การใช้แมลงน้ำกลุ่ม EPT เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำ ในน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

The Use of EPT Group as Bioindicator of Water Quality at Ton Nga Chang Waterfall, Songkhla Province

พรจรส โตญาติมาก

Pornjaros Toyatmak

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Entomology
Prince of Songkla University
2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้แมลงน้ำกลุ่ม EPT เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำในน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

The Use of EPT Groups as Bioindicator of Water Quality at Ton Nga Chang Waterfall, Songkhla Province

ผู้เขียน นางสาวพรจรส โตญาติมาก

สาขาวิชา กีฏวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

....

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์)

.....กรรมการ

(ดร.แตงอ่อน พรหมมิ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้แมลงน้ำกลุ่ม EPT เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำ ในน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน นางสาวพรจรส โตญาติมาก
สาขาวิชา กีฏวิทยา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำกลุ่ม EPT และความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีกับจำนวนแมลงในแต่ละกลุ่ม รวมทั้งศึกษาผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตรต่อความหลากหลายของแมลงน้ำ โดยเก็บตัวอย่างแมลงน้ำจากบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2551-พฤษภาคม 2552 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ โดยใช้กับดักแมลงน้ำ surber sampler เก็บตัวอย่างในบริเวณละ 9 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่าง 2 เดือนต่อครั้ง

ผลการศึกษาพบแมลงน้ำในกลุ่ม EPT จำนวน 48 ชนิด ได้แก่ แมลงชีปะขาว 6 วงศ์ 15 สกุล แมลงสโตนฟลาย 3 วงศ์ 6 สกุล และแมลงหนอนปลอกน้ำ 13 วงศ์ 27 สกุล โดยในบริเวณต้นน้ำพบแมลงชีปะขาว 14 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 26 ชนิด และในบริเวณกลางน้ำพบแมลงชีปะขาว 11 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 24 ชนิด และบริเวณปลายน้ำพบแมลงชีปะขาว 3 ชนิด แต่ไม่พบแมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ บริเวณต้นน้ำพบว่ามีจำนวนชนิดของแมลงน้ำสูงสุด รองลงมาคือบริเวณกลางน้ำ และปลายน้ำตามลำดับ ด้านความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงน้ำกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ โดยในบริเวณต้นน้ำพบว่าความหนาแน่นของแมลงชีปะขาวและแมลงสโตนฟลายไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ ในขณะที่แมลงหนอนปลอกน้ำที่มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของน้ำ ($p<0.05$) ในบริเวณกลางน้ำพบว่าแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ ส่วนในบริเวณปลายน้ำพบว่าแมลงชีปะขาวมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ($p<0.05$) อุณหภูมิอากาศ ($p<0.01$) ความกว้างของลำธาร ($p<0.05$) และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($p<0.05$) ทั้งนี้เนื่องมาจากในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำใกล้เคียงกัน และแตกต่างอย่างชัดเจนกับบริเวณปลายน้ำเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเข้าไปใช้ประโยชน์จากพื้นที่โดยรอบลำธารบริเวณปลายน้ำในการทำกิจกรรมทางการเกษตรและการอยู่อาศัย ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของบริเวณน้ำตกโตนงาช้างต่อไป

Thesis Title	The Use of EPT Groups as Bioindicator of Water Quality at Ton Nga Chang Waterfall, Songkhla Province
Author	Miss Pornjaros Toyatmak
Major Program	Entomology
Academic Year	2010

ABSTRACT

This experiment aims to study diversity of the EPT group of aquatic insects and to determine the relationship between physical and chemical factors affecting number of each particular aquatic insects groups. The study also aims to clarify an effect of agricultural activities on the diversity of EPT group. Up, mid and down streams of the Ton Nga Chang Waterfall, Songkhla Province, were divided for a sample comparison. The study was undertaken between July 2008-May 2009 by using a surber sampler, to collect 9 samples/divided areas at the every consecutive 2 months.

Forty eight species of EPT group, 15 genera in 6 families of mayflies, 6 genera in 3 families of stoneflies and 27 genera in 13 families of caddisflies were respectively collected. Up stream subarea showed more species abundance than those of mid stream and down stream subareas but in the down stream subareas no stoneflies and caddisflies were found. The relationship between EPT group diversity and physical and chemical factors i.e. water temperature, air temperature, depth of stream, width of stream, water velocity, water pH, dissolved oxygen, transparency of water and the amount of average rainfall was investigated. It was found that in the up and mid stream subareas , the presented mayflies and stoneflies had no relationship with physical and chemical factors while caddisflies showed a positive relationship with water pH ($p<0.05$). EPT group densities were also found at mid stream subarea had no relationship with physical and chemical factors. Down stream subarea found only mayflies group had relationships with water temperature ($p<0.05$), air temperature ($p<0.01$), width of stream ($p<0.05$) and dissolved oxygen ($p<0.05$). This is because of, up stream and mid stream had almost similar physical and chemical conditions but completely different from the down stream. One of the reason was the use of down stream area for agricultural practice and community living. Moreover, this study provides data that could be future developed and be applied to biological monitoring and assessment programs at Ton Nga Chang Waterfall.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.แตงอ่อน พรหมมิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านการตรวจยืนยันตัวอย่างแมลงให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่จากภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการวิจัย รวมทั้งกำลังใจจากพี่ เพื่อน และน้องๆ จากภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติทุกท่าน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวของข้าพเจ้า และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนโอกาส ในการศึกษาในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

พรจรส โตญาติมาก

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบาญ	(6)
รายการตาราง	(7)
1. บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	27
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	28
3. ผลและวิจารณ์	41
4. สรุป	88
เอกสารอ้างอิง	89
ประวัติผู้เขียน	133

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์หาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	52
2	ชนิดของแมลงน้ำที่พบ โดยใช้เครื่องมือ surbur sampler ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	53
3	ความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำที่พบ ตามฤดูกาล ในแต่ละบริเวณของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	55
4	ค่าเฉลี่ยและความผิดพลาดมาตรฐาน (mean±SE.) ของจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (n=6)	70
5	จำนวนชนิด จำนวนตัว และดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	74
6	ความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	79
7	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงชีปะขาวในบริเวณต้นน้ำกลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ จำนวน 6 ครั้ง	82
8	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงสโตนฟลายในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ จำนวน 6 ครั้ง	83
9	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ จำนวน 6 ครั้ง	84

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับอีฟีเมอรอปเทอร่า	8
2	ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับพลีคอปเทอร่า	12
3	ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับไทรคอปเทอร่า	17
4	ที่ตั้งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง	30
5	สภาพลำธารบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (น้ำตกโตนงาช้าง บริเวณชั้น 2)	31
6	สภาพลำธารบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (วัดน้ำตกโตนงาช้าง)	32
7	สภาพลำธารบริเวณปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (คลองวัดหูแร่)	33
8	เครื่องมือ surber sampler	34
9	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	41
10	ค่าเฉลี่ยอากาศในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	42
11	ค่าเฉลี่ยความลึกของลำธารในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	43
12	ค่าเฉลี่ยความกว้างของลำธารในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	44
13	ค่าเฉลี่ยความเร็วกระแสน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	45
14	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ของแต่ละเดือน ของอำเภอหาดใหญ่ จ.สงขลา ในระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2552	46
15	ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	47
16	ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	48

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
17	ค่าเฉลี่ยค่าความขุ่นในของน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	49
18	แมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Baetis* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Centroptilum* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Cloeon* sp., รูปที่ (ง) ชนิด *Platybaetis* sp.	56
19	แมลงชีปะขาววงศ์ Caenidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Caenis* sp.1, รูปที่ (ข) ชนิด *Caenis* sp.2	56
20	แมลงชีปะขาววงศ์ Ephemerellidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Crinitella* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Torleya* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Uracantella* sp.	57
21	แมลงชีปะขาววงศ์ Ephemeridae ชนิด *Ephemera* sp.	57
22	แมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Campsoneuria* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Thalerophyrus* sp.	58
23	แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophebiidae; รูปที่ 6.1 ชนิด *Habrophebiodes* sp., รูปที่ 6.2 ชนิด *Choroterpes* sp., รูปที่ 6.3 ชนิด *Traulus* sp.	58
24	แมลงสโตนฟลายวงศ์ Neoephemeridae ชนิด *Neoephemerropsis* sp.	59
25	แมลงสโตนฟลายวงศ์ Peltoperlidae ชนิด *Cryptoperla* sp.	59
26	แมลงสโตนฟลายวงศ์ Perlidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Kamimuria* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Neoperla* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Phanoperla* sp., รูปที่ (ง) ชนิด *Tetropina* sp.	60
27	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Calamoceratidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Anisocentropus* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Ganonema* sp.	61
28	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Ecnomidae ชนิด *Ecnomus* sp.	61
29	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Helicopsychidae ชนิด *Helichopsyche* sp.	61

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
30	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Cheumatopsyche copia* , รูปที่ (ข) ชนิด *Cheumatopsyche* sp.1, รูปที่ (ค) ชนิด *Cheumatopsyche tramota*, รูปที่ (ง) ชนิด *Diptectrona gombak*, รูปที่ (จ) ชนิด *Hydatomanicus klanklini*, รูปที่ (ฉ) ชนิด *Hydropsyche* sp.1	62
31	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Macrostemum dohrni* , รูปที่ (ข) ชนิด *Macrostemum* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Polymorphanicus astictus*, รูปที่ (ง) ชนิด *Potamyia* sp.	63
32	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydroptilidae ชนิด *Octhrotrichia* sp.	63
33	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Goeridae; รูปที่ (ก) ชนิด *Goerea* sp.1, รูปที่ (ข) ชนิด *Goerea* sp.2	64
34	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Lepidostomatidae ชนิด *Goerodes* sp.	64
35	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae; รูปที่ (ก) ชนิด *Setodes* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Ceraclea* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Oecetis* sp.	65
36	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Odontoceridae ชนิด *Marilia* sp.	65
37	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ชนิด *Chimarra* sp.	66
38	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Polycentropodidae ชนิด *Pseudoneurechipsis* sp.	66
39	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Psychomyiidae ชนิด *Psychomyia* sp.	66
40	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Rhyacophilidae ชนิด *Rhyacophila* sp.	67
41	แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Stenopsychidae ชนิด *Stenopsyche siamensis*	67

รายการภาคผนวกตาราง

ภาคผนวกตารางที่ **หน้า**

1	ปัจจัยทางกายภาพของน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2551 – พฤษภาคม 2552	101
2	ปริมาณน้ำฝนรายวัน (มิลลิเมตร) ระหว่างเดือนเดือนกรกฎาคม 2551 – พฤษภาคม 2552 ที่สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสนามบินหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	101
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมในบริเวณต้นน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน	104
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมในบริเวณกลางน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน	105
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมในบริเวณปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน	106
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	107
7	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	108
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำ ในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน	110
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองปัจจัยของความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	111

รายการภาคผนวกตาราง (ต่อ)

ภาคผนวกตารางที่		หน้า
10	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนชนิดแมลงน้ำที่พบระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	111
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	112
12	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง	112
13	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงชีปะขาวในบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง	113
14	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงชีปะขาวในบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง	114
15	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงชีปะขาวในบริเวณปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง	115
16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงสโตนฟลายในบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง	116
17	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงสโตนฟลายในบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง	117
18	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง	118
19	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง	120

รายการภาคผนวกตาราง (ต่อ)

ภาคผนวกตารางที่ **หน้า**

20 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 122

21 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 124

22 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 126

23 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 128

24 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5 130

25 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 6 132

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัญหามลพิษทางน้ำในประเทศไทยเป็นปัญหาหลักประการหนึ่ง นอกเหนือจากปัญหาน้ำไม่เพียงพอและปัญหาน้ำท่วม กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำของปี พ.ศ. 2547 โดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำที่สำคัญ 48 สายทั่วประเทศ พบว่าร้อยละ 51 ถูกจัดจำแนกอยู่ในคุณภาพปานกลาง และคุณภาพน้ำระดับดีลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่องทุกปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ในปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าสู่แนวทางของเกษตรกรรมเศรษฐกิจ (argroeconomics) เกษตรกรต้องพยายามหาวิธีการต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้มากขึ้นโดยมีการนำเอาเทคโนโลยีในด้านต่างๆ มาใช้ เช่น การใช้เครื่องทุ่นแรงเพื่อประหยัดเวลา หรือการใช้ปุ๋ยและสารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต (Wood and Armitage, 1997) จากข้อมูลการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตร พ.ศ. 2551 พบว่าการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชมีปริมาณสูงสุด คือ 68,825 ตัน รองลงมา คือ สารกำจัดแมลง มีปริมาณ 25,332 ตัน และสารป้องกันและกำจัดโรคพืช มีปริมาณ 11,255 ตัน (กองควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2551)

น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการเกษตรจัดเป็นน้ำเสียที่มีแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่กระจัดกระจายเป็นพื้นที่กว้าง สารมลพิษที่ชะล้างจากพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ สารประกอบพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปรแตสเซียม นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะตกค้างอยู่ในดินและถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งผลจากการใช้พื้นที่เพื่อกิจกรรมการเกษตรส่งผลกระทบโดยตรงต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ แม่น้ำ ลำธาร ตลอดจนสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งดังกล่าว ปัญหาที่เกิดจากกิจกรรมการเกษตรได้แก่ การสะสมของตะกอน การเพิ่มของปริมาณสารอาหาร การปนเปื้อนของสารอินทรีย์ สารกำจัดศัตรูพืช และโลหะหนัก (Cooper, 1993) การใช้สารเคมีเกษตรก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในแหล่งน้ำ ดังนั้นเมื่อสารเคมีเกษตรเกิดการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจึงทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งดังกล่าว นอกจากนี้การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรบริเวณใกล้แหล่งน้ำยังส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ เช่นเกิดการพังทลายของดิน การสะสมของตะกอน ซึ่งล้วนแต่ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลง และส่งผลกระทบ

ต่อความหลากหลายทางชีวภาพในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เนื่องจากเกิดการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย อาหาร และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม เช่น พฤติกรรมการหลุดลอยตามกระแสน้ำ (drift) การหายใจ และการกินอาหาร เป็นต้น (Wood and Armitage, 1997)

โดยมีหลักฐานและงานวิจัยมากมายที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและมลภาวะที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำมีผลกระทบโดยตรงต่อจำนวนชนิด (species) ปริมาณ (abundance) และรูปแบบการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Abel, 1989; Richards *et al*., 1993) กิจกรรมการเกษตรนอกจากจะมีผลกระทบต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแล้วยังส่งผลกระทบต่อมนุษย์ โดยเฉพาะเกษตรกรที่สัมผัสสารเคมีทางการเกษตรทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม พาลาภ (2540) กล่าวว่าประเภทสารเคมีที่ใช้ทางการเกษตรกรรมในปัจจุบันมีหลายชนิด มีการจำแนกออกตามคุณสมบัติการป้องกันและการกำจัดที่สำคัญและที่ใช้กันมากในปัจจุบันมีเพียง 4 กลุ่ม คือ สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดเชื้อรา และชีวสารที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยสารเคมีทางการเกษตรเหล่านี้จะปะปนอยู่ในบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมทั้งในดิน น้ำ อากาศ และพืชผักผลไม้ เป็นต้น ทำให้แพร่กระจายไปสู่ประชาชนทั่วๆ ไป ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพเกษตรกร โดยประชาชนจะได้รับสารพิษทีละน้อยๆ จากการรับประทานผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงน้ำดื่มที่มีสารตกค้าง หรือหายใจเอาอากาศที่สารพิษเจือปน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว

วิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใช้ประเมินสภาพของแหล่งน้ำนอกจากจะใช้วิธีการตรวจวัดทางกายภาพ (สี ความเค็ม ความขุ่น อุณหภูมิ) และการตรวจวัดทางเคมี (ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณสารอินทรีย์และอนินทรีย์) แล้วยังสามารถใช้วิธีทางชีวภาพ โดยใช้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำได้แก่กลุ่มของสัตว์หน้าดิน โดยที่ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ในเบื้องต้นได้ว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ใด (วิภาดา, 2546)

สัตว์หน้าดิน (benthic fauna หรือ benthos) หมายถึง สัตว์กลุ่มที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrate) ที่อาศัยคืบคลานและหากินตามพื้นผิวหน้าดินบริเวณพื้นท้องน้ำในแหล่งน้ำทะเลสาบ หรือทะเล พบได้ตั้งแต่แนวชายฝั่งน้ำจนถึงระดับน้ำลึกที่สุด นอกจากนั้นยังรวมถึงสัตว์กลุ่มที่เกาะหรืออาศัยอยู่ตามกองหิน โขดหิน หรือขอนไม้ในน้ำ การใช้สัตว์หน้าดินเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของแหล่งน้ำเริ่มมีการศึกษากันมาตั้งแต่ช่วงต้นศตวรรษที่ 20 (วิภาดา, 2546) แมลงน้ำจัดได้ว่าเป็นสัตว์หน้าดินจำพวกหนึ่งที่เป็นตัวบ่งชี้สภาวะแวดล้อมที่ดี โดยสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

จะมีผลต่อปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นของแมลงน้ำ โดยจะส่งผลกระทบต่อการกระจายตัวของแมลงน้ำในบริเวณนั้นๆ ด้วย (McCafferty and Provonsha, 1981)

การใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำมีข้อดี คือ ประการแรกความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสามารถบอกถึงสถานะภาพของแหล่งน้ำได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพแตกต่างกันออกไป ประการที่สองการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำมีความสะดวกกว่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี เพราะการตรวจสอบทางกายภาพและเคมีมีพารามิเตอร์ (parameter) อยู่หลายตัว จึงต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและเป็นการสิ้นเปลือง โดยการตรวจสอบทางชีวภาพทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ประการที่สามการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพยังสามารถแสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงหรือสภาวะมลพิษในแหล่งน้ำได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารพิษตลอดเวลา และเมื่อผลกระทบที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงเกินระดับที่สิ่งมีชีวิตนั้นๆ จะสามารถรับได้ สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นก็จะแสดงอาการที่ผิดปกติออกมาในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณให้ทราบล่วงหน้า ประการสุดท้ายที่ตัวชี้วัดทางชีวภาพสามารถประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำได้ดีกว่าการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี คือ ถ้าสังเกตด้วยสายตาไม่สามารถบอกได้ว่าแหล่งน้ำได้เปลี่ยนแปลง แต่การสังเกตจากความผิดปกติของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ปริมาณของสิ่งมีชีวิต และชนิดของสิ่งมีชีวิต ณ ขณะนั้น สามารถที่จะส่งสัญญาณบอกให้รู้อย่างคร่าว ๆ ว่าตอนนี้แหล่งน้ำนั้นมีสถานภาพเป็นเช่นไร แต่อย่างไรก็ตามการนำสิ่งมีชีวิตมาชี้วัดคุณภาพน้ำนั้นก็ยังมีข้อกำจัดอยู่บ้าง เช่น ไม่สามารถบอกได้ว่าสารมลพิษที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำนั้นมีปริมาณเท่าไรหรือเป็นสารพิษชนิดใด (วิภาดา, 2546)

เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนทำให้มีการเข้าไปใช้สอยประโยชน์จากความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรในบริเวณรอบๆ พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จึงทำให้มีการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลในแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น โดยสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นของแมลงน้ำ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการกระจายตัวของแมลงน้ำในบริเวณนั้นๆ ด้วย (McCafferty and Provonsha, 1981) ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาถึงคุณภาพของน้ำในน้ำตกโตนงาช้างโดยการนำแมลงน้ำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ ณ แหล่งที่อยู่อาศัย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการน้ำภายในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นน้ำตกที่ถูกจัดว่าสวยที่สุดของภาคใต้ อยู่ในท้องที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา คำว่าโตน เป็นภาษาท้องถิ่น มีความหมายว่า น้ำตก แต่ด้วยความผันผวนทางการเมืองในภาคใต้ ป่าโตนงาช้างถูกกำหนดเป็นพื้นที่สีแดงที่ถูกปิดเป็นเวลาประมาณ 15 ปี จนถึงปี พ.ศ. 2519 กรมป่าไม้โดยกองอนุรักษ์สัตว์ป่าได้ส่งเจ้าหน้าที่มาสำรวจ และพิจารณาเห็นว่าป่าโตนงาช้างเป็นป่าผืนใหญ่ผืนหนึ่งติดกับประเทศมาเลเซีย เป็นป่าที่สมบูรณ์มีสัตว์ป่าชุกชุม เป็นป่าต้นน้ำลำธารที่มีลำธารหลายสายไหลลงสู่ที่ราบลุ่มทะเลสาบสงขลาหล่อเลี้ยงพื้นที่กสิกรรมหลายแสนไร่ กองอนุรักษ์สัตว์ป่า สังกัดกรมป่าไม้ เล็งเห็นว่าควรจัดตั้งเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเพื่อควบคุมและป้องกันรักษาทรัพยากรธรรมชาติด้านสัตว์ป่าและป่าไม้ แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร ตลอดจนสภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่มีความสำคัญต่อสัตว์ป่าให้คงอยู่อย่างถาวร จึงได้ตราพระราชกฤษฎีกาประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2521 สำนักงานเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าโตนงาช้างตั้งอยู่ที่บริเวณน้ำตกโตนงาช้าง ท้องที่ ตำบลทุ่งตำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ห่างจากอำเภอหาดใหญ่ 26 กิโลเมตร เริ่มจากหาดใหญ่ไปตามถนนเพชรเกษม หาดใหญ่ - รัตภูมิ ถึงกิโลเมตรที่ 13 บ้านหูแร่ มีเส้นทางเข้าน้ำตกโตนงาช้างเป็นระยะทางอีก 13 กิโลเมตร อาณาเขตของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างครอบคลุมท้องที่ตำบลทุ่งตำเสา ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ ตำบลท่าชะมวง ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลาและตำบลทุ่งนุ้ย อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล มีพื้นที่ทั้งสิ้น 182 ตารางกิโลเมตร หรือ 113,721ไร่ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2550)

1.1 ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศทั้งหมดเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน มียอดเขาสูงสุด 932 เมตร จากระดับน้ำทะเล ตามภูเขาด้านทิศตะวันออกบางส่วนเป็นหน้าผาสูงชันเป็นทัศนียภาพที่แปลกตามองเห็นทะเลสาบสงขลาได้ สภาพป่าสมบูรณ์เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา เช่น คลองโตนงาช้าง คลองโตนปลิว คลองลำแชง คลองบริพัตร คลองดุสม คลองต่ำ เป็นต้น ภูเขารอบนอกลดระดับของลำธารแต่ละแห่งอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดน้ำตกตามลำธารใหญ่น้อยทั่วไป เช่น น้ำตกโตนงาช้าง น้ำตกโตนปลิว น้ำตกคลองลำแชง น้ำตกบริพัตร และน้ำตกปาหนัน

1.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพอากาศเย็นสบายทุกฤดูกาล ในฤดูฝนมีฝนตกมากระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม

1.3 พรรณพืช

ป่าทั้งหมดเป็นป่าดงดิบชื้นทั่วทั้งป่า ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่สำคัญ คือ ยางหลุมพอ ตะเคียนทอง ตะเคียนหิน ไข่เขียว กะบาก มะม่วงป่า จำปาป่า เสียดช่อ หลันตัน และพันธุ์ไม้ที่เป็นอาหารของสัตว์ป่า ได้แก่ มะขามป้อม เงาะป่า มะปริง มะม่วงป่า หว้า คอแลน ชมจง เหรียงไทร กระท้อน สะตอ ก่อ พวง ทองบึ้ง ขนุนปาน มะหาด เป็นต้น

1.4 สัตว์ป่า

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างมีสัตว์ป่าอาศัยอยู่มากมาย ซึ่งแยกประเภทได้ดังนี้ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ ช้างป่า สมเสร็จ เลียงผา เสือโคร่ง เสือดำ เสือปลา เก้ง หมาป่า กระจง หมี ชะมด ค้างคาว กระรอกชนิดต่างๆ ชะนี ลิง ค่าง เป็นต้น สัตว์จำพวกนก ได้แก่ นกหว้า ไก่จุก นกเงือก และนกอื่นๆ เท่าที่สำรวจพบมีราว 200 ชนิด

1.5 ความสำคัญ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จัดเป็นป่าดิบชื้นที่เป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของลำคลองหลายสายในจังหวัดสงขลา โดยน้ำตกโตนงาช้างเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่คอยหล่อเลี้ยงการเกษตรกรรมและกิจกรรมต่างๆ ของชุมชนท้องถิ่น เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรในบริเวณรอบๆ พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ทำให้มีการเข้าไปใช้สอยประโยชน์จากความอุดมสมบูรณ์นั้นเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การเข้าไปอยู่อาศัย การทำเกษตรกรรม และการท่องเที่ยว เป็นต้น ซึ่งการทำกิจกรรมดังกล่าว อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในบริเวณรอบๆ พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง อันจะส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรน้ำในน้ำตกโตนงาช้างเปลี่ยนไป และส่งผลต่อเนื่องต่อชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนท้องถิ่น (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2550)

2. ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแมลงน้ำ

แมลงส่วนมากอาศัยอยู่บนบก มีเพียงส่วนน้อยที่อาศัยในน้ำหรืออยู่ใกล้น้ำ แมลงเหล่านี้จึงถูกเรียกว่า แมลงน้ำ (aquatic insects และ semiaquatic insects) ซึ่งมีสมาชิกรวม 13 อันดับ (Order) ในจำนวนนี้มี 5 อันดับ คือ Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) Megaloptera (แมลงช้างกรามโต) Odonata (แมลงปอ) Plecoptera (แมลงสโตนฟลายหรือแมลงเกาะหิน) และ Trichoptera (แมลงหนอนปลอกน้ำ) เป็นแมลงน้ำที่แท้จริง เนื่องจากมีสมาชิกทุกชนิดอาศัยอยู่ในน้ำ แมลงชีปะขาวและแมลงสโตนฟลาย มีระยะไข่และระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ ตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บนบก แมลงปอ แมลงช้างกรามโต และแมลงหนอนปลอกน้ำมีระยะตัวอ่อนอยู่ในน้ำ ระยะตัวเต็มวัยอยู่บนบก อาจวางไข่บนบกหรือในน้ำขึ้นกับชนิด แมลงน้ำในอันดับ Coleoptera (ด้วง) Diptera (แมลงสองปีก) Hymenoptera (แตน) Lepidoptera (ผีเสื้อ และมอธ) Neuroptera (แมลงช้างปีกใส) มีสมาชิกส่วนมากเป็นแมลงบก และมีบางส่วนเป็นแมลงน้ำ ด้วงบางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำตลอดชีวิต แต่บางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำเพียงบางระยะ แมลงสองปีกที่เป็นแมลงน้ำมีระยะไข่ ตัวอ่อน และดักแด้อยู่ในน้ำ ส่วนตัวเต็มวัยอยู่บนบก (นฤมล, 2548)

2.1 ประวัติแมลงชีปะขาว

แมลงชีปะขาว เป็นแมลงที่จัดอยู่ในอินฟลาคลาส พาลีออปเทอรา (Infraclass Paleoptera) เช่นเดียวกันกับแมลงปอ เนื่องจากตัวเต็มวัยไม่สามารถพับปีกให้ลู่ลงไปคลุมแผ่นหลังได้ และปีกตั้งฉากกับลำตัวเมื่ออยู่ในท่าพัก ชื่ออันดับของแมลงชีปะขาว (Order Ephemeroptera) มาจากภาษากรีก “Ephemera” แปลว่าอายุสั้น และ “Ptera” แปลว่าปีก รวมกันมีความหมายว่า ช่วงที่มีปีกหรือระยะตัวเต็มวัยที่มีอายุสั้น (นฤมล, 2548) แมลงชีปะขาวใช้เวลาส่วนใหญ่ในวงจรชีวิตเป็นตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ ส่วนในระยะตัวเต็มวัยที่ขึ้นมาอาศัยอยู่บนบกใช้เวลาสั้นมาก เฉพาะช่วงชีวิตที่มีการผสมพันธุ์เท่านั้น (Brittain, 1990)

ปัจจุบันทั่วโลกพบแมลงชีปะขาวจำนวน 37 วงศ์ 375 สกุล ประมาณ 3,000 ชนิด (Brittain and Sartori, 2003) การศึกษาด้านอนุกรมวิธานชีววิทยาของแมลงชีปะขาวมีการศึกษาในระยะตัวอ่อน เนื่องจากระยะตัวเต็มวัยมีช่วงชีวิตที่สั้น ในทวีปเอเชียมีการศึกษาเกี่ยวกับแมลงชีปะขาวน้อย (Soldan, 2001) ที่มีรายการว่ามีการศึกษาแล้วมี 18 วงศ์ 58 สกุล และอนุกรมวิธานระดับสกุลยังไม่แน่นอน วงศ์ที่มีการศึกษาแล้วในทวีปเอเชียคือ Leptophlebiidae, Neoephemeridae และ Potamantidae (Peter and Edmund, 1970; Bae and McCafferty, 1991 and 1998) สำหรับใน

