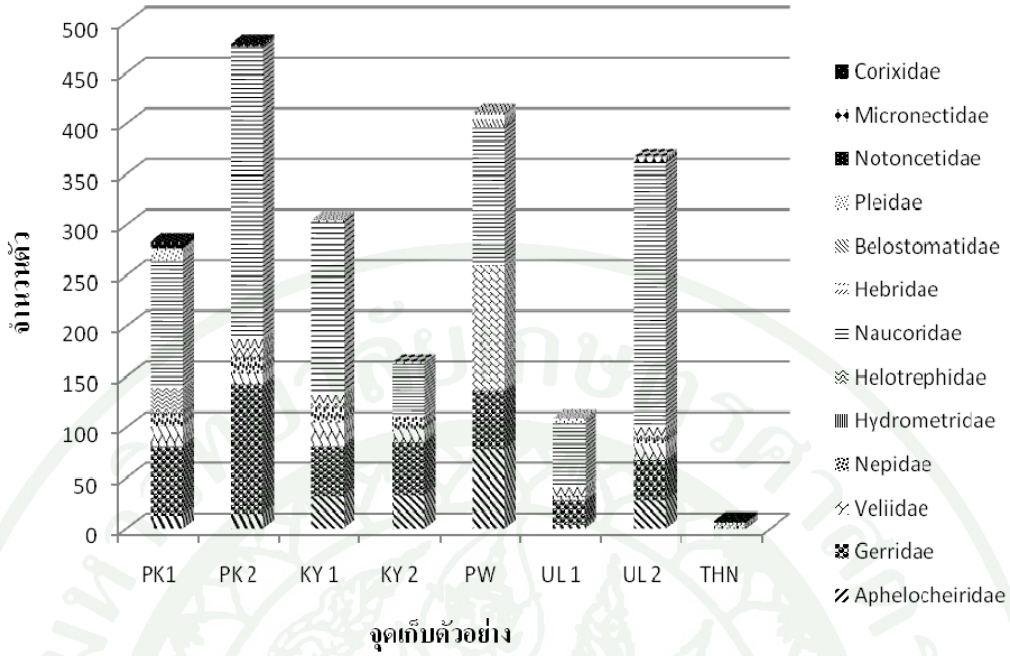
อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Trichoptera	Philopotamidae									
		Chimarra	4	2	37	13			2	
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma			1	2			5	
	Goeridae									
		Geora			3				1	
Diptera	Athericidae		2		1	1			5	
	Tipulidae		12	16	3	4	13	3	15	
	Simuliidae		21	195	34	5	114	3	23	
	Tabanidae		4		6	2		1	5	
	Ceratopogonidae		1		1	1	1		7	
	Stratiomyidae		5							
	Culicidae			3		3	3	1		
	Psychodidae		6	2						

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

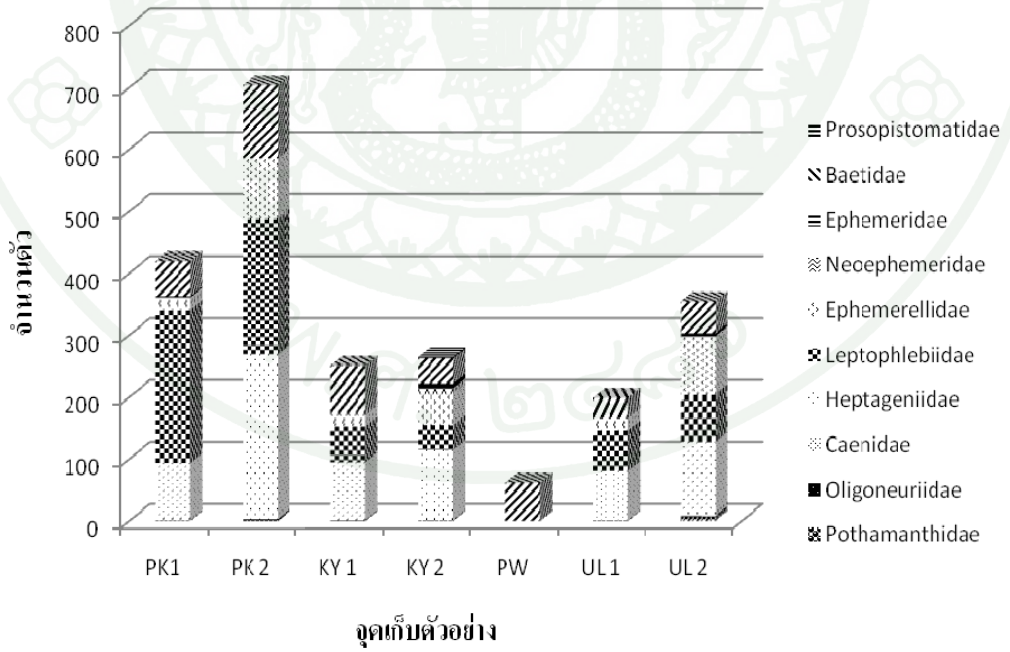
ตารางที่ 2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Diptera	Sciomyzidae							1		
	Chironomidae		47	55	62	40	86	2	50	
Odonata	Lestidae			26	8					
	Chlorocyphidae		24	8	6	15	2	3	4	
	Protoneuridae		53	61	58	9	3	9	8	1
	Gomphidae		43	33	15	59	10	20	37	
	Libellulidae		20	26	16	9	3	4	19	
	Euphaeidae		29	14	31	34	4	14	28	
	Corduliidae		42	31	68	20	10	12	32	
	Aeshnidae			1				1	1	
	Platycnemididae		12	1	1	3		3	2	
	Coenagrionidae		62	39	53	24		8		1
	Calopterygidae		16	20	46	4	5	13	2	
Lepidoptera	Pyralidae		2	5	4	3	29		15	
Megaloptera	Corydalidae		6	6	10			3	9	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

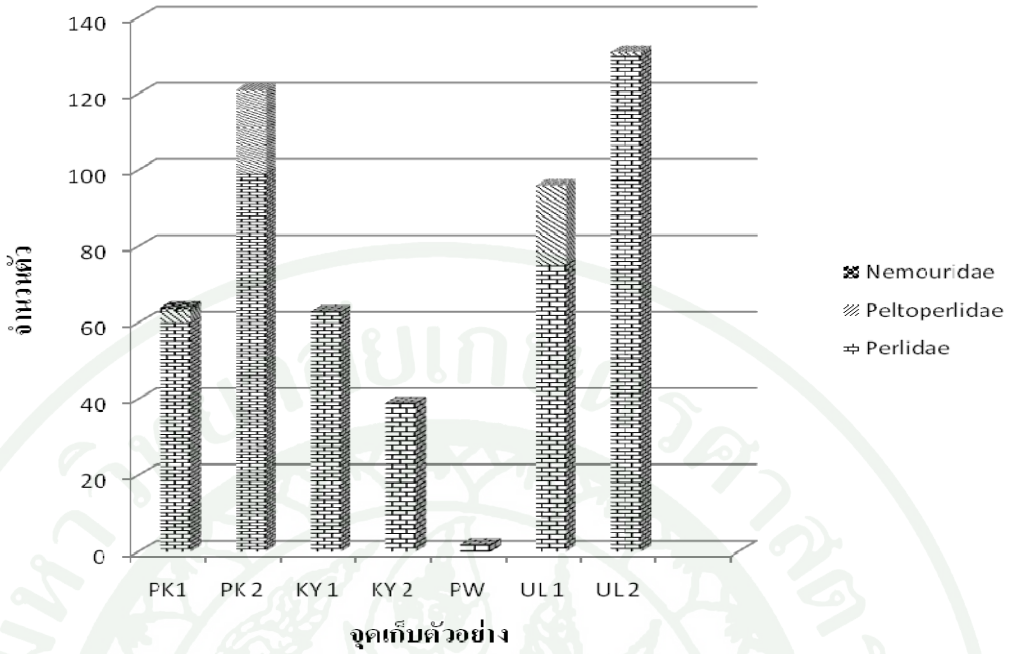


ภาพที่ 9 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Hemiptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

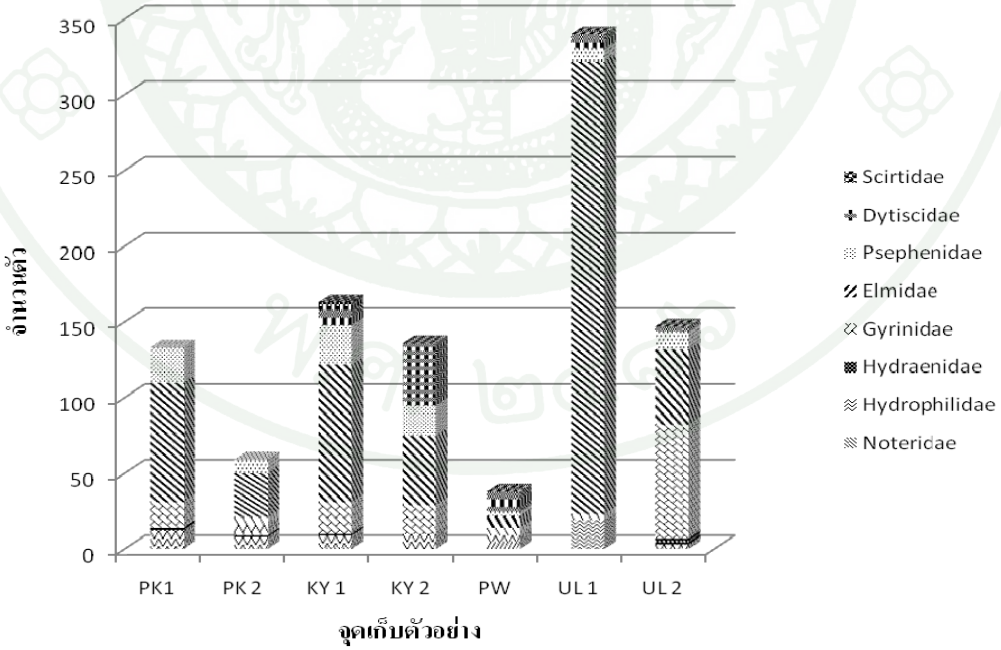


ภาพที่ 10 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Ephemeroptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

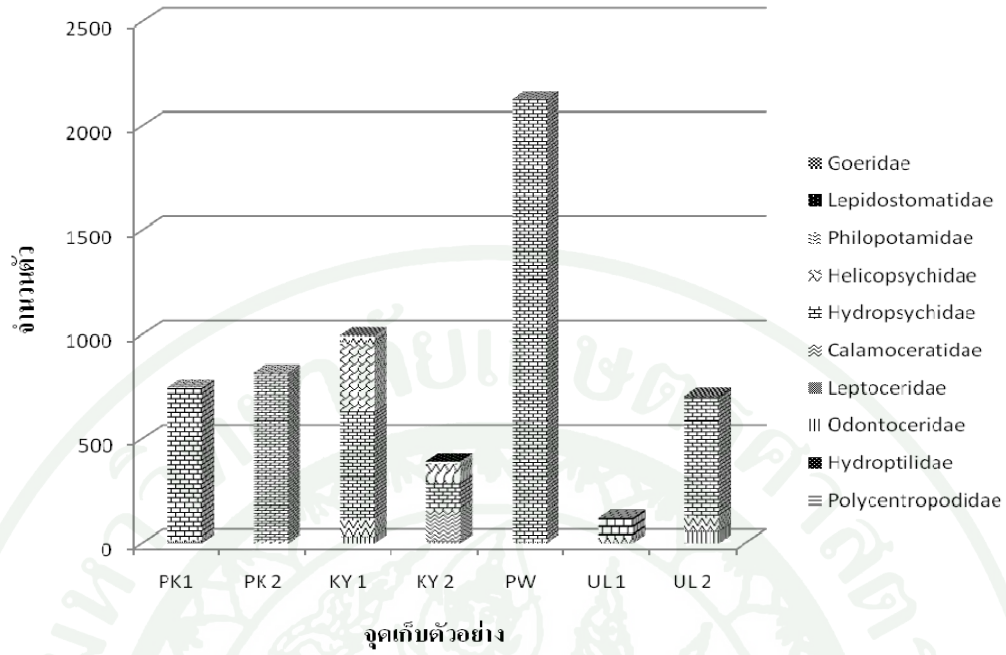


ภาพที่ 11 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Plecoptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

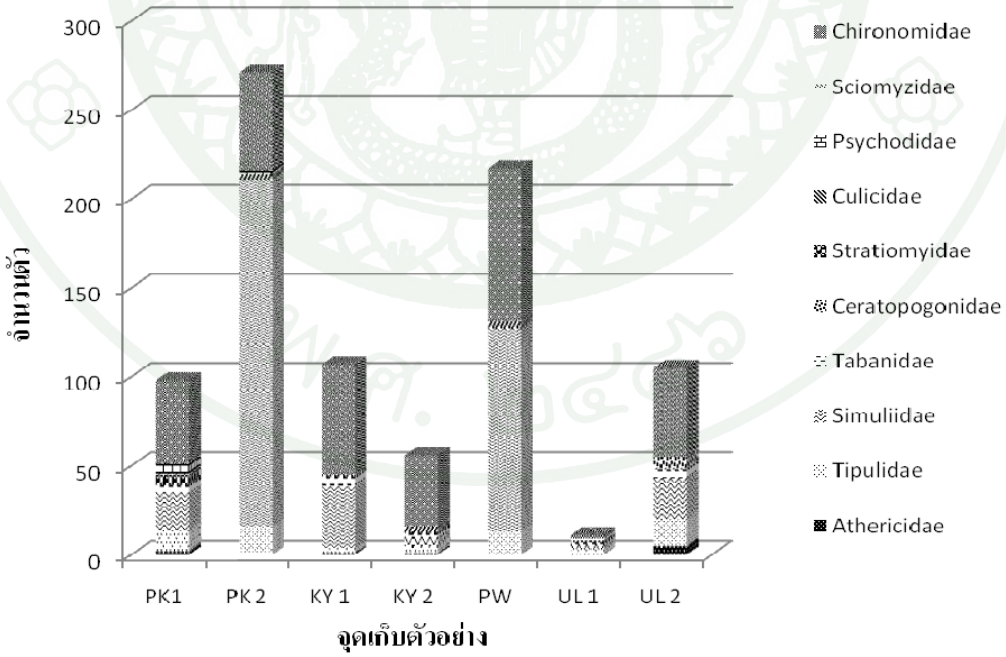


ภาพที่ 12 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Coleoptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

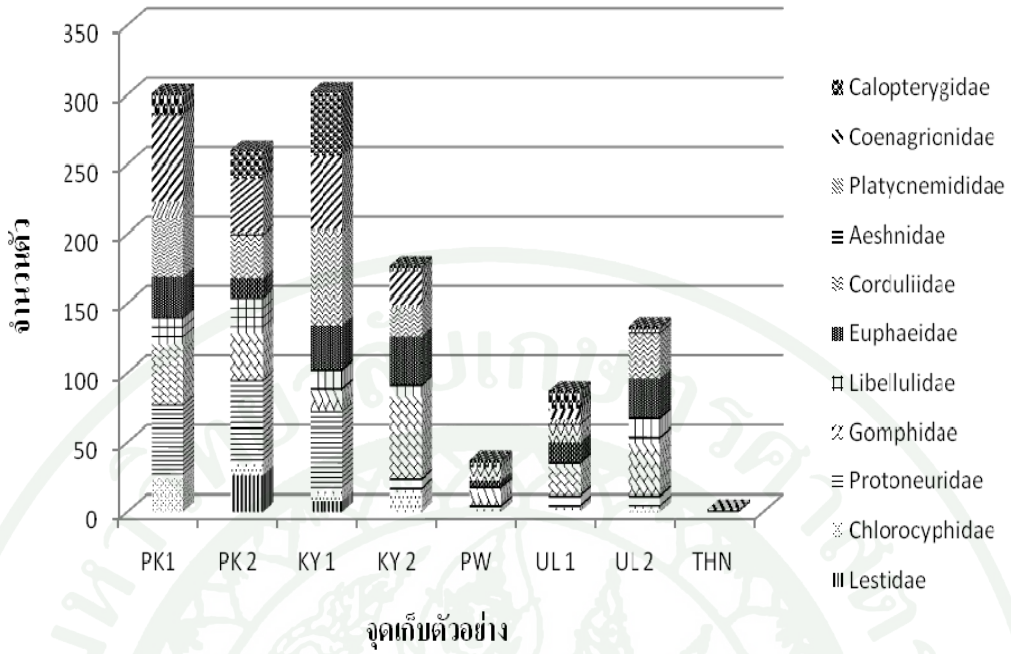


ภาพที่ 13 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Trichoptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

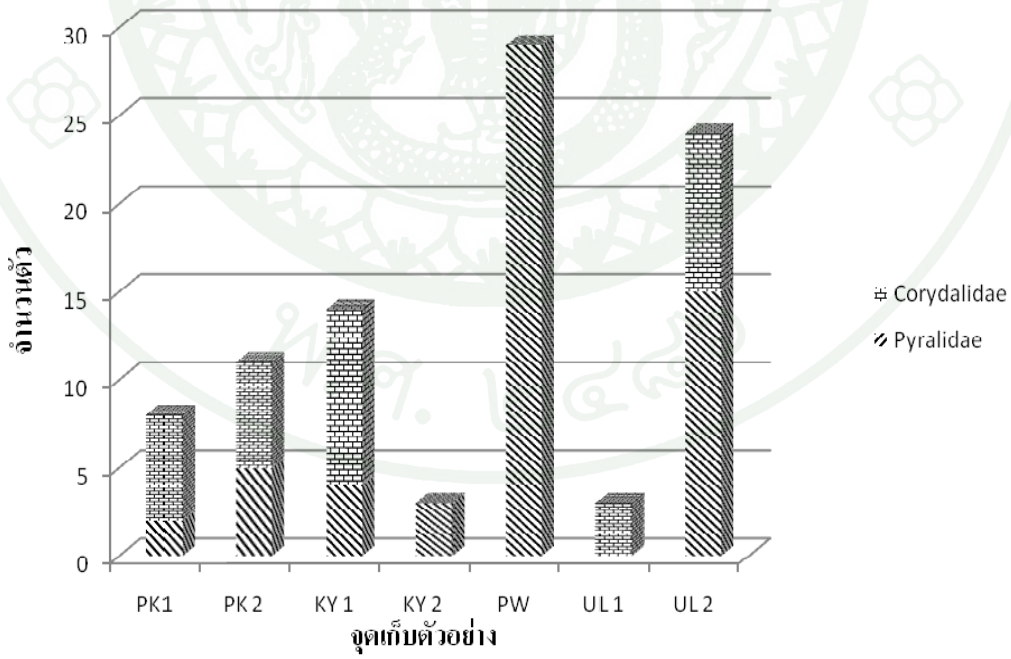


ภาพที่ 14 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Diptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Odonata บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

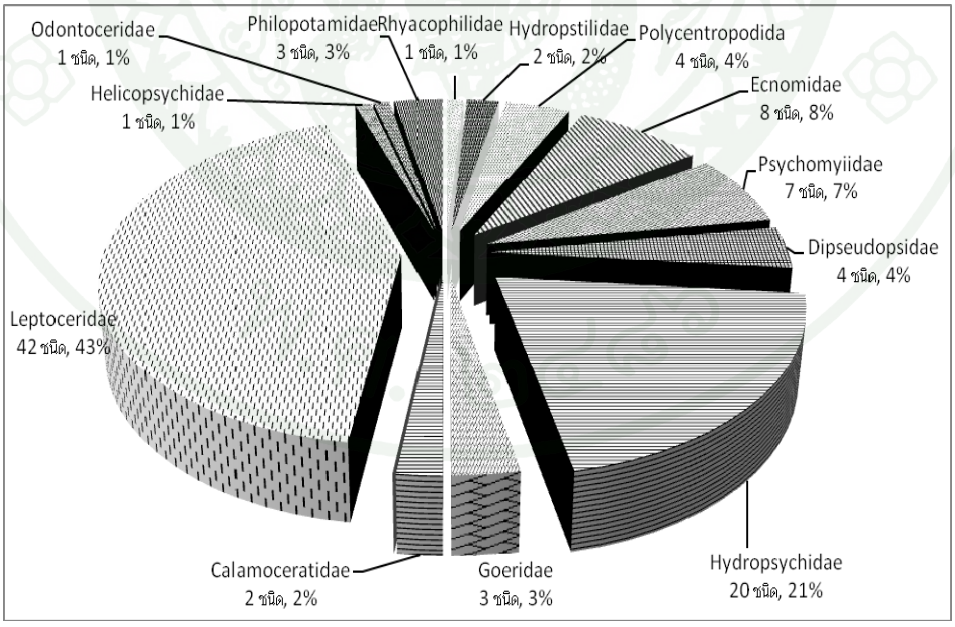


ภาพที่ 16 จำนวนตัวของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ในอันดับ Lepidoptera และ Megaloptera บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย

จากการศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าโดยใช้กับดักแสงไฟ จำนวน 11 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 พบแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยทั้งสิ้น 9,366 ตัว จำแนกได้ 13 วงศ์ 33 สกุล 69 ชนิด (ภาพที่ 8, ตารางที่ 3) โดยแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าวงศ์ที่มีจำนวนความหลากหลายของชนิดมากที่สุดคือวงศ์ Leptoceridae (43%, 42 ชนิด) รองลงมาคือวงศ์ Hydropsychidae (21%, 20 ชนิด) วงศ์ Ecnomidae (8%, 8 ชนิด) วงศ์ Psychomyiidae (7%, 7 ชนิด) วงศ์ Philopotamidae และวงศ์ Goeridae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ 3%, 3 ชนิด วงศ์ Dipseudopsidae และวงศ์ Polycentropodidae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ 4 %, 4 ชนิด วงศ์ Hydroptilidae และวงศ์ Calamoceratidae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ 2%, 2 ชนิด ส่วนวงศ์ Rhyacophilidae วงศ์ Helicopsychidae และวงศ์ Odontoceridae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ 1 %, 1 ชนิด และพบแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ไม่สามารถระบุชนิดได้จำนวน 10 ตัวอย่างที่คาดว่าน่าจะเป็นชนิดใหม่ ถ้าพบว่าเป็นชนิดใหม่จะทำการตั้งชื่อและพิมพ์เผยแพร่ตามขั้นตอนของ ICZN (International Code of Zoological Nomenclature) ต่อไป



ภาพที่ 17 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนชนิดแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยในแต่ละวงศ์ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงพฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละบริเวณจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Rhyacophilidae											
Rhyacophila noeibia Malicky&Chantaramongkol 1993					1						
Hydroptilidae											
Orthotrichia ranauana Ulmer 1951						1					
Ugandatrichia honga Olah, 1989					8	33					
Philopotamidae											
Chimarra akkaorum Chantaramongkol&Malicky 1989	1	4	6	2		1					
Chimarra chiangmaiensis Chantaramongkol&Malicky 1989		2	316	7		10		3			
Chimarra uppita Malickt&Chantaramongkol 1993				1	1						
Polycentropodidae											
Cyrnopsis pingensis Malicky&Chantaramongkol 1993									96		
Polyplectropus taleban Malicky&Chantaramongkol 1993				2							
Pseudoneureclipsis abia Malicky&Chantaramongkol 1993	6	3		2		8					
Pseudoleptonema vali Malicky&Chantaramongkol 1993				2		3				4	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Ecnomidae											
Ecnomus alkmene Malicky&Chantarmongkol 1997									4		
Ecnomus atevalus Malicky&Chantaramongkol 1993	11					5					
Ecnomus mammus Malicky&Chantaramongkol 1993											1
Ecnomus puro Malicky&Chantaramongkol 1993		8	49	2	4	6	1	1		1	
Ecnomus totiio Malicky&Chantaramongkol 1993	55	45	1	14	2	113				134	
Ecnomus uttu Malicky&Chantaramongkol 1993				9		7				2	
Ecnomus volovicus Malicky&Chantaramongkol 1993					1	1					72
Ecnomus votticius Malicky&Chantaramongkol 1993								6		1	
Psychomyiidae											
Paduniella sampati Malicky&Chantaramongkol 1993					1	1					
Paduniella semarangensis Ulmer 1913	1	2		61	2						
Psychomyia arthit Malicky&Chantaramongkol 1993	1										
Psychomyia indra Malicky&Chantaramongkol 1993	3		1	53	4	14					
Psychomyai kuni Malicky&Chantaramongkol 1993	1		18	41	62	10					
Psychomyia lak Malicky&Chantaramongkol 1993			1	163							
Psychomyia samanaka Malicky&Chantaramongkol 1993			20	60	2						

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Dipseudopsidae											
Dipseudopsis benardi Navas 1930	1										
Dipseudopsis robustior Ulmer 1929	1										
Dipseudopsis varians Ulmer 1929				5							
Hyalopsyche parsula Martynov 1935								26			
Hydropsychidae											
Aethaloptera sexpunctata Kolenati 1859										1	
Amphipsyche gratiosa Navas 1922			9	10		60					
Amphipsyche meridiana Ulmer 1902								1,546	224		
Cheumatopsyche charites Malicky&Chantaramongkol 1997	12	36	138	473	2	152	1			1	
Cheumatopsyche cocles Malicky&Chantaramongkol 1997	2									8	
Cheumatopsyche cognita Ulmer 1951	46				2		785			9	
Cheumatopsyche chrysothemis Malicky&Chantaramongkol1997			1								
Cheumatopsyche dubitans Moesly 1942	108	29								5	
Cheumatopsyche globosa Ulmer 1910	1			42	2	13	5			1	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Diplectrona gombak Olah 1993				2		1					
Hydropsyche askalaphos Malicky&Chantaramongkol 2000						2					
Hydropsyche camillus Malicky&Chantaramongkol 2000			27			12	11			2	
Macrostemum dohrni Ulmer 1905	2					2				3	
Macrostemum floridum Navas 1929		11		4	3	11	497				
Macrostemum midas Malicky&Chantaramongkol 1998	3	45	1	2		1					
Polymorphanisus astictus Navas 1923	1										
Potamyia chaos Malicky&Thani 2000	1										
Potamyia flavata Banks 1934	2					2				1	
Potamyia phaidra Malicky&Chantaramongkol 1997	3	16	8	25		57	1			7	
Pseudoleptonema quinquefasciatum Martynov 1935	36	159	1	18	9	780				12	
Goeridae											
Goera matuilla Malicky&Chantaramongkol 1992						1					
Goera redsomar Malicky&Chantaramongkol 1992	2				3	1					
Goera uniformis Banks 1931	2		2	9		3					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Leptoceridae											
Adicella evadne Schmid 1994					1	5					
Adicella remus Malicky&Chantaramongkol 2006						2					
Ceraclea hersilia Malicky & Changthong 2002	2								2		
Ceraclea harpalyke Malicky & Changthong 2002						10			373	56	
Ceraclea idaia Malicky & Chaibu 2002	36					1				172	
Leptocerus agaue Malicky&Chantaramongkol 1996					1						
Leptocerus chiangmaiensis Malicky&Chantaramongkol 1991			1		1						
Leptocerus dienli Malicky 1991	2										
Leptocerus faunus Malicky&Chantaramongkol 2002						1					
Leptocerus skamandrios Malicky&Prommi 2006						1					
Leptocerus trophonios Malicky&Chantaramongko l2006						1					
Leptocerus dirghachuka Scmid 1987	1	1			20	2	7			3	
Oecetis asmada Malicky 1979				1		1					
Oecetis bengalica Martynov 1936	1								12	1	
Oecetis biramosa Martynov 1936	2									1	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Oecetis empusa Malicky & Chaibu 2000	2	1		5	8	17	9	2			
Oecetis hades Malicky&Chantaramongkol 2003						1					
Oecetis iros Malicky&Bunlue 2005						2					
Oecetis laodike Malicky&Cheunbarn 2005	2										
Oecetis meghadouta Schmid 1958	12										
Oecetis pretakalpa Schmid 1995						2					
Oecetis purusamedha Schmid 1995					7			1			
Oecetis tripunctata Fabricius 1793	4	6	7	14		4				1	
Oecetis raghava Schmid 1995						1					
Parasetodes bakeri Banks 1913	1			1						3	
Setodes argentiguttatus Gordon&Schmid 1987	20	38	173	13	48	46	1	1		58	
Setodes endymion Malicky&Chaibu 2000	2	115	2	19	57	25				13	
Setodes gangaya Gordon&Schmid 1987					1					16	
Setodes isis Malicky&Nawvong 2006	2			1		2					
Setodes latinos Malicky&Nuntakwang 2006				53							
Setodes minotauros Malicky&Chantaramongkol 2006	61	158	7	14	34	81				93	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Setodes neleus Malicky&Chantaramongkol 2006						2					
Setodes nemesis Malicky&Chantaramongkol 2006			2								
Setodes okyrrhoe Malicky&Chantaramongkol 2006				78							
Setodes omphale Malicky&Changthong 2006	11									1	
Setodes sarapis Malicky&Chantaramongkol 2006						1					
Triaenodes dusra Schmid 1965				1							
Triaenodes narkissos Malicky 2005	1										
Triaenodes pellectus Ulmer 1908						1					
Trichosetodes pales Malicky&Chaibu 2006				15		1					
Trichosetodes palinurus Malicky&Chantaramongkol 2006		2		4	3						
Trichosetodes sisyphos Malicky&Prommi 2006										2	
Helicopsychidae											
Helicopsyche rodschana Malicky&Chantaramongkol 1992		2				1					
Odontoceridae											
Marilia sumatrana Ulmer 1951				3		54				3	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2	KY1	KY2	UL1	UL2	PW	WCLK	MK	RP	APW
Calamoceratidae											
Anisocentropus brevipennis Ulmer 1906				5		3					
Ganonema fuscipenne Albarda 1881						19					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเชื่อมโยงระหว่างแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวอ่อนที่ไม่ทราบชนิดกับตัวเต็มวัยที่ทราบชนิด

จากการศึกษาชนิดความหลากหลายของระยะตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าและเชื่อมโยงระหว่างแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนที่ไม่ทราบชนิดกับตัวเต็มวัยแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าที่ทราบชนิด สามารถเชื่อมโยงแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าวงศ์ Hydropsychidae ได้ 11 ชนิด 8 สกุล คือ *Amphipsyche gratiosa, A. meridiana, Cheumatopsyche charites, C. cognita, Diplectrona gombak, Hydropsyche askalaphos, H. camillus, Macrostemum floridum, Potamyia phaidra, Polymorphanisus astictis, Pseudoleptonema quinquefasciatum*

3. ปัจจัยของคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

จากการศึกษาปัจจัยของคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 12 ปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ ความขุ่นใสของน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟตและซัลเฟต แสดงผลดังตารางที่ 4

3.1 อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) อุณหภูมิน้ำ (Water temperature)

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศบริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปีล๊อก ห้วยอู่ล่าง 1 ห้วยอู่ล่าง 2 ลำน้ำหลังเขื่อนวชิราลงกรณ์ หลังเขื่อนท่าทุ่งนา หลังเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 32.62, 34.30, 30.33, 31.48, 30.47, 30.94, 31.19, 31.56, 29.88, 31.68, 32.15, 33.12 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 29.88-34.30 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 18)

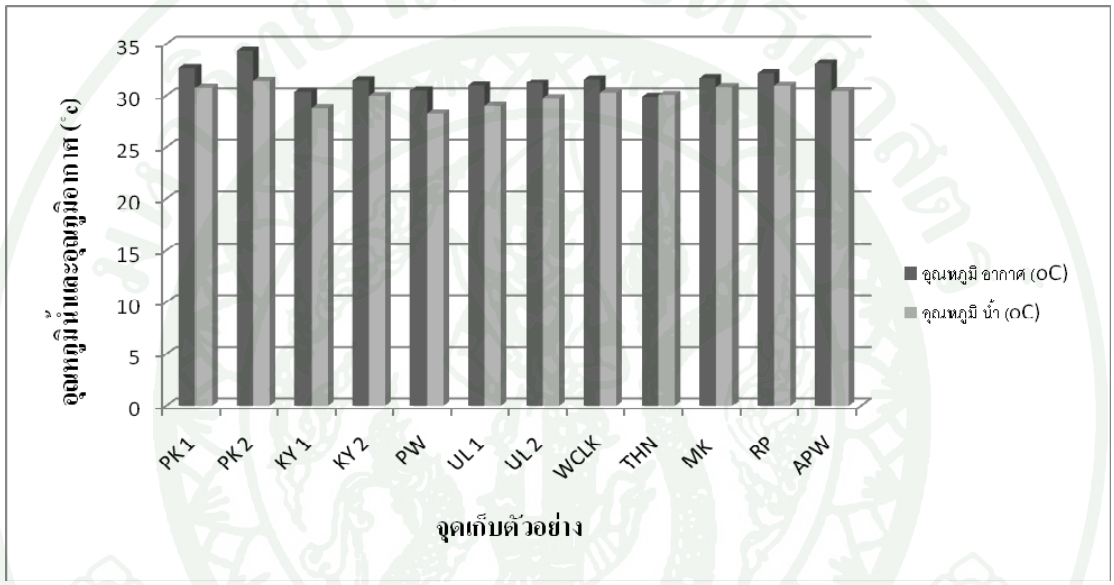
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยปัจจัยทางกายภาพและเคมีของคุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1	32.62	30.72	9.00	3.27	74.97	37.24	2.50	57.75	0.18	0.15	1.18	1.00
PK 2	34.3	31.44	8.76	3.23	84.83	50.82	4.15	86.70	0.13	0.15	1.50	1.50
KY 1	30.33	28.76	8.50	4.22	257.61	152.32	5.07	180.00	0.27	0.11	1.40	1.25
KY 2	31.48	29.95	8.50	3.98	336.97	166.32	6.75	198.65	0.22	0.14	1.73	1.25
PW	30.47	28.27	7.60	4.46	360.94	188.38	3.70	203.00	0.14	0.10	2.08	1.00
UL 1	30.94	28.97	8.60	3.59	124.35	75.72	4.50	126.00	0.18	0.12	1.47	4.00
UL 2	31.19	29.75	8.31	3.93	146.01	108.43	4.57	153.43	0.13	0.14	1.37	3.25
WCLK	31.56	30.26	8.20	2.8	102.56	51.36	4.75	81.00	0.30	0.19	1.32	2.32
THN	29.88	30.05	8.10	2.25	196.89	102.73	6.18	147.75	0.37	0.22	1.17	2.25
MK	31.68	30.76	8.20	4.85	161.77	79.04	8.08	125.00	0.22	0.15	1.64	1.77
RP	32.15	30.89	7.86	5.4	124.5	63.91	7.66	117.50	0.14	0.11	2.05	5.50
AWP	33.12	30.42	7.10	4.39	830.25	440.6	9.00	136.00	0.10	0.08	2.02	21.80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศบริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 30.72, 31.44, 28.76, 29.95, 28.27, 28.97, 29.75, 30.26, 30.05, 30.76, 30.89, 30.42 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 28.27-31.44 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 18)

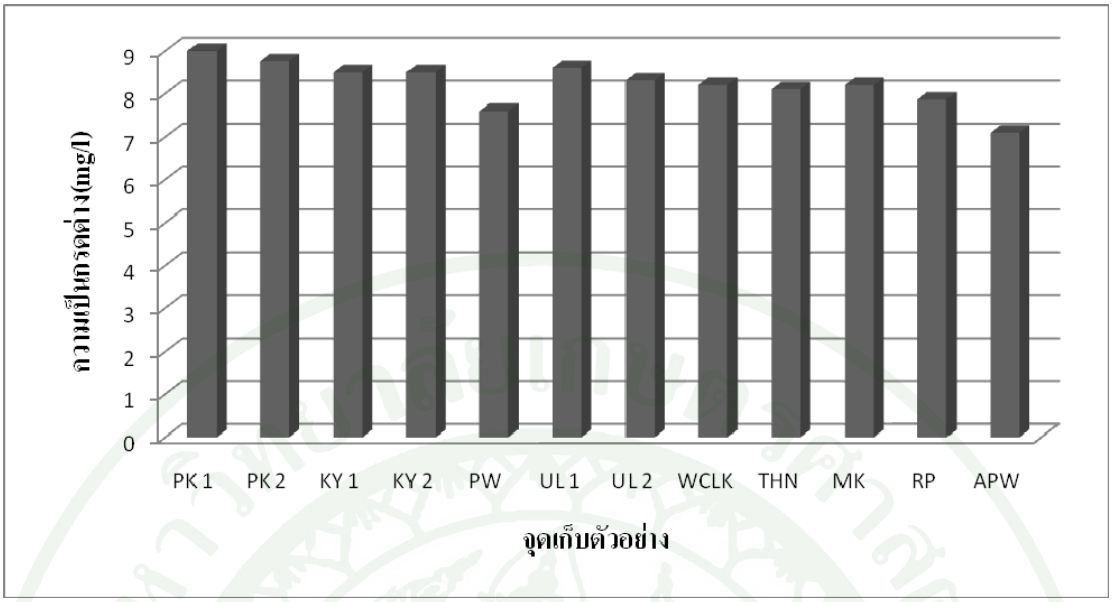


ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำและอากาศในละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH)

ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 9.00, 8.76, 8.50, 8.50, 7.60, 8.60, 8.31, 8.20, 8.10, 8.20, 7.86 และ7.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 7.10-9.00 pH (ภาพที่ 19)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

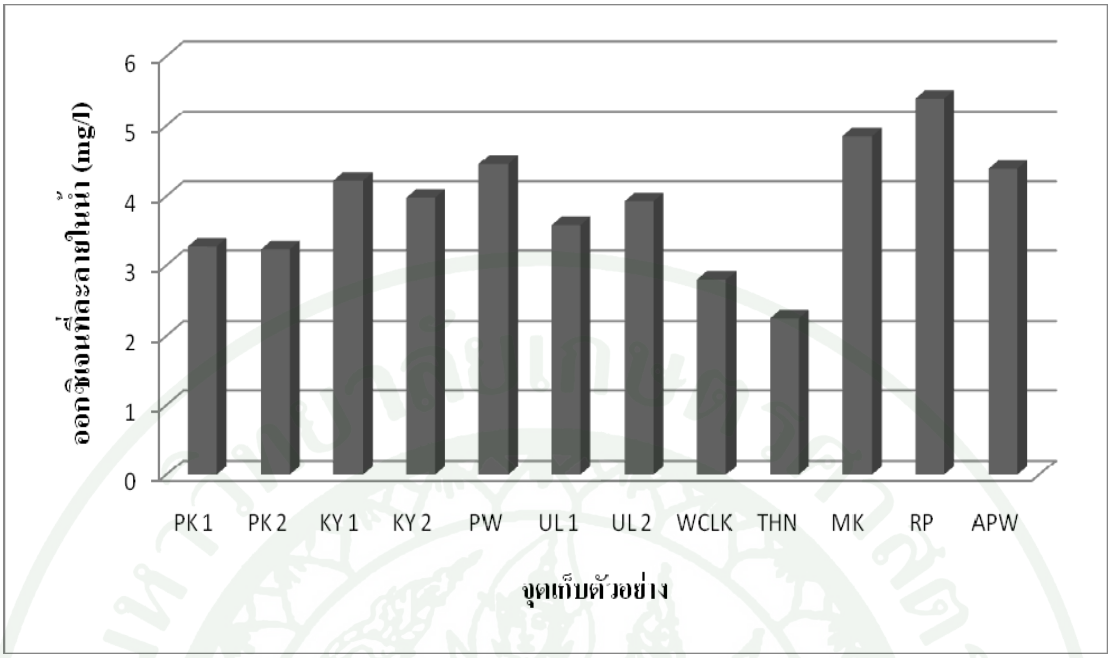


ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ. อัมพวา มีค่าเท่ากับ 3.27, 3.23. 4.22, 3.98, 4.46, 3.59, 3.93, 2.80, 2.25, 4.85, 5.40 และ4.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีอยู่ระหว่าง 2.25-5.40 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 20)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

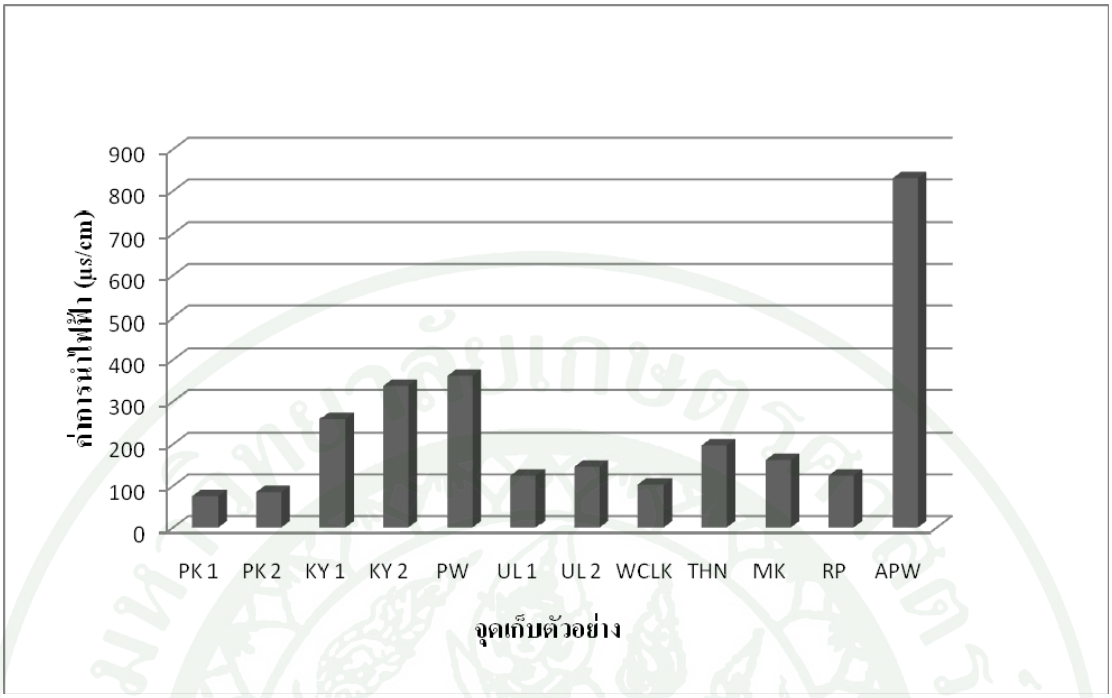


ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.4 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity)

ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 74.97, 84.83, 257.61, 336.97, 360.94, 124.35, 146.01, 102.56, 196.89, 161.77, 124.5 และ 830.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 74.97-830.25 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ภาพที่ 21)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

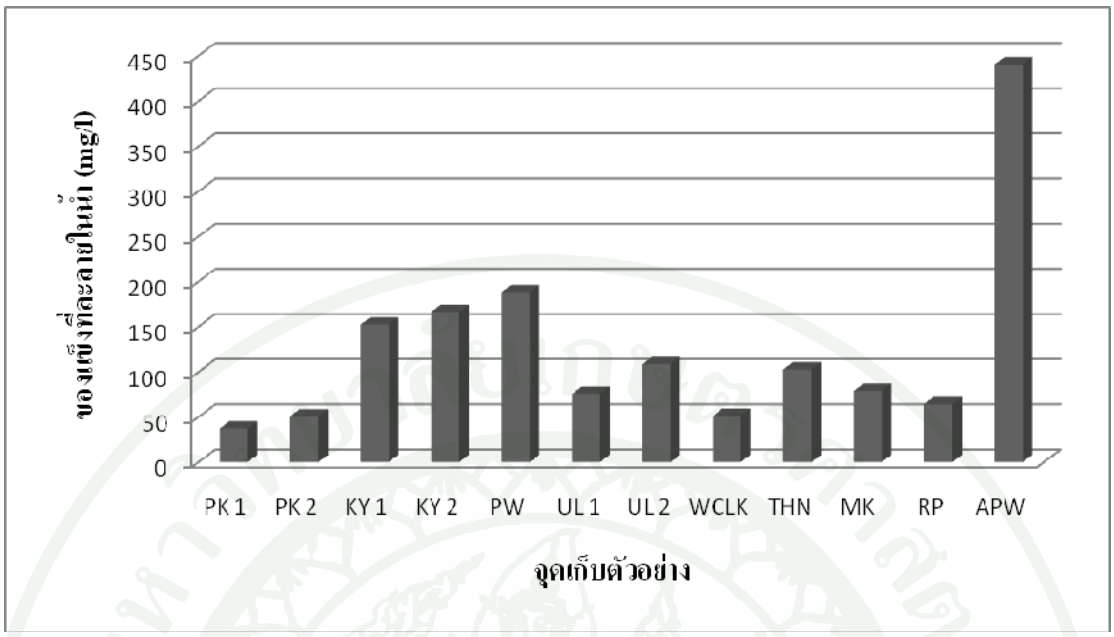


ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ (TDS)

ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 37.24, 50.82, 152.32, 166.32, 188.38, 75.72, 108.43, 51.36, 102.73, 79.04, 63.91 และ 440.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 37.24-440.60 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 22)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