ประเทศไทยงานวิจัยที่ศึกษาถึงระดับสกุล หรือชนิด รวมทั้งมีข้อมูลด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยา ดังปรากฏในเอกสารของ นฤมล และคณะ (2542), บุญเสฐียร และคณะ (2546), ไพบูรณ์ (2544), อลงกรณ์ ผาผง (2544), Parnrong *et al*. (2005), Sangpradub *et al.* (2002), Boonsoong *et al.* (2005), ศุภลักษณ์ และนฤมล (2548) (นฤมล, 2548)

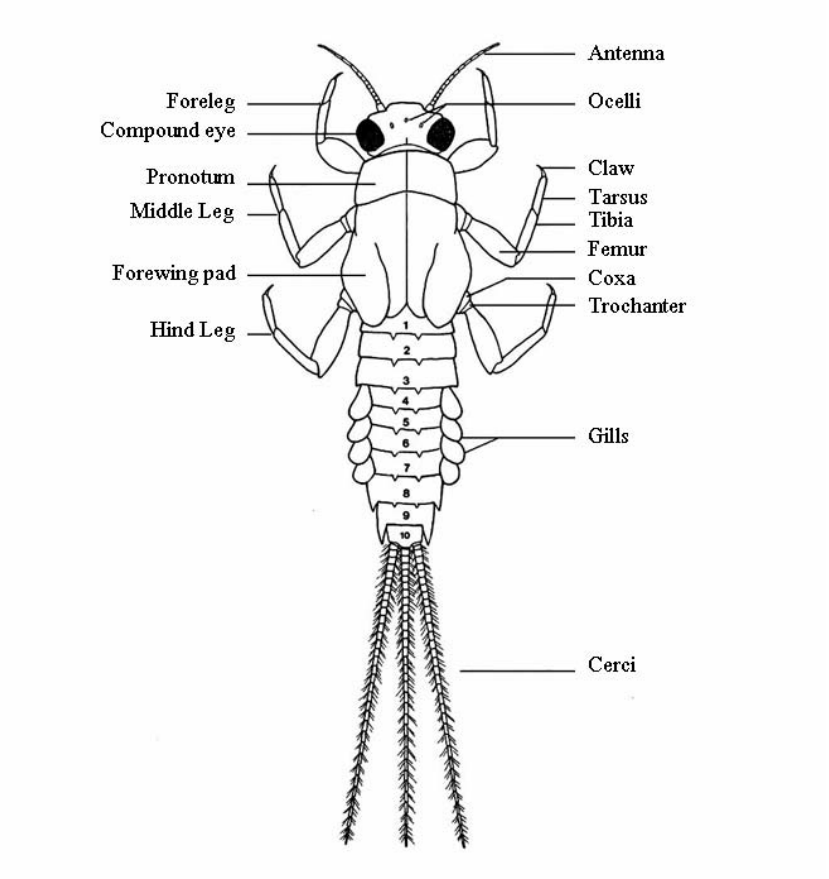
2.1.1 ระยะตัวอ่อน

ลำตัวของตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวส่วนมากมีลักษณะแบนทางด้านบน-ล่าง (dorsal-ventral) ส่วนหัว มีรูปร่างหลายแบบ ประกอบด้วย ตารวม 1 คู่ และตาเดี่ยว 3 ตา หนวดแบบเส้นด้าย 1 คู่ ปากประกอบด้วยริมฝีปากบน ริมฝีปากล่าง ฟันกรามที่แข็งแรงสำหรับใช้บดอาหาร และมีขากรรไกรที่เจริญดี ส่วนประกอบของปากของตัวอ่อนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้เหมาะสมกับวิธีการหาอาหารมากกว่าชนิดของอาหาร

ส่วนอก มีขนาดใหญ่ อกปล้องกลางและอกปล้องท้ายเชื่อมติดกัน ผิวทางด้านบนของส่วนอกเป็นแผ่นไคติน (chitin) แข็ง แต่มีเส้นรอยต่อตรงกลางเป็นแนวยาว เส้นรอยต่อนี้ปริแยกจากกัน เมื่อตัวอ่อนระยะสุดท้ายพร้อมที่จะลอกคราบเป็นระยะรองตัวเต็มวัย ตัวอ่อนมีตุ่มปีก 2 คู่ ซึ่งเจริญดีและมองเห็นชัดเจนบนอกปล้องกลางและปล้องสุดท้าย สีของตุ่มปีกเข้มขึ้นหรือเปลี่ยนไปเห็นสีดำเมื่อเข้าสู่ระยะสุดท้าย ขามี 3 คู่ ขาของตัวอ่อนจะสั้นและแข็งแรงกว่าขาของตัวเต็มวัยมาก ขามักแบนเช่นเดียวกับลำตัว ซึ่งอาจเป็นการปรับตัวให้แนบกับพื้นที่อาศัย ข้อขามีหนามและบริเวณขอบมักมีขนเรียงกันเป็นแผง ปลายสุดของขาแต่ละข้างเป็นกรงเล็บเดี่ยวซึ่งใช้สำหรับเกาะกับพื้นผิวของหินที่อาศัย ส่วนขาของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวบางกลุ่มมีการดัดแปลงไปเพื่อทำหน้าที่อื่นๆ นอกเหนือจากการเคลื่อนที่ เช่นใช้สำหรับขุดรู กรองอาหาร หรือใช้ปกป้องเหงือก เป็นต้น

ส่วนท้อง มักมีรูปร่างแบนและเรียวไปทางด้านท้ายของลำตัว ประกอบด้วยปล้องท้องที่เห็นได้ชัดเจนจำนวน 10 ปล้อง และปล้องปลายสุดทางด้านข้างมักเป็นหนามแหลม ปลายสุดของส่วนท้องเป็นแพนหาง (cerci) ยาว 3 เส้น บางชนิดแพนหางเส้นกลางอาจลดรูปมีขนาดสั้นลงหรือหดสั้นมากจนมองไม่เห็น ตัวอ่อนหายใจด้วยเหงือก ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น เป็นแผ่น หรือเห็นกระจุก ตำแหน่งของเหงือกอยู่ที่ท้องปล้องที่ 1-7 เหงือกอาจลดรูปมีขนาดเล็กลง หรือไม่มีเหงือกบนบางปล้องซึ่งมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิด โครงสร้างภายในของเหงือกประกอบด้วยท่อลมที่ติดต่อกับท่อลมของส่วนสำคัญต่างๆ ของร่างกาย เหงือกนอกเหนือจากทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซแล้ว ยังทำหน้าที่อื่นๆ อีกด้วย เช่น เป็นปุ่มดูดไว้ยึดเกาะพื้นที่อาศัยบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง หรือแผ่นเหงือกบางคู่เปลี่ยนเป็นแผ่นแข็งทำหน้าที่ปกคลุมแผ่นเหงือกคู่อื่นๆ เพื่อไม่ให้ได้รับ

อันตรายเมื่อตัวอ่อนอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีตะกอนเป็นอนุภาคละเอียด ตัวอ่อนระยะสุดท้ายที่เจริญเต็มที่เพศเมียจะมีไข่บรรจุอยู่เต็มท่อนำไข่ ไข่มีลักษณะแตกต่างกันซึ่งสามารถใช้ในการตรวจเอกลักษณ์ได้ ส่วนตัวอ่อนระยะสุดท้ายเพศผู้มีอวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) โผล่ยื่นออกมาซึ่งเป็นลักษณะสำคัญในการบ่งบอกชนิด (รูปที่ 1) (นฤมล, 2548)



รูปที่ 1 ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับอีฟีเมอรอปเทอร่า
ที่มา: Clifford (1991)

2.1.2 ระยะตัวเต็มวัย

ตัวเต็มวัย ส่วนหัวมีตาประกอบ 1 คู่ หนวดสั้นๆ 1 คู่ ส่วนปากลดรูปมาก ตัวผู้มักมีตาขนาดใหญ่ ซึ่งอาจแบ่งเป็นตาส่วนบนและตาส่วนล่าง

ส่วนอก เหมาะสำหรับบินมากกว่าการใช้เดิน เนื่องจากมีขาที่ไม่แข็งแรง แมลงชีปะขาวตัวผู้ใช้ขาคู่หลังที่ยาวมากจับตัวเมียไว้ขณะเข้าผสมพันธุ์ แต่บางชนิดมีขาลดรูปลง อกปล้องแรกมีขนาดเล็ก อกสองปล้องหลังแข็งแรงกว่าและเชื่อมต่อกันอยู่รอบกล้ามเนื้อแข็งที่ใช้สำหรับบิน มีรูหายใจ 2 ช่อง ปีกทั้งสองคู่เป็นรูปสามเหลี่ยมมีเส้นปีกมาก ซึ่งการเรียงตัวกันของเส้นปีกเป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับใช้ในการตรวจเอกลักษณ์

ส่วนท้อง มี 10 ปล้อง แต่ละปล้องเป็นรูปทรงกระบอก บริเวณปล้องท้องที่ 10 ประกอบด้วยแพนหาง 3 เส้น เรียก แคดดัล ฟิลาเมนท์ (caudal filament) หรือ เซอร์ไซส์ (circus) ปล้องที่ 1-8 ทางด้านข้างมีรูหายใจอยู่ปล้องละ 1 คู่ ตัวผู้ที่ส่วนมุมของแผ่นซับเจนิทัล (subgenita plate) มีรยางค์ยื่นออกมาเรียกว่าฟอร์เซป (forceps) หรือคลาสเปอร์ (claspers) รยางค์นี้ทำหน้าที่ยึดส่วนท้องของตัวเมียในขณะผสมพันธุ์ และที่บริเวณขอบของแผ่นเจนิทัลมีเพนนิส 2 อัน ซึ่งปลายสุดเป็นท่อนำอสุจิ อวัยวะสืบพันธุ์มีลักษณะสัณฐานที่แตกต่างอย่างเฉพาะเจาะจงในแต่ละชนิด จึงเป็นลักษณะด้านอนุกรมวิธานที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับใช้ตรวจเอกลักษณ์ของแมลงชีปะขาว ตัวเมียมีท่อนำไข่ 2 ท่อซึ่งแต่ละท่อเปิดแยกกันระหว่างแผ่นแข็งด้านใต้ท้อง (sternum) ที่ 7 และ 8 อวัยวะวางไข่เกิดจากส่วนของแผ่นแข็งด้านใต้ท้องปล้องที่ 7 ยื่นออกมาจากทางด้านท้ายของปล้องท้อง (นฤมล, 2548)

2.1.3 บทบาททางนิเวศวิทยาและความสำคัญของแมลงชีปะขาว

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวส่วนมากกินเศษซากอินทรีย์และแทะเล็มกินสาหร่ายบนก้อนหินเป็นอาหารในขณะที่ตัวอ่อนแมลงเองเป็นอาหารสำคัญของปลา (Serajuddin, 1998; Ezenwaji, 1999) และตัวอ่อนแมลงปอ เป็นต้น ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวจึงมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนแร่ธาตุในระบบนิเวศน้ำจืด (Brittain, 1982; Hubbard, 1991) ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพแหล่งน้ำได้ (Rosenberg and Resh, 1993) ซึ่งตัวอ่อนในแต่ละกลุ่มมีความทนทานต่อมลภาวะแตกต่างกัน เช่น การศึกษาในแม่น้ำพอง จ.ขอนแก่น พบว่า แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี จะพบตัวอ่อนชีปะขาววงศ์ Heptageniidae และวงศ์ Leptophlebiidae เป็นส่วนมาก ส่วนแหล่งน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง จะพบตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae วงศ์ Ephemeridae และวงศ์ Caenidae เป็นส่วนมาก (นฤมล และคณะ, 2541)

2.1.4 การใช้ประโยชน์จากแมลงชีปะขาว

แมลงชีปะขาวมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อม Heliovaara and Vaisanen (1993) กล่าวในหนังสือ Insect and Pollution ว่า แมลงชีปะขาวมีความไวสูงต่อความเป็นกรด โดยพบว่าในแหล่งน้ำบริเวณที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำจะมีความหนาแน่น ความหลากหลาย และจำนวนของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวลดลง มีการศึกษามากที่สุดกับแมลงชีปะขาว 2 ชนิด คือ *Baeus rhodani* และ *Leptoplebia marginata* ในบริเวณที่น้ำมีความเป็นกรดสูงนี้แมลงชีปะขาวมักมีการล่องลอยตามกระแสน้ำ (drift) มากกว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินชนิดอื่น

และพบอีกว่าแมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae มีความทนทานต่ำต่อสารกำจัดศัตรูพืช Fremling (1970) ศึกษาการกระจายของแมลงชีปะขาวเพื่อใช้เป็นดัชนีวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพ โดยศึกษาการกระจายของแมลงชีปะขาวขุดโพรง 3 ชนิด ได้แก่ *Hexagenia limbata*, *H. bioineata* และ *Pentagenia vittigera* ตลอดตามลำแม่น้ำ Mississippi ของประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วงเวลามากกว่า 13 ปี พบว่าแมลงชีปะขาวจัดเป็นดัชนีในการบ่งบอกคุณภาพน้ำได้ดีเยี่ยม โดยพบจำนวนแมลงชีปะขาวลดลงมากตลอดระยะทาง 30 ไมล์ ที่มีมลภาวะรุนแรงของเมือง

2.2 ประวัติแมลงสโตนฟลาย

แมลงสโตนฟลาย (Stoneflies) หรือแมลงน้ำอันดับ Plecotera เป็นกลุ่มแมลงน้ำที่มีความสำคัญในระบบนิเวศน้ำไหล และโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด ทั่วโลกพบแมลงสโตนฟลายประมาณ 2,000 ชนิด (Hynes, 1976) ส่วนมากพบแพร่กระจายอยู่ในเขตอบอุ่น โดยพบแมลงสโตนฟลายบางชนิดอาศัยอยู่ในทะเลสาบที่ลึกหรือในลำธารชั่วคราวที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นในฤดูร้อน รวมทั้งในแหล่งน้ำที่มีอินทรีย์สารมากได้ (Hynes, 1976; McCafferty and Provonsha, 1981; Dudgeon, 1999) ส่วนในเขตหนาวตัวอ่อนอาศัยแหล่งน้ำไหล เช่น ลำธารที่มีก้อนหิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณลำธารต้นน้ำที่สะอาด มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง และมีอุณหภูมิน้ำต่ำ (Pescador *et al*., 2002) แมลงสโตนฟลายใช้ชีวิตส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนในน้ำจืด อาศัยตามบริเวณที่มีการสะสมของใบไม้ ก้อนหิน และก้อนกรวด พบมีความหนาแน่นสูงในบริเวณต้นน้ำที่ไม่ถูกรบกวน และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสูง (Lemkuhl, 1979) ตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายเป็นองค์ประกอบสำคัญของชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน มีบทบาททางนิเวศวิทยา คือ เป็นทั้งผู้ล่าและเป็นเหยื่อ มีความสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากตัวอ่อนมีแนวโน้มอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีลักษณะพื้นที่อาศัย ขนาดของลำธารและอุณหภูมิน้ำที่เฉพาะเจาะจง แมลงในอันดับนี้มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ จึงถูกนำมาใช้ร่วมกับแมลงชีปะขาว (อันดับ Ephemeroptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (อันดับ Trichoptera) เป็นดัชนีชีวภาพบ่งชี้คุณภาพน้ำที่มีคุณภาพดี (Pescador *et al.,* 2000; Rosenberg and Resh, 1993)

การศึกษาแมลงสโตนฟลายในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีปรากฏในรายงานของ Banks 1913-1939; Navas 1924-1934 และ Klapalek 1909-1923 (อ้างตาม Kawai, 1969) Kawai (1969) ได้ศึกษาตัวอย่างแมลงสโตนฟลายในพิพิธภัณฑ์บิชอฟ (Bishop Museum) ที่เก็บตัวอย่างมาจากเกาะบอร์เนียว ประเทศอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย และเวียดนาม พบว่า มี 16 ชนิด 7

สกุล 4 วงศ์ คือ Peltoperlopsis, Amphinemura, Protonemura, Nemoura, Rhopalosole, Phanoperla และ Neoperla ปัจจุบันในทวีปเอเชียมีรายงานพบ 9 วงศ์ คือ Peltoperlidae, Perlidae, Nemouridae, Leutridae, Taeniopterygidae, Perlodidae, Chlorperlidae, Capniidae และ Styloperlidae (Dudgeon, 1999) ในแถบอินโดจีนพบ 4 วงศ์อย่างน้อย 28 ชนิด (Sivec, 1984; Sivec and Zwick, 1989; Sivec *et al.*, 1988; Zwick, 1982, 1986; Zwick and Sivec, 1985) วงศ์ Perlidae มีความหลากหลาย และสมาชิกที่มีการศึกษามากที่สุด ได้แก่ สกุล *Agnetina* (Sivec and Zhiltzova, 1997), *Chinoperla* (Sivec and Zwick, 1989), *Togoperla* และ *Tyloperla* (Stark and Sivece, 1991), *Neoperla* (Stark, 1987; Sivec, 1984)

สำหรับประเทศไทย นฤมล และคณะ (2541) ได้ศึกษาพบว่าตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางน้ำ จึงได้นำมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพ ในประเทศไทยจัดจำแนกคุณภาพน้ำ โดยวิธีทางชีวภาพได้ให้คะแนนสำหรับตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายเท่ากับ 10 ซึ่งเหมือนกับค่าคะแนนของ BMWP (Biological Monitoring Working Party) ซึ่งเป็นค่าคะแนนสูงสุดที่ให้กับสัตว์ที่มีความความทนทานต่ำสุด

ความรู้เรื่องเกี่ยวกับการจัดจำแนกตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงสโตนฟลายมีอยู่อย่างจำกัด เพราะมีการศึกษาในเรื่องนี้น้อย (Pescador *et al.,* 2000) การศึกษาความหลากหลายของแมลงสโตนฟลายมีมากในประเทศเขตอบอุ่นเพราะเป็นกลุ่มสัตว์ที่เด่น (dominant species) และพบมาก ส่วนประเทศไทย โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีรายงานการศึกษาน้อย รายงานการศึกษา เช่น ในเขตอุทยานน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ (นฤมล และวิโรจน์, 2541) เขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย (ศุภลักษณ์, 2538) บริเวณลำธารของจังหวัดภาคใต้ (Watanasit, 1996) ซึ่งผลการศึกษาดังที่กล่าวมาสามารถระบุได้ถึงระดับวงศ์เท่านั้น แต่ไม่สามารถระบุถึงชนิดได้เนื่องจากความรู้ด้านอนุกรมวิธานในประเทศไทยมีอยู่น้อย

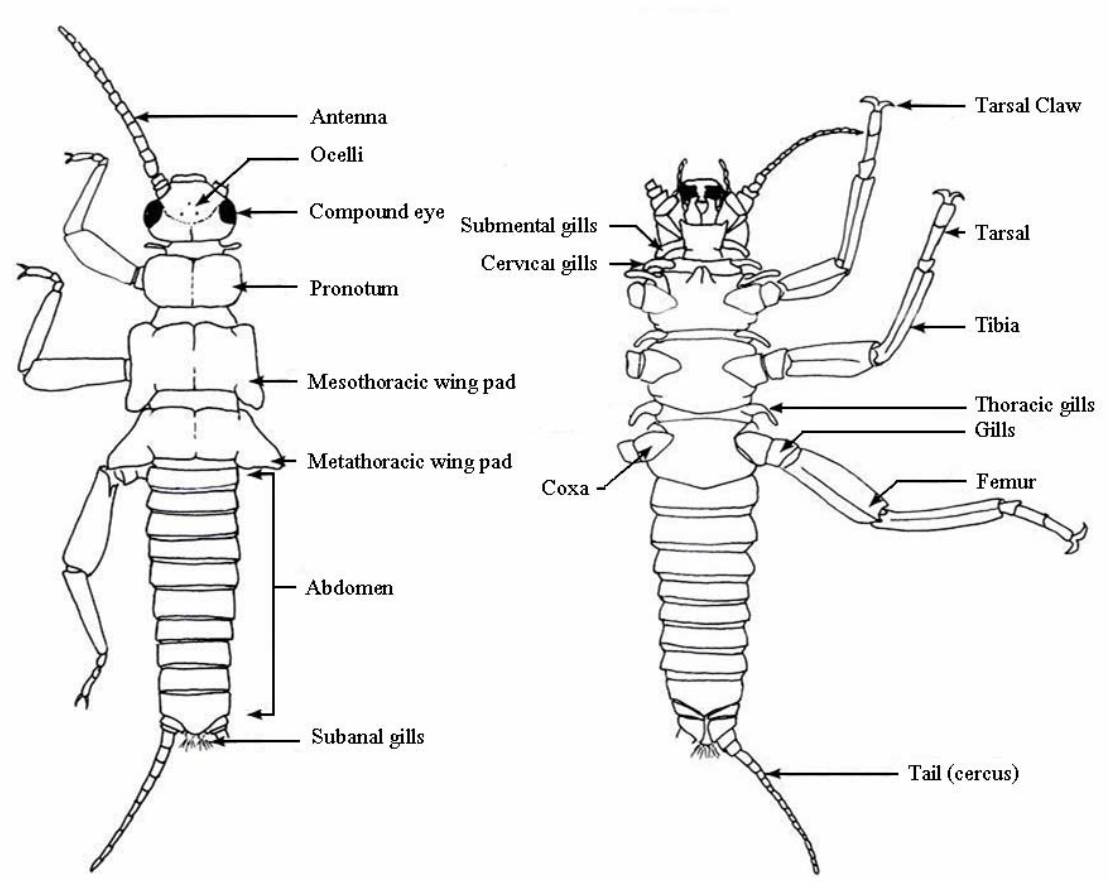
2.2.1 ระยะตัวอ่อน

ส่วนหัวมีรูปร่างค่อนข้างกลม มีตาประกอบขนาดใหญ่ 1 คู่ อยู่บริเวณด้านข้าง อาจมีตาเดี่ยว 2-3 ตาหรือไม่มีเลย มีหนวดยาวรูปร่างแบบเส้นด้าย (filiform) 1 คู่ ปากเป็นแบบกัดกิน อาจมีหรือไม่มีเหงือก ถ้ามีเหงือก เหงือกอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เช่น ที่คอ (cervix) ที่โคนขา หรือที่ส่วนท้อง โดยมีลักษณะเป็นเส้น อาจเป็นเส้นเดี่ยวหรือแตกแขนง

ส่วนอก มี 3 ปล้อง แต่ละปล้องมีขา 1 คู่ ตุ่มปีกเจริญดี วงศ์ Perlidae มีเหงือกแบบเส้นเป็นกระจุกที่โคนขาทุกคู่ (coxal gills) จึงถูกเรียกว่าแมลงเกาะหินขนจั๊กแร้ฟู วงศ์ Peltoperlidae อาจมีส่วนอกแผ่กว้างทำให้มองคล้ายแมลงสาบ ขามี 3 คู่ ขาแต่ละข้างมีกรงเล็บคู่ มีตุ่มปีก 2 คู่ ที่

บริเวณอกปล้องกลางและอกปล้องท้าย วงศ์ Nemouridae อาจมีเหงือกที่บริเวณคอ วงศ์ Leuctridae มีลำตัวผอมเรียวแต่ไม่มีเหงือกที่ส่วนคอและอก

ส่วนท้อง มี 10 ปล้อง ปลายสุดของปล้องที่ 10 เป็นเซอร์ไซ (circi) ยาว 1 คู่ ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้แยกแมลงอันดับนี้ออกจากแมลงอันดับอื่นๆ (รูปที่ 2) (นฤมล, 2548)



รูปที่ 2 ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับพลีคอปเทอร่า
ที่มา: Clifford (1991)

2.2.2 ระยะตัวเต็มวัย

ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายตัวอ่อน แต่มีปีก 2 คู่ และอวัยวะสืบพันธุ์เจริญดี บางชนิดมีปีกสั้นมาก (apterous หรือ brachypterous) เส้นปีกเรียงตัวแบบง่ายๆ ตัวเต็มวัยบางชนิดมีเหงือก (นฤมล, 2548)

2.2.3 ชีววิทยาและนิเวศวิทยา

ตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายบางเป็นพวกกินซากอินทรีย์ขนาดใหญ่เป็นอาหาร (shredders) บางชนิดเป็นผู้ล่า (predators) บางชนิดมีนิสัยการกินเปลี่ยนไปตามวัยของตัวอ่อน โดยทั่วไปพบว่าตัวอ่อนระยะต้นกินพืช (herbivore) แต่เมื่อเติบโตขึ้นเปลี่ยนไปกินสัตว์ (carnivore) หรือกินทั้งพืชและสัตว์ (omnivore) (Hyne, 1976; McCafferty and Provonsha, 1981; Dudgeon, 1999; 2000) ตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายชนิด *Etrocorena nigrogeniculatum* ในลำธารของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ กินทั้งสัตว์และเศษซากอินทรีย์ อาหารส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนแมลงน้ำ เช่น ตัวอ่อนหนอนแดงและตัวอ่อนริ้นดำ รองลงมาคือเศษซากอินทรีย์ สัดส่วนของเหยื่อเพิ่มขึ้นตามวัยของตัวอ่อน (ประทุม, 2546) ตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายอาศัยอยู่ใต้ก้อนหินหรืออยู่ในกองเศษซากพืช พวกที่อยู่ใต้ก้อนหินมักเป็นผู้ล่า เช่น วงศ์ Perlidae พวกที่อยู่ในกองเศษซากพืชมีทั้งที่เป็นผู้ล่าและกินเศษซากอินทรีย์ ดังนั้นกองเศษซากพืชจึงเป็นทั้งที่อาศัยที่ล่าเหยื่อและอาหาร ตัวอ่อนระยะสุดท้ายที่พร้อมจะลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย จะคลานขึ้นมาเกาะบนหินบริเวณด้านข้างค่อนมาทางด้านบน หรือเกาะตามกองเศษซากใบไม้แล้วลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยเกาะพักจนกระทั่งปีกแห้ง จากนั้นจึงบินไปเกาะพืชริมลำธาร หรือเกาะบนก้อนหินในลำธาร ตัวเต็มวัยของแมลงสโตนฟลายบินไม่ค่อยเก่ง บางชนิดมีปีกสั้นหรือไม่มีปีก ตัวเต็มวัยหลายชนิดดึงดูดเพศตรงข้ามด้วยการใช้ส่วนท้องเคาะพื้นเป็นจังหวะ ตัวผู้สามารถทำเสียงได้ตลอดชีวิต แต่ตัวเมียเฉพาะที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์เท่านั้นที่จะตอบสนองต่อตัวผู้ สัญญาณเสียงนี้มีความเจาะจงในแต่ละชนิด (Stewart and Maketon, 1991) ปกติตัวผู้เป็นผู้เริ่มส่งสัญญาณเสียงโต้ตอบทันทีเมื่อตัวผู้ส่งสัญญาณเสร็จ หรือทำเสียงแทรกขึ้นมาในระหว่างที่ตัวผู้กำลังส่งสัญญาณเสียง แมลงสโตนฟลายวงศ์ Perlodidae บางชนิดมีการเกี้ยวพาราสีโดยการเต้นรำ ขณะที่ตัวผู้กำลังใช้ปลายของส่วนท้องเคาะกระทบพื้น ตัวผู้ยกปีกขึ้นแล้วเคลื่อนตัวเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปแบบต่างๆ แต่ตัวเมียจะรออยู่นิ่งๆ เมื่อทั้งสองตัวมาเข้าคู่กัน ตัวผู้งอส่วนท้องไปทางซ้ายหรือขวา แล้วใช้รยางค์ เช่น ขอหรือซับแอนัลโลบ (subanal lobe) หรืออิพิพรอค อิดีเอกัส (epiproct aedeagus) ของปล้องท้องที่ 9 งอขึ้น ขณะที่ตัวผู้สอดใส่เซอร์ไซเข้าไปในช่องเปิดของตัวเมีย อสุจิถูกนำเข้าไปไว้ในที่เก็บอสุจิที่อยู่ภายนอกใกล้ช่องเปิดอวัยวะสืบพันธุ์ หลังจากนั้นตัวเมียเก็บอสุจิเข้าไปไว้ในเบอร์ซา (bursa) ตัวเมียปล่อยไข่ที่แก่จัดลงบนผิวน้ำ ไข่ติดกับพื้นอาศัยโดยมีวุ้นเหนียวปกคลุมไข่หรืออาจมีโครงสร้างพิเศษใช้ยึดเกาะ ตัวเมียบางชนิดคลานลงไปในน้ำแล้ววางไข่ใต้ก้อนหินหรือในรอยแตกของหิน ไข่ใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์จึงฟักเป็นตัวอ่อน การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) เป็นแบบไม่สมบูรณ์ ตัวอ่อนมี 12-23 ระยะ ส่วนมากมีชีวประวัติเป็นแบบ 1 ปีมี 1 รุ่น ในเขตอบอุ่นบางชนิดมีระยะพัก (diapause) บางชนิด

เป็นแบบ 2 หรือ 3 ปีต่อ 1 รุ่น (Brittain, 1990; Williams and Feltmate, 1992; Dudgeon, 1999) ประทุม (2546) พบว่าระยะตัวอ่อนของแมลงสโตนฟลายในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการเจริญไม่พร้อมกัน บางสกุล เช่น *Amphinemura* พบตัวเต็มวัยตลอดทั้งปี ส่วนสกุล *Neoperla* และ *Etrocorema* พบตัวเต็มวัยในช่วงฤดูหนาวถึงฤดูร้อน แต่ไม่พบตัวเต็มวัยของ *Indoneumura* จากข้อมูลภาคสนามสันนิษฐานว่า *E. nigrogenniculatum* อาจมีชีวประวัติแบบ 1 ปี มี 1 รุ่น

2.3 ประวัติแมลงหนอนปลอกน้ำ

แมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera or Caddisflies) เป็นแมลงกลุ่มใหญ่ที่สุดในกลุ่มหนึ่งของแมลงน้ำและมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับแมลงในอันดับ Lepidoptera (ผีเสื้อและมอธ) มาก โดยต่างอยู่ใน Superorder Amphiesmonoptera แปลว่า “dresses-up wings” ซึ่งหมายถึงการมีเกล็ดหรือขนที่ปกคลุมปีกซึ่งทำให้เกิดลวดลายต่างๆ งานวิจัยด้านสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์อณูชีวะโมเลกุลสนับสนุนว่าแมลงทั้งสองอันดับนี้มีสายวิวัฒนาการทางเดียว (monophyletic) (Kristensen, 1984; Wheeler *et al*., 2001) ตัวเต็มวัยของแมลงสองอันดับนี้มีลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันที่ส่วนปลายของปากและการเรียงตัวของเส้นปีก ผีเสื้อและมอธมีปากเป็นงวงแบบดูดกิน ส่วนแมลงหนอนปลอกน้ำ มีปากแบบกัดที่พัฒนาไม่ดี คือไม่มีส่วนฟันกรามจึงเหมาะสำหรับการกินอาหารเหลว (Mosely, 1939) แมลงอันดับนี้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์แบบและเกือบทุกชนิดมีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ แต่มีเพียง 2-3 ชนิดที่มีการปรับตัวขึ้นมาอาศัยอยู่บนบกได้ ตัวเต็มวัยมีรูปร่างคล้ายมอธและส่วนมากมีปีก ยกเว้นบางชนิดที่ตัวเมียไม่มีปีก ความสามารถในการสร้างเส้นใยเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แมลงหนอนปลอกน้ำ ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในแหล่งอาศัยต่างๆ จึงสามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดได้เกือบทุกสถานที่ เช่น น้ำพุร้อน น้ำซับ ลำธาร แม่น้ำ ทะเลสาบ รวมทั้งสถานที่ชื้นแฉะและในแหล่งน้ำชั่วคราว (Mackay and Wiggins, 1979) ชื่ออันดับ Trichoptera มาจากภาษากรีก “Trichos” แปลว่า ขน และ “Ptera” แปลว่าปีก เนื่องจากปีกปกคลุมด้วยขนที่เรียงซ้อนกันคล้ายแผ่นกระเบื้องมุงหลังคา ชื่อสามัญ caddis มีสองความหมาย ความหมายแรกเข้าใจว่ามาจากคำว่า “cadaz” ซึ่งในราว ค.ศ.1400 หมายถึงผ้าฝ้ายหรือผ้าไหมที่มีลักษณะเป็นแถบริบบิ้น อีกความหมายหนึ่งเข้าใจว่ามาจากคำเรียกคนที่เดินทางไปตามหมู่บ้านในชนบทของประเทศอังกฤษว่า “caddice man” ซึ่งคนเหล่านี้มักนำสิ่งต่างๆ มาประดับบนเสื้อคลุมของตน

คล้ายกับตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำที่มีการนำชิ้นส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนพืช เปลือกหอย กรวด ทราย และหิน มาประกอบเป็นปลอกของตัวเอง (Mosely, 1939)

แมลงหนอนปลอกน้ำ เป็นองค์ประกอบสำคัญในห่วงโซ่อาหารและการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศน้ำจืด และเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นดัชนีชีวภาพร่วมกับแมลงชีปะขาวและแมลงเกาะหิน ในการประเมินคุณภาพน้ำ เนื่องจากบางชนิดมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม (Rosenberg and Resh, 1993) แมลงหนอนปลอกน้ำ ทั่วโลกมี 45 วงศ์ ประมาณ 600 สกุล 12,000 ชนิด Schmid (1984) คาดคะเนว่า ทั่วโลกอาจมีแมลงหนอนปลอกน้ำรวมกันมากกว่า 50,000 ชนิด ในประเทศไทยความรู้ด้านอนุกรมวิธานระดับชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำระยะตัวเต็มวัยมีมากกว่าแมลงน้ำอันดับอื่นๆ โดยการวิจัยอย่างต่อเนื่องของทีมวิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภายใต้การนำของ รศ.ดร.พรทิพย์ จันทรมงคล ซึ่งได้ร่วมวิจัยกับผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งศาสตราจารย์ Hans Malicky จากประเทศออสเตรีย ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2530 ทำให้พบแมลงหนอนปลอกน้ำในประเทศไทยกว่า 900 ชนิด (Malicky, 2010)

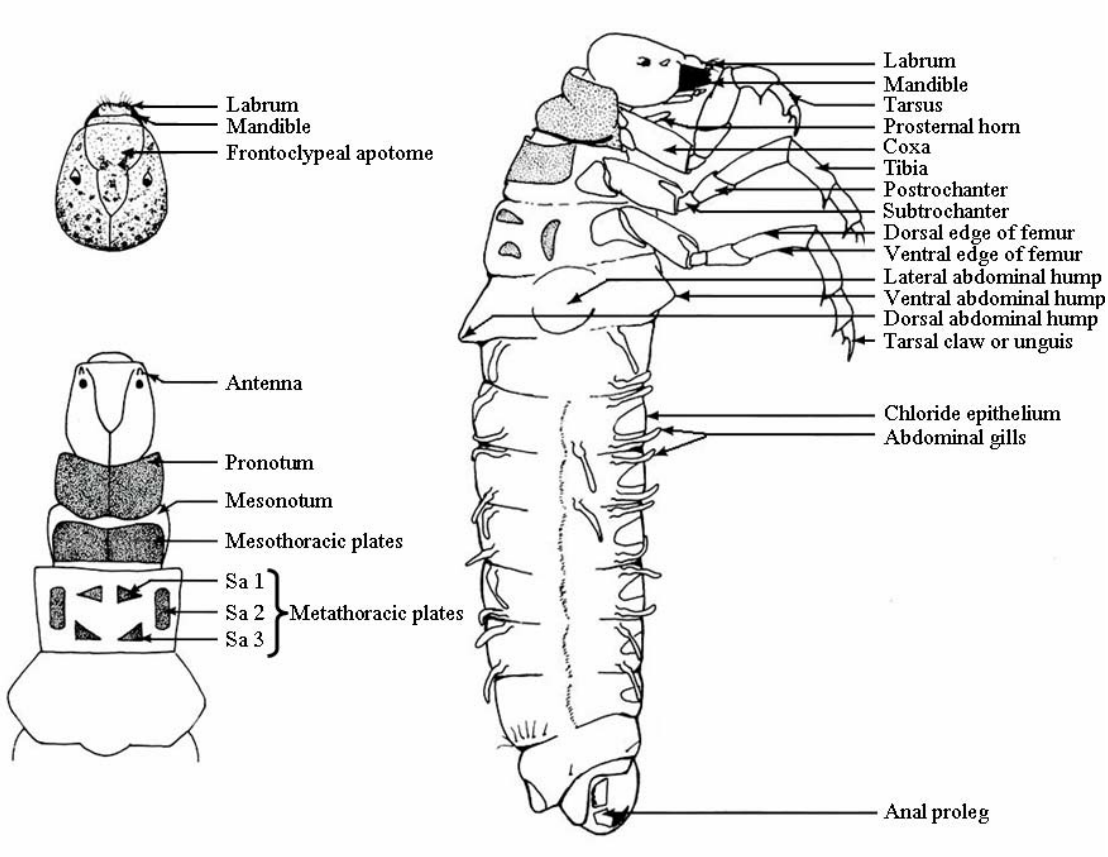
2.3.1 ระยะตัวอ่อน

ส่วนหัวเป็นแคปซูล (capsule) แข็งมีขนาดใหญ่ประกอบด้วยแผ่นแข็ง 3 แผ่น ตามี 1 คู่ ประกอบด้วยกลุ่มของตาขนาดเล็กจำนวน 7 กลุ่ม หนวด 1 คู่มีขนาดสั้นมากจนเกือบมองไม่เห็น ยกเว้นวงศ์ Leptoceridae มีหนวดยาวเห็นได้ชัดเจนกว่าวงศ์อื่นๆ ปากแบบกัดกิน ฟันกรามมีรอยหยักเป็นซี่คล้ายฟัน พวกกินเศษซากพืชฟันกรามทำหน้าที่บด ส่วนพวกผู้ล่าซี่ฟันของฟันกรามมีลักษณะคล้ายเขี้ยวทำหน้าที่ฉีก และพวกที่หาอาหารด้วยวิธีการแทะเล็มกิน ฟันกรามมีรูปร่างแบนกว้างขอบเรียบไม่มีรอยหยักดูคล้ายจอบซึ่งเหมาะสำหรับใช้แทะเล็มอาหารที่ติดอยู่บนพื้นผิวที่อาศัย มีต่อมผลิตใยไหมซึ่งมีรูเปิดที่ปลายของริมฝีปากบน

ส่วนอก พัฒนาดี อกปล้องแรกทางด้านบนมีแผ่นแข็งปกคลุม 1 คู่ บางวงศ์ปล้องอกทางด้านล่างตรงกลางมีเยื่อยื่นออกมาเป็นเส้นทู่ดูคล้ายเขาเรียกว่า โปรสเตอร์นัม ฮอร์น (prosternum horn) อกปล้องกลางอาจเป็นแผ่นแข็งขนาดใหญ่หนึ่งแผ่น หรือเป็นแผ่นแข็งขนาดเล็กหลายแผ่นประกอบกัน ขาเจริญดี และหลายชนิดมีขาคู่กลางและขาคู่หลังยาวกว่าขาคู่หน้า แมลงหนอนปลอกน้ำใช้ขาจับวัสดุต่างๆ ในน้ำ เช่น ชิ้นส่วนพืช ทราย กรวด เปลือกหอยมาสร้างเปลือก ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Brachycentridae มีขาคู่กลางและขาคู่หลังที่ยาวมาก

และมีแผงขนละเอียด สำหรับใช้กรองอนุภาคอาหารที่อยู่ในน้ำ ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Letoceridae มีขาคู่หลังยาวมาก และมีแผงขนทำให้ตัวอ่อนที่อยู่ในปลอกว่ายน้ำได้ดี

ส่วนท้อง ปล้องท้องมี 10 ปล้อง 8 ปล้องแรกมีลักษณะเป็นเยื่อ ปล้องที่ 9 เกือบทั้งหมดเป็นเยื่อเช่นกัน ปล้องที่ 10 มีขาเทียม 1 คู่ ปลายขาเทียมแต่ละข้างมีขอ (hook) 1 อัน แมลงหนอนปลอกน้ำไร้ปลอก (caseless caddis) มีขาเทียมขนาดใหญ่และเคลื่อนไหวได้เรียกว่าเอนัลโปรเลก (anal proleg) ทำหน้าที่เป็นขอเกี่ยวยึดเกาะกับพื้นอาศัย แมลงหนอนปลอกน้ำที่สร้างปลอก (cased caddis) ขาเทียมและขอมีขนาดเล็กมาก ตัวอ่อนใช้ขอยึดเกี่ยวกับใยไหมภายในปลอกทำให้ตัวไม่หลุดออกจากปลอก เหงือกเป็นเส้นยื่นออกมาจากผนังลำตัวทางด้านบน ด้านล่างและด้านข้างของส่วนท้องเหงือกอาจมีเส้นเดี่ยวหรือแตกแขนง ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ ที่สร้างปลอกที่ท้องปล้องแรกมักมีเนื้อนูน (hump) ยื่นออกมา 1-3 ก้อน ก้อนแรกอยู่ทางด้านบนและอยู่ทางด้านข้างด้านละก้อน ก้อนเนื้อนูนนี้ช่วยให้ตัวอ่อนทรงตัวอยู่ได้ ณ ตำแหน่งบริเวณตรงกลางของปลอก และทำให้น้ำไหลผ่านเข้าไปในปลอกเพื่อให้เหงือกแลกเปลี่ยนก๊าซกับน้ำที่มีออกซิเจนละลายสูงกว่าได้ (รูปที่ 3) (นฤมล, 2548)



รูปที่ 3 ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำอันดับไทรคอปเทอร่า

ที่มา: Clifford (1991)

2.3.2 ระยะดักแด้

ดักแด้ของแมลงหนอนปลอกน้ำ มีรูปร่างแบบเอกซาเลท (exarate) ชนิดที่สร้างปลอก ดักแด้เจริญภายในปลอกของตัวอ่อนโดยใช้เส้นใยยึดปลอกติดกับพื้นอาศัยและใช้วัสดุพวกกรวด ทราย หรือเศษซากพืชปิดด้านปากของปลอก จากนั้นตัวอ่อนปั่นใยสร้างเป็นถุงหุ้มตัว (cocoon) แล้วพัฒนาภายในถุงหุ้มกลายเป็นดักแด้ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไร้ปลอกเมื่อพร้อมจะเข้าดักแด้ ตัวอ่อนปั่นใยยึดกับพืชอาศัยด้านหนึ่งแล้วยึดก้อนกรวดและทรายด้วยเส้นใยก่อขึ้นเป็นปลอกรูปโดมหุ้มดักแด้ ตัวอ่อนสร้างถุงหุ้มกลายเป็นดักแด้และพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยอยู่ภายใน ดักแด้ส่วนมากมีฟันกรามแข็งแรงใช้ตัดปลอกดักแด้เป็นช่องเปิดเพื่อออกมาสู่ภายนอกและว่ายสู่ผิวน้ำด้วยแถวขนว่ายน้ำที่ขึ้นหนาแน่นบนทาร์ไซ (tarsi) ของขาคู่กลาง ชนิดที่ไม่มีฟันกรามหรือมีฟันกรามที่ลดรูป เช่น สมาชิกของวงศ์ Phryganeidae บางสปีชีส์เมื่อตัวอ่อนพร้อมเข้าดักแด้ไม่มีการสร้างส่วนปิดปากปลอก แต่ดักแด้เจริญภายในปลอกโดยใช้ตะขอและแผ่นแข็งบริเวณด้านบนของส่วนท้องยึดเกี่ยวกับใยไหมที่บุผนังภายในปลอกช่วยให้ดักแด้เคลื่อนที่เข้าและเคลื่อนที่ออกจากปลอกได้ เนื่องจากมีคราบ (exuvia) ของตัวอ่อนหลงเหลืออยู่ในถุงหุ้มดักแด้จึงสามารถนำคราบนี้มาเชื่อมโยงระยะดักแด้กับตัวเต็มวัยหรือระยะดักแด้กับตัวอ่อนได้ (นฤมล, 2548)

2.3.3 ระยะตัวเต็มวัย

ตัวเต็มวัยมีขนาดเล็กลำตัวยาวตั้งแต่ประมาณ 1.5 มิลลิเมตรจนถึงตัวขนาดปานกลางยาวประมาณ 4 เซนติเมตร มักมีสีคล้ำ มีกิจกรรมมากในช่วงเวลากลางคืน เวลากลางวันซ่อนตัวเกาะกับพืชที่ขึ้นตามแนวลำธาร ส่วนหัวมีตาประกอบที่พัฒนาดี อาจมีตาเดี่ยวได้ถึง 3 ตา ปากไม่แข็งแรงกินได้เฉพาะอาหารเหลว ขากรรไกรมีรยางค์ 5 ปล้อง รยางค์นี้มีการดัดแปลงมากในตัวผู้บางชนิด รยางค์ริมผีปากล่างมี 3 ปล้อง

ส่วนอก ปล้องอกมี 3 ปล้องเห็นชัดเจน ขายาวเรียว หนามแข็งที่ทิเบีย (tibia) มีจำนวนผันแปรและเป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งทางอนุกรมวิธาน ปีกคลุมด้วยขน เมื่ออยู่ในท่าพักปีกคลุมลำตัวมองคล้ายหลังคา ชนิดที่มีปีกคู่หน้าแคบบินได้เก่ง ปีกคู่หลังกว้างกว่าปีกคู่หน้า หนวดยาวเลยความยาวของลำตัว

ส่วนท้อง มีปล้องเห็นชัดเจน ตัวผู้มี 9 ปล้อง ปล้องที่ 10 เป็นที่ติดตั้งอวัยวะสืบพันธุ์ ส่วนตัวเมียปล้องที่ 10 เป็นอวัยวะวางไข่ ช่องเปิดอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียอยู่ระหว่างปล้องที่ 8 และ 9 (นฤมล, 2548)

2.3.4 ชีววิทยาและนิเวศวิทยา

ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำพบได้ในแหล่งน้ำจืดเกือบทุกแหล่งอาศัย และเป็นองค์ประกอบทางชีวภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งของสัตว์หน้าดินในลำธารตื้นๆ ส่วนมากมีระยะตัวอ่อน 5 ระยะ การที่ตัวอ่อนสามารถสร้างปลอกและนำปลอกติดตัวไปด้วยนี้เป็นการป้องกันตัวเองจากผู้ล่า ช่วยทำให้ตัวหนักขึ้นไม่ถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำ ช่วยพรางตัว รวมทั้งเอื้ออำนวยให้กระแสน้ำไหลผ่านเหงือกสำหรับการหายใจด้วย ตัวอ่อนบางพวกสร้างที่อาศัยแบบตรึงอยู่กับที่โดยตัวอ่อนปั่นใยสานเป็นตาข่ายใช้กรองอาหารที่ปนมากับกระแสน้ำ พวกที่สร้างท่อและหาอาหารโดยการแทะเล็มกิน ใช้ท่อเป็นที่กำบังขณะแทะเล็มหาอาหาร การที่ตัวอ่อนมีความหลากหลายในการสร้างปลอก ท่อหรือที่กำบังต่างๆ เหล่านี้ทำให้ตัวอ่อนมีที่อยู่อาศัยที่เฉพาะเจาะจงสูง (niche) ที่แตกต่างกันอย่างมาก นอกจากนี้ตัวอ่อนยังมีตัวแทนอยู่ในทุกกลุ่มย่อยของวิธีการหาอาหาร (Functional Feeding Groups) ซึ่งสิ่งเหล่านี้ช่วยให้ตัวอ่อนประสบความสำเร็จในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ตามแหล่งที่อยู่ต่างๆ ตัวอ่อนส่วนมากมี 5 ระยะ แต่บางชนิดอาจมีถึง 7 ระยะ ขณะที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตขึ้นทำให้ความหนาแน่น (จำนวนตัว/พื้นที่) เพิ่มขึ้นและอาจเกิดการขาดแคลนอาหารได้ ตัวอ่อนมีวิธีลดการแข่งขันโดยเกิดการหลุดลอยตัว (drift) ไปหาแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารใหม่ Otto (1971) ได้รายงานการหลุดลอยตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Potamophylax cingulata* ในลำธารประเทศสวีเดน เมื่อความหนาแน่นของตัวอ่อนเพิ่มขึ้นและเมื่อตัวอ่อนระยะสุดท้ายหาพื้นที่สำหรับเข้าดักแด้ นฤมล และวิโรจน์ (2541) ได้รายงานว่าพบตัวอ่อนระยะต้นของแมลงหนอนหนอนปลอกน้ำชนิดมีการหลุดลอยตัวในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ตัวอ่อนระยะสุดท้ายที่เจริญเต็มที่แล้วจึงเข้าดักแด้ ดักแด้ไม่กินอาหาร การเข้าดักแด้ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่อพร้อมจะออกจากดักแด้ ตัวเต็มวัยยังอยู่ในถุงหุ้ม ดักแด้ใช้ฟันกรามตัดถุงหุ้มดักแด้และปลอกดักแด้ออกมา จากนั้นว่ายน้ำขึ้นไปบนฝั่ง ผึ่งตัวจนปีกแห้งจึงเริ่มบิน ระยะตัวเต็มวัยกินน้ำหวาน การผสมพันธุ์เกิดขึ้นหลังจาการเกี้ยวพาราสี ซึ่งมักเกิดขึ้นในตอนหัวค่ำหรือหลังพระอาทิตย์ตกดิน ตัวเต็มวัยบินย้อยกลับไปทางต้นลำธารเพื่อวางไข่ในบริเวณที่รุ่นแม่เคยวางไว้ ไข่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1-0.5 มิลลิเมตร รูปร่างค่อนข้างกลมและอยู่เป็นกลุ่มภายในก้อนวุ้นที่ติดอยู่กับก้อนหิน ไข่มักพบอยู่บนก้อนหินหรือใกล้ริมฝั่งในบริเวณที่น้ำไหลไม่แรง เมื่อไข่ฟักเป็นตัว ตัวอ่อนของชนิดที่สร้างปลอกเริ่มต้นสร้างปลอกตั้งแต่เป็นตัวอ่อนระยะที่ 1 ซึ่งปลอกมักเป็นท่อทรงกระบอกแบบง่ายๆ ตัวอ่อนระยะต่อๆ มาจึงมีการสร้างปลอกที่มีลักษณะเฉพาะของชนิด การสร้างปลอกนี้พบว่าตัวอ่อนสร้างปลอกใหม่ต่อขึ้นไปจากปลอกเดิม เมื่อเสร็จสิ้นแล้วจึงกลับตัวลงมากัดตรงรอยต่อระหว่างปลอกใหม่กับปลอกเก่าทำให้ปลอกเก่าขาดหลุดออกไป Hansell (1968) ได้ศึกษาการสร้างปลอกของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Silo pallipes* แต่ตัวอ่อน

ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Helicopsychidae สร้างปลอกเป็นรูปเปลือกหอยฝาเดียวด้วยเม็ดทรายละเอียด และขยายขนาดของปลอกโดยการเพิ่มเม็ดทรายทำให้ขนาดของปลอกขยายใหญ่ขึ้น นฤมล (2548) ได้สังเกตการณ์สร้างปลอกของแมลงหนอนปลอกน้ำ สกุล *Glossosoma* วงศ์ Glossosomatidae พบว่าตัวอ่อนเริ่มสร้างปลอกเป็นท่อทรงกระบอกหุ้มตัว จากนั้นจึงโผล่ส่วนหัวและขาออกมาเพิ่มเติมส่วนฐานก่อนแล้วค่อยๆ สร้างทางด้านข้างขึ้นไปหาด้านบนจนได้ปลอกรูปโดม ตัวอ่อนกลับตัวไปมาในปลอกรูปโดม จนกระทั่งสร้างปลอกเสร็จสิ้นลงในระยะเวลาประมาณ 30 นาที สำหรับแมลงหนอนปลอกน้ำไร้ปลอก เมื่อหลุดจากที่อาศัย มันจะเดินสำรวจจนพบที่ที่เหมาะสมจึงเริ่มปั่นใยสร้างที่อาศัยใหม่ในระยะเวลาสั้นๆ

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำบางกลุ่มมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงถูกนำมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการติดตามและประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำร่วมกับตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายและตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (Rosenberg and Resh, 1993)

2.4 การประยุกต์ใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำเพื่อการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การตรวจวัดคุณภาพน้ำในลำธารและแม่น้ำโดยใช้ตัวชี้วัดชีวภาพ (bioindicator) ถือกำเนิดขึ้นในประเทศเยอรมนี โดยนักธรรมชาติวิทยาคือ Kolkwitz และ Marason เมื่อปี ค.ศ. 1909 โดยได้พัฒนาแนวคิดเรื่อง ระบบซาโปรเบียน (Saprobien system) ขึ้น สำหรับการระบุมลพิษจากสารอินทรีย์ในแม่น้ำซึ่งส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลง โดยได้ทำบัญชีรายชื่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวบ่งชี้กลุ่มต่างๆ เช่น จุลินทรีย์ สาหร่าย เชื้อรา โปรโตซัว และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบปรากฏในน้ำที่มีระดับมลพิษแตกต่างกัน สำหรับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินนั้น ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ ถูกจัดจำแนกไว้ในดัชนีสัตว์ที่ไม่ทนทานต่อภาวะออกซิเจนต่ำ (intolerant index) ซึ่งพบสัตว์เหล่านี้อาศัยอยู่ในน้ำคุณภาพดี หนอนริ้นน้ำจืดหรือ หนอนแดง (*Chironomus* sp.) และไส้เดือนน้ำจืด (*Tubifex* sp.) ถูกจัดไว้ในกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานต่อภาวะออกซิเจนต่ำ (tolerant index) ซึ่งพบสัตว์ทั้งสองประเภทนี้ในแหล่งน้ำที่มีมลพิษ วิธีการของแนวคิดนี้ได้ถูกนำไปใช้และได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางจากหลายประเทศในทวีปยุโรป แต่ได้รับความสนใจน้อยในทวีปอเมริกาเหนือ เนื่องจากสะท้อนเพียงมลพิษจากของเสียอินทรีย์ ไม่ใช่ของเสียจากสารพิษซึ่งเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดปัญหาในประเทศสหรัฐอเมริกา (Cairns and Pratt, 1993)

ระบบซาโปรเบียนได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางสำหรับใช้ประเมินคุณภาพน้ำในยุโรปตอนกลางหลายประเทศ Roback ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของ

แมลงน้ำ เขาได้ให้เหตุผลว่าการปรากฏตัวและไม่ปรากฏตัวของแมลงน้ำในแหล่งน้ำหนึ่งๆ อาจไม่ขึ้นกับคุณภาพน้ำเพียงอย่างเดียว แต่อาจขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น ความสามารถในการเข้ามาครอบครองพื้นที่ของแมลงชนิดนั้น ฤดูกาล หรือ กระแสน้ำ หรือ ลักษณะพื้นที่อาศัย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแมลงน้ำบางชนิดมีความทนทานต่อมลพิษในช่วงที่กว้างมาก (Roback, 1974 อ้างโดย Cairns and Pratt, 1993) ทฤษฎีพลวัตโครงสร้างชุมชนของ MacArthur and Wilson (1967) อธิบายเกี่ยวกับอัตราการหมุนเวียนของสิ่งมีชีวิตซึ่งแต่ละชนิดอาจหายไปบางช่วงเวลา และมีแนวคิดในการพิจารณาสิ่งมีชีวิตในภาพรวมคือ การพิจารณาทั้งชุมชนเกิดขึ้น Metcalfe (1989) กล่าวว่า ระบบซาโปรเบียนได้รับความสนใจลดน้อยลงและหลายประเทศในทวีปยุโรปได้เลิกใช้ไปเมื่อประมาณกลางปี ค.ศ. 1970

การนำแมลงน้ำในกลุ่ม EPT (Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera) มาใช้ในสหรัฐอเมริกาเพื่อเป็นเครื่องมือในการเตือนภัยเฝ้าระวังคุณภาพของแหล่งน้ำตลอดทุกปี โดยใช้ประโยชน์จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของความหลากชนิดของแมลงน้ำต่อคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นๆ การใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำนี้ได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายๆ ประเทศ ซึ่งแม้แต่ประประเทศนิวซีแลนด์ที่อยู่ห่างไกลออกไป (Quinn and Hickey, 1990) การใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้นได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายจนกระทั่งได้มีการนำวิธี EPA's rapid bioassesment protocol มาใช้ในการวิเคราะห์ผลร่วมด้วย (Plafkin *et al*., 1989) Wallace *et al*. (1996) ได้รายงานว่าเมื่อเร็วๆ นี้ ได้มีการลงนามให้ใช้แมลงน้ำในกลุ่ม EPT เป็นเครื่องมือในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ เพราะวิธีนี้เป็นวิธีที่จะนำมาใช้ได้ง่าย มีความเสถียรต่อแหล่งอ้างอิง และมีการแสดงให้เป็นถึงร่องรอยการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำได้

ในการจำแนกแมลงน้ำในกลุ่ม EPT ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีความทนทานนั้นจะสอดคล้องกับวิธีการใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (benthic macroinvertebrates) เป็นตัวประเมินคุณภาพน้ำในสหรัฐอเมริกา โดยมีรายงานย้อนหลังของ Richardson (1928) ซึ่งได้ศึกษาในแม่น้ำอิลลินอยส์ (Illinois River) โดยการใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในปี ค.ศ. 1950 ได้เป็นวิธีที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย และมีการตีพิมพ์ในระยะเวลาต่อมาโดยมีการกล่าวถึง Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera ว่าเป็นพวกที่ไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม (Gaufin and Tarzwell, 1952) ซึ่งในช่วงนั้นได้มีผู้เริ่มสำรวจและศึกษาการจำแนกสิ่งมีชีวิตที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมด้วย และมีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถที่ทำให้พวกมันทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ (Weber, 1973) และในเวลาต่อมาก็ได้มีการพัฒนาค่าดัชนีชี้วัดทางชีวภาพขึ้น (Hilsenhoff, 1977)