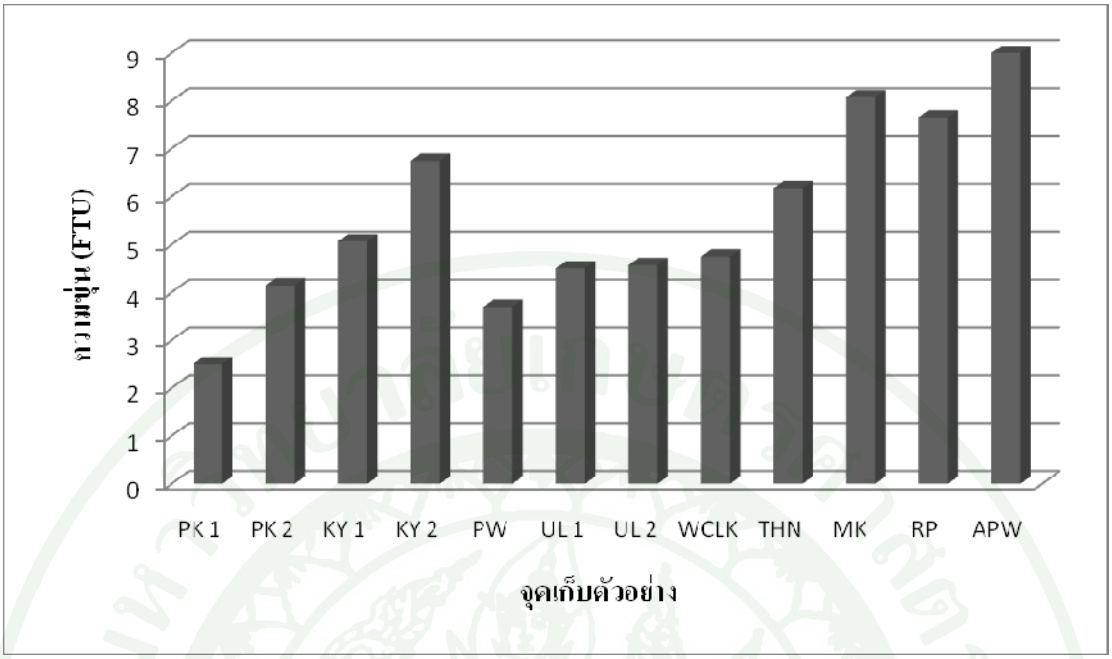


ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.6 ความขุ่นใสของน้ำ (Turbidity)

ค่าเฉลี่ยความขุ่นใสของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล็อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ลำน้ำหลังเขื่อนวชิราลงกรณ์ หลังเขื่อนท่าทุ่งนา หลังเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 2.50, 4.15, 5.07, 6.75, 3.70, 4.50, 4.57, 4.75, 6.18, 8.08, 7.66 และ9.00 เอฟทียู ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยความขุ่นใสของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 2.50-9.00 เอฟทียู (ภาพที่ 23)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

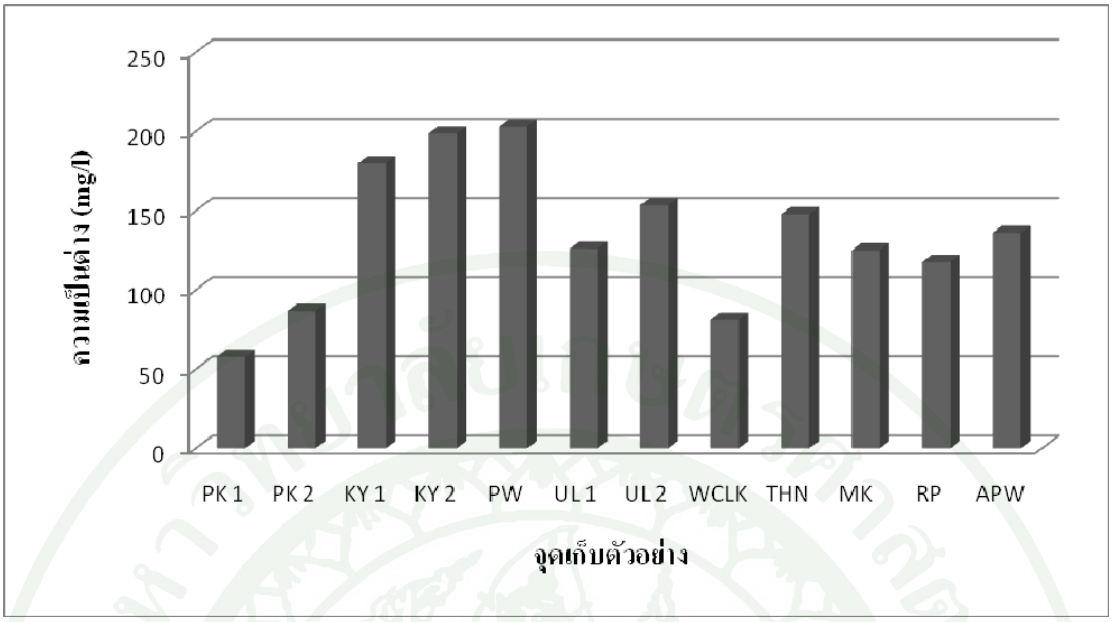


ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยความขุ่นใสของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.7 ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity)

ค่าเฉลี่ยความเป็นด่างของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 57.75, 86.70, 180.00, 198.65, 203.00, 126.00, 153.43, 81.00, 147.75, 125.00, 117.50 และ 136.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยความเป็นด่างของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 57.75- 203.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 24)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

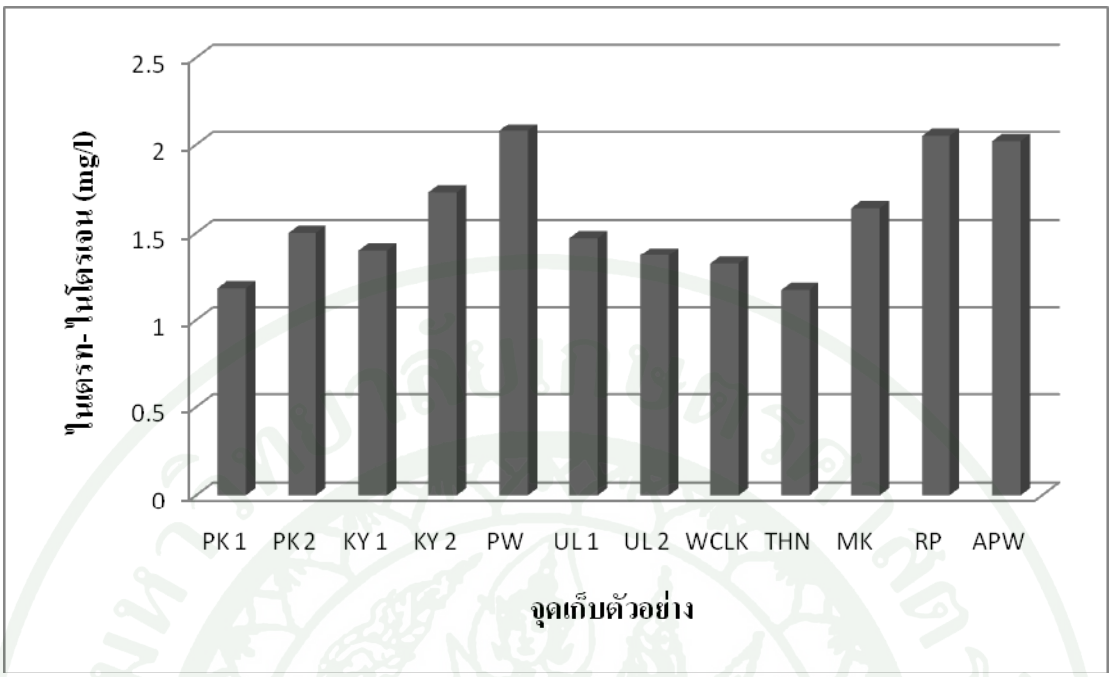


ภาพที่ 24 ค่าเฉลี่ยความเป็นด่างของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.8 ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N)

ค่าเฉลี่ยไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 1.18, 1.50, 1.40, 1.73, 2.08, 1.47, 1.37, 1.32, 1.17, 1.64, 2.05 และ2.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยไนเตรท-ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 1.18-2.28 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 25)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

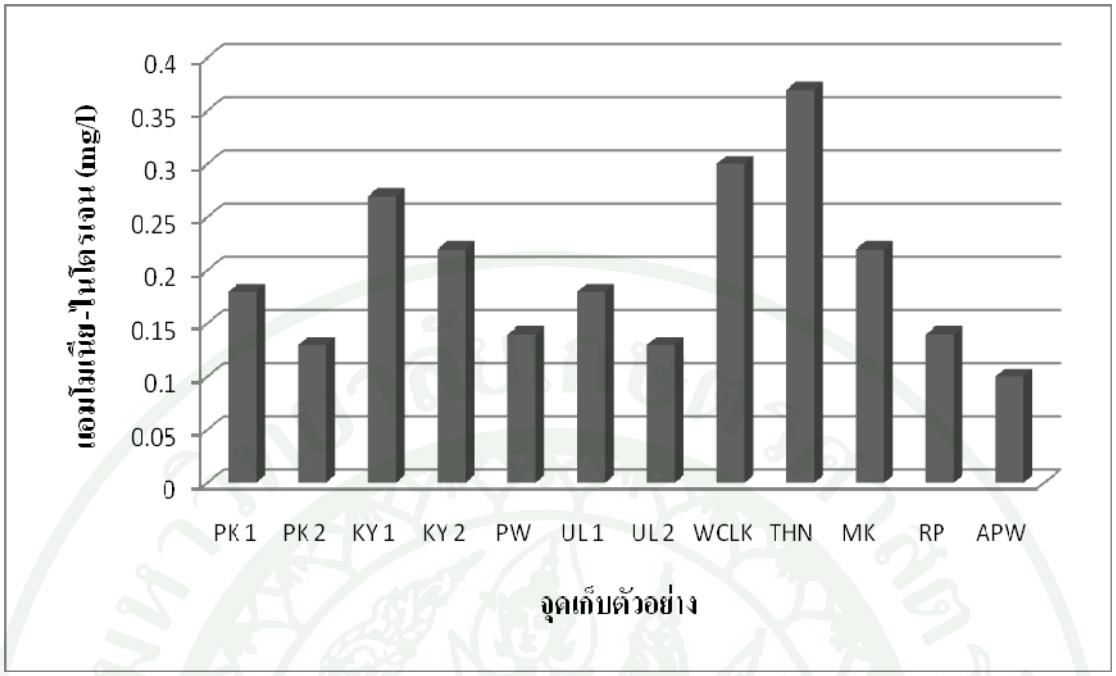


ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.9 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_4^--N)

ค่าเฉลี่ยแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 0.18, 0.13, 0.27, 0.22, 0.14, 0.18, 0.13, 0.30, 0.37, 0.22, 0.14 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 0.10-0.71 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 26)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

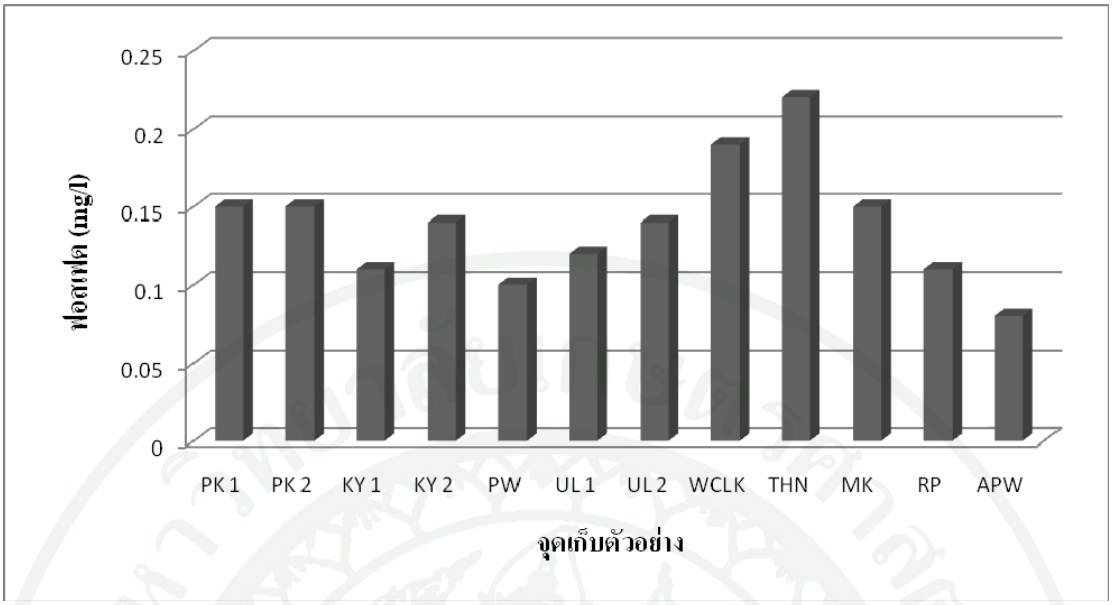


ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.10 ออร์โธฟอสเฟต (PO_4^{3-})

ค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ทางน้ำออกเขื่อนวชิราลงกรณ์ ทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา ทางน้ำออกเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 0.15, 0.15, 0.11, 0.14, 0.1, 0.12, 0.14, 0.19, 0.22, 0.15, 0.11 และ 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 0.08-0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 27)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

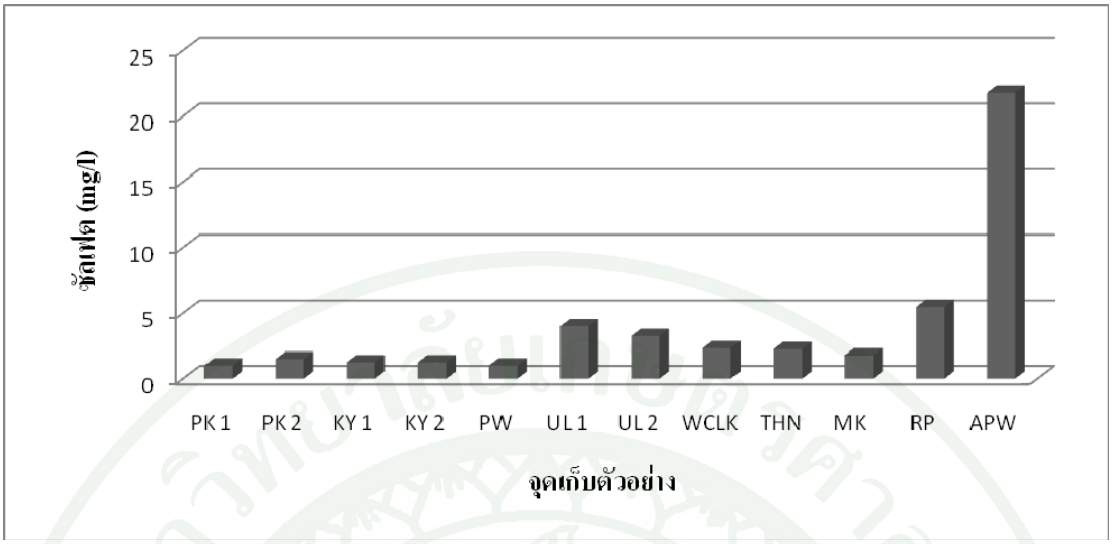


ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

3.11 ซัลเฟต (SO_4^{2-})

ค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตของน้ำ บริเวณห้วยปากคอก 1 ห้วยปากคอก 2 ห้วยเขย่ง 1 ห้วยเขย่ง 2 ฝายบ้านปากลำปิล๊อก ห้วยอู่ล่ง 1 ห้วยอู่ล่ง 2 ลำน้ำหลังเขื่อนวชิราลงกรณ์ หลังเขื่อนท่าทุ่งนา หลังเขื่อนแม่กลอง ลำน้ำแม่กลอง จ.ราชบุรี และลำน้ำแม่กลอง อ.อัมพวา มีค่าเท่ากับ 1, 1.5, 1.25, 1.25, 1.00, 4.00, 3.25, 2.32, 2.25, 1.77, 5.50 และ 21.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยซัลเฟตบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 1-21.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 28)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยปริมาณซัลเฟตของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

4. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ

4.1 ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำกับปัจจัยคุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 พบแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำหลายวงศ์มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำจำนวน 6 ปัจจัย จากทั้งหมด 12 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ความขุ่นใสของน้ำ ความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งปัจจัยคุณภาพน้ำทั้ง 6 ปัจจัย มีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำ ดังนี้

อุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Veliidae, Hebridae Nemouridae, Aphelocheiridae และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Cheumatopsyche* และ *Macrostemum* ในทิศทางตรงข้ามกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และอุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Polymorphanisus* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเป็นกรดเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Heptageniidae, Nepidae, Pleidae, Leptophlebiidae, Perlida, Libelluridae, Corduliidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Hydrophilidae, Helotrephidae, Psephenidae และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Potamyia* และ *Pseudoleptonema* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ความขุ่นใสของน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Holotrephidae, Naucoridae และ Tipulidae ในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01) และแมลงน้ำวงศ์ Leptophlebiidae, Baetidae, Libelluridae, Chironomidae และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Potamyia* ในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) และแมลงน้ำวงศ์ Pleidae มีความสัมพันธ์กับค่าความขุ่นใสของน้ำในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ความเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Aphelocheiridae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Amphipsyche* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) และค่าความเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Psychodidae และ Notoncetidae ในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Calopterygidae, Scirtidae, Chiromidae และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Helicopsyche*, *Chimarra* และ *Diplectrona* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01) และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Aeshnidae และ Simuliidae ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับวงศ์ Corixidae ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำที่พบกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีมีความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากแมลงน้ำแต่ละวงศ์หรือแต่ละสกุลมีความต้องการในการดำรงชีวิตอยู่ภายใต้ปัจจัยต่างๆ ที่ต่างกันและยังมีความไวหรือความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้แตกต่างกันด้วย แสดง (ตารางที่ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ Peason's ระหว่างปัจจัยกายภาพและเคมีกับแมลงน้ำระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

Taxa/parameter	Air temp	Water temp	pH	DO	Conducivity	TDS	Turbidity	Alkaline	PO_4^{3-}	NO_3^-	SO_4^{2-}
Air temp		0.765**						-0.603*			
Water temp								-0.701*			
pH					-0761**	-00.751**	-0.624*			-0.714**	-0.710**
DO									-00.769**	0.783**	
Conducivity			-0.761**			0.995**				0.576*	0.827**
TDS			-0.751**		0.995**						0.835**
Turbidity			-0.624*								0.610*
Alkaline	-0.603*	-0.701*									
PO_4^{3-}				0.769**						0.730**	
NO_3^-			0.714**	0.783**	0.576*				-0.736**		
SO_4^{2-}			-0.710**		0.827**	0.835**	0.610*				
Aphelocheiridae		-0.663*						0.660*			
Veliidae		-0.629*									
Nepidae			0.680*								

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Taxa/parameter	Air temp	Water temp	pH	DO	Conducivity	TDS	Turbidity	Alkaline	NH_4^+	PO_4^{3-}	NO_3^-	SO_4^{2-}
Helotrephidae			0.756*				-0.710**					
Naucoridae							-0.621*					
Hebridae		-0.582*										
Pleidae			0.589*				0.578*					
Notoncetidae								-0.636*				
Corixidae										0.663*		
Heptageniidae			0.656*									
Leptophlebiidae			0.734*				-0.644*					
Baetidae							-0.649*					
Perlidae			0.624*									
Nemouridae		-0.665*										
Hydrophilidae			0.658*									
Psephenidae			0.669*									
Scirtidae									0.862**			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Taxa/parameter	Air temp	Water temp	pH	DO	Conducivity	TDS	Turbidity	Alkaline	NH_4^+	PO_4^{3-}	NO_3^-	SO_4^{2-}
Potamyia			0.690*				-0.668*					
Cheumatopsyche		-0.579*										
Chimarra									0.828**			
Macrostemum		-0.599*										
Amphipsyche								0.580*				
Diplectrona									0.744**			
Pseudoleptonema			0.608*									
Polymorphanisus		0.730**										
Helicopsyche									0.835**			
Tipulidae							-0.708**					
Simuliidae									0.577*			
Psychodidae								-0.623*				
Chironomidae							-0.623*					
Chlorocyphidae			0.672*									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Taxa/parameter	Air temp	Water temp	pH	DO	Conducivity	TDS	Turbidity	Alkaline	NH_4^+	PO_4^{3-}	NO_3^-	SO_4^{2-}
Protoneuridae			0.636*									
Gomphidae			0.642*									
Libellulidae			0.685*				-0.589*					
Euphaeidae			0.652*									
Corduliidae			0.607*									
Aeshnidae									0.665*			
Platycnemididae			0.623*									
Coenagrionidae			0.694*									
Calopterygidae									0.744**			

หมายเหตุ ** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.01$), + หมายถึง มีความสัมพันธ์เชิงบวก

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$), - หมายถึง มีความสัมพันธ์เชิงลบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยกับปัจจัยคุณภาพน้ำ

แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยหลายชนิดมีความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพน้ำทั้งสิ้น 9 ปัจจัย จากทั้งหมด 12 ปัจจัย คือ อุณหภูมิน้ำและอากาศ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย -ไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟต และปริมาณซัลเฟต มีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย ดังนี้

อุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Macrostemum midas* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) และอุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Hydropsyche camillus* ในทิศทางตรงข้ามกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* ในทิศทางตรงข้ามกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Aethaloptera sexpunctata* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01)

ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยตัวเต็มวัย ชนิด *Chimarra akkaorum, Chimarra chiangmaiensis, Ecnomus puro* และ*Setodes argentiguttatus* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01) และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย ชนิด *Hydropsyche camillus* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05).