การใช้แมลงน้ำในกลุ่ม EPT เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในตอนเหนือของรัฐแคโรลไลนา (Carollina) สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา ภายใต้การดูแลของ David Penrose โดยข้อมูลเบื้องต้นทั้งหมดของการวิเคราะห์ได้ถูกเขียนเป็นแค่บันทึกไม่ได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในรายงานของรัฐบาล โดยพวกเขาได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่จะควบคุมคือ ภูเขาทางตอนเหนือของรัฐแคโรลไลนา ซึ่งมีความเด่นชัดของข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของความหลากชนิดของแมลงน้ำที่ดีที่สุด (ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 10 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน) ซึ่งสามารถที่จะนำมาใช้ในการทำนายคุณภาพน้ำได้โดยตรง ซึ่งพวกเขาได้กำหนดให้ชุดข้อมูลของแม่น้ำบนภูเขาและแหล่งน้ำบนภูเขาเป็นชุดควบคุม รวมถึงได้อธิบายข้อมูลประกอบในการเป็นตัวอย่างด้วย (Penrose *et al.*, 1980) ในการวิเคราะห์ทางชีวภาพโดยใช้กลุ่มสิ่งมีชีวิต เริ่มมีการปฏิบัติเป็นประจำทุกปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 โดยมีการกำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง และพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างจนเป็นวิธีที่เป็นมาตรฐานมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการนี้ไม่ได้มีการตีพิมพ์เป็นเอกสารเผยแพร่อย่างเป็นทางการ (Eatan and Lenat, 1991) ในปี ค.ศ. 1982 ก็ได้มีการพัฒนาวิธีการเลือกเก็บ การจำแนกชนิดความหลากหลายและแหล่งที่พบที่มีความเป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น (Anonymous A, 1983) และในปี ค.ศ. 1986 ได้มีการยกเลิกการใช้จำนวนรวมทั้งหมดของความหลากชนิดในการประเมินคุณน้ำซึ่งเป็นมาตรฐานลง โดยแนวโน้มของการวิเคราะห์ของจุดที่ไม่มีผลกระทบจะแสดงให้เห็นถึงความเสถียรของความหลากชนิดของแมลงน้ำในกลุ่ม EPT มากกว่าจำนวนความหลากหลายของแมลงทั้งหมด โดยสามารถใช้เป็นองค์ความรู้ในการใช้ความหลากชนิดของแมลงน้ำในกลุ่ม EPT ในประเมินคุณภาพน้ำต่อไป (Lenat, 1983)

สำหรับการศึกษาในประเทศไทยนั้น ได้มีผู้ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืดในภาคต่างๆ ของประเทศไทย การศึกษาในภาคเหนือ ได้มีการศึกษาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ดังงานของอิสระ (2541) ได้ศึกษาวงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Ugandatrichia maliwan* และคุณภาพน้ำที่ลำธารน้ำแม่กลางในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า *U. maliwan* มีวงชีวิตแบบ non-seasonal อาหารตัวอ่อนได้แก่ เศษซากอินทรีย์สาร, สาหร่ายสีเขียว และ สาหร่ายเซลล์เดียว (diatom) ความหลากหลายของชนิดตัวเต็มวัยพบ 15 วงศ์ 55 ชนิด วงศ์ที่เด่นได้แก่ Hydropsychidae, Philopotamidae และ Psychomyiidae ตามลำดับ วงศ์ Hydropsychidae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำและกระแสน้ำ วงศ์ Odontoceridae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ ต่อมา สมยศ (2543) ได้ศึกษาความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจากลำธาร 3 สายที่ระดับความสูงแตกต่างกันบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ 15 วงศ์ มีการกระจายตัวขึ้นกับชนิดของถิ่นที่อยู่ โดยวงศ์ที่อยู่บริเวณน้ำไหลเชี่ยว

ได้แก่วงศ์ Brachycentridae วงศ์ที่เด่นในบริเวณที่น้ำไหลเอื่อย ได้แก่วงศ์ Ecnomidae วงศ์ที่เด่นในบริเวณที่มีการสะสมของซากพืช ได้แก่วงศ์ Molannidae และยังพบอีกว่าวงศ์ Philopotamidae มีความสัมพันธ์ทางลบกับ ความกว้างของลำธาร ความเร็วกระแสน้ำ และความขุ่นใสของน้ำ และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าความเป็นด่างของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนที่ละลายน้ำ การศึกษาวงชีวิตของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดเดียวกันแต่ที่อยู่ต่างกัน พบว่าจะมีวงชีวิตไม่เหมือนกัน Chaibu (2000) ได้ศึกษาความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยในบริเวณแม่น้ำปิงตอนบน จังหวัดเชียงใหม่ พบแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งหมด 58 ชนิด 13 วงศ์ จากตัวอย่างแมลงเพศผู้ทั้งหมด 19,562 ตัว หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วย HMDS ordination และ TWINSPAN classification ได้แมลงหนอนปลอกน้ำที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ (Trichoptera indicator species) ทั้งหมด 24 ชนิด แบ่งเป็นชนิดที่ทนทานต่อมลพิษ (tolerant species) 7 ชนิด และชนิดที่มีความอ่อนไหวต่อมลพิษ (sensitive species) 11 ชนิด เป็นต้น แตงอ่อน (2542) ได้ศึกษาตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบแมลงหนอนปลอกน้ำรวม 18 วงศ์ 153 ชนิด จากการเปรียบเทียบลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปีกับลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วง พบว่าลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปีมีความหลากหลายของชนิดและจำนวนตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำมากกว่าลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วง จากทั้งหมด 18 วงศ์ มี 6 วงศ์ที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ Philopotamidae และวงศ์ Hydropsychidae รองลงมาได้แก่ วงศ์ Polycentropodidae, วงศ์ Lepidostomatidae, วงศ์ Rhyacophilidae และวงศ์ Psychomiidae จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยกับคุณภาพน้ำ พบว่าแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Odontoceridae และวงศ์ Polycentropodidae มีความสัมพันธ์กับค่า BOD, ค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ, อุณหภูมิน้ำและอากาศ และไนเตรท-ไนโตรเจนที่ละลายน้ำ วัลยลิกา (2542) ได้ศึกษาการใช้กลุ่มแมลงน้ำตัดสินคุณภาพน้ำจากลำธารบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยในช่วงเดือนกันยายน 2542 ถึง พฤศจิกายน 2543 ที่ระดับความสูง 950, 800, 700, 650 และ 550 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบแมลงน้ำ 9 อันดับ 62 วงศ์ จากการหาค่า % correspondence พบว่าที่ระดับความสูง 650-700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลมีความหลากหลายของแมลงน้ำสูงที่สุด และระดับความสูง ฤดูกาล และการใช้ที่ดิน มีผลต่อกลุ่มแมลงน้ำและคุณภาพน้ำในลำธาร

การศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มจากการศึกษาของ นฤมล และวิโรจน์ (2540) ได้ศึกษาเบื้องต้นในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ยรรยงค์ และคณะ (2540) ได้ศึกษาในบริเวณลุ่มน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบว่าการพัฒนาชุมชนเมืองโดยมีการสร้างสิ่งก่อสร้างกั้นแม่น้ำ

ชุมชนเมือง และโรงงานอุตสาหกรรม ล้วนแต่มีผลกระทบต่อชนิดและจำนวนของแมลงน้ำ โดยบริเวณต้นน้ำมีชนิดและความหนาแน่นของแมลงน้ำมากกว่าบริเวณปลายน้ำ กลุ่มแมลงน้ำที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ดีคือตัวอ่อนของแมลงน้ำพวกแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ โดยพบสัตว์กลุ่มนี้มากในบริเวณต้นน้ำที่ได้รับผลกระทบจากการรบกวนสิ่งแวดล้อมน้อย ในขณะที่บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าและบริเวณปลายน้ำที่ไหลผ่านชุมชนเมือง พบว่ามีแมลงน้ำในกลุ่มดังกล่าวน้อย แต่กลับพบตัวอ่อนของแมลงสองปีกและพวกหนอนแดง (Diptera) เป็นจำนวนมาก Sangpradub *et al.* (1996) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่กระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อชนิดและจำนวนตัวสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ ความลึก ความขุ่นของน้ำ ประเภทองค์ประกอบของพื้นลำธาร ความมากน้อยของต้นไม้ริมตลิ่ง สิ่งก่อสร้างกั้นแม่น้ำ ชุมชนเมือง และโรงงานอุตสาหกรรม Sangpradub *et al.* (1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและแมลงน้ำ ซึ่งได้ทำการศึกษาบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำเชิญ จังหวัดหนองคาย พบว่าบริเวณป่าธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวนจะมีการแพร่กระจายของชนิดแมลงน้ำสูงสุด โดยแมลงน้ำพวกแมลงหนอนปลอกน้ำและแมลงชีปะขาวเป็นชนิดเด่นที่พบ ส่วนบริเวณที่มีการทำการเกษตรใกล้แหล่งพื้นที่รับน้ำพบว่าความหลากหลายและการแพร่กระจายของแมลงน้ำลดลง โดยจะพบแมลงน้ำในกลุ่ม ริ้นน้ำจืดและไส้เดือนน้ำจืดเป็นชนิดเด่น นฤมล และคณะ (2541) ได้ใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเป็นดัชนีชีวภาพสำหรับการจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาในลุ่มน้ำพอง โดยกำหนดจากการให้ค่าคะแนนแก่สัตว์ตามความทนทานในแหล่งน้ำที่มีมลพิษจากสารอินทรีย์ และการพิจารณาสัดส่วน การกระจายของกลุ่มสัตว์ในโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินตามบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ที่ระดับต่างกันในแม่น้ำพอง จันดา (2541) พบว่าผลจากการถางป่าริมฝั่งลำธารเพื่อการเกษตรทำให้โครงสร้างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืดเปลี่ยนไป โดยในเขตพื้นที่เกษตรกรรมพบร้อยละของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำมีจำนวนต่ำ แต่ร้อยละของหนอนแดงมีจำนวนสูง นฤมล (2542) ได้ศึกษาการกระจายของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2541 – พฤษภาคม 2542 พบตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของ Ephemeroptera 10 วงศ์ 23 สกุล 25 ชนิด และ Trichoptera 19 วงศ์ 39 สกุล 88 ชนิด ส่วน Plecoptera พบเฉพาะระยะตัวอ่อนจำนวน 4 วงศ์ นฤมล และคณะ (2544) ได้ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptrera และ Trichoptera ในลำธารต้นน้ำภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการใช้ Surber sampler และ Emergence trap พบแมลงน้ำในกลุ่ม EPT ทั้งหมดอย่างน้อย 46 ชนิด 13 ชนิด และ 64 ชนิด ตามลำดับ และแมลงในกลุ่ม Plecoptera พบว่ามีความอ่อนไหวต่อมลภาวะและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยสามารถนำการกระจายและความหลากหลายของแมลงในกลุ่มนี้มาเป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะปลอดมลพิษของลุ่มน้ำได้ ภัชรินทร์ (2545) ได้ศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลกระทบจากกิจกรรมเกษตรต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด พบว่ากิจกรรมการเกษตรทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) และปริมาณฟอสเฟตมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ลดต่ำลงทำให้สัตว์ที่ต้องการออกซิเจนสูงอยู่ไม่ได้ จำนวนชนิด และจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินลดจำนวนลง โครงสร้างชุมชนสัตว์เปลี่ยนจากสัตว์ที่มีความไวสูง เช่น ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ และหอยหอม ไปเป็นสัตว์ที่มีความทนทาน เช่น ตัวอ่อนแมลงวันและหอยเจดีย์

การศึกษาในภาคกลาง ประทุม และคณะ (2545) ได้ศึกษาความหลากชนิดของแมลงสโตนฟลาย (plecopteran) ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยทำการเก็บตัวอย่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเชิงคุณภาพเดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนเมษายน 2544 ถึงเดือนมิถุนายน 2545 พบตัวอ่อนแมลงสโตนฟลาย 3 วงศ์ 9 สกุล ผลการศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของแมลงสโตนฟลาย พบว่าตัวอ่อนส่วนมากอาศัยอยู่ในกองเศษซากใบไม้ในบริเวณที่มีน้ำไหล ตัวอ่อนทุกสกุลมีการเจริญเติบโตในแต่ละระยะไม่พร้อมกัน (non-seasonal) ตัวเต็มวัยมีช่วงบินตั้งแต่ฤดูหนาวถึงฤดูร้อน สันนิษฐานว่าตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายมีชีวประวัติแบบ 1 ปี มีลูก 1 รุ่น (univoltine) การวิเคราะห์ทางเดินอาหารตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายชนิด *E. nigrogeniculatum* พบมีบทบาทเป็นผู้ล่า (predator) โดยส่วนใหญ่บริโภคตัวอ่อนแมลงน้ำ ได้แก่ ตัวอ่อนหนอนแดง (Chironomidae) ตัวอ่อนริ้นดำ (Simuliidae) เป็นต้น อาหารที่พบรองลงมาคือ เศษซากอินทรีย์สาร บุญเสฐียร และคณะ (2546) ได้ศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธาร อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี สัตว์ที่พบส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนแมลงน้ำ การกระจายตัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแบ่งได้ 3 กลุ่มตามลักษณะการใช้พื้นที่คือ พื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เขตชุมชน ซึ่งสถานีพื้นที่ป่ามีโครงสร้างชุมชนสัตว์แตกต่างจากสถานีในพื้นที่เกษตรกรรมและเขตชุมชนอย่างชัดเจน กรณีพื้นที่เกษตรกรรมความหลากชนิดของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำมีค่าต่ำ จำนวนของหนอนแดงมีสูง

การศึกษาในภาคตะวันตก โดย จริยา และคณะ (2548) ได้ศึกษา แมลงสโตนฟลาย และริ้นดำกับการเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำที่ทองผาภูมิตะวันตก ซึ่งผลการศึกษาแมลงสโตนฟลาย ในพื้นที่ทองผาภูมิตะวันตก พบแมลงตัวอ่อนแมลงเกาะหิน 9 ชนิด โดยตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายที่ พบเฉพาะพื้นที่ที่ถูกรบกวนคือ *Amphinemura* sp. และตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายที่พบเฉพาะพื้นที่ที่ ไม่ถูกรบกวนคือ *Phanoperla* sp. และ *Indonemora* sp. ส่วนผลการศึกษาริ้นดำชนิดที่พบเฉพาะใน พื้นที่ที่ถูกรบกวนคือ *Simulium* (*Gomphostilbia*) *duolongum* และ *S.* (*Nevermannia*) *aureohirtum* และริ้นดำชนิดที่พบเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนคือ *S.* (*Gomphostilbia*) *asakoae*, *S.* (*Gomphostilbia*) *decuplum*, *S.* (*Gomphostilbia*) *dentistylum* และ *S.* (*Gomphostilbia*) *sheilae*

การศึกษาในภาคใต้ โดย ศุภฤกษ์ (2539) ได้ศึกษาองค์ประกอบของแมลงน้ำของ ภาคใต้ และความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับจำนวนแมลงของแต่ละกลุ่มโดยเก็บตัวอย่าง แมลงจาก 23 ลำธาร 13 จังหวัดภาคใต้ ระหว่างเดือนมีนาคม และเมษายน 2538 โดยใช้สวิงน้ำเก็บ ตัวอย่างเป็นเวลา 20 นาทีของแต่ละลำธาร ผลการศึกษาพบแมลงน้ำ 9 อันดับ รวม 53 วงศ์ โดย ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ อุณหภูมิ ความลึกของ ลำธาร ความกว้างของลำธาร ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ และจำนวนแหล่งอาศัย กับ จำนวนวงศ์และจำนวนตัวของแมลงน้ำของทุกอันดับ พบว่าความเร็วของกระแสน้ำมีความสัมพันธ์ ในเชิงบวกกับจำนวนวงศ์ของแมลงน้ำและจำนวนตัวของแมลงทั้งหมดของทุกอันดับ สำหรับ อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับจำนวนตัวของแมลงทั้งหมดทุกอันดับ นอกจากนี้ ศุภฤกษ์ (2542) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสังคมของแมลงน้ำในฤดูกาลต่างๆ ในลำธารทางภาคใต้ของ ประเทศไทย จากการสำรวจแมลงน้ำจาก 23 ลำธาร 13 จังหวัดภาคใต้ ระหว่างช่วงฤดูฝนในเดือน ตุลาคม 2537 และช่วงฤดูร้อนในเดือนมีนาคมและเมษายน 2538 โดยใช้สวิงเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 20 นาทีของแต่ละลำธาร การศึกษาพบว่าในช่วงฤดูร้อนพบแมลงน้ำ 9 อันดับ รวม 53 วงศ์ ได้ผลคือ ใน ฤดูร้อนมีจำนวนวงศ์รวมทั้งหมดมากกว่าในฤดูฝน จำนวนตัวของแมลงน้ำของทุกอันดับพบในฤดู ร้อนมากกว่าในฤดูฝนเช่นกัน จำนวนวงศ์ของอันดับ Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Trichoptera และ Diptera พบในฤดูร้อนมากว่าในฤดูฝน ในฤดูร้อนจำนวนตัวของอันดับ Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Trichoptera และ Diptera มีมากกว่าในฤดูฝน สรุปว่าผลของ ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบ การกระจาย และสังคมของแมลงน้ำภาคใต้ของประเทศไทย มุรธา (2546) ได้ศึกษาผลของการเกษตรต่อการหลุดลอยของแมลงน้ำในลำธาร ในจังหวัดสงขลา โดย ศึกษาในลำธาร 5 สาย เปรียบเทียบระหว่างบริเวณป่ากับบริเวณเกษตรในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยใช้ drift net วางไว้ 24 ชั่วโมงต่อครั้ง ผลการศึกษาพบตัวอ่อนแมลงน้ำ 8 อันดับ 85 วงศ์ 116 ชนิด โดย พบจำนวนชนิดของแมลงน้ำที่หลุดลอยมากที่สุดในบริเวณเกษตรของลำธารของน้ำตกโตนงาช้าง

และน้อยที่สุดที่ในบริเวณป่าของลำธารของน้ำตกวังพา ผลการศึกษาในเชิงปริมาณพบว่าไม่พบความแตกต่างของอัตราการหลุดลอยของแมลงน้ำระหว่างลำธาร แต่บริเวณเกษตรมีอัตราการหลุดลอยของแมลงน้ำสูงกว่าในบริเวณป่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยบริเวณเกษตรมีความหนาแน่นของแมลงน้ำที่หลุดลอยสูงกว่าในบริเวณป่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการเกษตรมีผลต่อชนิด การแพร่กระจาย และความหลากหลายของแมลงน้ำ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายและการกระจายของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่ม EPT ในบริเวณน้ำตกโตนงาช้าง
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลวัตประชากรแมลงน้ำกลุ่ม EPT กับคุณภาพน้ำในน้ำตกโตนงาช้าง
3. เพื่อศึกษาผลกระทบจากกิจกรรมทางการเกษตรที่ส่งผลต่อแมลงน้ำกลุ่ม EPT ในบริเวณน้ำตกโตนงาช้าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินคุณภาพน้ำเบื้องต้น
2. ทราบถึงความหลากหลายและการแพร่กระจายของแมลงน้ำแต่ละชนิด และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพที่มีอยู่ในน้ำตกโตนงาช้าง
3. ทราบถึงผลกระทบที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม และใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศที่อาจเกิดขึ้นได้เพื่อนำไปใช้ในการหาวิธีที่จะอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมต่อไป

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1.วัสดุและอุปกรณ์

1.1 จานแก้ว (petri dish)

1.2 กระดาษ label

1.3 ขวดเก็บตัวอย่างตะกอน

1.4 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

1.5 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

1.6 forceps

1.7 แปรงสีฟัน

1.8 กะละมังเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร

1.9 surbur sampler

1.10 pipette และ dropper

1.11 ขวด vial ขนาด 1.5 ml

1.12 alcohol 80 %

1.13 ตลับเมตร

1.14 ไม้เมตร

1.15 กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

1.16 เครื่องวัดกรด-ด่าง (pH Meter)

1.17 เทอร์โมมิเตอร์

1.18 เครื่อง Spectrophotometer

1.19 ปากกาเคมี permanent สำหรับทำเครื่องหมาย

1.20 กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

1.21 กล่องเก็บตัวอย่างแมลง

2. วิธีการ

2.1 พื้นที่ศึกษา

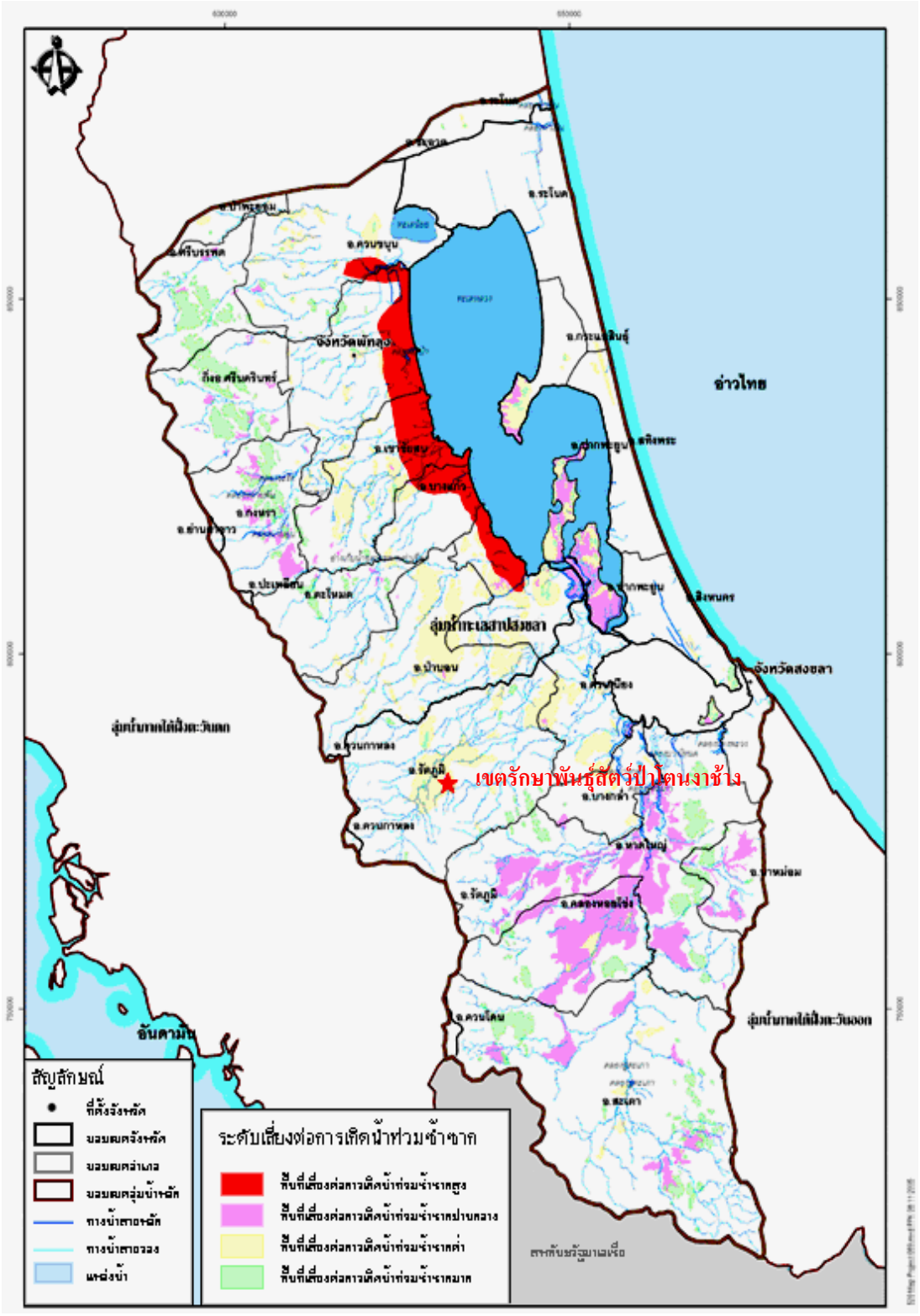
สถานที่ศึกษาคือ ลำธารน้ำของน้ำตกโตนงาช้างของบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา โดยกำหนดจุดเก็บตัวอ่อนแมลงน้ำในน้ำตกโตนงาช้าง ออกเป็น 3 ส่วน คือ บริเวณต้นน้ำคือ บริเวณลำธารน้ำตกโตนงาช้างชั้น 2 (โตนปลิว) เป็นบริเวณที่ไม่มีกิจกรรมการรบกวนจากมนุษย์ บริเวณกลางน้ำคือ บริเวณวัดน้ำตกโตนงาช้าง เป็นบริเวณที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์โดยมีการทำเกษตรกรรม และบริเวณปลายน้ำคือ บริเวณวัดหูแร่ เป็นบริเวณที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเข้าไปอยู่อาศัย และการทำเกษตรกรรม เป็นต้น

2.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง มีสภาพลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาที่สลับซับซ้อนของเทือกเขาบรรทัด มียอดเขาที่สูงที่สุด 932 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีบางส่วนรอบนอกทางทิศตะวันออก มีลักษณะเป็นหน้าผา สูงชัน จากลักษณะภูมิประเทศประกอบกับสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ปกคลุมพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญหลายสายที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พบว่า พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าประมาณร้อยละ 75 ขึ้นไป ประกอบด้วยป่าหลายลักษณะเมื่อแบ่งตามความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลางได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ ป่าดิบชื้นในพื้นที่ต่ำ ป่าดิบชื้นเชิงเขา และป่าดิบเขา เป็นต้น

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ตั้งอยู่บริเวณภาคใต้ของประเทศไทยในเขตจังหวัดสงขลาและจังหวัดสตูล ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา 33 ลิปดา ถึง 16 องศา 23 ลิปดาเหนือและเส้นแวงที่ 98 องศา 33 ลิปดา ถึง 99 องศา 07 ลิปดาตะวันออก ในท้องที่ตำบลทุ่งเสาตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ ตำบลท่าชะมวง ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา (รูปที่ 1) และตำบลทุ่งนุ้ย อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	:	จดอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ทิศใต้	:	จดอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล
ทิศตะวันออก	:	จดอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล และอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ทิศตะวันตก	:	จดอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



รูปที่ 4 ที่ตั้งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

ที่มา: ศูนย์ข้อมูลข่าวสาร สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 6 (สงขลา) (มปป.)