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย ชนิด *Marilia sumatrana, Hydropsyche camillus, Ugandatrichia honga* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) และปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย ชนิด *Amphipsyche gratiosa* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01)

ปริมาณซัลเฟตมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย ชนิด *Ecnomus volovicus* ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01)

สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี แสดงในตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ค่าความสัมพันธ์ Pearson's ระหว่างปัจจัยกายภาพและเคมีกับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

Taxa	Air temp.	Water temp.	pH	DO	Cond.	TDS	Alkalinity	NH_4^-N	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}
Macrostemum midas	0.707*									
Ecnomus volovicus			-0.691*		0.892**	0.896**				0.973**
Hydropsyche camillus		-0.634*						0.686*	0.679*	
Aethaloptera sexpunctata				0.603*						
Ugandatrichia honga									0.654*	
Chimarra akkaorum								0.798**		
Chimarra chiangmaiensis								0.900**		
Ecnomus puro								0.899**		
Amphipsyche gratiosa									0.750**	
Cheumatopsyche dubitans							-0.614*			
Setodes argentiguttatus								0.792**		
Marilia sumatrana									0.681*	

หมายเหตุ ** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.01$), * หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$),
+ หมายถึง มีความสัมพันธ์เชิงบวก (แปรผันตรง), - หมายถึง มีความสัมพันธ์เชิงลบ (แปรผกผัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

1. ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำ

1.1 ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ

การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง พบว่าบริเวณต้นน้ำก่อนที่น้ำจะไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์ มีความหลากหลายของแมลงน้ำสูงกว่าบริเวณทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา โดยบริเวณนี้มีสภาพทั่วไปที่แตกต่างกับบริเวณจุดเก็บตัวอย่างต้นน้ำในเรื่องของการใช้ประโยชน์จากลำน้ำ และลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ เช่น ความลึก ขนาดของลำน้ำที่กว้างขึ้น จึงทำให้ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยของแมลงน้ำต่างกัน จึงพบชนิดและจำนวนตัวอขงแมลงน้ำน้อยกว่าบริเวณต้นน้ำ จาการศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำพบทั้งหมด 9 อันดับ 68 วงศ์ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่เขื่อนวชิราลงกรณ์ทั้ง 7 จุดเก็บตัวอย่างมีความหลากหลายของจำนวนวงศ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยจุดเก็บตัวอย่างบริเวณห้วยปากคอก 1 มีความหลากหลายของจำนวนวงศ์มากที่สุดคือ 50 วงศ์ ส่วนบริเวณปลายน้ำจุดเก็บตัวอย่างทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนานั้นมีความหลากหลายของจำนวนตัวและจำนวนวงศ์น้อยมากเพียง 7 วงศ์ ซึ่งสอดคล้องกับค่าคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดได้ และลักษณะทางกายภาพทั่วไปของลำน้ำที่ส่งผลต่อความเหมาะสมของแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำ บริเวณแหล่งน้ำที่มีแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย (microhabitat) หลากหลายแบบ จะเอื้ออำนวยต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลากชนิดมากกว่า Dudgeon (1992) กล่าวว่าแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย ในลำธารจะมีผลต่อการแพร่กระจายและความมากน้อยของสิ่งมีชีวิต

แมลงน้ำอันดับ Hemiptera พบจำนวนวงศ์มากที่สุด โดยวงศ์ Naucoridae มีความชุกชุมมากที่สุด (ภาพที่ 9) อาจเนื่องจากแมลงน้ำอันดับ Hemiptera แทบทุกวงศ์มีการกระจายได้กว้างสามารถพบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไปทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล ในแหล่งน้ำไหลมีความหลากหลายสูงกว่า (นฤมลและศุภลักษณ์, 2548) และเป็นแมลงน้ำที่มีอวัยวะช่วยในการหายใจและมีการเคลื่อนไหวได้เร็วและไกล สามารถทนในแหล่งน้ำที่มีมลพิษได้มาก จึงสามารถพบแมลงน้ำกลุ่มนี้กระจายได้อย่างกว้างขวาง แมลงน้ำกลุ่ม EPT อันดับ Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) อันดับ Plecoptera (แมลงสโตนฟลาย) และอันดับ Trichoptera (แมลงหนอนปลอกน้ำ) จัดเป็นแมลงน้ำกลุ่มที่มีความไวต่อสิ่งแวดล้อม และอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่สะอาดหรือมีมลพิษน้อยจะพบแมลงกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นี้เป็นปกติบริเวณพื้นที่ที่เป็นต้นน้ำ (Merritt and Cummins, 1987) จากการศึกษาพบแมลงน้ำกลุ่ม EPT บริเวณพื้นที่ต้นน้ำเป็นกลุ่มเด่น โดยเมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของจำนวนวงศ์ภายในกลุ่ม EPT พบว่าแมลงชีปะขาวมีจำนวนวงศ์มากที่สุด และมีจำนวนวงศ์มากรองลงมาจากอันดับ Hemiptera โดยแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae และ Leptophlebiidae พบความหลากหลายของจำนวนตัวมาก (ภาพที่ 10) สามารถพบได้ในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างต้นน้ำเกือบทุกจุดเก็บ และวงศ์ที่พบในทุกจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำคือวงศ์ Baetidae บริเวณจุดเก็บฝายบ้านปากลำปิล๊อกพบแมลงชีปะขาวเฉพาะวงศ์นี้เท่านั้น ส่วนในวงศ์อื่นจะไม่พบในจุดนี้เลยแมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae มีการแพร่กระจายทั่วไปในแหล่งน้ำไหลและแหล่งน้ำนิ่ง ตั้งแต่น้ำที่มีคุณภาพดีมากจนถึงน้ำที่มีคุณภาพพอใช้ หลายชนิดสามารถอยู่ได้ในน้ำที่มีคุณภาพไม่ดีนัก (นฤมลและศุภลักษณ์, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพน้ำบริเวณฝายบ้านปากลำปิล็อกที่พบว่าปัจจัยคุณภาพน้ำที่บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ค่าการนำไฟฟ้า ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำและค่าไนเตรทไนโตรเจนมีค่าสูงในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างนี้ด้วย แมลงน้ำกลุ่ม EPT ที่มีความหลากหลายระดับวงศ์รองลงมา คือ แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า โดยวงศ์ Hydropsychidae เป็นวงศ์ที่พบทุกจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำและมีความหลากหลายของจำนวนตัวมากที่สุด (ภาพที่ 13) เช่นเดียวกับการศึกษาถึงความหลากชนิดของตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า วงศ์ Hydropsychidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรหมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวพบว่าวงศ์ Hydropsychidae มีจำนวนมากที่สุดในกลุ่มตัวอ่อนของแมลงน้ำแนดับไทรคอบเทอร่าในสถานที่เดียวกัน (นฤมล และวิโรจน์, 2541) การแพร่หลายของตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า วงศ์ Hydropsychidae เนื่องจากตัวอ่อนของวงศ์นี้มีลักษณะการกินอาหารและต้องการถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีความแตกต่าง และมีการเคลื่อนย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยย่อยในระยะตัวอ่อนหลังการลอกคราบ (instar) ในระยะต่างๆ (ธรรมวัตร, 2544) นฤมลและคณะ (2542) รายงานถึงผลกระทบที่มีต่อความชุกชุมของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าวงศ์ Hydropsychidae บริเวณลำห้วยหญ้าเครือ พบว่าเดิมมีจำนวนตัวมากที่สุดแต่จำนวนตัวลดลงอย่างมาก และมีแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าวงศ์ Polycentropodidae เพิ่มจำนวนมากขึ้น เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยหรือสิ่งแวดล้อมมีผลทำให้โครงสร้างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนกลุ่มแมลงสโตนฟลายมีจำนวนวงศ์เพียง 3 วงศ์ วงศ์ที่พบมากที่สุด คือวงศ์ Perlidae (ภาพที่ 11) ซึ่งพบทุกจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำ พบมากที่บริเวณห้วยอู่ล่งเป็นบริเวณที่มีพื้นท้องน้ำเป็นก้อนหินขนาดกลางทั่วลำน้ำ ประกอบด้วยมีกระแสน้ำที่ไหลแรงและอุณภูมิน้ำต่ำจึงเหมาะแก่การอยู่อาศัยของแมลงสโตนฟลาย โดยปกติแมลงสโตนฟลายจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างเย็น (Pescador *et al*., 2000) มีการไหลเวียนออกซิเจนในน้ำดี และมีความหนาแน่นที่บริเวณต้นน้ำที่ไม่ถูกรบกวน (Lehmkuhl, 1979) Zwick (1986) รายงานว่าความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลากหลายของแมลงสโตนฟลายลดลงอย่างรวดเร็วจากเขตหนาวมายังเขตร้อน สำหรับในเขตร้อนพบแมลงสโตนฟลายวงศ์ Perlidae มีความหลากหลายมากที่สุด นฤมลและคณะ (2542) ทำการศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนชีปะขาว แมลงแมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่าตัวอ่อนของแมลงเกาะหินมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางน้ำ ดังนั้นแมลงกลุ่มนี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำที่ดีได้ เนื่องจากกลุ่มนี้เป็นแมลงน้ำกลุ่มที่ไวต่อมลพิษหลายอย่าง

จากการศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำครั้งนี้บริเวณพื้นที่ต้นน้ำจะพบความหลากหลายของแมลงน้ำในระดับวงศ์สูงไม่แตกต่างกันมากในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ต้นน้ำ แต่มีเพียงจุดเก็บตัวอย่างฝายบ้านปากลำปิล๊อกที่มีความหลากหลายของแมลงน้ำในระดับวงศ์ที่ต่ำกว่าจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำจุดอื่น แม้ว่าจะเป็นจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำซึ่งกลไกตามธรรมชาติน่าจะมีความหลากหลายมากแต่ปรากฏว่าความหลากหลายที่ต่ำแตกต่างจากจุดเก็บตัวอย่างต้นน้ำจุดอื่น ทั้งนี้ในการศึกษาจะต้องมีการพิจารณาถึงสภาวะแวดล้อมที่มีต่อแหล่งน้ำประกอบด้วยไม่ว่าจะเป็นลักษณะทางกายภาพต่างๆ ของลำน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาหรือทางด้านภูมิศาสตร์ รวมถึงผลกระทบจากกิจกรรมการใช้พื้นที่บริเวณรอบๆ จุดเก็บตัวอย่างทั้งจากสัตว์และมนุษย์ (William and Feltmate, 1992)

1.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดและจำนวนตัวของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง 11 จุดเก็บ แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบเป็นวงศ์เด่น คือ วงศ์ Leptoceridae (42 ชนิด) และวงศ์ Hydropsychidae (20 ชนิด) โดยจากการศึกษาการออกบินของแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยของ สมจิตร์ (2541) พบว่า แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยวงศ์ Philopotamidae, Glossosomatidae, Lepidostomatidae, Leptoceridae และวงศ์ Hydropsychidae พบได้ตลอดทั้งคืน จึงทำให้จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองพบแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยวงศ์ Leptoceridae และวงศ์ Hydropsychidae เป็นวงศ์เด่น และบริเวณพื้นที่ต้นน้ำพบแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Cheumatopsyche charites* และ *Setodes argentiguttatus* พบได้ในทุกจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ต้นน้ำทั้ง 7 จุดเก็บ เหตุผลที่พบแมลงกลุ่มนี้ทุกจุดเก็บตัวอย่างอาจเนื่องมาจากแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย 2 ชนิดนี้อาจจะอยู่ได้ในลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัยได้อย่างกระจายหรืออาจจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของสภาวะแวดล้อมได้ในช่วงกว้างกว่าชนิดอื่น โดยจะพบแมลง 2 ชนิดนี้มากที่บริเวณห้วยเขย่ง *Cheumatopsyche charites* พบมีการแพร่กระจายและจำนวนตัวมากที่จุดเก็บตัวอย่างห้วยเขย่ง 2 อาจเนื่องจากบริเวณนี้เป็นปลายน้ำของห้วยเขย่งก่อนน้ำจะไหลลงเขื่อนดังนั้นบริเวณนี้จึงมีการพัดพาเอาเศษตะกอนมาทับถมเป็นที่สะสมของสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งมีผลต่อการแพร่กระจาย (Castell-Muller *et al*., 2001) และบริเวณพื้นที่ที่น้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์ที่เป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์นั้นยังสามารถพบแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Setodes argentiguttatus* มากที่บริเวณลำน้ำแม่กลองจังหวัดราชบุรี ส่วนห้วยอู่ล่งพบความหลากหลายของชนิดมากที่สุดคือ 62 ชนิด ซึ่งพบชนิด *Pseudoleptonema quinquefasciatum* มีจำนวนตัวมากที่สุดและชนิดนี้ยังพบมากในบริเวณห้วยปากคอก ส่วนจุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ต้นน้ำที่มีความหลากหลายของชนิดน้อยที่สุดคือ บริเวณฝายบ้านปากลำปีล็อก พบเพียง 9 ชนิด โดยพบชนิดเด่น 2 ชนิดคือ *Cheumatopsyche cognita* และ *Macrostemum floridum* เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างฝายบ้านปากลำปีล็อกมีลักษณะพื้นท้องน้ำส่วนใหญ่จะเป็นก้อนกรวด โดยแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวอ่อนทั้ง 2 ชนิด จะมีการสร้างรังในบริเวณน้ำไหลช้าถึงปานกลาง ซึ่งบริเวณเหล่านี้จะมีการสะสมของพวกทราย กรวด หินขนาดเล็ก โดยจะใช้กรวดมาสร้างรังเกาะกันแบบหลวมๆ (ศุภลักษณ์, 2542) ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสกุล *Macrostemum* จะใช้ก้อนกรวดขนาดเล็กในการสร้างปลอก (case) (Prommi, 2007) การที่พบแมลงชนิดที่พบเฉพาะถิ่นในแต่ละพื้นที่โดยไม่พบบริเวณอื่น อาจเป็นไปได้ว่าแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยดังกล่าวมีขอบเขตการบินที่ครอบคลุมพื้นที่ที่แคบ (ภูวดล, 2549) โดยแตงอ่อน (2543) กล่าวว่าความหลากหลายของชนิดและจำนวนตัวของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ เช่นเดียวกับ Chantaramongkol และคณะ (1998) กล่าวว่าจำนวนตัวและชนิดของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัยที่ถูกกำหนดโดยสภาวะแวดล้อม ช่วงเวลาในการออกบินของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยในแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความชื้นในบรรยากาศ ความเข้มแสงและพฤติกรรมการบินของแมลงแต่ละชนิด (Ehlert *et al*., 1999) ตลอดจนอุณหภูมิของอากาศ ความเร็วลม ต่างก็มีผลกระทบต่อความชุกชุมและองค์ประกอบของแมลงที่จะปรากฏ (Ward, 1992; Houghton, 2003) ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ความเร็วลม ปริมาณฝนที่ตกลงมา อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้นรวมทั้งความสว่างหรือมืดของดวงจันทร์ (moonlight) จะมีผลกระทบความชุกชุมของชนิดแมลง (Monson, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนจุดเก็บตัวอย่างบริเวณที่น้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์แล้วที่เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ พบความหลากหลายของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย 40 ชนิด วงศ์ Leptoceridae มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด รองลงมาเป็นวงศ์ Hydropsychidae เช่นเดียวกับบริเวณพื้นที่ต้นน้ำส่วนจุดเก็บตัวอย่างในโซนนี้อาจแบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 บริเวณคือบริเวณทางน้ำออกของเขื่อนและบริเวณลำน้ำแม่กลอง ซึ่ง 2 บริเวณนี้ก็พบชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำที่แตกต่างกัน คือบริเวณท้ายเขื่อนวชิราลงกรณ์และเขื่อนแม่กลองนั้นจะพบชนิด *Amphipsyche meridiana* เป็นชนิดเด่นและพบได้เฉพาะบริเวณทางน้ำออกของเขื่อนเท่านั้น โดยทั่วไป แมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ชนิด *Amphipsyche meridiana* พบเป็นจำนวนมากบริเวณทางน้ำออกของเขื่อนเกือบทุกที่ ซึ่งการปรากฏของแมลงน้ำชนิดนี้จะสัมพันธ์กับวัสดุที่แมลงชนิดนี้ใช้ยึดเกาะ ความคงที่ของกระแสน้ำ ปริมาณน้ำ (Georgian and Thorp, 1992) และปริมาณสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ (Barnard, 1984; Harding, 1997) ส่วนบริเวณแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดราชบุรี พบความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่ามากกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นในโซนนี้อาจเนื่องจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างมีพืชริมน้ำปกคลุมอยู่เป็นช่วงๆ ตลอดลำน้ำจึงอาจเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าได้ และจุดเก็บตัวอย่างสุดท้ายบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ณ อำเภออัมพวา ซึ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างก่อนที่น้ำจะไหลลงปากอ่าวไทย นั้นพบความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำเพียง 3 ชนิดเท่านั้น อาจเนื่องจากรอบๆ จุดเก็บนี้ไม่มีแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย เช่น พืชริมน้ำอยู่เลย และการได้รับผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ เช่นการปล่อยน้ำจากชุมชน การสร้างที่อยู่อาศัยและการเติบโตของตลาดน้ำที่เป็นสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งล้วนแต่เป็นการรบกวนโดยมนุษย์ทั้งสิ้น กิจกรรมต่างๆ เป็นการใช้ประโยชน์ต่อพื้นที่ของมนุษย์โดยตรงทำให้บริเวณนี้พบความหลากหลายของจำนวนตัวและชนิดน้อยที่สุด ซึ่งพบชนิด *Ecnomus volovicus* อยู่ในวงศ์ Ecnomidae เป็นชนิดที่พบเฉพาะถิ่น โดยพบจำนวน 72 ตัวจากทั้งหมด 74 ตัว บริเวณนี้พบความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยน้อย ซึ่สอดคล้องกับค่าคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาพบว่ามีหลายปัจจัยของคุณภาพน้ำที่เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำไม่ดีนักสูง จึงอาจทำให้ไม่เหมาะแก่การอยู่อาศัยของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยหลากชนิดมากนัก ทั้งนี้ความหลากหลายของจำนวนตัวและชนิดของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยแตกต่างกันในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง อาจจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ปัจจัย เช่น ปัจจัยในการบินของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยทำให้พบจำนวนตัวที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและกระแสลม (ธรรมวัตร, 2544) Pathak *et al.* (1999) กล่าวว่าการพบความหลากของชนิดน้อยเนื่องมาจากเป็นช่วงที่แมลงส่วนมากยังไม่เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย และจากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นล้วนทำให้เกิดความแตกต่างของความหลากหลายของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยทั้งสิ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

จากการศึกษาปัจจัยของคุณภาพทางเคมีและกายภาพบางประการ มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างชุมชนและการแพร่กระจายของแมลงน้ำ ดังนั้นปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนจะส่งผลถึงความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย

2.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 29.88-34.30 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ระหว่าง 28.27-31.44 องศาเซลเซียส พบว่าบริเวณห้วยปากคอก 2 มีอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิน้ำสูงที่สุด เนื่องจากทำการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิน้ำบริเวณนี้ในช่วงบ่ายที่มีแสงแดดจัด และบริเวณที่ทำการตรวจวัดของจุดเก็บห้วยปากคอก 2 เป็นที่โล่งได้รับแสงเต็มที่ไม่มีร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ที่สามารถบดบังแสงจึงไม่มีผลทำให้อุณหภูมิอากาศลดน้อยลงทำให้ปริมาณแสงแดดมีผลต่ออุณภูมิอากาศเป็นอย่างมาก อุณหภูมิอากาศแถบภูมิภาคเอเชียช่วงละติจูด 0°-30° เป็นบริเวณที่ได้รับแสงอาทิตย์อย่างชัดเจน (Dudgeon, 1999) เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงจึงเกิดการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำอุณหภูมิน้ำจึงสูงขึ้น (สุรจิต, 2530) อุณหภูมิน้ำจะมีค่าแปรผันตรงกับอุณหภูมิอากาศ โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำจะเป็นปัจจัยหลักต่อการเจริญของไข่และตัวอ่อน (Brittain, 1990) ส่วนบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำต่ำที่สุดคือ ฝายบ้านปากลำปิล๊อก เนื่องจากทำการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำในตอนเช้าและฝายบ้านปากลำปิล๊อกมีพืชริมน้ำปกคลุมให้ร่มเงาอยู่ตลอดริมน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Hauer and Hill (1996) ที่รายงานว่าลำธารที่มีขนาดเล็ก ผิวน้ำมีการปกคลุมด้วยร่มเงาจากต้นไม้ที่ขึ้นริมฝั่ง ซึ่งร่มเงาจากต้นไม้ที่ขึ้นริมฝั่ง มีผลต่ออุณหภูมิของน้ำ จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับความหลากหลายของแมลงน้ำ พบว่าแมลงน้ำวงศ์ Aphelocheiridae, Veliidae, Hebridae, Nemouridae และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าวงศ์ Hydropsychidae ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีความสัมพันธ์กับอุณภูมิอากาศและน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับสมจิตร์ (2541) ศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าลำธารน้ำที่มีความสูงสองระดับในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ พบว่าจำนวนตัวของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าวงศ์ Hydropsychidae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำและอากาศอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าความขุ่นใสของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50-9.00 เอฟทียู ความขุ่นใสของน้ำในแหล่งน้ำไหลจะมากกว่าในแหล่งน้ำนิ่ง (Hynes, 1970) บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่มีความขุ่นมากที่สุด คือบริเวณท้ายน้ำ ณ อำเภออัมพวา ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำที่มากในบริเวณนี้เช่นกัน โดยน้ำที่มีสารแขวนลอย ซึ่งขัดขวางทางเดินแสงที่ผ่านน้ำนั้น และยังเก็บกักอุณหภูมิให้น้ำมีความร้อนมากขึ้น ความขุ่นใสของน้ำ พบว่ามีความผันแปรไปตามฤดูกาล (นันทนา, 2539) สอดคล้องกับสภาพพื้นที่และลักษณะของการใช้ที่ดิน ระดับการปนเปื้อนของตะกอนดินในแหล่งน้ำบริเวณอ่าวเชสซาพี (Chesapeake River) แม่น้ำอลิสซาเบธ (Elizabeth River) และแม่น้ำแบค (Back River) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับชุมชนสัตว์หน้าดิน (Alden *et al*. 1987; Dauer *et al*. 1993) เมื่อตะกอนดินมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำสูงจะพบชุมชนสัตว์หน้าดินลดน้อยลงมาก โดยสังเกตได้จากการศึกษาครั้งนี้บริเวณจุดเก็บตัวอย่างอำเภออัมพวา สำรวจพบเพียงแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* เพียงชนิดเดียว