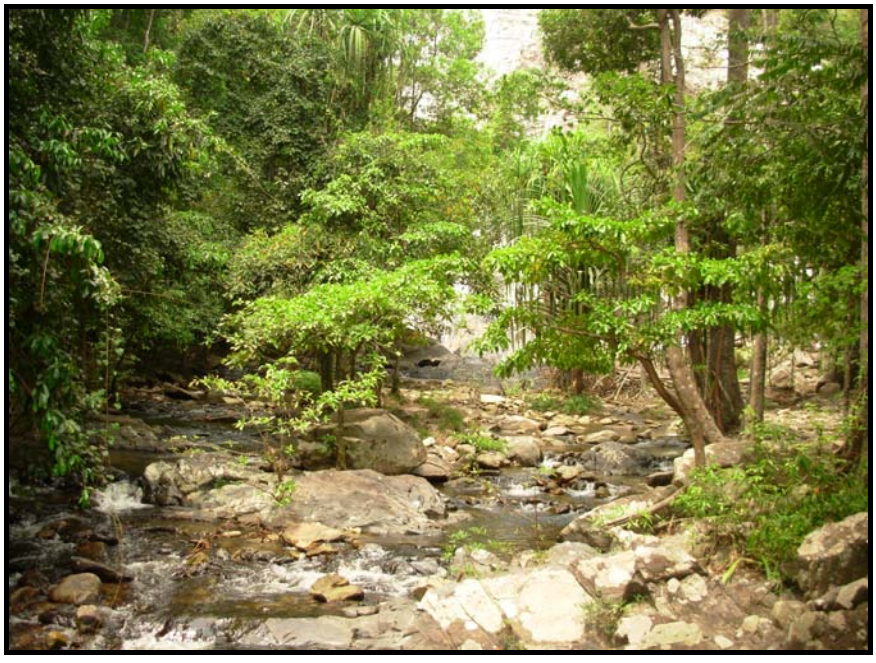
2.1.2 ลักษณะพื้นที่ศึกษา

การบรรยายลักษณะของลำธาร ได้จำแนกตามขนาดของพื้นอาศัย (substrate size) ตามเกณฑ์ของ Ward (1992) ได้แก่

- ตะกอนละเอียด (silt) มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.063 มิลลิเมตร
- ทราย (sand) มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0.063-2 มิลลิเมตร
- กรวด (gravel) มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2-16 มิลลิเมตร
- ก้อนหินขนาดเล็ก (pebble) มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 16-64 มิลลิเมตร
- ก้อนหินขนาดกลาง (cobble) มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 64-256 มิลลิเมตร
- ก้อนหินขนาดใหญ่ (boulder) มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 256 มิลลิเมตร

2.1.2.1 บริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

มีความกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 11.28 เมตร ความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 29.28 เซนติเมตร ลักษณะโดยทั่วไปของลำธารเป็นบริเวณที่มีน้ำไหลตลอดปี และมีสภาพของพื้นท้องน้ำ (substrate) หลายแบบแตกต่างกัน พื้นท้องน้ำบริเวณที่ศึกษาประกอบด้วย ก้อนหินขนาดใหญ่ (boulder) เป็นส่วนมาก ก้อนหินขนาดกลาง (cobble) เล็กน้อย และพื้นทราย (sand) บางบริเวณมีการสะสมของเศษซากใบไม้ (litter) บริเวณข้างลำธาร (riparian zone) มีต้นไม้ขนาดใหญ่ และเถาวัลย์ขึ้นปกคลุมตลอดบริเวณลำธาร (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 สภาพลำธารบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (น้ำตกโตนงาช้าง บริเวณชั้น 2)

2.1.2.2 บริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

มีความกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 8.83 เมตร ความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 22.11 เซนติเมตร ลักษณะโดยทั่วไปของลำธารเป็นบริเวณที่มีน้ำไหลตลอดปี พื้นท้องน้ำบริเวณที่ศึกษาประกอบด้วย ก้อนหินขนาดกลาง (cobble) เป็นจำนวนมาก ก้อนหินขนาดเล็ก (pebble) เล็กน้อย และพื้นทราย (sand) บริเวณข้างลำธารมีการเพาะปลูกพืชต่างๆ ในรูปแบบสวนผสม ได้แก่ กล้วย ขนุน เงาะ และทุเรียน บริเวณริมลำธารมีต้นไม้ขนาดใหญ่ และเถาวัลย์ขึ้นปกคลุมบริเวณลำธารแต่มีความหนาแน่นน้ำน้อยกว่าบริเวณต้นน้ำ (รูปที่ 6)

รูปที่ 6 สภาพลำธารบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (วัดน้ำตกโตนงาช้าง)

2.1.2.3 บริเวณปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

มีความกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 4.42 เมตร ความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 18.56 เซนติเมตร ลักษณะโดยทั่วไปของลำธารเป็นบริเวณที่มีน้ำไหลไม่สม่ำเสมอ พื้นท้องน้ำบริเวณที่ศึกษาประกอบด้วย ก้อนหินขนาดใหญ่เล็กน้อย ก้อนกรวด (gravel) ทราย (sand) และตะกอนละเอียด (silt) บริเวณข้างลำธารมีการเพาะปลูกพืชต่างๆ ในรูปแบบสวนผสมเช่นเดียว กับบริเวณกลางน้ำ และพบว่าบางบริเวณมีการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ได้แก่ ยางพารา และยังพบว่าเป็นแหล่งชุมชนมีการเข้าไปอยู่อาศัยตลอดแนวลำธาร บริเวณริมลำธารมีวัชพืชน้ำ เช่น ผักบุ้ง และต้นกก ขึ้นปกคลุม (รูปที่ 7)

รูปที่ 7 สภาพลำธารบริเวณปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (คลองวัดหูแร่)

2.2 การสุ่มเก็บตัวอย่าง

2.2.2 การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ

การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ จะใช้เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างคือ surber sampler ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทราบพื้นที่แน่นอน จึงเหมาะสำหรับการศึกษาในเชิงปริมาณ โดยในการสุ่มเก็บตัวอย่างแมลงน้ำจะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systemic random sampling) โดยจะสุ่มเก็บตัวอย่างจากบริเวณปลายของลำธารแล้วเดินทวนกระแสน้ำขึ้นไปเก็บตัวอย่างห่างกันจุดละ 5 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่อาศัยของแมลงน้ำมากที่สุดเพื่อใช้สำหรับการศึกษาในเชิงคุณภาพ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในสถานีทดลองละ 9 ตัวอย่างทดลอง (samples) โดยเก็บตัวอย่าง 2 เดือนต่อครั้ง เป็นระยะเวลา 1 ปี รวมทั้งหมด 6 ซ้ำ (replications) เพื่อใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพลวัตประชากรของแมลงน้ำในรอบปี ทั้งนี้อ้างอิงปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบฤดูกาล โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีตรวจอากาศสนามบินหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การเก็บตัวอย่างทำโดยวางเครื่องมือ surber sampler ขนาด 30 x 30 ตารางเซนติเมตร ให้ขนานไปกับพื้นท้องน้ำ และพยายามวางให้ขอบของ surber sampler ฝังลงไปในก้นพื้นท้องน้ำ จากนั้นกวนตะกอนที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ของ surber sampler เพื่อทำให้แมลงที่หลบซ่อน

ตัวอยู่นั้นลอยไปตามกระแสน้ำและเข้าไปอยู่ในถุงดักที่ทำด้วยตาข่าย โดยถ้าในบริเวณที่วาง surber sampler มีก้อนหินอยู่ก็ให้ใช้แปรงขนาดเล็กขัดเบาๆ เพื่อให้แมลงที่เกาะอยู่ลอยไปตามกระแสน้ำแล้วเข้าไปอยู่ในถุงดัก

นำตัวอย่างตะกอนที่ได้มาดองในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำตัวอย่างตะกอนที่ได้ไปคัดแยก ในห้องปฏิบัติการภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างแมลงน้ำที่แยกได้ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 8 เครื่องมือ surber sampler

2.3 การจำแนกแมลงน้ำในห้องปฏิบัติการ

การจำแนกตัวอย่างแมลงน้ำ โดยนำตัวอย่างแมลงน้ำที่ดองด้วยแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ มาแยกเศษขยะต่างๆ ออกให้เหลือแต่ตัวแมลง นำแมลงที่ได้มาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo เพื่อดูลักษณะรูปร่าง แล้วนำมาใช้จำแนกชนิดของแมลง โดยใช้คู่มือในการจำแนก ได้แก่

บุญเสฐียร บุญสูง. 2544. ความหลากหลายของแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae ในลำธารห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประทุม ฉายเสมแสง. 2546. ความหลากชนิดของแมลงสโตนฟลาย (Plecopteran) ในลำธารห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพรบูรณ์ เกตวงษา. 2544. ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาว (INSECTA : EPHEMEROPTERA) ในลำธารสามสายของอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมยศ ศิลาล้อม. 2543. ความหลากหลายและการกระจายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Dudgeon, D. 1999. Tropical Asian Streams: Zoobenthos, Ecology and Conservation. Hong Kong, Hong Kong University Press.

Yule, C. M. and Sen, Y. H. 2004. Freshwater Invertebrates on the Malaysian Region. Academy of Sciences Malaysia.

นำตัวอย่างแมลงที่จัดจำแนกแล้วมาใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง และเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ พร้อมทั้งติดฉลากรายละเอียดชื่อชนิดของแมลง

2.4 การตรวจนับจำนวนประชากรตัวอ่อนแมลงน้ำ

หลังจากที่ทำการจำแนกชนิดแล้ว นำตัวอย่างแมลงน้ำที่เก็บในแต่ละซ้ำของการทดลองมาตรวจนับจำนวนของตัวอ่อนแมลงน้ำแต่ละชนิดแล้วบันทึกผล

นำจำนวนของตัวอ่อนแมลงน้ำแต่ละชนิด มาหาค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity index) และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index) เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำต่อไป โดยคำนวณได้ดังนี้

2.4.1 ดัชนีความหลากหลาย (diversity Index)

ค่าดัชนีความหลากหลายโดยใช้สูตรของ Shannon-Weiner diversity index ที่ได้ดัดแปลงแล้ว (Clarke and Warwick, 2001) มีสูตร ดังนี้คือ

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

โดย H' ; ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner

Pi ; สัดส่วนของจำนวนตัวในแต่ละชนิด

2.4.2 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index)

การคำนวณค่าดัชนีความสม่ำเสมอของตัวอ่อนแมลงน้ำ ใช้วิธีของ Sheldon (1969) โดยมีสูตรดังนี้

$$E = H'/H\,max \quad \text{หรือ} \quad H / \ln S$$

โดย E ; ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

H' ; ค่าดัชนีความหลากหลาย

H_{max} ; ค่าดัชนีความหลากหลายที่มีค่ามากที่สุด (ในกรณีที่สามารถพบทุกชนิดที่มีความชุกชุมเท่ากับค่า ln S)

S ; จำนวนชนิดทั้งหมด

2.4.3 ค่าดัชนีความอุดมสมบูรณ์หรือดัชนีความชุกชุมทางชนิด (species richness index)

การคำนวณค่าดัชนิความอุดมสมบูณร์หรือดัชนีความชุกชุมทางชนิด คำนวณตามวิธีการ Clarke and Warwick (2001) โดยมีสูตรดังนี้

$$D = (S - 1) / \ln(n)$$

โดย D ; ค่าดัชนีความอุดมสมบูรณ์

S ; จำนวนชนิดที่พบ

n ; จำนวนตัวทั้งหมดที่พบ

ln ; natural logarithm

2.5 การศึกษาความสัมพันธ์แมลงน้ำกับคุณภาพน้ำ

2.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทำโดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีต่างๆ ของน้ำในลำธารน้ำตกที่ทำการสำรวจ โดยแบ่งออกเป็นปัจจัยต่างๆ ดังนี้

(1) ความกว้างและความลึกของลำธาร ณ จุดที่ทำการศึกษา

ความกว้างของลำธารวัดโดยใช้สายวัด แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ บริเวณขอบทั้งสองข้างของพื้นที่ที่ทำการศึกษา และจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่ทำการศึกษา แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยความกว้างของลำธารที่ทำการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการศึกษามากที่สุด ส่วนความลึกของลำธารวัดโดยใช้ไม้เมตร วัดความลึกของลำธาร แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ บริเวณขอบทั้งสองข้างของพื้นที่ที่ทำการศึกษา และจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่ทำการศึกษา แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยความลึกของลำธารที่ทำการศึกษา

(2) อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิน้ำ

อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิน้ำวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ หน่วยที่ใช้วัดเป็นองศาเซลเซียส การวัดอุณหภูมิอากาศจะวัดที่ในบริเวณลำธารที่ศึกษา โดยจะวัดในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก โดยระวังมิให้เทอร์โมมิเตอร์เปียกน้ำหรือถูกแสงแดดโดยตรงและระวังมิให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ถูกส่วนของร่างกาย โดยใช้ด้ายผูกแท่งเทอร์โมมิเตอร์แล้วแขวนไว้ในที่ร่มประมาณ 5 นาที แล้วอ่านค่าบันทึกผล ส่วนการวัดอุณหภูมิน้ำจะวัดที่บริเวณผิวน้ำ กลางน้ำ และก้นน้ำในบริเวณที่ศึกษา เนื่องจากพฤติกรรมการอยู่อาศัยของแมลงแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งบางชนิดอาจจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ บางชนิดอาจจะว่ายอยู่ในกระแสน้ำ และบางชนิดอาจจะอาศัยอยู่ที่ก้นท้องน้ำ

(3) ความเร็วกระแสน้ำ

วัดความเร็วกระแสน้ำโดยใช้ลูกเทนนิส ปล่อยให้ลอยอย่างอิสระในกระแสน้ำ โดยกำหนดระยะทาง 1 เมตร โดยขณะที่เริ่มปล่อยลูกเทนนิสให้เริ่มจับเวลาและเมื่อครบระยะทางที่กำหนดให้หยุดจับเวลา แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร

$$\text{ความเร็วกระแสน้ำ} = \frac{\text{ระยะทางที่กำหนดไว้}}{\text{เวลา}} \quad \text{(เมตร/วินาที)}$$

(4) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

วัดโดยใช้ เครื่องวัดกรด-ด่าง (pH Meter) ขั้นตอนในการวัดคือ ล้างอิเล็กโทรดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้ง ปรับเครื่อง pH Meterให้ได้มาตรฐาน โดยใช้สารละลายบัพเฟอร์มาตรฐานที่ pH ต่ำครั้งหนึ่งและที่ pH สูงอีกครั้งหนึ่ง จนเครื่องมืออ่านค่าได้ถูกต้อง วัด pH ของตัวอย่างน้ำในลำธาร โดยตักน้ำใส่ในบีกเกอร์ แล้วนำเครื่อง pH Meter จุ่มลงในบีกเกอร์ รอจนเครื่อง pH Meter อ่านค่าได้แน่นอนแล้วค่อยบันทึก

(5) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่า DO มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร เป็นค่าซึ่งแบคทีเรียในน้ำต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอนินทรีย์ ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียนี้จะทำให้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ดังนั้นในน้ำที่สะอาดจะมีค่า DO สูง และน้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำ วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำโดยการใช้เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen meter : DO meter) หย่อนหัววัดลงในน้ำอ่านค่าและบันทึกผล

(6) การวิเคราะห์ความขุ่นใสของน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำ ณ บริเวณที่ศึกษาใส่ในขวด โดยจะต้องเก็บรักษาตัวอย่างน้ำในอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการยุติปฏิกิริยาต่างๆ ของน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ต่อในห้องปฏิบัติการ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer อ่านค่าและบันทึกผล

(7) การวิเคราะห์สารเคมีในน้ำ

ก่อนเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หาสารเคมีทางการเกษตร ต้องสอบถามกับเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่ศึกษา ว่าได้มีการฉีดพ่นสารเคมีทางการเกษตรชนิดใดบ้าง โดยสอบถามเกษตรกร 20 หลังคาเรือนต่อพื้นที่ที่ศึกษา แล้วเลือกสารเคมีทางการเกษตรที่มีการใช้มากที่สุดมาใช้วิเคราะห์ โดยเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ณ บริเวณที่ศึกษา ใส่ถุงพลาสติก แล้วส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์หาสารเคมีทางการเกษตรที่มีการใช้มากที่สุด ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

2.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างพลวัตประชากรแมลงน้ำกับคุณภาพน้ำ

นำจำนวนและชนิดของแมลงน้ำที่สำรวจพบกับปัจจัยทางคุณภาพและเคมีของคุณภาพน้ำในน้ำตกโตนงาช้าง จ.สงขลา มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS (statistical package for social science) โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่ออธิบายความแตกต่างของปัจจัยทางคุณภาพและเคมีของคุณภาพน้ำระหว่างต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ และใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (two-way ANOVA) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของจำนวนและชนิดของแมลงน้ำที่สำรวจพบกับปัจจัยทางคุณภาพและเคมีของคุณภาพน้ำ และใช้วิธี Pearson Correlations ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านคุณภาพน้ำกับความหนาแน่นของแมลงน้ำที่สำรวจพบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำน้ำตกที่ทำการทดสอบ

บทที่ 3

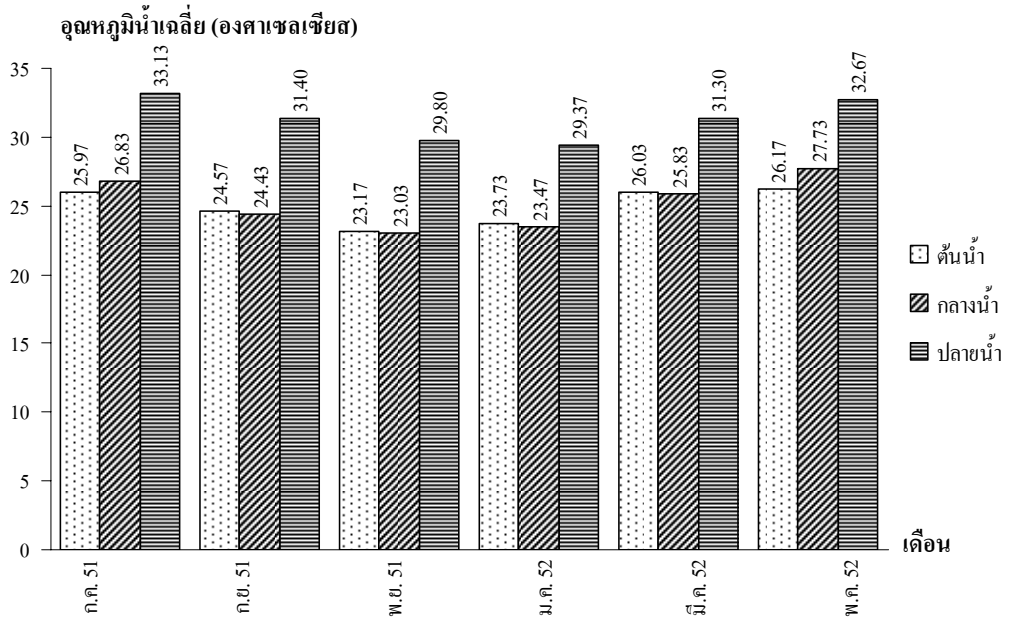
ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. องค์ประกอบสิ่งแวดล้อม

1.1 ปัจจัยทางกายภาพ

1.1.1 อุณหภูมิน้ำ

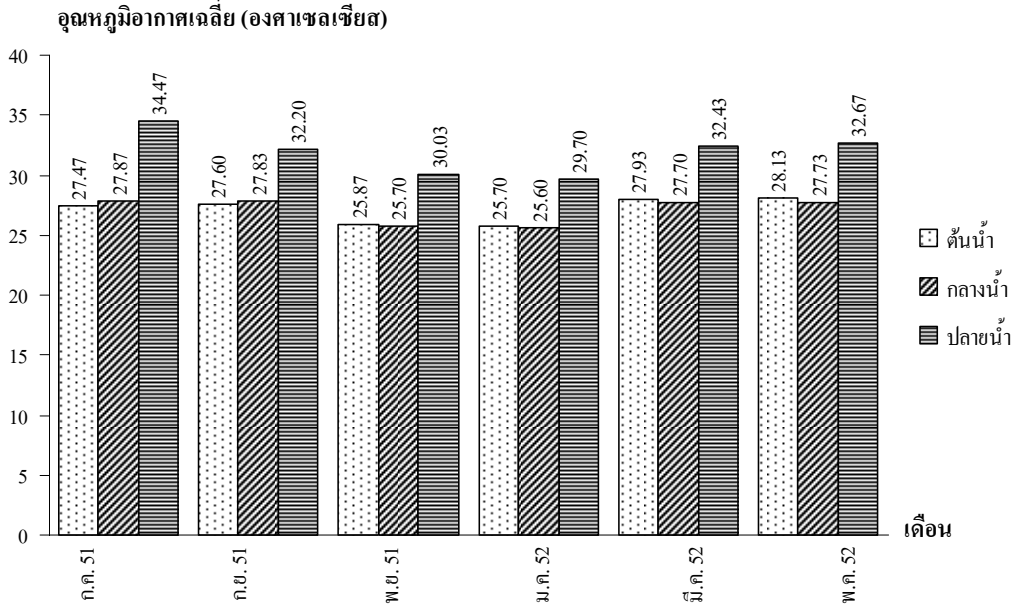
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำของทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 27.15±0.45 องศาเซลเซียส ในบริเวณต้นน้ำมีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 26.10±0.63 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 24.36±0.32 องศาเซลเซียส ในบริเวณกลางน้ำมีอุณหภูมิน้ำในฤดูร้อน 26.78±0.43 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 24.44±0.45 องศาเซลเซียส และในบริเวณปลายน้ำมีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 31.98±0.33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 30.93±0.45 องศาเซลเซียส (รูปที่ 9 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

1.1.2 อุณหภูมิอากาศ

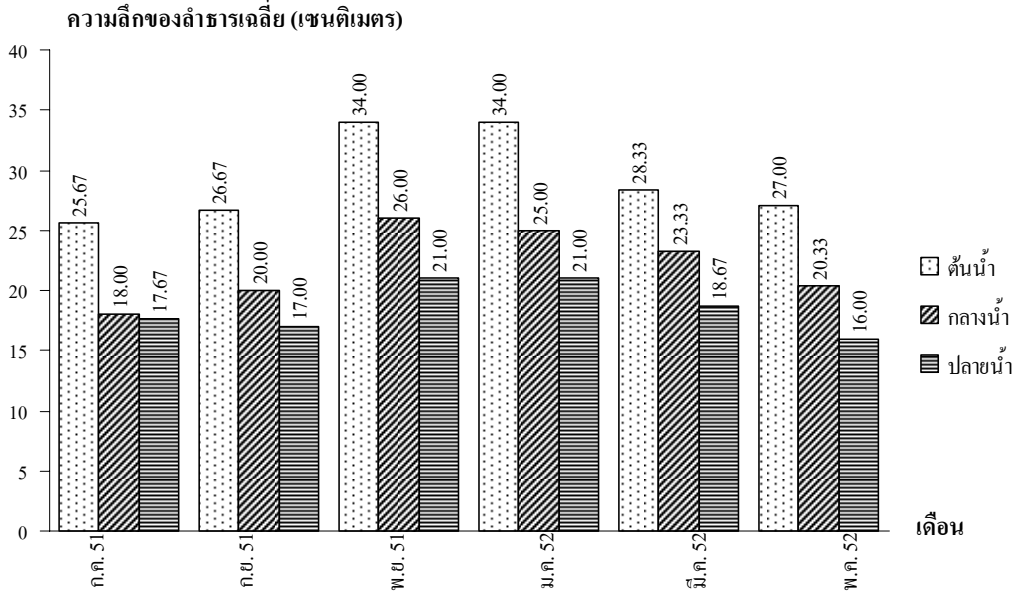
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศของทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 28.70±0.36 องศาเซลเซียส ในบริเวณต้นน้ำมีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในฤดูร้อน 28.03±0.10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในฤดูฝน 26.66±0.27 องศาเซลเซียส ในบริเวณกลางน้ำมีอุณหภูมิอากาศในฤดูร้อน 27.75±0.06 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในฤดูฝน 26.75±0.34 องศาเซลเซียส และในบริเวณปลายน้ำมีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในฤดูร้อน 32.55±0.14 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในฤดูฝน 31.60±0.58 องศาเซลเซียส (รูปที่ 10 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยอากาศในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

1.1.3 ความลึกของระดับน้ำในลำธาร

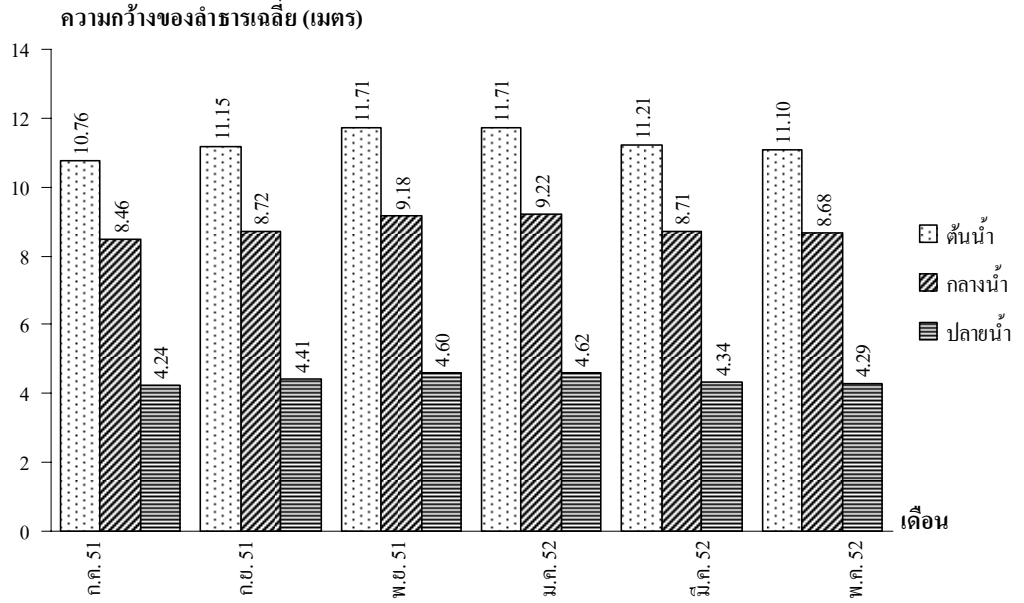
ค่าเฉลี่ยความลึกของระดับน้ำในทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 23.31±0.74 เซนติเมตร ในบริเวณต้นน้ำมีความลึกเฉลี่ยในฤดูร้อน 27.67±0.56 เซนติเมตร และความลึกเฉลี่ยในฤดูฝน 30.08±1.26 เซนติเมตร ในบริเวณกลางน้ำมีความลึกในฤดูร้อน 21.83±1.08 เซนติเมตร และความลึกเฉลี่ยในฤดูฝน 22.25±1.08 เซนติเมตร และในบริเวณปลายน้ำความลึกเฉลี่ยในฤดูร้อน 17.33±0.67 เซนติเมตร และความลึกเฉลี่ยในฤดูฝน 19.17±0.67 เซนติเมตร (รูปที่ 11 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 11 ค่าเฉลี่ยความลึกของลำธารในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

1.1.4 ความกว้างของลำธาร

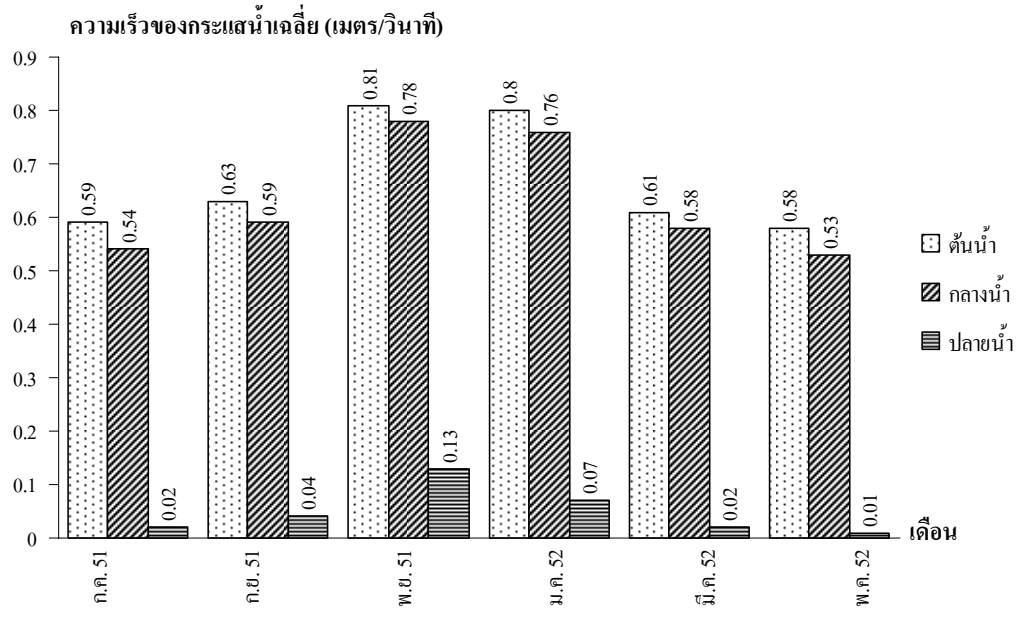
ค่าเฉลี่ยความกว้างของลำธารในทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 8.17±0.39 เมตร ในบริเวณต้นน้ำมีความกว้างของลำธารเฉลี่ยในฤดูร้อน 11.15±0.43 เมตร และความกว้างของลำธารเฉลี่ยในฤดูฝน 11.34±0.13 เมตร ในบริเวณกลางน้ำมีความกว้างของลำธารในฤดูร้อน 8.70±0.44 เมตร และความกว้างของลำธารเฉลี่ยในฤดูฝน 8.90±0.11 เมตร และในบริเวณปลายน้ำความกว้างของลำธารเฉลี่ยในฤดูร้อน 4.32±0.44 เมตร และความกว้างของลำธารเฉลี่ยในฤดูฝน 4.47±0.06 เมตร (รูปที่ 12 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยความกว้างของลำธารในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