2.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.25-5.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ปกติค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในแหล่งต้นน้ำธรรมชาติจะมีค่าสูงและมีแนวโน้มลดลงเป็นลำดับไปยังจุดที่เป็นท้ายน้ำ เนื่องจากมีต้นไม้หนาแน่นและเป็นที่สูง อากาศเย็น การระเหยของน้ำสู่บรรยากาศน้อย ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้มาก รวมถึงปัจจัยทางกายภาพต่างๆ มีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เช่น อุณหภูมิน้ำและอากาศ ฤดูกาล ขนาดความกว้างของลำน้ำ ปริมาณการไหลของน้ำ และอัตราความเร็วของกระแสน้ำ ขนาดความกว้างของลำน้ำและอัตราความเร็วของกระแสน้ำจะมีค่าเพิ่มขึ้นช่วงฤดูฝนในทุกจุดเก็บตัวอย่างเนื่องจากฤดูกาลมีผลต่อปริมาณน้ำและอัตราการไหลของน้ำ (Goldman and Horne, 1983 และศุภลักษณ์, 2542) จากปัจจัยที่กล่าวมาจึงมีผลทำให้การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตจะมีความแตกต่างกัน และเมื่อน้ำไหลผ่านชุมชนที่มีการระบายน้ำเสียจากชุมชน และโรงงานมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำปริมาณมากจะทำให้ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2532) สำหรับบริเวณทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนาเป็นบริเวณที่มีค่าลี่ยเออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสุด คือ 2.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (3 มิลลิกรัมต่อลิตร) จึงมีผลสืบเนื่องไปถึงความหลากหลายของจำนวนตัวและชนิดของแมลงน้ำที่พบน้อยมากในบริเวณนี้ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าการนำไฟฟ้าบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 74.97-830.25 ไมโครซิเมนส์ต่อเซนติเมตร การนำไฟฟ้าคือความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิน้ำที่มีอิออนของสารต่างๆ ละลายอยู่สามารถนำไฟฟ้าได้ โดยบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ณ อำเภออัมพวา มีค่าที่สูง เนื่องจากบริเวณนี้มีชุมชนรอบๆ ตลอดลำน้ำ จึงมีการปล่อยสารอินทรีย์ต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำจึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูง ซึ่งยุพิน (2537) กล่าวว่าเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำแตกตัวให้อิออนบวกและลบ ทำให้น้ำสามารถที่จะเกิดการนำกระแสไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงค่าการนำไฟฟ้าจะสูงตามไปด้วย โดยจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างจะมีค่าการนำไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ โดยทั้ง 2 ปัจจัยจะมีค่าเฉลี่ยที่สูงบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ณ อำเภออัมพวา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ยุพิน (2537) ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ซึ่งทั้งสองค่ามีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสูงในช่วงฤดูร้อน มั่นสิน และมั่นรักษ์ (2545) กล่าวว่า ค่าการนำไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ แต่ความสัมพันธ์นี้ไม่มีค่าตายตัวหรือคงที่ อัตราส่วนระหว่างสภาพการนำไฟฟ้าต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ จะมีค่าสูงสำหรับน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงมากหรือค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำต่ำมากและมีค่าลดลงเมื่อน้ำอยู่ในช่วงที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเป็นกลาง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.10-9.00 ซึ่งอยู่ในช่วงของน้ำตามธรรมชาติส่วนมากมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่า 7 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันมากนัก บริเวณห้วยปากคอก 1 จะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างค่อนข้างสูง อาจเนื่องจากในน้ำมีปริมาณอิออน พวกคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบอยู่มาก (นันทนา, 2539) อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ Roback (1974) ศึกษาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ที่พบแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ต่างๆ พบว่าวงศ์ Hydroptilidae พบที่ช่วงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.10-8.50

ค่าความเป็นด่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 57.75-203.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดบริเวณฝายบ้านปากลำปิล๊อก และบริเวณห้วยเขย่ง 2 มีค่าเฉลี่ยที่สูงใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำในพื้นที่โครงการทองผาภูมิ 72 พรรษามหาราช อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ที่ทำการศึกษาถึงคุณภาพน้ำในพื้นที่ต้นน้ำอำเภอทอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผาภูมิพบว่าค่าความเป็นด่างของลำธารน้ำสายห้วยเขย่งมีค่าความเป็นด่างสูงในทุกฤดู อาจเกิดจากน้ำมีการปนเปื้อนจากบ้านเรือนชุมชน (สุทธินี, 2547) โดยทั่วไปในน้ำธรรมชาติจะมีค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วง10 – 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำใดที่ได้รับน้ำทิ้งจากชุมชน หรือโรงงานอุตสาหกรรม จะมีค่าความเป็นด่างค่อนข้างสูง นันทนา (2539) ค่าความเป็นด่างจะเป็นตัวกั้นกลางที่ช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างค่าความเป็นกรดเป็นด่างเร็วเกินไป แหล่งน้ำใดพบว่ามีค่าความเป็นด่างต่ำ ระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแหล่งน้ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.10-0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยลำน้ำท้ายเขื่อนท่าทุ่งนามีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำสูง เนื่องจากน้ำในบริเวณนี้ค่อนข้างมีค่าคุณภาพน้ำที่ไม่คงที่ จึงทำให้พืชหรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำก็ไม่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนี้ได้ ดังนั้นจึงเกิดการเน่าสลายของซากพืชเกิดการสะสมบริเวณตะกอนพื้นท้องน้ำ ซึ่งนันทนา (2539) กล่าวว่าโดยปกติค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำธรรมชาติจะมีค่าน้อยกว่า 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าหากมีค่าสูงจะเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงขึ้น

ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.18-2.08 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าบริเวณฝายบ้านปากลำปิล๊อกมีค่าไนเตรทไนโตรเจนในน้ำสูงกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากในแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนไนเตรทไนโตรเจนมาจากการใช้ปุ๋ยในการปลูกพืชผลทางการเกษตรบริเวณด้านข้างลำน้ำ ซึ่งการที่พืชจะนำปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบไปใช้ประโยชน์ได้จะต้องอยู่ในรูปของไนเตรทไนโตรเจน ดังนั้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยในพื้นที่ก็เท่ากับการเพิ่มปริมาณไนเตรทไนโตรเจนให้แก่แหล่งน้ำด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามค่าไนเตรทไนโตรเจนที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน ที่กำหนดไว้ให้มีไม่เกิน 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (กองจัดการคุณภาพน้ำ, 2540) และบ่อยครั้งที่พบน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าออร์โธฟอสเฟตที่ละลายในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าระหว่าง 0.08-0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสเฟตเป็นสารอาหารจำกัดสำหรับการเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ แต่ถ้ามีฟอสเฟตมากเกินไปก็จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่ายูโทรฟิเคชั่น (Eutrofication) โดยเฉพาะถ้ามีปริมาณไนเตรทมากในน้ำร่วมด้วย ซึ่งจะทำให้พวกพืชน้ำเติบโตอย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดสภาวะขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากการตายและการย่อยสลายที่เกิดขึ้นอย่างมากของพวกพืชน้ำ โดยเฉพาะอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยิ่งพวกสาหร่าย โดยมีจุลินทรีย์เป็นผู้ย่อยสลาย มาตรฐานในการบอกถึงคุณภาพน้ำที่ไม่ได้รับอิทธิพลเนื่องจากมลพิษมีปริมาณฟอสเฟต 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (นันทนา, 2539) จากการศึกษาจะพบค่าออร์โธฟอสเฟตที่ละลายในน้ำในปริมาณที่สูงบริเวณทางน้ำออกเขื่อนท่าทุ่งนา อาจเนื่องจากแหล่งน้ำได้รับสารปนเปื้อนที่มีองค์ประกอบของฟอสเฟต เช่นผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน เป็นต้นซึ่งล้วนแต่มาจากกิจกรรมมนุษย์ทั้งสิ้น ดังนั้นจึงทำให้บริเวณด้านบนทางน้ำออกของเขื่อนท่าทุ่งนาที่เป็นลักษณะอ่างกักเก็บน้ำมีการเจริญเติบโตของพืชน้ำจำนวนมากและมีการเน่าสลายของเศษซากพืชน้ำที่ตายแล้วจึงส่งผลให้บริเวณนี้มีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนสูงด้วยเช่นกัน

ค่าซัลเฟตบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าระหว่าง 1.00-21.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าที่สูงในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณน้ำแม่กลอง ณ อำเภออัมพวา เนื่องจากบริเวณนี้ใกล้กับปากอ่าวไทยจึงทำให้แหล่งน้ำมีน้ำทะเลหนุน ซึ่งน้ำทะเลมีเกลือแร่เป็นองค์ประกอบผสมอยู่มาก (นันทนา, 2539) กล่าวว่าซัลเฟตเป็นประจุอิออนลบ (anion) ที่สำคัญในน้ำ ซัลเฟตในแหล่งน้ำจะอยู่ในช่วง 5-50 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ก็จะมีความเข้มข้นสูงในแหล่งน้ำที่มีความเค็ม และประกอบด้วยบริเวณน้ำแม่กลอง ณ อำเภออัมพวา เป็นจุดที่มีบ้านเรือนชุมชนตลอดลำน้ำ ดังนั้นจึงมีการปล่อยสิ่งปฏิกูลของเสียต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะแตกตัวให้อิออนต่างๆ แก่แหล่งน้ำ ดังนั้นเมื่อวัดค่าการนำไฟฟ้าค่าของแข็งที่ละลายในน้ำจึงมีค่าสูงในจุดนี้เช่นเดียวกัน

เมื่อนำผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำผิวดิน พบว่าคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ในเกณฑ์ดี จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 และ3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ซึ่งเป็นแหล่งรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อการอุปโภคบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนโดยแหล่งน้ำประเภทที่ 2 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ, การประมง และการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำส่วนแหล่งน้ำประเภทที่ 3 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร

3. สหสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำและแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยกับปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่พบกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี พบว่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าชนิด *Macrostemum midas* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) กล่าวคือ ถ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิของอากาศสูงจะสามารถพบจำนวนตัวของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าชนิด *Macrostemum midas* มาก

อุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Aphelocheiridae, Veliidae, Hebridae, Nemouridae, แมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Cheumatopsyche, Macrostemum,* แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Hydropsyche camillus* ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) กล่าวคือ เมื่อแหล่งน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะพบจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Aphelocheiridae, Veliidae, Hebridae, Nemouridae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Cheumatopsyche, Macrostemum,* แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Hydropsyche camillus* น้อยลงด้วย และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Polymorphanisus* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01) กล่าวคือ น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะพบจำนวนตัวแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Polymorphanisus* มาก บริเวณห้วยปากคอกพบ สกุล *Polymorphanisus* ระยะตัวอ่อนมาก ซึ่งเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิน้ำและอากาศสูงที่สุด

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Nepidae, Helotrephidae, Pleidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Hydrophilidae, Psephenidae, Chlorocyphidae, Protoneuridae, Gomphidae, Libellulidae, Euphaeidae, Corduliidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Perlidae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Potamyia, Pseudoleptonema* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) กล่าวคือ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูงจะพบแมลงน้ำวงศ์ Nepidae, Helotrephidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Hydrophilidae, Psephenidae, Chlorocyphidae, Protoneuridae, Gomphidae, Libellulidae, Euphaeidae, Corduliidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Pleidae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Potamyia, Pseudoleptonema* มากเช่นกัน ซึ่งพบจำนวนตัวมากบริเวณห้วยปากคอกเป็นจุดที่มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างสูง และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ซึ่งแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* พบจำนวนตัวมากเมื่อมีแหล่งน้ำมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำและปริมาณซัลเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) กล่าวคือ แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* พบจำนวนตัวมาก เมื่อแหล่งน้ำมีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ และปริมาณซัลเฟตสูง ซึ่งค่าเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการเป็นน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิดนี้พบเพียงจุดเดียว ณ บริเวณอัมพวา ซึ่งเป็นบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ และปริมาณซัลเฟตสูงที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างลุ่มน้ำแม่กลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Ecnomus volovicus* เป็นกลุ่มที่สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำที่มีคุณภาพไม่ค่อยดีได้

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Aethaloptera sexpunctata* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยจากการศึกษาครั้งนี้พบแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนำชนิด *Aethaloptera sexpunctata* เพียงแค่หนึ่งตัวจากจุดเก็บตัวอย่างแม่น้ำกลองในจังหวัดราชบุรี ดังนั้นจึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่าแมลงน้ำชนิดนี้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอย่างชัดเจน

ความเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Aphelocheiridae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Amphipsyche* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) กล่าวคือ บริเวณแหล่งน้ำที่มีค่าความเป็นด่างสูง จะพบแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Amphipsyche* มาก จาการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำพบตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าสกุล *Amphipsyche* บริเวณห้วยเขย่ง และห้วยอู่ล่ง 2 เท่านั้น ซึ่งทั้ง 2 บริเวณมีค่าความเป็นด่างสูง และความเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Psychodidae, Notoncetidae และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Cheumatopsyche dubitans* ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Scirtidae, Calopterygidae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าระยะตัวอ่อนสกุล *Chimarra, Diplectrona* (วงศ์ Philopotamidae) , *Helicopsyche* และแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยตัวเต็มวัย ชนิด *Chimarra akkaorum* (วงศ์ Philopotamidae) *Chimarra chiangmaiensis* (วงศ์ Philopotamidae) *Ecnomus puro* และ *Setodes argentiguttatus* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Simuliidae, Aeshnidae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวเต็มวัย ชนิด *Hydropsyche camillus* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) กล่าวคือ ถ้าในแหล่งน้ำมีปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจนละลายอยู่มากจะพบจำนวนตัวของแมลงน้ำกลุ่มนี้มากเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมยศ (2543) ที่มีการรายงานถึงความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับตัวอ่อนของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าวงศ์ Philopotamidae มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในทิศทางเดียวกัน

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำวงศ์ Corixidae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Marilia sumatrana, Amphipsyche gratiosa, Ugandatrichia honga* ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) และแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย ชนิด *Hydropsyche camillus* มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01) กล่าวคือ ถ้าในแหล่งน้ำมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ละลายอยู่ในน้ำสูงจะพบแมลงน้ำวงศ์ Corixidae, แมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยชนิด *Marilia sumatrana, Amphipsyche gratiosa, Ugandatrichia honga* และ *Hydropsyche camillus* สูงเช่นกัน

โดยแมลงน้ำที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารในเชิงบวก อาจเนื่องจากกลุ่มแมลงน้ำมีความต้องการสารอาหารจากแหล่งน้ำแต่ถ้าหากปริมาณสารอินทรย์ต่างๆ ในแหล่งน้ำมีค่าสูงหรือต่ำจนเกินไปก็อาจจะส่งผลกระทบต่อจำนวนตัวและความหลากหลายของแมลงน้ำได้ (Navia *et al.,* 1997) เนื่องจากถ้าหากมีปริมาณสารอินทรย์ต่างๆ มากเกินก็จะทำให้แหล่งมีคุณภาพแย่ลงได้ ดังนั้นในแหล่งน้ำควรมีปริมาณธาตุอาหารที่พอเหมาะแก่การดำรงชีวิตของสัตว์ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. พบแมลงน้ำทั้งสิ้น 9 อันดับ 68 วงศ์ อันดับที่มีจำนวนวงศ์มากที่สุด คือ Hemiptera (19%, 13 วงศ์) และรองลงมาได้แก่ อันดับ Ephemeroptera และอันดับ Odonata (16%, 11 วงศ์) ส่วนอันดับ Trichoptera และอันดับ Diptera (15%, 10 วงศ์) อันดับ Coleoptera (12%, 8 วงศ์) อันดับ Plecoptera (5%, 3 วงศ์) ส่วนอันดับ Lepidoptera และอันดับ Megaloptera (1% 1 วงศ์)

2. พบแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยทั้งสิ้น 9,366 ตัว จำแนกได้ 13 วงศ์ 98 ชนิด วงศ์ที่มีจำนวนความหลากหลายของชนิดมากที่สุดคือวงศ์ Leptoceridae (43%, 42 ชนิด) รองลงมาคือวงศ์ Hydropsychidae (21%, 20 ชนิด) วงศ์ Ecnomidae (8%, 8 ชนิด) วงศ์ Psychomyiidae (7%, 7 ชนิด) วงศ์ Philopotamidae และวงศ์ Goeridae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ3%, 3 ชนิด วงศ์ Dipseudopsidae และวงศ์ Polycentropodidae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ 4 %, 4 ชนิด วงศ์ Hydroptilidae และวงศ์ Calamoceratidae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ 2%, 2 ชนิด ส่วนวงศ์ Rhyacophilidae วงศ์ Helicopsychidae วงศ์ Odontoceridae มีความหลากหลายของจำนวนชนิดเท่ากันคือ 1 %, 1 ชนิด

3. สามารถเชื่อมโยงระหว่างแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าตัวอ่อนที่ไม่ทราบชนิดกับตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดในแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าวงศ์ Hydropsychidae ได้ 11 ชนิด 8 สกุล คือ *Amphipsyche gratiosa, A. meridiana, Cheumatopsyche charites, C. cognita, Diplectrona gombak, Hydropsyche askalaphos, Macrostemum floridum, Potamyia phaidra, Polymorphanisus astictis, Pseudoleptonema quinquefasciatum, H. camillus*

4. ปัจจัยของคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในแหล่งน้ำที่ศึกษา คือ อุณหภูมิน้ำและอากาศ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความขุ่นใสของน้ำ ปริมาณสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต และปริมาณซัลเฟต อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. สหสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการกับตัวอ่อนแมลงน้ำจากจุดเก็บตัวอย่าง พบว่า มีปัจจัย 6 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ความขุ่นใสของน้ำ ความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำ มีความแตกต่างทางสถิติที่ (p<0.05 และ p<0.01) และสหสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการกับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยหลายชนิดมีความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพน้ำทั้งสิ้น 10 ปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ค่าความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟต และปริมาณซัลเฟต มีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัย มีความแตกต่างทางสถิติ (p<0.05 และ p<0.01)

จากผลการศึกษาสหสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการชี้ให้เห็นว่าแมลงน้ำสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพในการประเมินคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำได้

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้สิ่งมีชีวิตในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำให้ได้ผลดีต้องมีการตรวจสอบในระยะยาว (Long term monitoring) จะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น และควรมีการศึกษาในระยะเวลาที่ยาวนานกว่า 1 ปี

2. ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านเคมีในปัจจัยอื่นๆ ที่นอกเหนือจากการศึกษาโดยควรศึกษาให้ครบตามมาตรฐานกำหนดการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางด้านเคมี

3. ควรมีการศึกษาในเชิงลึก โดยอาจนำเทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะบ่งบอกได้ถึง indicator species ที่ใช้ประเมินสิ่งแวดล้อมได้

4. ควรจัดให้มีการศึกษาระบบนิเวศน้ำในระยะยาว เพื่อจะได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพแหล่งน้ำโดยประชาชนในชุมชนได้มีส่วนร่วม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัญญารัตน์ พรมจันทร์. 2545. **ความสัมพันธ์ระหว่างของแมลงพื้นท้องน้ำกับปริมาณโลหะหนักที่ลำห้วยในบริเวณโครงการทองผาภูมิ 72 พรรษามหาราช.** ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. **คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน**. ส่วนแหล่งน้ำจืด สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2522. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์**. บริษัทประยูรวงศ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 287 น.

_____. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์**. บริษัทประยูรวงศ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 387 น.

กรรณิการ์ สิริสิงห และกฤษณ์ เทียรฆประสิทธิ์. 2519. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์**. บริษัทประยูรวงศ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 208 น.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. **การบำบัดน้ำเสีย.** มิตรนราการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 422 น.

กลุ่มงานกีฏวิทยาป่าไม้. 2553. **แมลงน้ำ**. เรื่องเด่นประเด็นร้อน. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช แหล่งที่มา: http://www.dnp.go.th/FOREMIC/Entomology/Web/Eminent/Eminent/aquatic %20insects/aquatic%20insects.htm, 27 สิงหาคม 2553.

เกษม จันทรแก้ว. 2530. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____. 2526. **การจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 299 น.

กองจัดการคุณภาพน้ำ. 2540. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย.** กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2532. **โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายหลัก รายงานการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง พ.ศ. 2529 – 2531**. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 76 น.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2553. **เขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี.** เขื่อนและโรงไฟฟ้า กฟผ. ฝ่ายประชาสัมพันธ์การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. แหล่งที่มา: http://www.stjohn.ac.th/Department/school/www.egat.or.th/thai/dam_powerplant/tatungna/tatungna1.html, 10 กันยายน 2553.

จักรพงษ์ เจิมศิริ. 2520. **อิทธิพลคุณภาพน้ำต่อการเจริญเติบโตของพืชเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เล่ม 3 (น้ำสำหรับเกษตร)**. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 128 น.

จำเนียร ธนสีลังกูร. 2523. **ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อคุณภาพน้ำ ณ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชิตชล ผลารักษ์. 2538. **การศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทเบนธอสในห้วยช่างเคี่ยนและห้วยหนองหอย จ.เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เดชาพล รุกขมธุร์. 2544. **การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดิน โครงการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

ธรรมวัตร แก้วตาปี. 2542. **การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงหนอนปลอกน้ำที่สัมพันธ์กับ ถิ่นที่อยู่แบบต่างๆ โดยใช้กับดักอีเมอร์เจนซ์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2536. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศน้ำจืด**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 117 น.

_____. 2539. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นริศ ภูมิภาคพันธ์**.** 2539. **การจัดการสัตว์ป่า.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นราธิป เพียงจริง. 2543. **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นฤมล แสงประดับ. 2542. **"นาฬิกาสัตว์หน้าดิน" ทางเลือกของการดูแลเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำโดยชุมชมท้องถิ่น**. วารสารวิทยาศาสตร์ มข**.** 27(4): 279-287.

_____. 2548. **เอกสารคำสอน วิชา 311 780 แมลงน้ำ.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 135 น.

นฤมล แสงประดับ, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชุติมา หาญจวณิช, อาษา อาษาไชย และประยุทธิ์ อุดรพิมาย. 2542. **การศึกษาการกระจายตัวแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** รายงานการวิจัย โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น. 2541. **การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.** วารสารวิจัย มข. 3(1): 1-15.

บุญเสฐียร บุญสูง, ศิริพร แซ่เฮง, ประยุทธิ์ อุดรพิมาย และวงศ์วิวรรธ ธนูศิลป์. 2544. **ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารห้วยเขย่งและห้วยทีม อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. รายงานวิจัยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากร ชีวภาพในประเทศไทย.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. **คุณภาพน้ำทางการประมง**. แผนกประมง คณะสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยราชมงคล วิทยาเขตลำปาง, ลำปาง. 84 น.

เปี่ยมศักดิ์ มานะเสวต. 2525. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

_____. 2539. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 7. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เพ็ญศรี บรรลือ. 2550. **การประเมินความเสี่ยงสภาวะแวดล้อมโดยใช้แมลงน้ำในลำธารที่ได้รับผลกระทบทางการเกษตรจากพื้นที่ลุ่มน้ำดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พิทักษ์ วงษ์ชาลี. 2534. **การหาปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตในน้ำบริเวณลุ่มน้ำชลบุรี ระยอง และจันทบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ จันทรมงคล. 2543. **แมลงน้ำกับสถานการณ์ปัจจุบันด้านสิ่งแวดล้อม.** บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย, หน้า 140-148.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภูวดล เชื้อผู้ดี. 2549. **ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยบริเวณริมฝั่ง พื้นที่ชุ่มน้ำในเชียงใหม่เพื่อการติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อม.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มนตรี อินทรสังขนาวิน. 2537. **การสำรวจแมลงน้ำบริเวณน้ำตกต่างๆของจังหวัดภาคใต้ในประเทศไทย.** โครงงานทางชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2540. **มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. 2545. **เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ยุพิน ถือดำ. 2537. **การใช้กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ในการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำจากลำธารบนดอยอินทนนท์ และแม่น้ำปิง โดยใช้ดัชนีไบโอติก และซาโพรบิก.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

รัชฎาภรณ์ กิตติวรเชฏร์ และ เสาวคนธ์ วัลลีย์. 2535. **การศึกษาชนิดของสัตว์หน้าดินที่พบในแม่น้ำพอง แม่น้ำชีและแม่น้ำมูลหลังวิกฤตการณ์น้ำเสีย.** วารสารการประมง. 4(3): 935-942.

รัตนา ปานเรียนแสน. 2537. **การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่กระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพอง.** ซีเนียร์โปรเจค. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิบูลย์ มหาสินไพศาล. 2539**. การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบางประการระหว่างระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับพ้นที่การเกษตรที่ห้วยแม่มะเร็วอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวักเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิไลลักษณ์ กิจจนะพานิช. 2531. **คู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย**, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศูนย์เมขลา. 2552. **พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย**. ลุ่มน้ำแม่กลอง. แหล่งที่มา: http://mekhala.dwr.go.th/pic_flood_platitudious/095-ลุ่มน้ำแม่กลอง_flood.gif, 11 สิงหาคม 2553.

ศุภลักษณ์ ระดมสุข. 2542. **ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae บริเวณห้วยพรมแล้งและห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาตินำหนาว**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ศุภลักษณ์ สาวิภาค และนฤมล แสงประดับ. 2548. **การเชื่อมโยงตัวอ่อนแมลงชีปะขาวอันดับย่อย Baetidae Caenidae และEphemeroidae ในลำธารห้วยหญ้าเครือ อุทยานแหล่งชาตินำ้หนาว.** ใน: บทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ 2548. วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ**.**

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

ศิริพร แซ่เฮง. 2540. ความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในลำห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว. โครงงานวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ศานิต รัตนภุมมะ. 2550. **กีฏวิทยาแม่บท.** ฉบับปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2. ภาควิชากีฏวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุจิตรา ไทยทำนัส. 2538. **การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์**. ซีเนียร์โปรเจค. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง. 2536. **ลักษณะภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำในเขตจังหวัดกาญจนบุรี**. สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี.

สัทธา มีอ่อง. 2529. **ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธินี จิตมณี. 2547. **ความหลากหลายของแมลงน้ำในพื้นที่โครงการ72 พรรษามหาราช อำเภอทองผาภูมิ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมจิตร์ สมพงษ์. 2541. **ความหลากหลายและชีววิทยาแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus* spp. จากลำธารน้ำ ที่ความสูงสองระดับในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

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

สมสุข มัจฉาชีพ. 2528. **นิเวศวิทยา**. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สุรจิต สุขกันตะ. 2530. **การตรวจวัดคุณภาพบางประการของน้ำบริเวณลุ่มน้ำชี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี). 2548. **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม ภาคตะวันตก.** สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี) สำนักงานกระทรวงปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2541. **ความหลากหลายทางชีวภาพ.** เอกสารเผยแพร่สำหรับนักเรียน นักศึกษา. ฝ่ายทรัพยากรชีวภาพ กองประสานงานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อุดร จารุรุตน์ และจารุรัตน์ วรนิสรากุล. 2524. **วิศวกรรมประปาและสุขาภิบาล**. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, กรุงเทพฯ.

อนุชา เกตุเจริญ. 2534. **การตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการในลุ่มน้ำภาคตะวันออก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อิสระ ธานี. 2537. **การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์.** ซีเนียร์โปรเจค. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

เอื้อน ทองทับ. 2528. **ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำในลำธาร บริเวณอุทยานแหล่งชาติเขาใหญ่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abel, P.D. 2000. **Water Pollution Biology**. 2nd ed. London: Taylor and Francis Ltd.

Allan, J.D., D.L. Erickson and J. Fay. 1997. **The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales.** Freshwater Biology. 37: 149-161.

American Public Health Association. 1975. **Standard Method for the examination of water and waste water**. 14th ed., Washington, D.C. : American Public Health Association.

Angrisano, E., A. 1997. **Contribution to the knowledge of the larvae of Hydrobiosidae, *Neopsilochorema tricarinatum* and *Australochorema rectispinum***. 8th Proc. Internat. Symp. On Trichoptera, Minnesota, USA, 15-17.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Arienzo, M. Adamo, P., Bianco, M.R. and Violante, P. 2001. **Impact of land use and urban runoff on the contamination of the Sarno River Basin in Southern Italy**. Water Air Soil Pollut. 131, 349-366.

Azrina, M. Z. 2005. **Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River peninsular Malaysia.** Internationnal Journal of Ecology and Environment Safety. 64: 337-347.

Badcock, M., R., Bales, T., M., Harrison , D. J. 1986. **Observations on gill number and respiratory adaptation in caddis larvae**. 5th Proc. Internat Symp. On Trichoptera, Lyon, France, 175-178.

Bendati, M.M.A., C.R.M. Maizonave, E.O. Olabarriage and R.M. Rosado. 1998. **Use of the benthic macroinvertebrate community as a pollution indicator in the Gravatai River (RS, Brazil)**. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 2019-2033.

Borman, F.H. 1969**. Biotic regulation of Particulate and Solution losses from a forest ecosystem,** Bio. Sci. 19: 600-610**.**

Boulton A. J. and Brock M. A. 1999. **Australian Freshwater Ecology***:* Processes and Management. Gleneagles Publishing, Adelaide.

Boyd, A.R. 1981. **Water Quality Management**. Alabang Agricultural Experiment Station. Aluburn University, Alabang. 481 p.

Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1998. **Pond aquaculture water quality management**. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. 700 pp.

Brittain, J. E. 1990. **Life history strategies in Ephemeroptera and Plecoptera**. In Campbell, I. C. (ed.), Mayflies and Stoneflies, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 1-12.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bustos-baez, S.,Frid, C.C. 2003. **Using indicator species to assess the state of macrobenthic communities.** Hydrobiologia 496, 299-309**.**

Cairns, J. and Pratt, J.R. 1983. **A history of biological monitoring using benthic macroinvertabrates.** In: Freshwater biological monitoring and benthic macroinvertabrates. D.M. Rosenberg, and V.H. Resh(Eds.), pp. 10-27. Chapman and Hall, New York.

Cartwight, D. 1991. **Key to Mature Larvae of Families Ecnomidae, Philopotamidae and Polycentropodidae of Australia.** Trichoptera Workshop, MDFRC., Albuly, NSW.

Campbell, I.C. 1982. **Biological water quality monitoring: An Australian viewpoint.** Pages 39-66. *In* Hart, B.T. (ed), Water quality management. Monitoring programs and diffuse runoff. Water studies centre, Chisholm Institute of Technology and Australian Society for Limnology, Melbourn.

Castella-Muller, J., Antoine, C., Knispel, S. and Castella, E. 2001. **Physico-chemical and sediment characteristics of small water bodies in a fringing wetland (Lake Neuchatel, Switzerland)**. Verh. Internet. Verein. Limnol. 27th. Stuttgart, Germany. 3438-3439.

Changthong, N. and Chantaramongkol, P. 2005. **Diversity of Trichoptera Larvae Communities from Different Microhabitats and Streams in Phu Hin Rong Kla National Park**. Proceeding of the 11th International Symposium on Trichoptera, Osaka, 77 – 84.

Chantaramongkol P. , Mc Quillan P. and S. Promkutkaew . 1998 . **Analysis of Trichoptera adult seasonality from Huay Koo Kaow Stream , Chiang Mai Zoo , Doi Suthep , Thailand** . Proceedings of the 9th International Symposium on Trichoptera. pages 469-474.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chaibu, P., Chantaramongkol, P. and Malicky, H. 2002. **The caddisflies (Trichoptera) of the Ping, northern Thailand, with particular reference to domestic pollution.** Pages 331-342. *in* Mey, W. (ed), Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera, 30 July-05 August, 2000, Potsdam, Germany. Nova Supplementa Entomologica, Keltern, Germany.

Chessman, B.C. 1995. **Rapid assessment of river using macroinvertebrates: A procedure based on habit-specific sampling, family level identification and biotic index**. Australian Journal of Ecology 20: 122-129.

Collier, K. J. 1995. **Environmental factors affecting the taxonomic composition of aquatic macroinvertebrate communities in lowland waterways of Northland, New Zealand**. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 29: 453-465.

Dauer, D.M., M.W. Luchenback and A.J. Rodi. 1993. Abundance biomass comparisons (ABC method**): Effects of an estuary gradient, anoxic/ hypoxic events and contaminated sediment.** Marine Biology. 116: 507-518.

Dean, J. 1991. **Taxonomic keys for late instar larvae of the Australian Hydrobiosidae (Trichoptera)**. Trichoptera Workshop, MDFRC., Albuly, NSW.

De Zwart, D. and Trivedi, R.C. 1994. **Manual on intregrated water quality evaluation**. Report 802023003. National Institute of Public Health and Environment Protection (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

Douhertyg, J.E. and Morgan, M.D. 1991. **Benthic community response (Primaly Chironomidae) to nutrient enrichment and alkalization in shallow**, soft water lakes. Hydrologia. 215: 73-82.

Dudgeon, D. 1994. **Tropical Asian streams**. Hong Kong University Press, Hong Kong.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dudgeon, D. 1999. **Tropical Asian streams zoobenthos,** Ecology and Conservation. Hong Kong University Press, Hong Kong.

Edward, R., Mayer, J. and Findley, S. 1992. **The relative contribution of benthic and suspended bacteria to system biomass, production, and metabolism in a low-gradient black-water river.** Journal of the North American Benthological Society. 9(3): 216-228.

EPA. 1973. **Water quality criteria.** U.S. Environmental protection Agency, Washington D.C: Environmental Study Board.

Fialkowski, W., Klonowska-Olejinik, M., Smith, B.D., Rainbow, P. S., 2003. **Mayfly larvae (*Baetis rhodani* and B. *vernus*) as biomonitors of trace metal pollution in streams of a catchment draining azinc and lead mining area of upper Sliesia**, Poland. Environ**.** 121, 253-267.

Georgian, T. and J.H. Thorp. 1992. **Effects of microhabitat selection on feeding rates of net-spinning caddisfly larvae**. Ecology, 73: 229-240.

Goldman, C.R. and Home, A.J. 1983. **Limnology**. Mc Graw -Hill Incm., New York. 504 p.

Harding, J.S. 1997. **Feeding Ecology of Aoteapsyche rarururaru (McFarlane) (Trichoptera: Hydropsychidae) in a New Zealand Lake Outlet**. Aquatic Insects, 19(1): 51-63.

Hauer, F.R. and Hill, W.R. 1996. **Temperature, light, and oxygen**. Pages 93-106. *in* Hauer F.R. and Lamberti, G.A. (eds), Methods in stream ecology, California, Academic Press..

Hawkins, C.P. and Norris, R.H. 2000. **Performance of different landscape classifications for aquatic bioassessment:** Introduction series. Journal of the North American Benthological Society. 19(3): 367-369.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hawkins, C.P. and Vinsons, M.R. 2000. **Weak correspondence between landscape classification and stream invertebrate assemblages:** Implication for bioassessments. Journal of the North American Benthological Society. 19(3): 501-517.

Hawkins, C.P. Norris, R.H., Gerritsen, J., Hughes, R.M., Jackson, S.K., Johnson, R.K. and Stevenson, R.J. 2000. **Evaluation of the use of landscape classifications for the prediction of freshwater biota: Synthesis and recommendations**. Journal of the North American Benthological Society. 19(3): 541-556.

Hellawell, J.M. 1986. **Biological indicators of freshwater pollution and environment management.** Elsevier Applied Science Publishers, London.

Hellawell, J.M. 1989. **Biological indicators of freshwater pollution and environment management.** Elsevier Applied Science Publishers, London.

HYNES, H. B. N. 1970. **The ecology of running waters.** Liverpool University Press, Great Britain.

Hynes, H.B.N. 1984. **Taxonomy and ecology**. *In* Resh, V.H. and Rosenberg, D.M. (eds), The ecology of aquatic insects. Preager publishers, New York. P. 2-23.

Ito, T. 1985. Description, **Geographical variation and ecology of *Goerodes naraensis* (Tani) (Trichoptera; Lepidostomatidae)**. J., Limnol., 46, 3, 199-211.

Ito, T. 1995. **Description of a boreal caddisfly Microserma geligum MCLACHLAN (Trichoptera; Brachycentridae) from Japan and Mongolia with note on bionomics**. Jpn., J, Ent., 63(3), 493-502.

Ito, t., Kawamura, H. 1980. **Morphology and Biology of the immaturea stages of *Hydroptilia itoi* Kobayashi (Trichoptera, Hydroptilidae)**. Aquatic insect, 2(2), 113-122.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Institute of Freshwater Ecology. 1993. **Report of Institute of Freshwater Ecology 1992/1993.** Cumbria, Frank Peter Colour Printer.

Johanson, K., A. 1997. **Descriptions of the larval stages of *Helicopsyche tanzanica* and *Helicopsyche barbata* (Trichoptera: Helicopsychidae).** 8th Proc. Internat. Symp. On Trichoptera, Minnesota, USA, 15-17.

Key, K.H.L. 1973. **Principle of classification and nomenclature**. In Key, K.H.L (ed.), The Insect of Australia (p. 141-151), Canbera, Melbourne Press.

Jones, N., V. 1974. **Studies on the eggs larvae and pupae of *Tinodes waeneri* (L.)** 1st Proc. Interant. Symp. On Trichoptera, Lunz am see, Austria, 131-142.

Kingsford, R. T. 2000**. Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Austral Ecology.** 25: 109-127.

Kolkwitz, R. and Marsson, M. 1909. **Okologie der tierischen Saprobien. Beitrage Zur Lehre von des biologgischen.** Gewassebeurteilung. Internationale Revue der Gesamten Hydrologie and Hydrographie. 2: 126-152.

Lehmkuhl, M.D. 1979. **How to know the Aquatic Insects**. Wm. C. U.S.A.: Brown Company Publisher.

Lenat, R.D. and Resh, V.H. 2001. **Taxonomy and stream ecology-The benefits of genus and species-level identifications.** Journal of the North American Benthological Society. 20(2): 287-298.

Liess, M. 1998. **Significance of agricultural pesticides on stream macroinvertebrate** communities. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1245-1249.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lynch, R. 1998. **Significance of agricultural pesticides on stream macroinvertebrate** communities. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1245-1249.

Malicky, H. 2010. **Atlas of Southeast Asian Trichoptera**. Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, 346p.

Malicky, H. and Chantaramongkol, P. 1991**. Beschreibung von Trichomacronema paniae n.sp. (Trichoptera: Hydropsychidae) aus Nord-Thailand und Beobachtungen über ihre Lebensweise (Arbeiten über thailändische Köcherfliegen Nr. 9).** Ent. Ber. Luzern, 25: 113-122.

Malicky, H. and Chantaramongkol, P. 1999. **A preliminary survey of the caddisflies (Trichoptera) of Thailand**. Pages 205-216 *in* Malicky, H. & Chantaramongkol, P. (eds) Proceeding of the 9th International Symposium on *Trichoptera*, Chiang Mai 1998, Faculty of Science, University of Chiang Mai.

McGriff, E.C. 1972. **The Effects of Urbanization on Water Quality**. J. Environ. Qual. 1(1): 86-88.

McCafferty, W. P. 1981. **Aquatic entomology: Science Books Internation.** Boston, Massachusetts, U.S.A., 445 pp.

McCafferty, W. P. 1989. **Aquatic entomology: the fisherman's and ecologist's illustrated guide to insects and their relatives.** Jones and Bartlett Publishers, Inc, Boston.

Merritt, R. W., and K. W. Cummins. 1978. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Kendall/Hunt Publisching Copany, Lowa.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Metcalfe, J.L. 1989. **Biological water quality assessment of running water based on macroinvertebrate communities: History and present status in Eurppe**. Environ. Pollut. 60, 101-139.

Monson, M.P. 1994. **The caddisflies (Insecta: Trichoptera) of the lake Itasca region, Minnesota and the conservation status of Minnesota Trichoptera**. M. Sc. Thesis, University of Minnesota, 128 pp.

Mustow, S.E. 1997. **Aquatic macroinvertebrates and environmental quality for river in northern Thailand.** Unpublished Ph.D. Thesis. University of London.

Nuntakwang, A. 2006. **Diversity of Trichoptera from mountain streams of Northern Thailand and their connection to biogeographic tracks**. Unpublished Ph.D. Thesis. Chiang mai University Chiang mai**.**

National Water Council. 1981. **River quality; the 1980 survey and future outlook**. National Water Council, London.

Navia, Y.V.B., Zuniga De Cardoso, M.D.C. and Rojas De Hernandez, A.M. 1997. **Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and Their relationship to water quality**. 8th Proc. Internat. Symp. On Trichoptera, Minnesota, USA., 19-23.

Navia, Y.V.B., Zuniga De Cardoso, M.D.C. and Rojas De Hernandez, A.M. 1997. **Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and Their relationship to water quality**. 8th Proc. Internat. Symp. On Trichoptera, Minnesota, USA., 19-23.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nedeau, E. J., Merritt, R.W., Kaufman, M.G. 2003. **The effect of an industrial effluent on an urban stream benthic community: water quality vs. habitat quality**. Environ. Pollut. 123, 1-13.

Norris, R.H Norris, R.H and Georges, A. 1993. Analysis and Interpretation of Benthic Macroinvertebrate Surveys. **In: Freshwater Biomornitoring and Benthic Macroinvertebrate**. D.M Rosenberg and V.H. Resh (EDS.). Newyork: Chapman and Hall.

Nozaki, T. 1998. **A new terrestrial caddisfly, Nothopsychy monitvaga n. sp., from Japan (Trichoptera: Limnephilidae).** 9th Proc. Interant. Symp. On Trichoptera, Chiang mai, Thailand, 299-309.

Nozaki, T.and Ito, T. 1998. **Immature stages of Lenarchus fuscostramineus Schmid (Tricoptera, Limnephilidae).** Jpn., Limno., 59, 383-389.

Pathak, S.K., Kulshrestha, V., Choubey, A.K. and Parulekar, A.H. 1999. **Insect drift over the northern Arabian Sea in early summer**, J. of Biosciences, 24, (2): 233-240.

Pinder, L.C.V. and D.J., Morley. 1995. **Chironomidae as Indicators of Water Quality-With a Comparison of the Chironomid Faunas of a Series of Contrasting Cumbrian Tarns.** Insects in a Changing Environment, 17th Symposium of The Royal Entomological Society of London 7-10 September 1993. 271-293.

Pinel-Alloul, B., Methot, G., Lapierre, L.and Willsie, A., 1996. **Macrobenthic community as a biological indicator of ecological and toxicological factor in Lake Saint-Francois (Quebec).** Environ. Pollut. 91: 65-87.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pitsch, T. 1986. **Contricution to larval taxonomy, ecology and distribution of the central European species of the genus *Philopotamus* (Trichoptera ; Philopotamidae)**. 5th Proc. Internat. Symp. On Trichoptera, Lyon, France, 331-335.

Precador, L.M., Rasmussen, K.A. and Richard, H.B. 2000. **A Guide of the stoneflies (Plecoptera) of Florida**. Department of Environmantal Protection, Division of Water Resource Management, Tallahassee, Florida A and M University.

Prommi, T., Permkam, S. and Malicky, H. 2006a. **The immature stages of *Pseudoleptonema quinquefasciatum* MART. and *P. supalak* Malicky & Chantaramongkol (Trichoptera: Hydropsychidae).** Braueria, 33: 26-30.

Prommi, T., Permkam, S. and Malicky, H. 2006b. **Description of larvae and pupae of *Hydatomanicus klanklini* Malicky & Chantaramongkol and *H. adonis* Malicky & Chantaramongkol (Trichoptera: Hydropsychidae) from southern Thailand.** *Braueria*, 33: 31-36.

Prommi, T. 2007. **Taxonomy of Hydropsychidae (Trichoptera) in Mountain Streams of Southern Thailand.** Unpublished Ph.D. Thesis. Prince of Songkla University, Songkhla.

Quinn, J.M., Cooper, A.B., Davies-Colley, R.J., Rutherford, J.C. and Williamson, R.B. (1997) **Land use effects on habitat, water quality,periphyton, and benthic invertebrates in Waikato, New Zealand,hill-country streams**. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 31, 579–597.

Reid, G.K. 1961. **Ecology of Inland Waters and Estuaries**. Newyork: Reinhold Publishing Corporation, Chapman and Hall, Ltd.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Resh, V.H. and Jackson, J.H. 1993. **Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates**. Pages 195-233. In Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. (eds), Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.

Resh, V.H., Myers, M.J. and Hannaford, M.J. 1996. **Macroinvertebrate as biotic indicator of environmental quality**. Page 647-667. *in* Hauer F.R. and Lamberti, G.A. (eds.), Methods in stream ecology, California, Academic Press.

Roback, S.S. 1974. **Trichoptera**. in Pollution Ecology of Freshwater Invertbrates. Hart and Samual. New York, Academic press. 150-154.

Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. 1993. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman and Hall, New York.

Rundel, S.D., Jenkins, A. and Ormerod, S.I. 1993. **Macroinvertebrate communities in streams in Himalaya, Nepal**. Freshwater Biology 30: 169-180.

Ruttner, F. 1973. **Fundamentals of Limnology.** 3 rd ed. Toronto: University of Toronto Press.

Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. and Inmuong, U. 1996. **A correlation study between freshwater benthic macroinvertebrates fauna and environmental quality factors in Nam Pong Basin Thailand**. A research report to the Thailand Research Find.

Sangpradub, N., C. Hanjavanit and Y. Inmuong. 1998. **Classifying the Pong River by Using Biological Invertebrate Indicators**, Journal of KKU Sciences, 26(4), 289-304.

Sawyer, N. 1978. **Chemistry for Environment Engineering**. McGraw Hill Book Comp., New York. 532 p.