1.1.5 ความเร็วของกระแสน้ำ

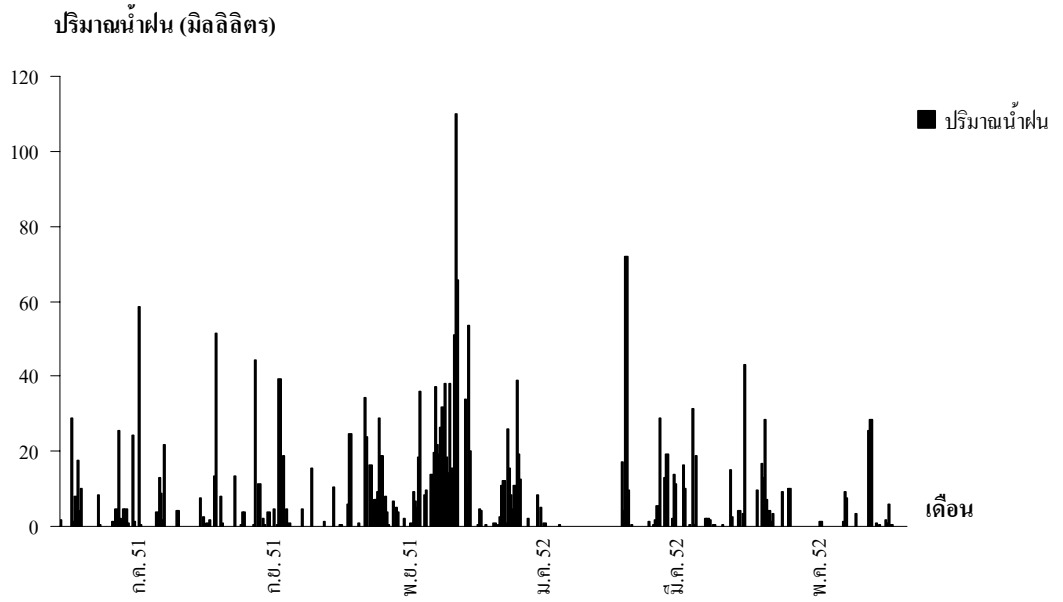
ค่าเฉลี่ยความเร็วของกระแสน้ำในทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 0.45±0.04 เมตรต่อวินาที ในบริเวณต้นน้ำมีความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 0.60±0.01 เมตรต่อวินาที และความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 0.71±0.03 เมตรต่อวินาที ในบริเวณกลางน้ำมีความเร็วของกระแสน้ำในฤดูร้อน 0.56±0.01 เมตรต่อวินาที และความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 0.67±0.03 เมตรต่อวินาที และในบริเวณปลายน้ำความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 0.02±0.00 เมตรต่อวินาที และความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 0.07±0.01 เมตรต่อวินาที (รูปที่ 13 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 13 ค่าเฉลี่ยความเร็วกระแสน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

1.1.6 ปริมาณน้ำฝน

อ้างอิงข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจาก สถานีตรวจอากาศสนามบินหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ช่วงที่ศึกษาอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2552 โดยในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 100.00±33.81 มิลลิลิตรต่อเดือน ส่วนในฤดูฝนมีปริมาณ 164.53±44.99 น้ำฝนเฉลี่ยมิลลิลิตรต่อเดือน (รูปที่ 14 และภาคผนวกตารางที่ 2)

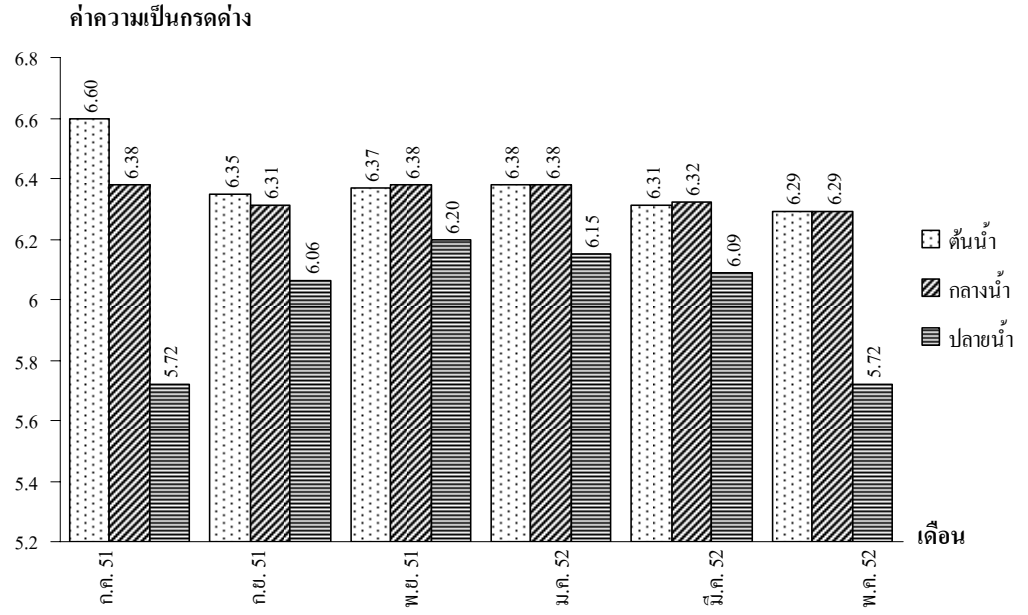


รูปที่ 14 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ของแต่ละเดือน ของอำเภอหาดใหญ่ จ.สงขลา ในระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2552

1.2 ปัจจัยทางเคมี

1.2.1 ความเป็นกรดด่างของน้ำ

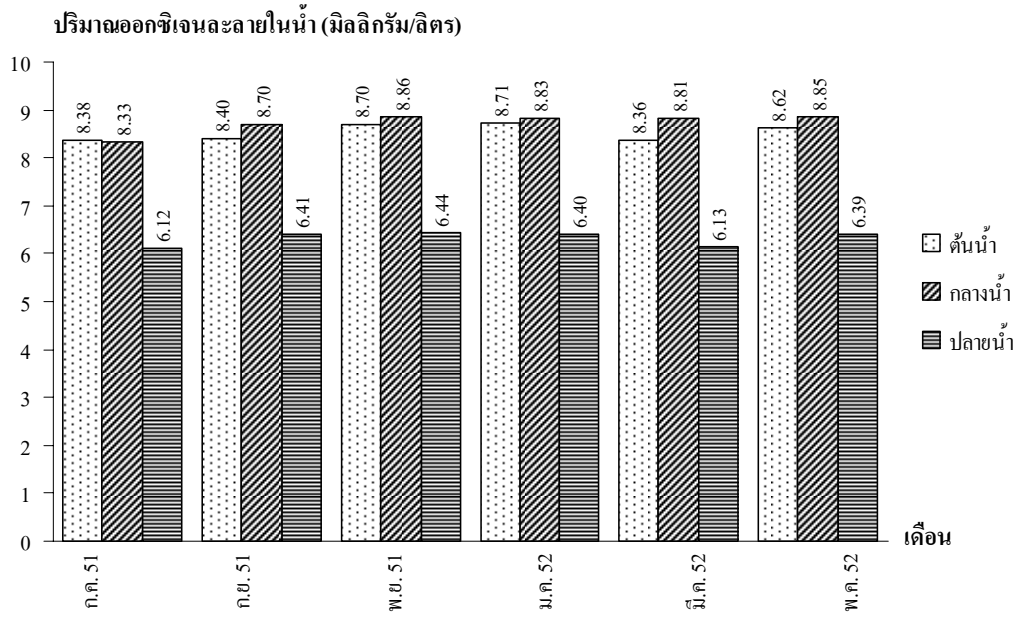
ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดด่างในทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 6.24±0.32 ในบริเวณต้นน้ำมีความเป็นกรดด่างเฉลี่ยในฤดูร้อน 6.31±0.01 และความเป็นกรดด่างเฉลี่ยในฤดูฝน 6.42±0.32 ในบริเวณกลางน้ำมีความเป็นกรดด่างในฤดูร้อน 5.90±0.11 และความเป็นกรดด่างเฉลี่ยในฤดูฝน 6.35±0.01 และในบริเวณปลายน้ำความเป็นกรดด่างเฉลี่ยในฤดูร้อน 6.30±0.01 และความเร็วเป็นกรดด่างในฤดูฝน 5.99±0.56 (รูปที่ 15 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 15 ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

1.2.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

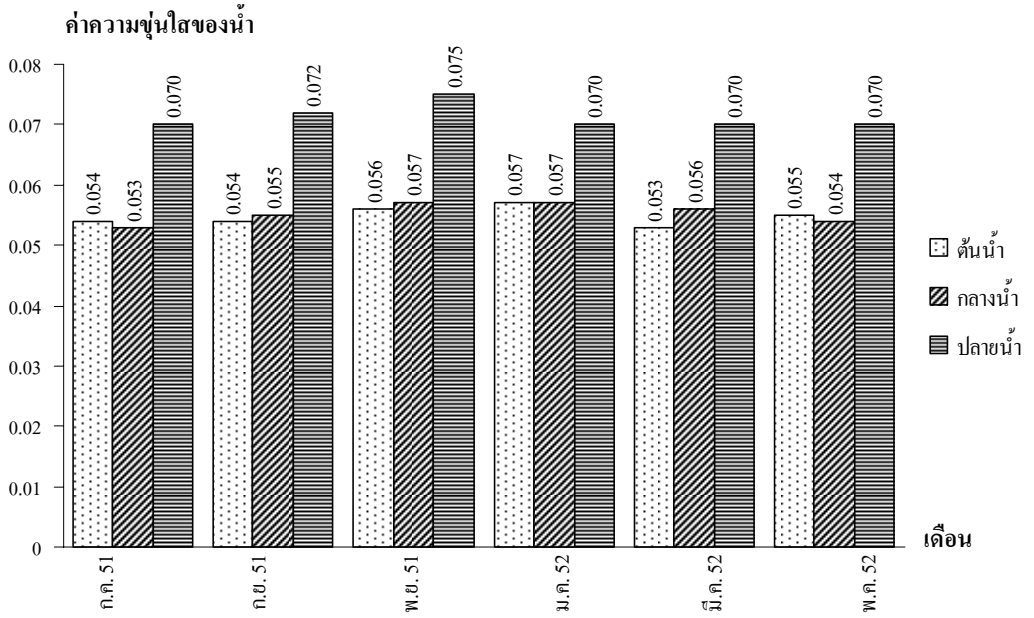
ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 7.86±0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ในบริเวณต้นน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 8.49±0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 8.55±0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ในบริเวณกลางน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 8.83±0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 8.68±0.73 มิลลิกรัมต่อลิตร และในบริเวณปลายน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 6.26±0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 6.34±0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 16 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 16 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

1.2.3 ค่าความขุ่นใสของน้ำ

ค่าเฉลี่ยความขุ่นใสของน้ำในทุกบริเวณ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 0.07±0.00 ในบริเวณต้นน้ำมีค่าความขุ่นใสของน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 0.05±0.00 และค่าความขุ่นใสของน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 0.06±0.00 ในบริเวณกลางน้ำมีค่าความขุ่นใสของน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 0.06±0.00 และค่าความขุ่นใสของน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 0.06±0.00 และในบริเวณปลายน้ำค่าความขุ่นใสของน้ำเฉลี่ยในฤดูร้อน 0.07±0.00 และค่าความขุ่นใสของน้ำเฉลี่ยในฤดูฝน 0.07±0.07 (รูปที่ 17 และภาคผนวกตารางที่ 1)



รูปที่ 17 ค่าเฉลี่ยค่าความขุ่นในของน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

จากการศึกษาองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝนของลำธารในแต่ละบริเวณ เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในบริเวณต้นน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ ($p<0.01$) อุณหภูมิอากาศ ($p<0.01$) ความเร็วกระแสน้ำ ($p<0.05$) ความเป็นกรดด่าง ($p<0.05$) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความขุ่นใส พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 3) ในบริเวณกลางน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ ($p<0.01$) ความเร็วกระแสน้ำ ($p<0.05$) ความเป็นกรดด่าง ($p<0.05$) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอุณหภูมิอากาศ ความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 4) และในบริเวณปลายน้ำ พบว่า ความเร็วกระแสน้ำ ($p<0.05$) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 5)

และเมื่อนำองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อม ของลำธารแต่ละบริเวณ มาทดสอบทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) (ภาคผนวกตารางที่ 6) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมของลำธารแต่ละบริเวณ โดยใช้ Post Hoc พบว่า ในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่าง และความขุ่นใส ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนความกว้างของลำธาร ($p<0.001$) ความลึกของลำธาร ($p<0.001$) และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($p<0.01$) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร ความเร็วกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความขุ่นใส มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) และในบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร ความเร็วกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความขุ่นใส มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) (ภาคผนวกตารางที่ 7)

จากการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและเคมีดังกล่าวของลำธารแต่ละบริเวณ แสดงให้เห็นว่า บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ มีปัจจัยทางกายภาพและเคมีใกล้เคียงกัน ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่าง และความขุ่นใส ส่วนความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีความแตกต่างกัน และจากการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำกับบริเวณปลายน้ำ พบว่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีของบริเวณปลายน้ำมีความแตกต่างกับบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำอย่างเห็นได้ชัด โดยในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมี อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความเป็นกรดด่าง และความขุ่นใส ต่ำกว่าบริเวณปลายน้ำ แต่มี ความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร ความเร็วกระแสน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ สูงกว่าบริเวณปลายน้ำ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเข้าไปใช้ประโยชน์จากพื้นที่บริเวณปลายน้ำโดยรอบในการทำการเกษตรและการอยู่อาศัย ทำให้ความหนาแน่นของป่าไม้ที่ปกคลุมพื้นที่ลำธารลดลง และมีการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Denicola และคณะ (1992) ที่พบว่า ลำธารบริเวณที่มีความหนาแน่นของป่าไม้หรือมีพืชปกคลุมมาก แสงสามารถส่องผ่านลงสู่พื้นที่ลำธารได้น้อย อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ บริเวณที่อยู่ใต้ร่มเงาจะต่ำ แต่เมื่อชั้นเรือนยอดของป่าไม้ถูกทำลายมาก ปริมาณแสงก็สามารถส่องผ่านลงถึงพื้นลำธารได้มากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศในบริเวณใกล้เคียงนั้นสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศในลำธารบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำที่มีป่าไม้ปกคลุมอยู่มากจึงต่ำกว่าอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศในลำธารบริเวณปลายน้ำที่มีต้นไม้และพืชปกคลุมน้อยกว่า และสอดคล้องกับ จันดา (2541) ที่ศึกษาพบว่า อุณหภูมิน้ำ และอุณหภูมิอากาศ มีความสัมพันธ์เชิงลบกับร้อยละความหนาแน่นของป่าไม้ที่ปกคลุมลำธาร และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ จันทิดา (2548) ที่ศึกษาพบว่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำในพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มความผันแปรเชิงเวลาไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปัจจัยใดที่เพิ่มในลำธารพื้นที่ป่าก็เพิ่มในลำธารพื้นที่เกษตรด้วย และปัจจัยใดลดก็ลดลงทั้งสองพื้นที่ โดยพบว่า ลำธารในพื้นที่เกษตรมีอุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ และความเป็นกรดด่างของน้ำ สูงกว่าลำธารในพื้นที่ป่า แต่พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่เกษตรมีค่าต่ำกว่าลำธารพื้นที่ป่า แสดงให้เห็นว่าเป็นผลมาจากกิจกรรมเกษตร

1.3 ผลกระทบจากกิจกรรมด้านการเกษตร

จากการเก็บตัวอย่างตะกอนดินจากก้นลำธารที่ศึกษาทั้ง 3 บริเวณ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์หาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยวิธี Gas Chromatography ด้วยเครื่องมือ HP 6890N Gas Chromatography with Flame Photometric Detector (ตารางที่ 1 และหน้า 133)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

สารประกอบกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ
1. Dichlovos	-	-	-
2. Dimethoate	-	-	-
3. Fenthion	-	-	-
4. Malathion	-	-	-
5. Mevinphos	-	-	-
6. Parathion-methyl	-	-	-

: + พบสัญญาณของสารประกอบ - ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ

จากการวิเคราะห์หาสารสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ปรากฏว่าไม่พบสัญญาณของสารประกอบกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งอาจเนื่องมาจากช่วงก่อนที่จะเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก จึงอาจทำให้มีการพัดพาเอาสารเคมีดังกล่าวลงไปยังลำธารด้านล่างที่ไม่ได้ทำการศึกษา จึงทำให้ตรวจไม่พบสัญญาณของสารประกอบกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

2. ความหลากหลายของชนิด (Species diversity)

2.1 ความมากน้อยของชนิด (Species richness)

ตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และภาคผนวกตารางที่ 8 แสดงผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยใช้เครื่องมือ surbur sampler ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2551 ถึงพฤษภาคม 2552

ตารางที่ 2 ชนิดของแมลงน้ำที่พบ โดยใช้เครื่องมือ surbur sampler ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

อันดับ	วงศ์	ชนิด	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis* sp.	+	+	-
		Centroptilum sp.	+	+	-
		Cloeon sp.	-	-	+
		Platybaetis sp.	+	+	-
	Caenidae	*Caenis* sp.1	+	+	+
		Caenis sp.2	+	+	+
	Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	+	+	-
		Tarleya sp.	+	-	-
		Uracantella sp.	+	-	-
	Ephemeridae	*Ephemera* sp.	+	-	-
	Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	+	+	-
		Thalerophyrus sp.	+	+	-
	Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	+	+	-
		Habrophebiodes sp.	+	+	-
		Traulus sp.	+	+	-
Plecoptera	Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	-	+	-
	Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	+	-	-
	Perlidae	*Kamimuria* sp.	+	+	-
		Neoperla sp.	+	+	-
		Phamoperla sp.	+	+	-
		Tetropina sp.	+	+	-

: + พบแมลงน้ำ - ไม่พบแมลงน้ำ

ตารางที่ 2 (ต่อ) ชนิดของแมลงน้ำที่พบ โดยใช้เครื่องมือ surbur sampler ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

อันดับ	วงศ์	ชนิด	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ
Trichoptera	Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	+	+	-
		Ganonema sp.	+	-	-
	Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	+	+	-
	Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	+	+	-
	Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	+	+	-
		Cheumatopsyche sp.1	+	+	-
		Cheumatopsyche tramota	+	-	-
		Diplectrona gombak	+	+	-
		Hydatomanicus klanklini	+	+	-
		Hydropsyche sp.	+	+	-
		Macrostemum dohrni	+	+	-
		Macrostemum sp.1	+	+	-
		Potamyia sp.	+	+	-
		Polymorphanicus astictus	+	+	-
	Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	+	+	-
	Goeridae	*Goera* sp.1	+	+	-
		Goera sp.2	+	+	-
	Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	+	+	-
	Leptoceridae	*Ceraclea* sp.	+	+	-
		Oecetis sp.	+	+	-
		Setodes sp.	-	+	-
	Odontoceridae	*Marilia* sp.	+	-	-
	Philopotamidae	*Chimarra* sp.	+	+	-
	Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	+	+	-
	Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	+	+	-
	Rhyacophilidae	*Rhyacophila* sp.	+	+	-
	Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	+	+	-

: + พบแมลงน้ำ - ไม่พบแมลงน้ำ

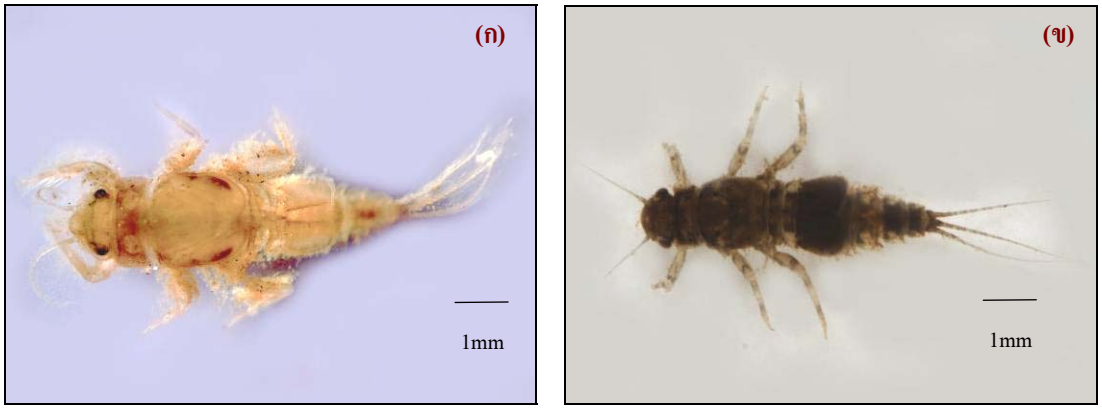
ตารางที่ 3 ความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำที่พบ ตามฤดูกาล ในแต่ละบริเวณของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

ฤดูกาล	ช่วงที่ศึกษา	จำนวนชนิด (richness)											
		ต้นน้ำ				กลางน้ำ				ปลายน้ำ			
		E	**P**	**T**	**รวม**	**E**	**P**	**T**	**รวม**	**E**	**P**	**T**	**รวม**
ฤดูร้อน	มค. 2552	7	4	16	27	7	3	17	27	3	0	0	3
	มีค. 2552	8	5	17	30	9	3	17	29	3	0	0	3
mean ±SE.		7.50±0.50	4.50±0.50	16.50±0.50	28.5±1.50	8.00±1.00	3.00±0.00	17.00±0.00	28.00±1.00	3.00±0.00	0	0	3.00±0.00
ฤดูฝน	กค. 2551	9	4	11	24	8	3	12	23	3	0	0	3
	กย. 2551	13	3	11	27	9	3	18	30	3	0	0	3
	ตค. 2551	7	4	18	29	6	1	20	27	3	0	0	3
	พค. 2552	8	5	20	33	7	4	18	29	3	0	0	3
mean ±SE.		9.25±1.32	4.00±0.41	15.00±2.35	28.25±1.89	7.50±0.65	2.75±0.63	17.00±1.73	27.25±1.55	3.00±0.00	0	0	3.00±0.00
Total mean±SE.		**8.67±.92**	**4.17±0.31**	**15.50±1.52**	**28.33±1.26**	**7.67±0.50**	**2.83±0.40**	**17.00±1.10**	**27.50±1.02**	**3.00±0.00**	**0**	**0**	**3.00±0.00**

: E = แมลงชีปะขาว, P = แมลงเกาะหิน และ T = แมลงหนอนปลอกน้ำ

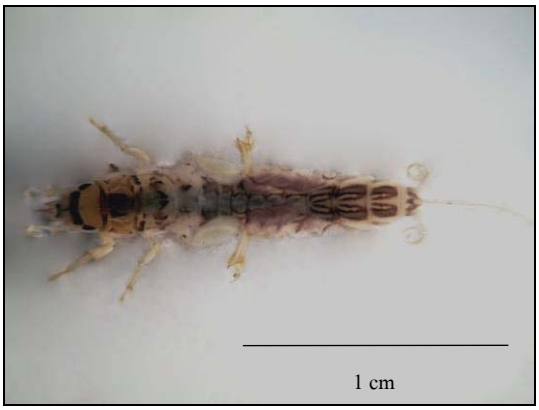
2.1.1 แมลงชีปะขาวที่พบในลำธารน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

รูปที่ 18 แมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Baetis* sp., รูปที่ (ข) ชนิด*Centroptilum* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Cloeon* sp., รูปที่ (ง) ชนิด *Platybaetis* sp.

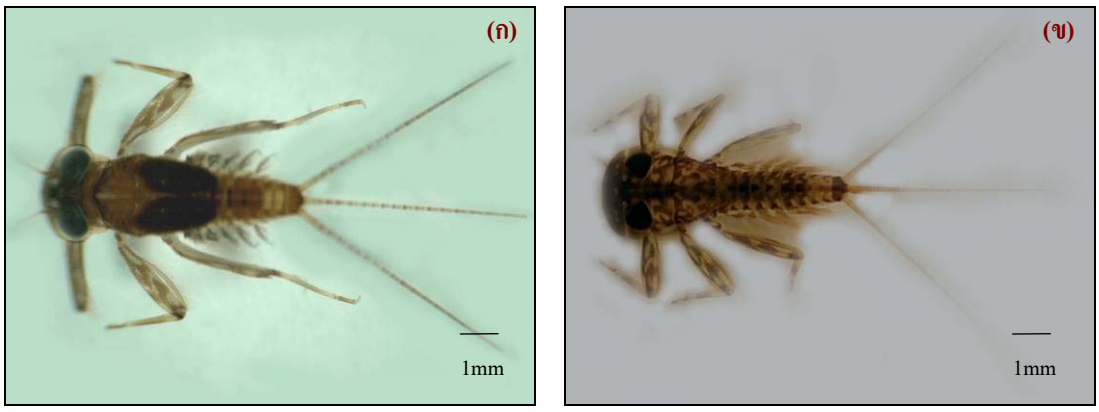


รูปที่ 19 แมลงชีปะขาววงศ์ Caenidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Caenis* sp.1, รูปที่ (ข) ชนิด *Caenis* sp.2

รูปที่ 20 แมลงชีปะขาววงศ์ Ephemerellidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Crinitella* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Torleya* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Uracantella* sp.



รูปที่ 21 แมลงชีปะขาววงศ์ Ephemeridae ชนิด *Ephemera* sp.



รูปที่ 22 แมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Campsoneuria* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Thalerophyrus* sp.

รูปที่ 23 แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophebiidae; รูปที่ 6.1 ชนิด *Habrophebiodes* sp., รูปที่ 6.2 ชนิด *Choroterpes* sp., รูปที่ 6.3 ชนิด *Traulus* sp.

2.1.2 แมลงสโตนฟลายที่พบในลำธารน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

รูปที่ 24 แมลงสโตนฟลายวงศ์ Neoephemeridae ชนิด *Neoephemerropsis* sp.

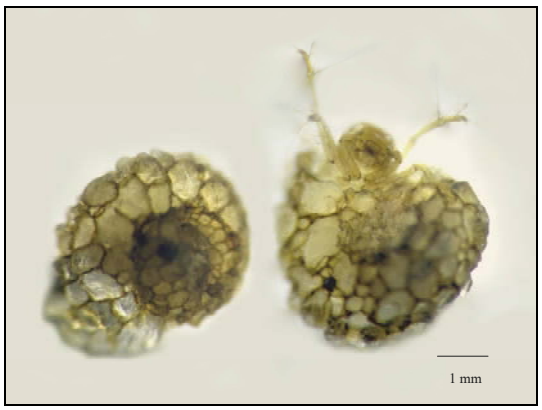
รูปที่ 25 แมลงสโตนฟลายวงศ์ Peltoperlidae ชนิด *Cryptoperla* sp.

รูปที่ 26 แมลงสโตนฟลายวงศ์ Perlidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Kamimuria* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Neoperla* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Phanoperla* sp., รูปที่ (ง) ชนิด *Tetropina* sp.

2.1.2 แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบในลำธารน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

รูปที่ 27 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Calamoceratidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Anisocentropus* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Ganonema* sp.

รูปที่ 28 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Ecnomidae ชนิด *Ecnomus* sp.

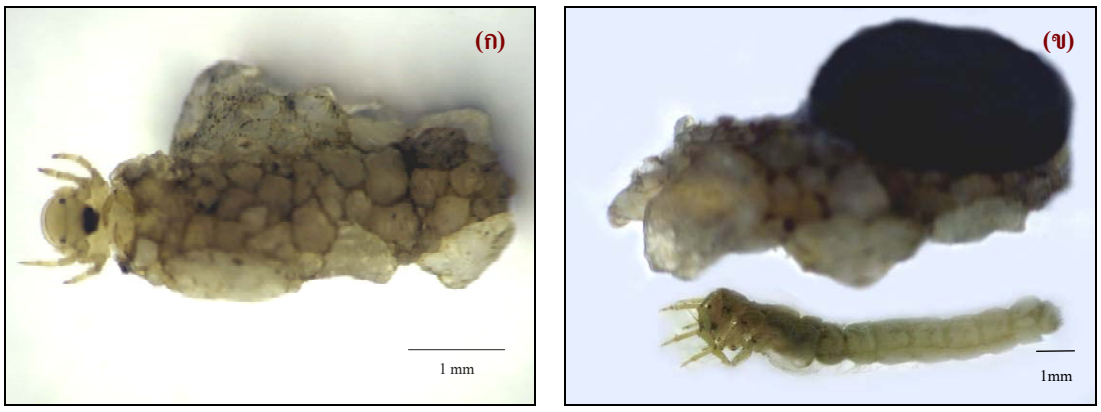


รูปที่ 29 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Helicopsychidae ชนิด *Helichopsyche* sp.