Steedman, R.J. 1994**. Ecosystem health as a management goal**. J.N. Am. Benthol. Soc. 13(4): 605-610.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thamsenanupap, P., Chantaramongkol, P. and Malicky, H. 2005. **Description of caddis larvae (Trichoptera) from northern Thailand of the genera *Himalopsyche* (Rhyacophilidae), *Arctopsyche* (Arctopsychidae), cf. *Eoneureclipsis* (Psychomyiidae) and *Inthanopsyche* (Odontoceridae)**. Braueria, 32: 7-11.

Todd, D.K. 1959. **Ground water hydrology.** New York: John Wiley and Sons, Inc.

Ward, J.V. 1992. **Aquatic insect ecology**. Colorado State University. John Wiley and Sons, Inc. Fort Collins, Colorado, USA.

Warren, C.E. 1971. **Biology and Water Pollution Control**. W.D. Saunders Company, Philadellphia. 430 p.

Watanasit, S. 1996. **Aquatic insects in Southern Province of Thailand**. Songklanakarin Journal Science Technology 18: 385-396.

Wells, A. 1997. **Apreliminary guide to the identification of larval Hydroptilidae (Insecta: Trichoptera)**. Co-operative research centre for freshwater ecology, Albury, NSW.

Wert, J.W. and F.J. Keller. 1963**. Preliminary study of sediment source and transport in the Potonac River Basin**. Interstate Commission on Potonac River Basin, D.C. Tech Bull. No 11: 42 p.

Wiggins, G.B. 1996**. Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera).** 2nd edition. University of Toronto Press.

Williams, D.D. and Feltmate, B.W. 1992. Aquatic Insects. CAB International. Wallingford. UK. 358 p.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wright, J.F., Furse, M.T., Armitage, P.D.and Moss, D. 1993. **New procedures for identifying running-water sites subject to environmental stress and for evaluating sites for conservation, based on the macroinvertebrate fauna.** Arch. Hydrobiologia 127, 139-146.

Yule, C.M. and Sen, Y.H. 2004. **Freshwater invertebrates of the Malaysian region**. Aura Productions Sdn. Bhd. Selangor, Malaysia.

Yep, C.K., Rahim Ismail, A., Ismail, A. and Tan, S.G., 2003. **Species Diversity of , Division of Macrobenthic Invertebrates in the Semenyih River, Penisular Malaysia**. Pertanika J. Agric. Sci. 26, 139-146.

Zwick, P. 1986. **The Bornean species of the stonefly genus Neopela (Plecoptera: Perlidae).** Aquatic insects, 8:1-53.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

จำนวนตัวอ่อนของแมลงน้ำทุกกลุ่มที่พบ และจำนวนชนิดของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่า ตัวเต็มวัยที่พบบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนกุมภาพันธ์ 2552

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae			1	16	1	5			
	Gerridae		1	27	7		5			
	Veliidae			5	9					
	Nepidae		1	7	2	2	1			
	Hydrometridae									
	Helotrephidae		4	10						
	Naucoridae		22	49	29	10	6			
	Hebridae									
	Belostomatidae									
	Pleidae									
	Notoncetidae			1						
	Micronectidae									
	Corixidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae		1	1						
	Oligoneuriidae									
	Caenidae				3					
	Heptageniidae		12	21	32	12				
	Leptophlebiidae		20	4	2	4				
	Ephemerellidae			1	1		1			
	Neoephemeridae									
	Ephemeridae									
	Baetidae			1			10			
	Prosopistomatidae									
	Palingeniidae									
Plecoptera	Perlidae		10	14	30	2	2			
	Peltoperlidae		3	1						
	Nemouridae		1							

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Coleoptera	Noteridae									
	Hydrophilidae		10				1			
	Hydraenidae		2	1	1					
	Gyrinidae			1	9	1				
	Elmidae		8	2	2	6				
	Psephenidae		1	1		3	1			
	Dytiscidae		4	2		1				
	Scirtidae									
Trichoptera	Polycentropodidae		1							
	Hydroptilidae									
	Odontoceridae									
		Marilla	1		3	3	4			
	Leptoceridae									
		Leptocerus								

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Calamoceratidae									
		Ganonema	2	8	1	43				
		Anisocentropus								
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche	21	12	58	1	30			
		Potamyia	111	14	12	6	10			
		Cheumatopsyche	12			1	35			
		Macrostemum	2			1	115			
		Amphipsyche			2					
		Diplectrona								
		Pseudoleptonema	1	1	3	18				
		Polymorphanisus								
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche				38				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Philopotamidae									
		Chimarra		1	15					
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma				1				
	Goeridae									
		Geora					2			
Diptera	Athericidae		2							
	Tipulidae		1	5	2		2			
	Simuliidae			17	15	3	32			
	Tabanidae				3					
	Ceratopogonidae						1			
	Stratiomyidae									
	Culicidae					2				
	Psychodidae									
	Sciomyzidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Chironomidae					3	6			
Odonata	Lestidae			16	7					
	Chlorocyphidae		3							
	Protoneuridae		7							
	Gomphidae			2		1				
	Libellulidae		7	4	9					
	Euphaeidae			3	5					
	Corduliidae		20			3	1			
	Aeshnidae			1						
	Platycnemididae					2				
	Coenagrionidae		8			13				
	Calopterygidae		3	15	7	2	4			
Lepidoptera	Pyralidae		2		1		1			
Megaloptera	Corydalidae			1	3					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนพฤษภาคม 2552

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์						บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae			2	4				1	
	Gerridae		8	21	5	6	10		7	
	Veliidae									
	Nepidae		4	1	1				1	
	Hydrometridae									
	Helotrephidae			1	1	1			3	
	Naucoridae		26	28	44	11	11		46	
	Hebridae									
	Belostomatidae						2			
	Pleidae									
	Notoncetidae									
	Micronectidae									
	Corixidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae			1		1			5	
	Oligoneuriidae									
	Caenidae		3			1				
	Heptageniidae		3	12	20	15			8	
	Leptophlebiidae		28	12	5	5			20	
	Ephemerellidae									
	Neoephemeridae					1				
	Ephemeridae									
	Baetidae			1						
	Prosopistomatidae									
	Palingeniidae									
Plecoptera	Perlidae		3	2	10	4			13	
	Peltoperlidae									
	Nemouridae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Coleoptera	Noteridae				1					
	Hydrophilidae			1						
	Hydraenidae								4	
	Gyrinidae				5	3	1			
	Elmidae		4	1	6	1	1			
	Psephenidae		6		2	1	1			
	Dytiscidae		1	1			8			
	Scirtidae									
Trichoptera	Polycentropodidae									
	Hydroptilidae									
	Odontoceridae									
		Marilla			20				6	
	Leptoceridae									
		Leptocerus								

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Calamoceratidae									
		Ganonema	2		31	39			10	
		Anisocentropus								
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche	1	7	13	2	5		3	
		Potamyia	46	151	28	2			20	
		Cheumatopsyche	2		2	4	111			
		Macrostemum		3			75			
		Amphipsyche								
		Diplectrona			2					
		Pseudoleptonema	12	4		1				
		Polymorphanisus	1							
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche		1	175	34				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Philopotamidae									
		Chimarra			19					
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma								
	Goeridae									
		Geora			2					
Diptera	Athericidae				1	1				
	Tipulidae				1				3	
	Simuliidae				5		9		8	
	Tabanidae		1						4	
	Ceratopogonidae		1							
	Stratiomyidae									
	Culicidae			2						
	Psychodidae		2	1						
	Sciomyzidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Chironomidae		10	20	8				4	
Odonata	Lestidae									
	Chlorocyphidae		2			1	1			
	Protoneuridae		5	7		3				
	Gomphidae		17	4	6	2			2	
	Libellulidae		1						5	
	Euphaeidae			1		1			3	
	Corduliidae		3	1		1			1	
	Aeshnidae									
	Platycnemididae		1	1						
	Coenagrionidae		12				1			
	Calopterygidae		5	2	17		1			
Lepidoptera	Pyralidae						1			
Megaloptera	Corydalidae		1		1				9	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนกันยายน 2552

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae						3		21	
	Gerridae			6		4	5		1	4
	Veliidae			1		1	1		1	
	Nepidae									1
	Hydrometridae									
	Helotrephidae									2
	Naucoridae		13	32	2	1	44		32	
	Hebridae									
	Belostomatidae									3
	Pleidae									
	Notoncetidae									1
	Micronectidae									
	Corixidae									1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae								2	
	Oligoneuriidae			2						
	Caenidae			1		1				
	Heptageniidae		3	3	14	2			32	
	Leptophlebiidae		16	50					3	
	Ephemerellidae			53	1				2	
	Neoephemeridae									
	Ephemeridae									
	Baetidae		4	5			35		5	
	Prosopistomatidae									
	Palingeniidae									
Plecoptera	Perlidae		2	28						
	Peltoperlidae			21						
	Nemouridae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Coleoptera	Noteridae						5			
	Hydrophilidae								2	
	Hydraenidae									
	Gyrinidae		3		1	7	1			
	Elmidae					1	7		1	
	Psephenidae									
	Dytiscidae			12						
	Scirtidae									
Trichoptera	Polycentropodidae		1							
	Hydroptilidae									
	Odontoceridae									
		Marilla							5	
	Leptoceridae									
		Leptocerus				1				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Calamoceratidae									
		Ganonema				5			2	
		Anisocentropus		1						
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche	2	15				25		
		Potamyia	9	18					1	
		Cheumatopsyche	7	6			102		2	
		Macrostemum					218			
		Amphipsyche								
		Diplectrona								
		Pseudoleptonema	19							
		Polymorphanisus		17						
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche								

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Philopotamidae									
		Chimarra	1	1						
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma								
	Goeridae									
		Geora								
Diptera	Athericidae								1	
	Tipulidae		1	3			4		5	
	Simuliidae			37			8			
	Tabanidae									
	Ceratopogonidae									
	Stratiomyidae									
	Culicidae									
	Psychodidae									
	Sciomyzidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Chironomidae		5	1			11			
Odonata	Lestidae			5	1					
	Chlorocyphidae		1		1					
	Protoneuridae				12					
	Gomphidae			3	2	5	7		25	
	Libellulidae		1	5	2	3			1	
	Euphaeidae						1		2	
	Corduliidae		2	4	4	6			3	
	Aeshnidae									
	Platycnemididae									
	Coenagrionidae									
	Calopterygidae		3	3	2					
Lepidoptera	Pyralidae				2		13			
Megaloptera	Corydalidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนธันวาคม 2552

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae			5		21				
	Gerridae			8		9			8	
	Veliidae			4		2				
	Nepidae			2		2			2	
	Hydrometridae								1	
	Helotrephidae			2					2	
	Naucoridae			44			5		28	
	Hebridae									
	Belostomatidae									
	Pleidae									
	Notoncetidae									
	Micronectidae									
	Corixidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae									
	Oligoneuriidae									
	Caenidae								1	
	Heptageniidae			50		16			17	
	Leptophlebiidae			41		3			9	
	Ephemerellidae			25		1			63	
	Neoephemeridae					4				
	Ephemeridae					1			5	
	Baetidae			22		3			13	
	Prosopistomatidae									
	Palingeniidae									
Plecoptera	Perlidae			30		19			67	
	Peltoperlidae			7						
	Nemouridae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Coleoptera	Noteridae									
	Hydrophilidae					7				
	Hydraenidae									
	Gyrinidae			9		3			1	
	Elmidae			4		14			8	
	Psephenidae			1		5			2	
	Dytiscidae			2		32			2	
	Scirtidae									
Trichoptera	Polycentropodidae									
	Hydroptilidae									
	Odontoceridae									
		Marilla							14	
	Leptoceridae									
		Leptocerus								

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Calamoceratidae									
		Ganonema				7			19	
		Anisocentropus				1				
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche		59		2			69	
		Hydropsyche							2	
		Potamyia		19		40			93	
		Cheumatopsyche		7		2			4	
		Macrostemum				2				
		Amphipsyche				35			25	
		Diplectrona				1				
		Pseudoleptonema		28					16	
		Polymorphanisus								
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche				1				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Philopotamidae									
		Chimarra				11				
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma							3	
	Goeridae									
		Geora								
Diptera	Athericidae								2	
	Tipulidae			8		2			6	
	Simuliidae			16		1			14	
	Tabanidae					2				
	Ceratopogonidae									
	Stratiomyidae									
	Culicidae									
	Psychodidae									
	Sciomyzidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Chironomidae			6		7			9	
Odonata	Lestidae			3						
	Chlorocyphidae			5		7				
	Protoneuridae									
	Gomphidae			16		40				
	Libellulidae			9		5			6	
	Euphaeidae			1		4			11	
	Corduliidae			1		7			11	
	Aeshnidae								1	
	Platycnemididae									
	Coenagrionidae									
	Calopterygidae								1	
Lepidoptera	Pyralidae					2			2	
Megaloptera	Corydalidae			2						

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนมกราคม 2553

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae		8	18	12	9	22	5	6	
	Gerridae		1		12	2	14	2	1	
	Veliidae			2	3	2				
	Nepidae			1						
	Hydrometridae		3	1	1					
	Helotrephidae		25	44	10	4	13	12	15	
	Naucoridae						13			
	Hebridae									
	Belostomatidae									
	Pleidae			1						
	Notoncetidae									
	Micronectidae									
	Corixidae							1		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae				1				1	
	Oligoneuriidae				3	1		1	3	
	Caenidae		21	84	18	29		37	31	
	Heptageniidae		81	23	15	2		24	13	
	Leptophlebiidae		10	14	6	33		7	5	
	Ephemerellidae									
	Neoephemeridae		2							
	Ephemeridae		26	26	25	17	9	15	5	
	Baetidae					1				
	Prosopistomatidae									
	Palingeniidae		21	4	2	14		37	16	
Plecoptera	Perlidae							7		
	Peltoperlidae									
	Nemouridae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Coleoptera	Noteridae									
	Hydrophilidae									
	Hydraenidae									
	Gyrinidae		13	1	2	2	2	3	2	
	Elmidae		14	3	9	9		150	7	
	Psephenidae		3	1	4	3	1	4	7	
	Dytiscidae		8	1	10	5		9	1	
	Scirtidae				5					
Trichoptera	Polycentropodidae									
	Hydroptilidae									
	Odontoceridae									
		Marilla			3		1		3	
	Leptoceridae									
		Leptocerus			1				2	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Calamoceratidae									
		Ganonema	2		3	33		5	15	
		Anisocentropus				1				
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche	11	22	54		52	2	68	
		Potamyia	243	6	51		4	57	81	
		Potamyia								
		Cheumatopsyche		7			90		4	
		Macrostemum	13			1	116			
		Amphipsyche			10				3	
		Diplectrona								
		Pseudoleptonema	11	28	7			1	1	
		Polymorphanisus	8							
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche			63	18			2	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Philopotamidae									
		Chimarra	2			1			1	
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma							2	
	Goeridae									
		Geora			1				1	
Diptera	Athericidae								2	
	Tipulidae		1		1		3	1		
	Simuliidae		17	76	9		29	1	1	
	Tabanidae		1		1					
	Ceratopogonidae									
	Stratiomyidae									
	Culicidae									
	Psychodidae									
	Sciomyzidae							1		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Chironomidae		2	3	15	5	4		3	
Odonata	Lestidae			2		1		2		
	Chlorocyphidae		4		1	4		2	3	
	Protoneuridae		9		12					
	Gomphidae		12	4	3	7	2	13	5	
	Libellulidae		4	4	1	1			5	
	Euphaeidae		9	1	6	3	3		4	
	Corduliidae		2	1	18	1		2	3	
	Aeshnidae							1		
	Platycnemididae					1		1	1	
	Coenagrionidae		9		8	2				
	Calopterygidae					1		3		
Lepidoptera	Pyralidae						5		1	
Megaloptera	Corydalidae		1	1	1			2		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนเมษายน 2553

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae		40	16	1	8	7	2	8	
	Gerridae		16				36	1	2	
	Veliidae		6	4	5	2				1
	Nepidae		1						1	
	Hydrometridae		17	3	5			6	1	
	Helotrephidae		21	57	42	9	21	37	114	
	Naucoridae									
	Hebridae					1				
	Belostomatidae		9	1	2			3		
	Pleidae		1			6				
	Notoncetidae								5	
	Micronectidae									
	Corixidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae									
	Oligoneuriidae					1			2	
	Caenidae		18	48	13	22		35	6	
	Heptageniidae		43	48	19	9		19	21	
	Leptophlebiidae		6	4	7	2		2	3	
	Ephemerellidae				5	3				
	Neoephemeridae									
	Ephemeridae		23	35	7	12	8	11	14	
	Baetidae									
	Prosopistomatidae									
	Palingeniidae		18	8	11	8		27	21	
Plecoptera	Perlidae							14	1	
	Peltoperlidae									
	Nemouridae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Coleoptera	Noteridae		2	5	5	2	3	10	1	
	Hydrophilidae									
	Hydraenidae		1	1	3	1	1	1	52	
	Gyrinidae		27	9	7	7		130	14	
	Elmidae		3	6	16	7		2	1	
	Psephenidae		1			3				
	Dytiscidae									
	Scirtidae									
Trichoptera	Polycentropodidae		1							
	Hydroptilidae									
	Odontoceridae									
		Marilla			2			1	20	
	Leptoceridae									
		Leptocerus	3							

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Calamoceratidae									
		Ganonema			8			13	14	
		Anisocentropus								
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche		24			7	1		
		Potamyia								
		Cheumatopsyche	84	100	52			12	56	
		Macrostemum					136	4		
		Amphipsyche	1	1	1		208		1	
		Diplectrona			14				2	
		Pseudoleptonema								
		Polymorphanisus	2	47	35				9	
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche								

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Philopotamidae									
		Chimarra			19			2		
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma							1	
	Goeridae									
		Geora								
Diptera	Athericidae									
	Tipulidae									
	Simuliidae			3		1	2	2		
	Tabanidae		3	47	2		26	2		
	Ceratopogonidae		2		2				1	
	Stratiomyidae				1	1			7	
	Culicidae		4							
	Psychodidae			1			3	1		
	Sciomyzidae		4	1						

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Chironomidae									
Odonata	Lestidae		12	15	16	9	18		30	
	Chlorocyphidae			1						
	Protoneuridae		9	3	2		1	1		
	Gomphidae		13	47	8	6	2		3	1
	Libellulidae		5	2	2	3		2	1	
	Euphaeidae		4	3			1	3	2	
	Corduliidae		13	7	11	23		6	5	
	Aeshnidae		10	11	25		4	10	11	
	Platycnemididae									
	Coenagrionidae		11					2		
	Calopterygidae		19	25		4		3		1
Lepidoptera	Pyralidae		1	2	12			7		
Megaloptera	Corydalidae			2			4		12	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 รายชื่อแมลงน้ำที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองในเดือนพฤษภาคม 2553

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Hemiptera	Aphelocheiridae		10	4	5	3	25		1	
	Gerridae		12	32	25	16	13	17	10	
	Veliidae		2		2		72		12	
	Nepidae		2		4	4		1	1	
	Hydrometridae									1
	Helotrephidae				5			3	4	
	Naucoridae		22	35	44	12	41	14	27	
	Hebridae									
	Belostomatidae									
	Pleidae		4					2		
	Notoncetidae		5			4				
	Micronectidae					1				1
	Corixidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Ephemeroptera	Pothamanthidae									
	Oligoneuriidae									
	Caenidae		2						1	
	Heptageniidae		31	48	12	14		7	19	
	Leptophlebiidae		59	40	17	17		22	10	
	Ephemerellidae		4		2	14		11	1	
	Neoephemeridae			1	1					
	Ephemeridae					8				
	Baetidae		4	28	43	9		7	14	
	Prosopistomatidae					1				
	Palingeniidae									
Plecoptera	Perlidae		6	13	10			11	13	
	Peltoperlidae									
	Nemouridae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
Coleoptera	Noteridae									
	Hydrophilidae			2	2	1	1	9		
	Hydraenidae									
	Gyrinidae				1	2			20	
	Elmidae		26	10	67	8		19	20	
	Psephenidae		9		4	1		3	2	
	Dytiscidae						5			
	Scirtidae									
Trichoptera	Polycentropodidae			8						
	Hydroptilidae								1	
	Odontoceridae									
		Marilla			5	5			4	
	Leptoceridae									
		Leptocerus	2		1	1		1		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Calamoceratidae									
		Ganonema			32	16		8		
		Anisocentropus								
	Hydropsychidae									
		Hydropsyche		1	1	1	2	3	1	
		Potamyia	18	54	51	4		4	59	
		Cheumatopsyche			2	8	776	5		
		Macrostemum		3	43		164		2	
		Amphipsyche			13	1				
		Diplectrona								
		Pseudoleptonema	6	3	14					
		Polymorphanisus								
	Helicopsychidae									
		Helicopsyche		1	67					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Philopotamidae									
		Chimarra	1		3	1				
	Lepidostomatidae									
		Lepidostoma			1	1				
	Goeridae									
		Geora								
Diptra	Athericidae									
	Tipulidae		9	2	1	1	2		1	
	Simuliidae		1	2	3	1	10			
	Tabanidae							1		
	Ceratopogonidae									
	Stratiomyidae		1							
	Culicidae					1				
	Psychodidae									
	Sciomyzidae									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	สกุล	บริเวณต้นน้ำก่อนน้ำไหลลงเขื่อนวชิราลงกรณ์							บริเวณน้ำไหลออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์
			PK 1	PK 2	KY 1	KY 2	PW	UL 1	UL 2	THN
	Chironomidae		12	10	23	16	47	2	4	
Odonata	Lestidae									
	Chlorocyphidae		5		2	3			1	
	Protoneuridae		19		26		1	9	5	
	Gomphidae		9	2	2		1	5	4	
	Libellulidae		3	1	4		3	1		
	Euphaeidae		7	1	9	3		8	7	
	Corduliidae		5	13	21	2	5		3	
	Aeshnidae									
	Platycnemididae				1					
	Coenagrionidae		14	14	45	5		5		
	Calopterygidae		4		10	1		3	1	
Lepidoptera	Pyralidae				1	1	5			
Megaloptera	Corydalidae		1		2					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลำธารห้วยปากคอก ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

Taxa	PK1	PK2
Philopotamidae		
Chimarra akkaorum Chantaramongkol&Malicky 1989	1	4
Chimarra chiangmaiensis Chantaramongkol&Malicky 1989		2
Polycentropodidae		
Pseudoneureclipsis abia Malicky&Chantaramongkol 1993	6	3
Ecnomidae		
Ecnomus alkmene Malicky&Chantarmongkol 1997	11	
Ecnomus puro Malicky&Chantaramongkol 1993		8
Ecnomus totiio Malicky&Chantaramongkol 1993	55	45
Psychomyiidae		
Paduniella semarangensis Ulmer 1913	1	2
Psychomyia arthit Malicky&Chantaramongkol 1993	1	
Psychomyia indra Malicky&Chantaramongkol 1993	3	
Psychomyai kuni Malicky&Chantaramongkol 1993	1	
Dipseudopsidae		
Dipseudopsis benardi Navas 1930	1	
Dipseudopsis robustior Ulmer 1929	1	
Hydropsychidae		
Cheumatopsyche charites Malicky&Chantaramongkol 1997	12	36
Cheumatopsyche cocles Malicky&Chantaramongkol 1997	2	
Cheumatopsyche cognita Ulmer 1951	46	
Cheumatopsyche dubitans Moesly 1942	108	29
Cheumatopsyche globosa Ulmer 1910	1	
Macrostemum dohrni Ulmer 1905	2	
Macrostemum floridum Navas 1929		11
Macrostemum midas Malicky&Chantaramongkol 1998	3	45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2
Polymorphanisus astictus Navas 1923	1	
Potamyia chaos Malicky&Thani 2000	1	
Potamyia flavata Banks 1934	2	
Potamyia phaidra Malicky&Chantaramongkol 1997	3	16
Pseudoleptonema quinquefasciatum Martynov 1935	36	159
Goeridae		
Goera redsomar Malicky&Chantaramongkol 1992	2	
Goera uniformis Banks 1931	2	
Leptoceridae		
Ceraclea hersilia Malicky & Changthong 2002	2	
Ceraclea idaia Malicky & Chaibu 2002	36	
Leptocerus dienli Malicky 1991	2	
Leptocerus dirghachuka Scmid 1987	1	1
Oecetis bengalica Martynov 1936	1	
Oecetis biramosa Martynov 1936	2	
Oecetis empusa Malicky & Chaibu 2000	2	1
Oecetis laodike Malicky&Cheunbarn 2005	2	
Oecetis meghadouta Schmid 1958	12	
Oecetis tripunctata Fabricius 1793	4	6
Parasetodes bakeri Banks 1913	1	
Setodes argentiguttatus Gordon&Schmid 1987	20	38
Setodes endymion Malicky&Chaibu 2000	2	115
Setodes isis Malicky&Nawvong 2006	2	
Setodes minotauros Malicky&Chantaramongkol 2006	61	158
Setodes omphale Malicky&Changthong 2006	11	
Triaenodes narkissos Malicky 2005	1	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

Taxa	PK1	PK2
Triaenodes narkissos Malicky 2005	1	
Trichosetodes palinurus Malicky&Chantaramongkol 2006		2
Helicopsychidae		
Helicopsyche rodschana Malicky&Chantaramongkol 1992		2

ตารางผนวกที่ ก9 รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลำธารห้วยเขย่ง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

Taxa	PW	KY1	KY2
Philopotamidae			
Chimarra akkaorum Chantaramongkol&Malicky 1989		6	2
Chimarra chiangmaiensis Chantaramongkol&Malicky 1989		316	7
Chimarra uppita Malickt&Chantaramongkol 1993			1
Polycentropodidae			
Polyplectropus taleban Malicky&Chantaramongkol 1993			2
Pseudoneureclipsis abia Malicky&Chantaramongkol 1993			2
Pseudoleptonema vali Malicky&Chantaramongkol 1993			2
Ecnomidae			
Ecnomus puro Malicky&Chantaramongkol 1993	1	49	2
Ecnomus totiio Malicky&Chantaramongkol 1993		1	14
Ecnomus uttu Malicky&Chantaramongkol 1993			9
Psychomyiidae			
Paduniella semarangensis Ulmer 1913			61
Psychomyia indra Malicky&Chantaramongkol 1993		1	53
Psychomyai kuni Malicky&Chantaramongkol 1993		18	41
Psychomyia lak Malicky&Chantaramongkol 1993		1	163
Psychomyia samanaka Malicky&Chantaramongkol 1993		20	60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

Taxa	PW	KY1	KY2
Dipseudopsidae			
Dipseudopsis varians Ulmer 1929			5
Hydropsychidae			
Amphipsyche gratiosa Navas 1922		9	10
Cheumatopsyche charites Malicky&Chantaramongkol 1997	1	138	473
Cheumatopsyche cognita Ulmer 1951	785		
Cheumatopsyche chrysothemis Malicky&Chantaramongkol 1997			1
Cheumatopsyche globosa Ulmer 1910	5		42
Diplectrona gombak Olah 1993			2
Hydropsyche camillus Malicky&Chantaramongkol 2000	11	27	
Macrostemum floridum Navas 1929	497		4
Macrostemum midas Malicky&Chantaramongkol 1998		1	2
Potamyia phaidra Malicky&Chantaramongkol 1997	1	8	25
Pseudoleptonema quinquefasciatum Martynov 1935		1	18
Goeridae			
Goera uniformis Banks 1931		2	9
Leptoceridae			
Leptocerus chiangmaiensis Malicky&Chantaramongkol 1991			1
Leptocerus dirghachuka Scmid 1987			20
Oecetis asmada Malicky 1979			1
Oecetis empusa Malicky & Chaibu 2000	9		5
Oecetis tripunctata Fabricius 1793		7	14
Parasetodes bakeri Banks 1913			1
Setodes argentiguttatus Gordon&Schmid 1987	1	173	13
Setodes endymion Malicky&Chaibu 2000		2	19
Setodes isis Malicky&Nawvong 2006			1
Setodes latinos Malicky&Nuntakwang 2006			53

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

Taxa	PW	KY1	KY2
Setodes minotauros Malicky&Chantaramongkol 2006		7	14
Setodes nemesis Malicky&Chantaramongkol 2006		2	
Setodes okyrrhoe Malicky&Chantaramongkol 2006			78
Triaenodes dusra Schmid 1965			1
Trichosetodes pales Malicky&Chaibu 2006			15
Trichosetodes palinurus Malicky&Chantaramongkol 2006			4
Odontoceridae			
Marilia sumatrana Ulmer 1951			3
Calamoceratidae			
Anisocentropus brevipennis Ulmer 1906			5

ตารางผนวกที่ ก10 รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลำธารห้วยอู่ล่ง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

Taxa	UL1	UL2
Rhyacophilidae		
Rhyacophila noeibia Malicky&Chantaramongkol 1993	1	
Hydroptilidae		
Ostrotrichia ranuanna Ulmer 1951		1
Ugandatrichia honga Olah, 1989	8	33
Philopotamidae		
Chimarra akkaorum Chantaramongkol&Malicky 1989		1
Chimarra chiangmaiensis Chantaramongkol&Malicky 1989		10
Chimarra uppita Malickt&Chantaramongkol 1993	1	
Polycentropodidae		
Pseudoneureclipsis abia Malicky&Chantaramongkol 1993		3
Pseudoleptonema vali Malicky&Chantaramongkol 1993		3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

Taxa	UL1	UL2
Ecnomidae		
Ecnomus atevalus Malicky&Chantaramongkol 1993		5
Ecnomus puro Malicky&Chantaramongkol 1993	4	6
Ecnomus totiio Malicky&Chantaramongkol 1993	2	113
Ecnomus uttu Malicky&Chantaramongkol 1993		7
Ecnomus volovicus Malicky&Chantaramongkol 1993	1	1
Psychomyiidae		
Paduniella sampati Malicky&Chantaramongkol 1993	1	1
Paduniella semarangensis Ulmer 1913	2	
Psychomyia indra Malicky&Chantaramongkol 1993	4	14
Psychomyai kuni Malicky&Chantaramongkol 1993	62	10
Psychomyia samanaka Malicky&Chantaramongkol 1993	2	
Hydropsychidae		
Amphipsyche gratiosa Navas 1922		60
Cheumatopsyche charites Malicky&Chantaramongkol 1997	2	152
Cheumatopsyche cognita Ulmer 1951	2	
Cheumatopsyche globosa Ulmer 1910	2	13
Diplectrona gombak Olah 1993		1
Hydropsyche askalaphos Malicky&Chantaramongkol 2000		2
Hydropsyche camillus Malicky&Chantaramongkol 2000		12
Macrostemum floridum Navas 1929	3	11
Macrostemum midas Malicky&Chantaramongkol 1998		1
Potamyia flavata Banks 1934		2
Potamyia phaidra Malicky&Chantaramongkol 1997		57
Pseudoleptonema quinquefasciatum Martynov 1935	9	780
Goeridae		
Goera matuilla Malicky&Chantaramongkol 1992		1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

Taxa	UL1	UL2
Goera redsomar Malicky&Chantaramongkol 1992	3	1
Goera uniformis Banks 1931		3
Leptoceridae		
Adicella evadne Schmid 1994	1	5
Adicella remus Malicky&Chantaramongkol 2006		2
Ceraclea harpalyke Malicky & Changthong 2002		10
Ceraclea idaia Malicky & Chaibu 2002		1
Leptocerus agaue Malicky&Chantaramongkol 1996	1	
Leptocerus chiangmaiensis Malicky&Chantaramongkol 1991		1
Leptocerus dirghachuka Scmid 1987	2	7
Leptocerus faunus Malicky&Chantaramongkol 2002		1
Leptocerus skamandrios Malicky&Prommi 2006		1
Leptocerus trophonios Malicky&Chantaramongkol 2006		1
Oecetis asmada Malicky 1979		1
Oecetis empusa Malicky & Chaibu 2000	8	17
Oecetis hades Malicky&Chantaramongkol 2003		1
Oecetis iros Malicky&Bunlue 2005		2
Oescetis pretakalpa Schmid 1995		2
Oecetis purusamedha Schmid 1995	7	
Oecetis tripunctata Fabricius 1793		4
Oecetis raghava Schmid 1995		1
Setodes argentiguttatus Gordon&Schmid 1987	48	46
Setodes endymion Malicky&Chaibu 2000	57	25
Setodes gangaya Gordon&Schmid 1987	1	
Setodes isis Malicky&Nawvong 2006		2
Setodes minotauros Malicky&Chantaramongkol 2006	34	81
Setodes neleus Malicky&Chantaramongkol 2006		2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

Taxa	UL1	UL2
Setodes sarapis Malicky&Chantaramongkol 2006		1
Triaenodes pellectus Ulmer 1908		1
Trichosetodes pales Malicky&Chaibu 2006		1
Trichosetodes palinurus Malicky&Chantaramongkol 2006	3	
Helicopsychidae		
Helicopsyche rodschana Malicky&Chantaramongkol 1992		1
Odontoceridae		
Marilia sumatrana Ulmer 1951		54
Calamoceratidae		
Anisocentropus brevipennis Ulmer 1906		3
Ganonema fuscipenne Albarda 1881		19

ตารางผนวกที่ ก11 รายชื่อแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอร่าตัวเต็มวัยที่พบบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

Taxa	WCLK dam	MK dam	RP	APW
Philopotamidae				
Chimarra chiangmaiensis Chantaramongkol&Malicky 1989	3			
Polycentropodidae				
Cyrnopsis pingensis Malicky&Chantaramongkol 1993		96		
Pseudoleptonema vali Malicky&Chantaramongkol 1993			4	
Ecnomidae				
Ecnomus alkmene Malicky&Chantarmongkol 1997		4		
Ecnomus mammus Malicky&Chantaramongkol 1993				1
Ecnomus puro Malicky&Chantaramongkol 1993	1		1	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

Taxa	WCLK dam	MK dam	RP	APW
Ecnomus totiio Malicky&Chantaramongkol 1993			134	
Ecnomus uttu Malicky&Chantaramongkol 1993			2	
Ecnomus volovicus Malicky&Chantaramongkol 1993				72
Ecnomus votticius Malicky&Chantaramongkol 1993	6		1	
Dipseudopsidae				
Hyalopsyche parsula Martynov 1935	26			
Hydropsychidae				
Aethaloptera sexpunctata Kolenati 1859			1	
Amphipsyche meridiana Ulmer 1902	1546	224		
Cheumatopsyche charites Malicky&Chantaramongkol 1997			1	
Cheumatopsyche cocles Malicky&Chantaramongkol 1997			8	
Cheumatopsyche cognita Ulmer 1951			9	
Cheumatopsyche dubitans Moesly 1942			5	
Cheumatopsyche globosa Ulmer 1910			1	
Hydropsyche camillus Malicky&Chantaramongkol 2000			2	
Macrostemum dohrni Ulmer 1905			3	
Potamyia flavata Malicky&Chantaramongkol 1997			1	
Potamyia phaidra Malicky&Chantaramongkol 1997			7	
Pseudoleptonema quinquefasciatum Martynov 1935			12	
Leptoceridae				
Ceraclea hersilia Malicky & Changthong 2002		2		
Ceraclea harpalyke Malicky & Changthong 2002		373	56	
Ceraclea idaia Malicky & Chaibu 2002			172	
Leptocerus dirghachuka Scmid 1987			3	
Oecetis bengalica Martynov 1936		12	1	
Oecetis biramosa Martynov 1936			1	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

Taxa	WCLK dam	MK dam	RP	APW
Oecetis empusa Malicky & Chaibu 2000	2			
Oecetis purusamedha Schmid 1995	1			
Oecetis tripunctata Fabricius 1793			1	
Parasetodes bakeri Banks 1913			3	
Setodes argentiguttatus Gordon&Schmid 1987	1		58	
Setodes endymion Malicky&Chaibu 2000			13	
Setodes gangaya Gordon&Schmid 1987			16	
Setodes minotauros Malicky&Chantaramongkol 2006			93	
Setodes omphale Malicky&Changthong 2006			1	
Trichosetodes sisyphos Malicky&Prommi 2006			2	
Odontoceridae				
Marilia sumatrana Ulmer 1951			3	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

คุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมีในแต่ละบริเวณที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจำนวน 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนกุมภาพันธ์ 2552

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1	28.30	24.80	8.84	6.17	74.60	37.10	3.00	42.00	0.16	0.06	1.30	0
PK 2	34.00	28.30	8.34	6.63	112.50	55.50	1.00	62.00	0.13	0.07	1.80	0
KY 1	33.50	28.20	8.51	5.80	206.90	99.40	2.00	146.00	0.45	0.07	2.10	0
KY 2	23.90	23.80	9.70	7.50	284.30	142.30	4.00	163.00	0.15	0.03	1.50	0
PW	32.80	28.20	8.62	6.20	328.00	162.00	3.00	191.00	0.12	0.01	1.40	0
UL 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UL 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
WCLK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
THN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AWP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจำนวน 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนพฤษภาคม 2552

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1	28.30	26.36	8.66	3.18	82.26	41.10	5.00	44.00	0	0.12	1.10	1.00
PK 2	35.60	32.50	8.83	3.19	133.06	66.56	3.00	66.00	0.03	0.08	1.40	0
KY 1	35.30	32.80	7.76	2.47	271.00	134.00	3.00	182.00	0	0.08	1.50	1.00
KY 2	37.60	31.20	8.73	3.55	299.30	145.30	4.00	158.00	0	0.04	1.30	1.00
PL	30.70	30.00	6.96	2.95	281.46	139.96	4.00	209.00	0	0.05	1.60	1.00
UL 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UL 2	33.70	30.93	8.66	4.07	273.00	136.00	3.00	133.00	0	0.08	1.60	1.00
WCLK	29.20	29.13	7.96	1.72	108.16	53.86	0	52.00	0	0.05	1.50	0
THN	29.10	28.00	7.53	2.60	155.00	77.50	1.00	166.00	0.36	1.26	1.40	7.00
MK	30.70	30.70	8.23	7.33	128.33	64.16	3.00	123.00	0.18	0.16	1.80	1.40
RP	30.20	30.20	8.00	6.30	154.00	77.00	8.00	114.60	0.37	0.16	2.10	1.10
AWP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจำนวน 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนกันยายน 2552

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1	29.50	26.70	5.80	7.38	48.30	25.40	5.00	48.00	0.13	0.20	2.10	1.00
PK 2	31.70	27.20	7.80	5.83	67.70	33.80	10.00	46.00	0.18	0.07	2.00	5.00
KY 1	30.60	28.43	7.20	5.73	98.06	48.60	43.00	100.00	0.28	0.13	1.50	6.00
KY 2	29.60	27.63	7.20	5.95	160.50	89.70	68.00	114.00	0.49	0.13	3.60	8.00
PW	31.70	27.30	6.40	5.26	216.30	92.10	6.00	188.00	0.28	0.05	1.50	1.00
UL 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UL 2	28.60	27.30	7.20	5.58	-	-	15.00	112.00	0.20	0.06	1.70	2.00
WCLK	32.20	28.30	7.00	2.78	100.13	46.20	1.00	62.00	0.13	0.05	1.50	5.00
THN	29.30	26.93	7.40	0.81			2.00	170.00	0.50	0.12	1.30	6.00
MK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AWP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจำนวน 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนธันวาคม 2552

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1												
PK 2	32.00	26.40	8.66	6.96	106.50	52.80	1.00	60.00	0.02	0.01	1.40	1.00
KY 1												
KY 2	29.80	26.90	6.20	6.71	445.00	221.50	3.00	164.00	0.18	0.04	1.90	1.00
PW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UL 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UL 2	23.50	23.50	8.40	7.80	98.00	48.90	4.00	122.00	0.24	0.02	1.30	1.00
WCLK	24.30	25.50	7.40	5.65	145.80	71.20	2.00	66.00	0.14	0	1.40	0
THN	32.80	28.63	6.26	1.27	335.00	160.00	4.00	146.00	0.34	0.06	1.30	1.00
MK	29.70	28.50	7.00	6.43	366.66	154.40	8.00	108.00	0.11	0.50	1.70	2.00
RP	29.10	26.76	7.10	8.07	162.86	79.00	10.00	142.00	0.10	0.08	2.30	9.00
AWP	30.10	27.15	6.76	5.98	1354.5	735.20	7.00	144.00	0.17	0.03	1.70	100

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข5 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจำนวน 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนมกราคม 2553

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1	34.30	29.00	7.20	2.96	103.60	51.30	3.00	102.00	0.04	0.06	1.20	2.00
PK 2	32.70	29.55	6.30	3.28	145.70	71.10	3.00	60.00	0.05	0.05	1.40	1.00
KY 1	29.10	26.30	8.05	3.44	384.00	188.50	1.00	156.00	0.04	0.05	1.30	2.00
KY 2	27.20	24.50	7.76	4.01	387.00	198.00	1.00	174.00	0.05	0.02	1.30	2.00
PW	27.00	26.20	7.73	3.49	469.30	228.00	2.00	212.00	0.05	0.02	1.70	1.00
UL 1	29.70	26.70	7.70	4.23	110.40	56.35	3.00	152.00	0.04	0.02	1.40	2.00
UL 2	30.00	27.70	8.00	8.83	107.70	112.20	2.00	120.00	0.03	0.04	1.40	1.00
WCLK	34.30	31.00	7.80	2.49	127.00	64.50	1.00	100.00	0.06	0.01	1.60	4.00
THN	27.00	38.00	7.76	3.22	143.90	84.35	4.00	154.00	0.10	0.02	1.50	2.00
MK	30.30	30.00	8.00	4.94	128.55	64.20	11.00	116.00	0.01	0.06	1.80	3.00
RP	32.70	30.30	7.40	4.03	135.40	76.40	7.00	130.00	0.03	0.05	2.50	5.00
AWP	31.60	29.50	7.20	3.86	135.40	146.00	10.00	160.00	0.02	0.10	2.00	7.00

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข6 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจำนวน 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนเมษายน 2553

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1	35.00	31.56	9.23	2.96	48.76	24.13	2.00	56.00	0.05	0.14	1.50	1.00
PK 2	36.20	31.60	9.23	3.28	100.10	63.60	1.00	104.00	0.06	0.17	1.60	1.00
KY 1	33.70	28.63	8.70	3.44	393.33	192.66	2.00	186.00	0.04	0.08	1.40	1.00
KY 2	29.00	29.50	8.70	4.01	372.00	184.60	3.00	204.00	0.07	0.08	2.00	1.00
PW	28.50	27.16	7.80	3.49	368.00	216.00	3.00	204.00	0.07	0.08	2.00	1.00
UL 1	29.30	27.80	8.80	4.23	139.23	64.23	8.00	104.00	0.12	0.07	1.50	7.00
UL 2	31.00	28.50	8.45	8.83	162.85	91.63	2.00	176.00	0.01	0.05	1.40	1.00
WCLK	31.70	30.10	8.50	2.49	159.20	79.40	6.00	98.00	0.14	0.04	1.60	1.00
THN	28.30	28.10	8.20	3.22	0	0	6.00	152.00	0.17	0.06	1.10	1.00
MK	35.10	31.20	8.30	4.94	0	0	7.00	128.00	0.01	0.24	1.80	1.00
RP	35.00	32.70	8.23	4.03	98.26	50.36	8.00	106.00	0.11	0.13	1.80	6.00
AWP	35.40	32.50	7.20	3.86	0	0	8.00	120.00	0.11	0.07	2.20	6.00

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข7 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีทั้งหมด 12 ปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของเดือนพฤษภาคม 2553

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิอากาศ (oC)	อุณหภูมิน้ำ (oC)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่น (FTU)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l)	ฟอสเฟต (mg/l)	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ซัลเฟต (mg/l)
PK 1	32.70	32.30	9.60	2.33	86.96	43.06	2.00	58.00	0.50	0.19	0.90	1.00
PK 2	33.90	33.20	8.90	1.95	63.15	41.86	6.00	92.00	0.50	0.19	1.40	2.00
KY 1	29.00	29.80	8.70	1.91	299.00	149.50	3.00	194.00	0.50	0.22	1.30	1.00
KY 2	33.20	29.76	8.70	3.29	330.33	160.66	4.00	218.00	0.40	0.17	1.50	1.00
PW	31.70	29.00	7.60	4.20	376.00	191.00	4.00	204.00	0.02	0.18	2.40	1.00
UL 1	32.70	29.00	8.80	3.11	109.40	54.35	4.00	140.00	0.40	0.18	1.50	6.00
UL 2	33.00	30.70	8.40	2.98	151.55	75.85	5.00	154.00	0.40	0.61	1.30	5.00
WCLK	32.50	31.20	8.40	2.87	65.40	33.55	6.00	78.00	0.60	0.35	1.10	3.00
THN	30.80	30.86	8.50	2.31	235.30	125.00	8.00	140.00	0.50	0.23	1.10	2.00
MK	31.00	31.06	8.40	2.88	115.70	63.83	9.00	128.00	0.60	0.17	1.50	2.00
RP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AWP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวอรอุมา ศุภศรี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	5 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
ประวัติการศึกษา	วท. บ. (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนผู้ช่วยสอนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2552) ได้รับทุนเรียนดีจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2552) ได้รับทุนงานวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพใน ประเทศไทย (พ.ศ. 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์