รูปที่ 30 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Cheumatopsyche copia* , รูปที่ (ข) ชนิด *Cheumatopsyche* sp.1, รูปที่ (ค) ชนิด *Cheumatopsyche tramota*, รูปที่ (ง) ชนิด *Diptectrona gombak*, รูปที่ (จ) ชนิด *Hydatomanicus klanklini*, รูปที่ (ฉ) ชนิด *Hydropsyche* sp.1

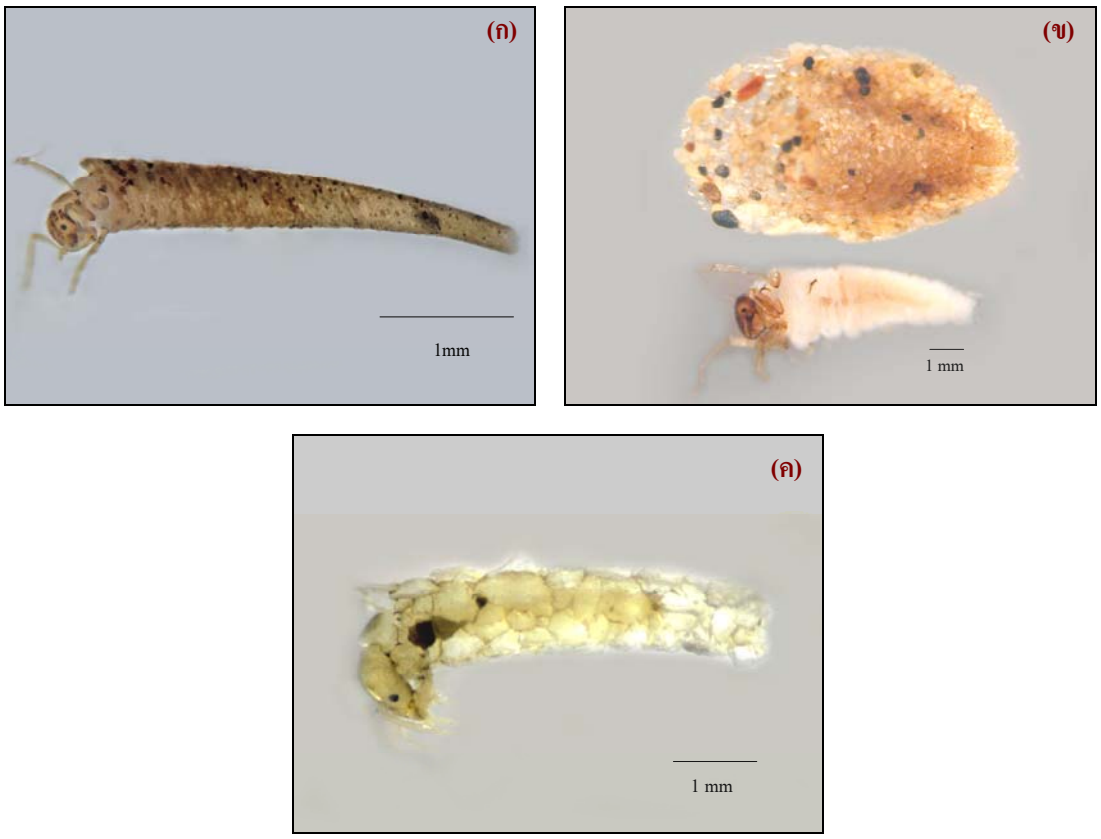
รูปที่ 31 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae; รูปที่ (ก) ชนิด *Macrostemum dohrni* , รูปที่ (ข) ชนิด *Macrostemum* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Polymorphanicus astictus*, รูปที่ (ง) ชนิด *Potamyia* sp.

รูปที่ 32 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydroptilidae ชนิด *Octhrotrichia* sp.



รูปที่ 33 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Goeridae; รูปที่ (ก) ชนิด *Goerea* sp.1, รูปที่ (ข) ชนิด *Goerea* sp.2

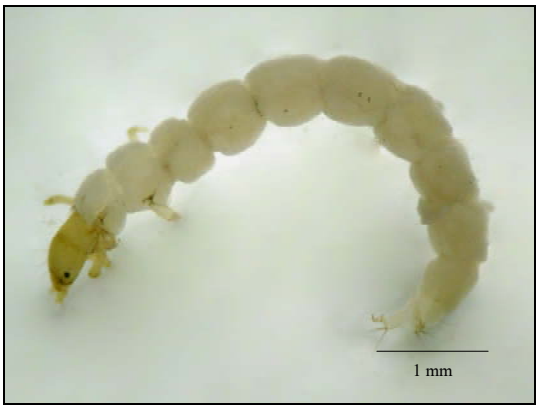
รูปที่ 34 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Lepidostomatidae ชนิด *Goerodes* sp.



รูปที่ 35 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae; รูปที่ (ก) ชนิด *Setodes* sp., รูปที่ (ข) ชนิด *Ceraclea* sp., รูปที่ (ค) ชนิด *Oecetis* sp.

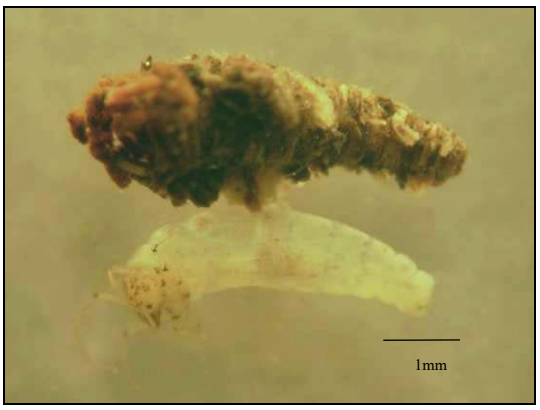
รูปที่ 36 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Odontoceridae ชนิด *Marilia* sp.

รูปที่ 37 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ชนิด *Chimarra* sp.



รูปที่ 38 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Polycentropodidae ชนิด *Pseudoneurechipsis* sp.

รูปที่ 39 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Psychomyiidae ชนิด *Psychomyia* sp.



รูปที่ 40 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Rhyacophilidae ชนิด *Rhyacophila* sp.

รูปที่ 41 แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Stenopsychidae ชนิด *Stenopsyche siamensis*

จากการสำรวจพบแมลงน้ำกลุ่ม EPT ในลำธารที่ศึกษารวมทั้งหมด 48 ชนิด โดยพบแมลงชีปะขาว 6 วงศ์ 15 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 3 วงศ์ 6 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 14 วงศ์ 27 ชนิด ในบริเวณต้นน้ำ พบแมลงชีปะขาว 14 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 26 ชนิด บริเวณกลางน้ำ พบแมลงชีปะขาว 11 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 24 ชนิด และบริเวณปลายน้ำพบแมลงชีปะขาว 3 ชนิด แต่ไม่พบแมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตารางที่ 2 และ 3)

แมลงชีปะขาวที่พบทั้ง 3 บริเวณ ได้แก่ *Caenis* sp.1 และ *Caenis* sp.2 แมลงชีปะขาวที่พบเฉพาะบริเวณต้นน้ำ ได้แก่ *Tarleya* sp., *Uracantella* sp. และ *Ephemera* sp. ส่วนแมลงชีปะขาวที่พบเฉพาะบริเวณปลายน้ำ ได้แก่ *Cloeon* sp. แมลงสโตนฟลายที่พบเฉพาะบริเวณต้นน้ำ ได้แก่ *Cryptoperla* sp. ส่วนแมลงสโตนฟลายที่พบเฉพาะบริเวณกลางน้ำ ได้แก่ *Neoephemerropsis* sp. แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบเฉพาะบริเวณต้นน้ำ ได้แก่ *Ganonema* sp., *Cheumatopsyche tramota* และ *Marilia* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบเฉพาะบริเวณกลางน้ำ ได้แก่ *Setodes* sp.

ค่าเฉลี่ยและค่าความผิดพลาดมาตรฐานของชนิดแมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ ในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 28.50±1.50 ชนิด ส่วนฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 28.25±1.89 ชนิด ในบริเวณกลางน้ำ ฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 28.00±1.00 ชนิด ส่วนฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 27.25±1.55 ชนิด และในบริเวณปลายน้ำ ฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 3.00±0.00 ชนิด ส่วนฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 3.00±0.00 ชนิด (ตารางที่ 3) จากผลการทดสอบทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (one-way ANOVA) ของค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดของแมลงน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า ในบริเวณต้นน้ำชนิดแมลงน้ำที่พบระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝนพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) บริเวณกลางน้ำชนิดแมลงน้ำที่พบระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝนพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) และบริเวณปลายน้ำชนิดแมลงน้ำที่พบระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝนพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 8)

ค่าเฉลี่ยและค่าความผิดพลาดมาตรฐานของชนิดแมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำมีค่าเท่ากับ 28.33±1.26 ชนิด บริเวณกลางน้ำมีค่าเท่ากับ 27.50±1.02 ชนิด และบริเวณปลายน้ำมีค่าเท่ากับ 3.00±0.00 ชนิด (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าบริเวณต้นน้ำและมีค่าเฉลี่ยและค่าความผิดพลาดมาตรฐานของชนิดแมลงน้ำที่พบใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่าบริเวณปลายน้ำ เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองปัจจัย (two-way ANOVA) ของค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดของแมลงน้ำระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า ฤดูกาลที่เก็บตัวอย่างแมลงน้ำกับจำนวนชนิดของแมลงน้ำที่พบของทั้งสามบริเวณพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($F=0.090$, $p>0.05$) ส่วนบริเวณที่เก็บ

ตัวอย่างแมลงน้ำกับจำนวนชนิดของแมลงน้ำพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($F=12.760$, $p<0.05$) ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับบริเวณที่เก็บตัวอย่างแมลงน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($F=0.036$, $p>0.05$) แสดงให้ว่า ฤดูกาลและบริเวณที่เก็บตัวอย่างไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ในการส่งผลต่อจำนวนชนิดของแมลงน้ำที่พบ (ภาคผนวกตารางที่ 9)

จากผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบสองปัจจัยของความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง พบว่า บริเวณที่เก็บตัวอย่างแมลงน้ำมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงนำผลการเปรียบเทียบแบบพหุคูณของบริเวณที่เก็บตัวอย่างแมลงน้ำมาพิจารณา พบว่า จำนวนชนิดของแมลงน้ำที่พบระหว่างบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จำนวนชนิดของแมลงน้ำที่พบระหว่างบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) และจำนวนชนิดของแมลงน้ำที่พบระหว่างบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) (ภาคผนวกตารางที่ 10)

2.2 ความชุกชุมของแมลงน้ำ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแมลงน้ำแต่ละชนิดระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและความผิดพลาดมาตรฐาน (mean±SE.) ของจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (n=6)

			ค่าเฉลี่ยจำนวนตัว (mean±SE.)		
อันดับ	**วงศ์**	**ชนิด**	**ต้นน้ำ**	**กลางน้ำ**	**ปลายน้ำ**
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis* sp.	29.17±10.41	37.50±9.44	0.00
		Centroptilum sp.	7.67±2.90	6.00±5.03	0.00
		Cloeon sp.	20.67±4.24	31.33±6.48	0.00
		*Platybaeti*s sp.	0.00	0.00	53.00±14.27
	Caenidae	*Caenis* sp.1	0.17±0.17	0.17±0.17	63.33±9.93
		Caenis sp.2	0.67±0.67	0.67±0.67	31.50±6.51
	Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	13.50±5.91	6.00±3.19	0.00
		Tarleya sp.	0.67±0.67	0.00	0.00
		Uracantella sp.	0.33±0.33	0.00	0.00
	Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0.17±0.17	0.00	0.00
	Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	17.83±8.02	15.17±4.28	0.00
		Thalerophyrus sp.	13.17±4.03	45.67±8.57	0.00
	Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	10.17±3.41	10.50±2.78	0.00
		Habrophebiodes sp.	20.67±6.23	10.83±3.30	0.00
		Traulus sp.	1.00±1.00	0.50±0.22	0.00
Plecoptera	Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0.00	0.17±0.17	0.00
	Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	1.67±0.67	0.00±0.00	0.00
	Perlidae	*Kamimuria* sp.	12.00±3.14	10.17±3.15	0.00
		Neoperla sp.	5.33±1.78	4.17±1.35	0.00
		Phamoperla sp.	19.83±2.77	17.83±1.66	0.00
		Tetropina sp.	1.17±0.40	0.33±0.33	0.00

ตารางที่ 4 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและความผิดพลาดมาตรฐาน (mean±SE.) ของจำนวนตัวของแมลงน้ำที่พบระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง (n=6)

			ค่าเฉลี่ยจำนวนตัว (mean±SE.)		
อันดับ	**วงศ์**	**ชนิด**	**ต้นน้ำ**	**กลางน้ำ**	**ปลายน้ำ**
Trichoptera	Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	5.17±3.30	4.50±0.43	0.00
		Ganonema sp.	0.17±0.17	0.00	0.00
	Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	2.83±1.28	6.17±2.48	0.00
	Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	11.33±4.79	11.17±4.45	0.00
	Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	19.33±4.10	12.83±7.25	0.00
		Cheumatopsyche sp.1	9.17±5.53	4.67±2.76	0.00
		Cheumatopsyche tramota	0.33±0.33	0.00	0.00
		Diplectrona gombak	1.50±1.12	3.00±2.25	0.00
		Hydatomanicus klanklini	4.00±2.46	1.00±0.52	0.00
		Hydropsyche sp.	6.67±3.20	12.00±4.93	0.00
		Macrostemum dohrni	3.00±0.45	1.83±0.54	0.00
		Macrostemum sp.1	2.00±0.37	2.00±0.45	0.00
		Potamyia sp.	10.17±4.38	15.50±5.55	0.00
		Polymorphanicus astictus	4.50±0.71	4.50±0.43	0.00
	Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	1.17±0.75	2.67±1.89	0.00
	Goeridae	*Goera* sp.1	0.83±0.83	4.00±1.51	0.00
		Goera sp.2	0.17±0.17	3.00±2.80	0.00
	Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	2.50±1.20	0.50±0.34	0.00
	Leptoceridae	*Ceraclea* sp.	0.67±0.67	4.50±2.57	0.00
		Oecetis sp.	13.67±9.63	17.67±4.48	0.00
		Setodes sp.	0.00	0.33±0.21	0.00
	Odontoceridae	*Marilia* sp.	0.17±0.17	0.00	0.00
	Philopotamidae	*Chimarra* sp.	16.50±3.82	12.67±6.58	0.00
	Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	2.50±1.26	6.67±3.62	0.00
	Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	0.50±0.34	2.33±1.20	0.00
	Rhyacophilidae	*Rhyacophila* sp.	0.17±0.17	0.17±0.17	0.00
	Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	43.67±10.42	18.00±6.87	0.00

จากการศึกษาสามารถจัดกลุ่มแมลงน้ำได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มแมลงน้ำที่พบทั้งบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ได้แก่ แมลงชีปะขาว ชนิด *Caenis* sp.1 และ *Caenis* sp.2 แมลงชีปะขาวชนิด *Caenis* sp.1 พบจำนวนตัวเฉลี่ยที่บริเวณปลายน้ำมากกว่าบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ โดยพบจำนวนตัวเฉลี่ยในบริเวณต้นน้ำเท่ากับ 0.17±0.17 ตัว กลางน้ำเท่ากับ 0.17±0.17 ตัว และปลายน้ำเท่ากับ 63.33±9.93 ตัว ส่วนแมลงชีปะขาวชนิด *Caenis* sp.2 พบจำนวนตัวเฉลี่ยที่บริเวณปลายน้ำมากกว่าบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ โดยพบจำนวนตัวเฉลี่ยในบริเวณต้นน้ำเท่ากับ 0.67±0.67 ตัว กลางน้ำเท่ากับ 0.67±0.67 ตัว และปลายน้ำเท่ากับ 31.50±6.51 ตัว (ตารางที่ 4)

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มแมลงน้ำที่พบทั้งบริเวณกลางน้ำ และปลายน้ำ ได้แก่ แมลงชีปะขาวชนิด *Baetis* sp., *Centroptilum* sp., *Platybaetis* sp., *Crinitella* sp., *Campsoneuria* sp., *Thalerophyrus* sp., *Habrophebiodes* sp., *Choroterpes* sp. และ *Traulus* sp. แมลงสโตนฟลาย ชนิด *Kamimuria* sp., *Neoperla* sp., *Phamoperla* sp. และ *Tetropina* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำ ชนิด *Anisocentropus* sp., *Ecnomus* sp., *Helicopsyche* sp., *Cheumatopsyche copia*, *Cheumatopsyche* sp.1, *Diplectrona gombak*, *Hydatomanicus klanklini*, *Hydropsyche* sp., *Macrostemum dohrni*, *Macrostemum* sp.1, *Potamyia* sp , *Polymorphanicus astictus*, *Orthotrichai* sp., *Goera* sp., *Goera* sp.2, *Goerodes* sp., *Ceraclea* sp., *Oecetis* sp., *Chimarra* sp., *Stenopsyche siamensis*, *Pseudoneurachipsis* sp., *Psychomyia* sp. และ *Rhyacophila* sp.,

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มแมลงน้ำที่พบเฉพาะบริเวณต้นน้ำ ได้แก่ แมลงชีปะขาว ชนิด *Tarleya* sp., *Uracantella* sp. และ *Ephemera* sp. แมลงสโตนฟลาย ชนิด *Cryptoperla* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำ ชนิด *Ganonema* sp., *Cheumatopsyche tramota* และ *Marrilia* sp.

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มแมลงน้ำที่พบเฉพาะบริเวณกลางน้ำ ได้แก่ แมลงเกาะหิน ชนิด *Neoephemerropsis* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำ ชนิด *Setodes* sp.

กลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มแมลงน้ำที่พบเฉพาะบริเวณปลายน้ำ ได้แก่ แมลงชีปะขาว ชนิด *Cloeon* sp.

2.3 ดัชนีความหลากหลายของชนิด

จากการศึกษาความหลากหลายของชนิดและความสม่ำเสมอของการแพร่กระจายของแมลงน้ำ พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon-Weiner index) ของกลุ่มแมลงในกลุ่ม EPT ในบริเวณต้นน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณกลางน้ำ และปลายน้ำ ตามลำดับ โดยในบริเวณต้นน้ำมีค่าเท่ากับ 3.165 กลางน้ำมีค่าเท่ากับ 3.137 และปลายน้ำมีค่าเท่ากับ 1.060 สำหรับค่าความสม่ำเสมอของการแพร่กระจาย (Evenness) ของแมลงในกลุ่ม EPT ในบริเวณต้นน้ำมีค่าเท่ากับ 0.831 กลางน้ำมีค่าเท่ากับ 0.850 และปลายน้ำมีค่าเท่ากับ 0.965 (ตารางที่ 5)

เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบริเวณ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (one-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % พบว่าดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำในกลุ่ม EPT ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) (ภาคผนวกตารางที่ 11) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำในกลุ่ม EPT ของลำธารแต่ละบริเวณ โดยใช้ Post Hoc พบว่า ระหว่างบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดัชนีความหลากหลายระหว่างบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) และดัชนีความหลากหลายระหว่างบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) (ภาคผนวกตารางที่ 12)

ตารางที่ 5 จำนวนชนิด จำนวนตัว และดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

อันดับ	วงศ์	ชนิด	ต้นน้ำ			กลางน้ำ			ปลายน้ำ			รวม
			n_i	p_i	Pi ln pi	n_i	p_i	Pi ln pi	n_i	p_i	Pi ln pi	
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis* sp.	175	0.086	-0.211	225	0.108	-0.240	0	-	-	400
		Centroptilum sp.	46	0.023	-0.086	36	0.017	-0.070	0	-	-	82
		Cloeon sp.	0	-	-	0	-	-	318	0.359	-0.368	318
		Platybaetis sp.	124	0.061	-0.171	188	0.090	-0.217	0	-	-	312
	Caenidae	*Caenis* sp.1	1	0.000	-0.004	1	0.000	-0.004	380	0.428	-0.363	382
		Caenis sp.2	4	0.002	-0.012	4	0.002	-0.012	189	0.213	-0.329	197
	Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	81	0.040	-0.128	36	0.017	-0.070	0	-	-	117
		Tarleya sp.	4	0.002	-0.012	0	-	-	0	-	-	4
		Uracantella sp.	2	0.001	-0.007	0	-	-	0	-	-	2
	Ephemeridae	*Ephemera* sp.	1	0.000	-0.004	0	-	-	0	-	-	1
	Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	107	0.053	-0.155	91	0.043	-0.136	0	-	-	198
		Thalerophyrus sp.	79	0.039	-0.126	274	0.131	-0.266	0	-	-	353
	Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	61	0.030	-0.105	63	0.030	-0.105	0	-	-	124
		Habrophebiodes sp.	124	0.061	-0.171	65	0.031	-0.108	0	-	-	189
		Traulus sp.	6	0.003	-0.017	3	0.001	-0.009	0	-	-	9
Plecoptera	Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	-	-	1	0.000	-0.004	0	-	-	1
	Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	10	0.005	-0.026	0	-	-	0	-	-	10
	Perlidae	*Kamimuria* sp.	72	0.035	-0.118	61	0.029	-0.103	0	-	-	133
		Neoperla sp.	32	0.016	-0.065	25	0.012	-0.053	0	-	-	57
		Phamoperla sp.	119	0.059	-0.166	107	0.051	-0.152	0	-	-	226
		Tetropina sp.	7	0.003	-0.020	2	0.001	-0.007	0	-	-	9
Trichoptera	Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	31	0.015	-0.064	27	0.013	-0.056	0	-	-	58
		Ganonema sp.	1	0.000	-0.004	0	-	-	0	-	-	1
	Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	17	0.008	-0.040	37	0.018	-0.071	0	-	-	54
	Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	68	0.033	-0.114	67	0.032	-0.110	0	-	-	135
	Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	116	0.057	-0.164	77	0.037	-0.122	0	-	-	193
		Cheumatopsyche sp.1	55	0.027	-0.098	28	0.013	-0.058	0	-	-	83
		Cheumatopsyche tramota	2	0.001	-0.007	0	-	-	0	-	-	2

ตารางที่ 5 (ต่อ) จำนวนชนิด จำนวนตัว และดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

อันดับ	วงศ์	ชนิด	ต้นน้ำ			กลางน้ำ			ปลายน้ำ			รวม
			n_i	p_i	Pi ln pi	n_i	p_i	Pi ln pi	n_i	p_i	Pi ln pi	
Trichoptera	Hydropsychidae	*Diplectrona gombak*	9	0.004	-0.024	18	0.009	-0.041	0	-	-	27
		Hydatomanicus klanklini	24	0.012	-0.052	6	0.003	-0.017	0	-	-	30
		Hydropsyche sp.	40	0.020	-0.077	72	0.034	-0.116	0	-	-	112
		Macrostemum dohrni	18	0.009	-0.042	11	0.005	-0.028	0	-	-	29
		Macrostemum sp.1	12	0.006	-0.030	12	0.006	-0.030	0	-	-	24
		Potamyia sp.	61	0.030	-0.105	93	0.044	-0.138	0	-	-	154
		Polymorphanicus astictus	27	0.013	-0.057	27	0.013	-0.056	0	-	-	54
	Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	7	0.003	-0.020	16	0.008	-0.037	0	-	-	23
	Goeridae	*Goera* sp.1	5	0.002	-0.015	24	0.011	-0.051	0	-	-	29
		Goera sp.2	1	0.000	-0.004	18	0.009	-0.041	0	-	-	19
	Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	15	0.007	-0.036	3	0.001	-0.009	0	-	-	18
	Leptoceridae	*Ceraclea* sp.	4	0.002	-0.012	27	0.013	-0.056	0	-	-	31
		Oecetis sp.	82	0.040	-0.130	106	0.051	-0.151	0	-	-	188
		Setodes sp.	0	-	-	2	0.001	-0.007	0	-	-	2
	Odontoceridae	*Marilia* sp.	1	0.000	-0.004	0	-	-	0	-	-	1
	Philopotamidae	*Chimarra* sp.	99	0.049	-0.147	76	0.036	-0.120	0	-	-	175
	Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	15	0.007	-0.036	40	0.019	-0.076	0	-	-	55
	Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	3	0.001	-0.010	14	0.007	-0.034	0	-	-	17
	Rhyacohilidae	*Rhyacophila* sp.	1	0.000	-0.004	1	0.000	-0.004	0	-	-	2
	Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	262	0.129	-0.264	108	0.052	-0.153	0	-	-	370
จำนวนตัวรวม			2031			2092			887			5010
จำนวนชนิดรวม			45			40			3			48
Shannon Index				S pi = 1	-3.165		S pi = 1	-3.137		S pi = 1	-1.060	
EVENNESS					-0.831			-0.850			-0.965	

หมายเหตุ ni = Number of Individuals, pi = Species Proportional abundance for each species

จากการศึกษาพบแมลงน้ำรวมทั้งหมด 48 ชนิด พบแมลงชีปะขาว 6 วงศ์ 15 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 3 วงศ์ 6 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 13 วงศ์ 27 ชนิด ในบริเวณต้นน้ำ พบแมลงชีปะขาว 14 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 26 ชนิด บริเวณกลางน้ำ พบแมลงชีปะขาว 11 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 24 ชนิด และบริเวณปลายน้ำพบแมลงชีปะขาว 3 ชนิด แต่ไม่พบแมลงสโตนฟลายและแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตารางที่ 1 และภาคผนวกตารางที่ 1) โดยในบริเวณต้นน้ำพบแมลงชีปะขาวที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเด่นที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ *Baetis* sp., *Platybaetis* sp., *Habrophebiodes* sp., *Campsoneuria* sp. และ *Crinitella* sp. แมลงสโตนฟลายที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเด่นที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ *Phamoperla* sp., *Kamimuria* sp. และ *Neoperla* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเด่นที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ *Stenopsyche siamensis*, *Cheumatopsyche copia*, *Chimarra* sp., *Oecetis* sp. และ *Helicopsyche* sp. ในบริเวณกลางน้ำพบแมลงชีปะขาวที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเด่นที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ *Thalerophyrus* sp., *Baetis* sp., *Platybaetis* sp., *Campsoneuria* sp. และ *Habrophebiodes* sp. แมลงสโตนฟลายที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเด่นที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ *Phamoperla* sp., *Kamimuria* sp. และ *Neoperla* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเด่นที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ *Stenopsyche siamensis*, *Oecetis* sp., *Potamyia* sp., *Cheumatopsyche copia*, และ *Chimarra* sp. ในบริเวณปลายน้ำพบแมลงชีปะขาวที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยเด่นที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ *Caenis* sp.1, *Cloeon* sp. และ *Caenis* sp.2 จะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของชนิดแมลงน้ำในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีความใกล้เคียงกันมาก ซึ่งต่างจากบริเวณปลายน้ำอย่างชัดเจน โดยแมลงน้ำที่พบได้ทั้ง 3 บริเวณได้แก่ แมลงชีปะขาวชนิด *Caenis* sp.1 และ *Caenis* sp.2 ซึ่งสอดคล้องกับ จันดา (2541) ที่ศึกษาพบว่าผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตรทำให้ร้อยละตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำมีจำนวนต่ำลง และยังพบว่าแมลงชีปะขาวกลุ่มที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ วงศ์ Baetidae และ Caenidae

จากการศึกษาความมากน้อยของชนิด ความชุกชุมของแมลงน้ำ และดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำในทั้ง 3 บริเวณ แสดงให้เห็นว่า ในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีค่าความมากน้อยของชนิด ความชุกชุมของแมลงน้ำ และดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำใกล้เคียงกัน และมีค่ามากกว่าบริเวณปลายน้ำ เนื่องมาจากบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ มีลักษณะพื้นที่เป็นลำธารน้ำแบบถาวร (permanent stream) มีน้ำขังตลอดปี มีปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับฤดูกาล ซึ่งในช่วงฤดูฝนน้ำจะมาก ส่วนในช่วงฤดูแล้งน้ำจะลดลง แต่ยังคงมีน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิตของแมลงน้ำ ส่วนในบริเวณปลายน้ำมีลักษณะเป็นลำธารน้ำแบบชั่วคราว (intermittent stream) ในช่วงฤดูฝนมีน้ำมาก แต่ในช่วงฤดูร้อนพื้นที่ลำธารบางส่วนตื้นเขินลง จึงไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของแมลงน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Williams (1996) ที่ศึกษาพบว่า ปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญควบคุมการดำรงชีวิตของสัตว์ต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ สภาพของลำธารที่เป็นแหล่งอาศัยแบบถาวรมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่าในแหล่งอาศัยแบบชั่วคราว

จากการสำรวจการใช้ประโยชน์จากพื้นที่บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ พบว่า ในบริเวณต้นน้ำ (น้ำตกโตนงาช้างชั้น 2) มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ในเชิงท่องเที่ยว มีการลงไปเล่นน้ำของนักท่องเที่ยว ในบริเวณกลางน้ำ (ลำธารวัดน้ำตกโตนงาช้าง) รอบๆ ลำธารมีการทำการเกษตรเพาะปลูกพืชต่างๆ ในรูปแบบสวนผสม ได้แก่ กล้วย ขนุน เงาะ และทุเรียน สลับกับพื้นที่ป่า ส่วนในบริเวณปลายน้ำ (ลำธารคลองวัดหูแร่) พบว่าเป็นแหล่งชุมชน มีการปลูกสร้างบ้านเรือนและมีการทำการเกษตรเพาะปลูกพืชต่างๆ ในรูปแบบสวนผสมเหมือนเช่นบริเวณกลางน้ำ และพบการปลูกพืชแบบเชิงเดี่ยวเช่น ยางพารา ด้วย แต่ต่างกับบริเวณกลางน้ำตรงที่ไม่พบพื้นที่ป่า และจากการสอบถามเกษตรกร พบว่า มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีเกษตรลงสู่แหล่งน้ำแล้วส่งผลกระทบต่อโครงสร้างชุมชนของแมลงน้ำ แต่เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนดินในลำธารทั้ง 3 บริเวณมาวิเคราะห์หาสารเคมีเกษตรสารประกอบพวกออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) ปรากฏว่าไม่พบสารดังกล่าว ซึ่งอาจเนื่องมาจากช่วงก่อนที่จะเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก จึงอาจทำให้มีการพัดพาเอาสารเคมีดังกล่าวลงไปยังลำธารด้านล่างที่ไม่ได้ทำการศึกษา แต่จากการศึกษาพบว่า ใน

บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีค่าความมากน้อยของชนิด ความชุกชุมของแมลงน้ำ และดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำใกล้เคียงกัน เนื่องจากบริเวณต้นน้ำเป็นบริเวณที่เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำ ส่วนบริเวณกลางน้ำเป็นบริเวณที่มีพื้นที่ป่าผสมกับการทำการเกษตร ทำให้แหล่งอาศัยค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ใกล้เคียงกับบริเวณต้นน้ำ ส่วนในบริเวณปลายน้ำมีมีค่าความมากน้อยของชนิด ความชุกชุมของแมลงน้ำ และดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลงน้ำน้อยกว่าบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ ตามลำดับ เพราะในบริเวณปลายน้ำเป็นแหล่งชุมชนและมีการทำการเกษตร ไม่เหลือสภาพของพื้นที่ป่าให้เห็น จึงทำให้สภาพพื้นที่บริเวณปลายน้ำไม่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของแมลงน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ บุญเสฐียร และคณะ (2546) ที่ศึกษา พบว่า พื้นที่ป่ามีโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแตกต่างจากพื้นที่เกษตรกรรมและเขตชุมชนอย่างชัดเจน กรณีพื้นที่เกษตรกรรมความหลากหลายชนิดตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาวแมลงเกาะหิน และแมลงหนอนปลอกน้ำมีค่าต่ำลง จำนวนของหนอนแดงมีค่าสูงขึ้น และสอดคล้องกับ ภัชรินทร์ (2545) ที่ศึกษา พบว่า ผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตรทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้จำนวนตัวสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินลดจำนวนลง โครงสร้างชุมชนสัตว์เปลี่ยนจากสัตว์ที่มีความไวสูงไปเป็นสัตว์ที่มีความทนทาน

3. ความหนาแน่นของแมลงน้ำ

พบจำนวนชนิดของแมลงชีปะขาวในบริเวณต้นน้ำมากว่าบริเวณกลางน้ำ และปลายน้ำ แต่บริเวณต้นน้ำมีความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงชีปะขาวน้อยกว่าบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำ บริเวณกลางน้ำพบจำนวนชนิดของแมลงชีปะขาวมากกว่าบริเวณปลายน้ำ และพบความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงชีปะขาวมากกว่าบริเวณปลายน้ำ ส่วนแมลงสโตนฟลาย พบจำนวนชนิดของแมลงสโตนฟลายในบริเวณต้นน้ำเท่ากับบริเวณกลางน้ำ แต่ไม่พบแมลงสโตนฟลายในบริเวณปลายน้ำ บริเวณต้นน้ำพบความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงเกาะหิน มากกว่าบริเวณกลางน้ำ และพบจำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำบริเวณต้นน้ำมากกว่าบริเวณกลางน้ำ แต่ไม่พบแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณปลายน้ำ บริเวณต้นน้ำพบความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงหนอนปลอกน้ำมากกว่าบริเวณกลางน้ำ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

อันดับ	วงศ์	ชนิด	ความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงน้ำ (ตัว/ตารางเมตร)			
			ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ	รวม
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis* sp.	36.01	46.3	0	82.31
		Centroptilum sp.	9.47	7.41	0	16.88
		Cloeon sp.	25.52	38.68	0	64.2
		*Platybaeti*s sp.	0	0	65.43	65.43
	Caenidae	*Caenis* sp.1	0.21	0.21	78.19	78.61
		Caenis sp.2	0.82	0.82	38.89	40.53
	Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	16.67	7.41	0	24.08
		Tarleya sp.	0.82	0	0	0.82
		Uracantella sp.	0.41	0	0	0.41
	Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0.21	0	0	0.21
	Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	22.01	18.73	0	40.74
		Thalerophyrus sp.	16.26	56.38	0	72.64
	Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	12.56	12.96	0	25.52
		Habrophebiodes sp.	25.52	13.37	0	38.89
		Traulus sp.	1.23	0.62	0	1.85

ตารางที่ 6 (ต่อ) ความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

อันดับ	วงศ์	ชนิด	ความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงน้ำ (ตัว/ตารางเมตร)			
			ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ	รวม
Plecoptera	Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	0.21	0	0.21
	Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	2.06	0	0	2.06
	Perlidae	*Kamimuria* sp.	14.81	12.55	0	27.36
		Neoperla sp.	6.58	5.14	0	11.72
		Phamoperla sp.	24.49	22.02	0	46.51
		Tetropina sp.	1.44	0.41	0	1.85
Trichoptera	Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	6.38	5.56	0	11.94
		Ganonema sp.	0.25	0	0	0.25
	Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	3.49	7.62	0	11.11
	Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	13.99	13.79	0	27.78
	Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	23.86	15.84	0	39.7
		Cheumatopsyche sp.1	11.32	5.77	0	17.09
		Cheumatopsyche tramota	0.41	0	0	0.41
		Diplectrona gombak	1.85	3.7	0	5.55
		Hydatomanicus klanklini	4.94	1.23	0	6.17
		Hydropsyche sp.	8.23	14.81	0	23.04
		Macrostemum dohrni	3.7	2.26	0	5.96
		Macrostemum sp.1	2.47	2.47	0	4.94
		Potamyia sp.	12.56	19.14	0	31.7
		Polymorphanicus astictus	5.56	5.56	0	11.12
	Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	1.44	3.3	0	4.74
	Goeridae	*Goera* sp.1	1.02	4.94	0	5.96
		Goera sp.2	0.21	3.7	0	3.91
	Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	3.09	0.62	0	3.71
	Leptoceridae	*Ceraclea* sp.	0.83	5.56	0	6.39
		Oecetis sp.	16.88	21.81	0	38.69
		Setodes sp.	0	0.41	0	0.41
	Odontoceridae	*Marliria* sp.	0.21	0	0	0.21
	Philopotamidae	*Chimarra* sp.	20.37	15.64	0	36.01
	Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	3.09	8.23	0	11.32
	Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	0.62	2.88	0	3.5
	Rhyacophilidae	*Rhyacophila* sp.	0.21	0.21	0	0.42
	Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	53.91	22.22	0	**76.13**

จากการศึกษาความหนาแน่นของแมลงน้ำ ของทั้ง 3 บริเวณ จะเห็นได้ว่าแมลงทั้งสามอันดับได้แก่ แมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน ซึ่งสังเกตได้จากชนิดและความหนาแน่นที่พบในแต่ละบริเวณ โดยพบแมลงชีปะขาวทั้งหมด 15 ชนิด ในบริเวณต้นน้ำ พบ 14 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 167.70 ตัวต่อตารางเมตร บริเวณกลางน้ำพบ 11 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 202.88 ตัวต่อตารางเมตร และบริเวณปลายน้ำพบ 3 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 182.51 ตัวต่อตารางเมตร พบแมลงสโตนฟลาย ทั้งหมด 6 ชนิด ในบริเวณต้นน้ำ พบ 5 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 49.39 ตัวต่อตารางเมตร บริเวณกลางน้ำพบ 5 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 44.65 ตัวต่อตารางเมตร แต่ไม่พบบริเวณปลายน้ำ และพบแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งหมด 27 ชนิด ในบริเวณต้นน้ำ พบ 26 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 200.83 ตัวต่อตารางเมตร บริเวณกลางน้ำพบ 24 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 187.24 ตัวต่อตารางเมตร แต่ไม่พบบริเวณปลายน้ำ (ตารางที่ 8) โดยในลำธารบริเวณต้นน้ำมีความหลากชนิดมากกว่าลำธารบริเวณกลางน้ำ ส่วนลำธารบริเวณปลายน้ำพบว่า ชนิดและการแพร่กระจายของแมลงน้ำมีค่าน้อยกว่าลำธารบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำอย่างเห็นได้ชัด ส่วนความหนาแน่นของสัตว์มีมากที่สุดบริเวณกลางน้ำ รองลงมาคือบริเวณต้นน้ำ และลำธารบริเวณปลายน้ำมีความหนาแน่นของแมลงน้ำน้อยกว่าทั้งสองบริเวณแรกอย่างชัดเจน ดังนั้นแมลงทั้ง 3 อันดับนี้สามารถแสดงความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยรอบบริเวณลำธารได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Sangpradub และคณะ (1996) และ ยรรยงค์ และคณะ (2540) ได้รายงานว่ากลุ่มสัตว์ที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมจะพบมากในลำธารตอนบนซึ่งถูกรบกวนน้อยหรือได้รับผลกระทบน้อย ชนิดและความหนาแน่นของแมลงกลุ่มนี้จะลดลงในลำธารตอนล่างที่ได้รับผลกระทบมากกว่าหรือลดลงตามระดับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่มีต่อลำธาร

4. ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงน้ำกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงชีปะขาวและปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ พบว่า จำนวนชนิดและความหนาแน่นของแมลงชีปะขาวที่พบบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำโดยภาพรวมแล้วไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝน ($p>005$) เนื่องมาจากปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ของทั้งสองบริเวณเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยจึงไม่ส่งผลกระทบต่อตัวแมลง ซึ่งต่างจากบริเวณปลายน้ำที่มีปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ แตกต่างจากบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมาก และพบว่าความหนาแน่นของแมลงชีปะขาวมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ($r = -0.820$, $p<0.05$) อุณหภูมิอากาศ ($r = -0.940$, $p<0.01$) ความกว้างของลำธาร ($r = 0.846$, $p<0.05$) และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($r = 0.830$, $p<0.05$) ทำให้พบการแพร่กระจายของแมลงชีปะขาวบางชนิดได้แก่ *Cloeon* sp., *Caenis* sp.1 และ *Caenis* sp.2 ซึ่งพบว่ามีความหนาแน่นมากที่สุดบริเวณปลายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ จันดา (2541) ที่ศึกษาพบว่าแมลงชีปะขาวกลุ่มที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ วงศ์ Baetidae และ Caenidae

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงชีปะขาวในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์			P		
	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ
อุณหภูมิน้ำ	0.721	0.678	-0.820	0.106	0.139	0.043*
อุณหภูมิอากาศ	0.600	0.547	-0.940	0.208	0.261	0.005**
ความลึกของลำธาร	-0.330	-0.560	0.546	0.528	0.246	0.262
ความกว้างของลำธาร	-0.290	-0.470	0.846	0.571	0.350	0.034*
ความเร็วของกระแสน้ำ	-0.540	-0.660	0.651	0.272	0.156	0.162
ความเป็นกรดด่างของน้ำ	-0.410	-0.660	0.672	0.418	0.150	0.144
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	-0.020	-0.020	0.830	0.972	0.965	0.041*
ความขุ่นใส	-0.250	-0.520	0.439	0.633	0.288	0.384
ปริมาณน้ำฝน	-0.126	-0.786	0.439	0.813	0.064	0.383

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงสโตนฟลายและปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ พบว่า จำนวนชนิดและความหนาแน่นของแมลงสโตนฟลายที่พบบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำโดยภาพรวมแล้วไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝน ($p>0.05$) เนื่องมาจากปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ของทั้งสองบริเวณเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยจึงไม่ส่งผลกระทบต่อตัวแมลง ซึ่งต่างจากบริเวณปลายน้ำที่มีปัจจัยทางกายภาพต่างๆ แตกต่างจากบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมากทำให้ไม่พบการแพร่กระจายของแมลงเกาะหิน ซึ่งสอดคล้องกับ จันดา (2541) ที่ศึกษาพบว่า แมลงแมลงสโตนฟลายจะมีการแพร่กระจายเฉพาะในลำธารบริเวณที่มีป่าไม้เท่านั้น และสอดคล้องกับ บุญเสฐียร และคณะ (2546) ที่ศึกษาพบว่าพื้นที่ป่ามีโครงสร้างชุมชนของสัตว์แตกต่างจากพื้นที่เกษตรกรรมและเขตชุมชนอย่างชัดเจน โดยพบว่าความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว แมลงแมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำมีค่าต่ำลงในพื้นที่เกษตรกรรม

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงสโตนฟลายในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		P	
	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ต้นน้ำ	กลางน้ำ
อุณหภูมิน้ำ	0.442	-0.639	0.380	0.172
อุณหภูมิอากาศ	0.392	-0.437	0.443	0.387
ความลึกของลำธาร	-0.029	0.670	0.957	0.145
ความกว้างของลำธาร	0.056	0.486	0.916	0.328
ความเร็วของกระแสน้ำ	-0.254	0.542	0.627	0.266
ความเป็นกรดด่าง	-0.639	0.366	0.172	0.475
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	-0.139	0.276	0.793	0.596
ความขุ่นใส	-0.338	0.756	0.513	0.082
ปริมาณน้ำฝน	-0.023	0.185	0.966	0.726

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงหนอนปลอกน้ำและปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ พบว่า จำนวนชนิดและความหนาแน่นของแมลง

หนอนปลอกน้ำที่พบบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำโดยภาพรวมแล้วไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝน ($p>0.05$) ยกเว้นในบริเวณต้นน้ำที่พบว่าแมลงหนอนปลอกน้ำมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของน้ำ ($r = -0.817$, $p<0.05$) เนื่องมาจากปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ของทั้งสองบริเวณเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปปัจจัยทางกายภาพต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยจึงไม่ส่งผลกระทบต่อตัวแมลง ซึ่งต่างจากบริเวณปลายน้ำที่มีปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ แตกต่างจากบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมากทำให้ไม่พบการแพร่กระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ William (1991) ที่ศึกษาพบว่า แมลงหนอนปลอกน้ำเป็นแมลงที่อยู่ในกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยต่อมลพิษ และมีน้อยชนิดที่สามารถทนทานได้

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		P	
	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ต้นน้ำ	กลางน้ำ
อุณหภูมิน้ำ	0.369	0.493	0.472	0.320
อุณหภูมิอากาศ	0.408	0.211	0.423	0.689
ความลึกของลำธาร	-0.008	0.052	0.988	0.922
ความกว้างของลำธาร	0.122	-0.070	0.818	0.895
ความเร็วของกระแสน้ำ	-0.231	-0.325	0.659	0.529
ความเป็นกรดด่างของน้ำ	-0.817	-0.712	0.047*	0.112
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	0.063	0.584	0.906	0.223
ความขุ่นใส	-0.212	-0.015	0.687	0.978
ปริมาณน้ำฝน	0.110	-0.137	0.835	0.795

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงน้ำกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงชีปะขาวกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ในบริเวณต้นน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชนิดของแมลงชีปะขาว ($p>0.05$) ยกเว้นแมลงชีปะขาวชนิด *Ephemera* sp. มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.951$, $p<0.01$) และแมลงชีปะขาวชนิด *Choroterpes* sp. มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.826$, $p<0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 8)

ในบริเวณกลางน้ำ ชนิดของแมลงชีปะขาวที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นแมลงชีปะขาวชนิด *Thalerophyrus* sp. มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.879$, $p<0.05$) แมลงชีปะขาวชนิด *Choroterpes* sp. มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.840$, $p<0.05$) และแมลงชีปะขาวชนิด *Traulus* sp. มีความสัมพันธ์กับความลึกของลำธาร ($r = -0.929$, $p<0.01$) และความขุ่นใสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.894$, $p<0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 9)

ในบริเวณปลายน้ำ แมลงชีปะขาวชนิด *Cloeon* sp. มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แมลงชีปะขาวชนิด *Caenis* sp.1 มีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.890$, $p<0.05$) และแมลงชีปะขาวชนิด *Caenis* sp.2 มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ ($r = -0.864$, $p<0.05$) อุณหภูมิอากาศ ($r = -0.952$, $p<0.01$) และความกว้างของลำธารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.860$, $p<0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 10)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงสโตนฟลายกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ในบริเวณต้นน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำ

ธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชนิดของแมลงสโตนฟลาย ($p>0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 11)

ในบริเวณกลางน้ำ ชนิดของแมลงสโตนฟลายที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชนิดของแมลงสโตนฟลาย ($p>0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 12)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหนอนปลอกน้ำกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ในบริเวณต้นน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชนิดของหนอนปลอกน้ำ($p>0.05$) ยกเว้นแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Hydatomanicus klanklini* มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.941$, $p<0.01$) แมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Polymorphanicus astictus* มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ ($r = 0.834$, $p<0.05$) ความลึกของลำธาร ($r = -0.893$, $p<0.01$) และความเร็วของกระแสน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.879$, $p<0.05$) แมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia* sp. มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.951$, $p<0.01$) แมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Psychomyia* sp. มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.879$, $p<0.05$) และแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Stenopsyche siamensis* มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.811$, $p<0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 13)

ในบริเวณกลางน้ำ ชนิดของหนอนปลอกน้ำที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่นใส และปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Macrostemum dohrni* มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ ($r = -0.963$, $p<0.01$) ความกว้างของลำธาร ($r = 0.911$, $p>0.05$) ความลึกของลำธาร ($r = 0.835$, $p>0.05$) และความเร็วของกระแสน้ำอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.963$, $p<0.01$) แมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Potamyia* sp. มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.823$, $p>0.05$) แมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Oecetis* sp. มีความสัมพันธ์กับความลึกของลำธารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.857$, $p>0.05$) และแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Rhyacophila* sp. มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.960$, $p<0.01$) (ภาคผนวกตารางที่ 14)

จะเห็นได้ว่า จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำพบว่า จำนวนชนิดและความหนาแน่นของแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ ที่พบบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำโดยภาพรวมแล้วไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่างๆ เนื่องมาจากในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำใกล้เคียงกัน ส่วนบริเวณปลายน้ำที่พบการแพร่กระจายเฉพาะแมลงชีปะขาวนั้น พบว่า จำนวนชนิดและความหนาแน่นของแมลงชีปะขาวมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่างๆ แสดงให้เห็นได้ว่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ส่งผลต่อการแพร่กระจายของชนิดและความหนาแน่นของแมลงน้ำ โดยเฉพาะในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำสภาพลำธารถูกปกคลุมไปด้วยต้นไม้ที่ให้ร่มเงาทำให้อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศโดยรอบลำธารมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณปลายน้ำที่ลำธารถูกปกคลุมไปด้วยวัชพืชน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Zamora-Munoz *et al.* (1993) ที่รายงานว่าอุณหภูมิน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เมทาบอลิซึม (metabolism) และการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงน้ำ และสอดคล้องกับ อาทิตย์ (2544) ที่ศึกษาพบว่า อุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำ โดยการทดลองเลี้ยงแมลงน้ำในห้องปฏิบัติการ แล้วพบว่าอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นมีผลต่อแมลงน้ำคือทำให้ตัวอ่อนแมลงตายเนื่องจากไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูง โดยตัวอ่อนจะเข้าดักแด้เร็วขึ้นแต่ไม่สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ และนอกจากนี้บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีกระแสน้ำไหลเร็วทำให้ปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำมากกว่าบริเวณปลายน้ำที่กระแสน้ำไหลช้า ความขุ่นใสของน้ำก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่แสดงถึงการปนเปื้อนของแหล่งน้ำที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งส่งผลต่อแมลงน้ำโดยตรง โดยพบว่าในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำที่มีค่าความขุ่นใสน้อยกว่าในบริเวณปลายน้ำมีการพบการแพร่กระจายทั้งชนิดและความหนาแน่นของแมลงน้ำต้นน้ำและกลางน้ำมากกว่าบริเวณปลายน้ำตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ อาทิตย์ (2544) ที่ศึกษาพบว่า ความขุ่นใสและความเร็วกระแสน้ำ มีผลต่อแมลงน้ำ โดยถ้าน้ำมีความขุ่นมากแมลงน้ำบางชนิดที่กินสาหร่ายจะมี

ปริมาณลดลง เนื่องจากสาหร่ายได้รับแสงที่ใช้ในการสังเคราะห์อาหารน้อยลง แต่แมลงกลุ่มที่กินอินทรีย์สารจะเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาที่พบว่ามีการแพร่กระจายของแมลงสโตนฟลายเฉพาะบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำ แสดงให้เห็นได้ว่าแมลงสโตนฟลายมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับ Harper และ Stewart (1988); Morse *et al.* (1990) และ Dedgeon (1999) ที่รายงานว่า ตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายอาศัยอยู่ในลำธารที่มีอุณหภูมิต่ำ และพบในลำธารที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมาก เนื่องจากมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง โดยแมลงสโตนฟลายเป็นแมลงที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำไหลเป็นส่วนใหญ่บริเวณต้นน้ำที่สะอาด อุณหภูมิน้ำต่ำ (Pescador *et al*., 2000) ที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง (Lehmkuhl, 1979) นอกจากนี้ยังพบว่ามีการแพร่กระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำเฉพาะบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ William และคณะ (1984) และ Ward (1992) ที่ศึกษาพบว่า แมลงหนอนปลอกน้ำเป็นแมลงที่อยู่ในกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยต่อมลพิษ และมีน้อยชนิดที่สามารถทนทานได้ ดังนั้นตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำที่มีความไวสูงต่อมลพิษจึงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ และสอดคล้องกับ แตงอ่อน (2542) ที่ศึกษาพบว่า ลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปีมีความหลากหลายชนิดและจำนวนตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำมากกว่าลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วง ในขณะที่พบแมลงชีปะขาวชนิด *Caenis* sp.1 และ *Caenis* sp.2 ในวงศ์ Caenidae แพร่กระจายในลำธารทั้ง 3 บริเวณ แต่พบหนาแน่นบริเวณปลายน้ำ นอกจากนั้นยังพบแมลงชีปะขาวชนิด *Cloeon* sp. ในวงศ์ Baetidae ที่แพร่กระจายเฉพาะบริเวณปลายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ จันดา (2541) ที่ศึกษาพบว่าผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตรทำให้ร้อยละตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำมีจำนวนต่ำลง และยังพบว่าแมลงชีปะขาวกลุ่มที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ วงศ์ Baetidae และ Caenidae

บทที่ 4

สรุป

จากการศึกษาแมลงน้ำในลำธารเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง พบแมลงน้ำรวมทั้งหมด 48 ชนิด พบแมลงชีปะขาว 6 วงศ์ 15 สกุล แมลงสโตนฟลาย 3 วงศ์ 6 สกุล และแมลงหนอนปลอกน้ำ 13 วงศ์ 27 สกุล ในบริเวณต้นน้ำ พบแมลงชีปะขาว 14 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 26 ชนิด บริเวณกลางน้ำ พบแมลงชีปะขาว 11 ชนิด แมลงสโตนฟลาย 5 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำ 24 ชนิด และบริเวณปลายน้ำพบแมลงชีปะขาว 3 ชนิด แต่ไม่พบแมลงเกาะหิน และแมลงหนอนปลอกน้ำ

แมลงชีปะขาวที่พบทั้ง 3 บริเวณ ได้แก่ *Caenis* sp.1 และ *Caenis* sp.2 แมลงชีปะขาวที่พบเฉพาะบริเวณต้นน้ำ ได้แก่ *Tarleya* sp., *Uracantella* sp. และ *Ephemera* sp. ส่วนแมลงชีปะขาวที่พบเฉพาะบริเวณปลายน้ำ ได้แก่ *Cloeon sp.* แมลงเกาะหินที่พบเฉพาะบริเวณต้นน้ำ ได้แก่ *Cryptoperla* sp. ส่วนแมลงเกาะหินที่พบเฉพาะบริเวณกลางน้ำ ได้แก่ *Neoephemerropsis* sp. แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบเฉพาะบริเวณต้นน้ำ ได้แก่ *Gononema* sp., *Cheumatopsyche tramota* และ *Marliria* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบเฉพาะบริเวณกลางน้ำ ได้แก่ *Setodes sp.*

แมลงน้ำชนิดเด่นที่พบหนาแน่นทั้งบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำ 2 อันดับแรก แยกตามกลุ่มของแมลงได้แก่ แมลงชีปะขาวชนิด *Baetis* sp. และ *Thalerophyrus* sp. สโตนฟลายชนิด *Kamimuria* sp. และ *Phamoperla* sp. และแมลงหนอนปลอกน้ำ *Chematophyche* sp. และ *Rhyacophilla* sp. แมลงน้ำชนิดเด่นที่พบหนาแน่นบริเวณปลายน้ำ 2 อันดับแรก ได้แก่ *Cloeon* sp. และ *Caenis* sp.1

ในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีความหลากชนิดและการแพร่กระจายของแมลงน้ำใกล้เคียงกัน แต่มากกว่าบริเวณปลายน้ำ เนื่องมาจากในบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำมีปัจจัยทางกายภาพของน้ำใกล้เคียงกัน และแตกต่างอย่างชัดเจนกับบริเวณปลายน้ำ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเข้าไปใช้ประโยชน์จากพื้นที่โดยรอบลำธารบริเวณปลายน้ำในการทำกิจกรรมทางการเกษตรและการอยู่อาศัยทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำส่งผลให้แหล่งน้ำบริเวณปลายน้ำเสื่อมโทรมแล้วส่งผลโดยทางตรงต่อความหลากชนิดและการแพร่กระจายของแมลงน้ำในบริเวณปลายน้ำ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2547. เอกสารวิชาการ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กองควบคุมพืช และวัสดุทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2551. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี พ.ศ.2551 (ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2551). (ออนไลด์). สืบค้นจาก : http://as.doa.go.th/ard/stat/stat_15.pdf. (ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2552).

จริยา จันทร์ไพแสง, จำนงจิต ผาสุก และกรกต ดำรักษ์. 2548. แมลงเกาะหินและริ้นดำกับการเป็นดัชนีชี้วัด คุณภาพน้ำที่ทองผาภูมิตะวันตก. โครงการวิจัย. สาขากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันดา วงศ์สมบัติ. 2541. ผลกระทบจากการถางป่าริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จันทิดา ศรีจันทร์. 2548. ผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตรต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในลำธารลุ่มน้ำลำปะทาว จังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

แตงอ่อน พรหมมิ. 2542. ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารที่ระดับ ความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นฤมล แสงประดับ. 2542. การศึกษาการกระจายตัวอ่อนของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3 หาดใหญ่ สงขลา. สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นฤมล แสงประดับ. 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชา 311 780 แมลงน้ำ. เอกสารประกอบการสอน. สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น. 2541. การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในลำห้วยหญ้าเครือ และลำห้วยพรหมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ว. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 3(1): 1-15.

นฤมล แสงประดับ, ยรรยง อินทร์ม่วง, ชุติมา หาญจนวณิช และอุไรวรรณ อินทร์ม่วง. 2541. ดัชนีชีวภาพสำหรับจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน. ว. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 26(4): 289-304.

นฤมล แสงประดับ, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชุติมาหาญจวณิช, อาษา อาษาไชย และ ประยุทธิ์ อุดรพิมาย. 2542. การศึกษาการกระจายตัวอ่อนของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงายวิจัยเสนอโครงการ BRT (BRT 141006). สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นฤมล แสงประดับ, ชุติมา หาญจนวณิช, สุพัตรา ปรานรงค์ ประสาท เนืองเฉลิม, วิไลลักษณ์ ไชยปะ, อลงกรณ์ ผาผง, บุญเสถียร บุญสูง และศิริพร แซ่เฮง. 2544. การศึกษาแมลงน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. รายงานการวิจัยโครงการ BRT 2544. สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญเสฐียร บุญสูง, ศิริพร แซ่เฮง, ประยุทธิ์ อุดรพิมาย และ วงศ์วิวรรณ ธนูศิลป์. 2546. ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารห้วยเขย่งและห้วยทีม อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. รายงานการวิจัยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการ ทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประทุม ฉายเสมแสง. 2546. ความหลากชนิดของแมลงสโตนฟลาย (Plecopteran) ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประทุม ฉายเสมแสง, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวณิช. 2545. ความหลากชนิดของแมลงสโตนฟลาย (Plecopteran) ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พาลภาพ สิงหเสนี. 2540. พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพบูรณ์ เกตวงษา. 2544. ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาวในลำธารสามสาย อุทยานแห่งชาติ ภูพาน จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภัชชรินทร์ พรหมสี. 2545. การศึกษาเบื้องต้นผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตรต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด. โครงงานวิจัย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มุรธา บัวทอง. 2546. ผลของการเกษตรต่อการหลุดลอยของแมลงน้ำในลำธาร ในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, นฤมล แสงประดับ และอุไรวรรณ อินทร์ม่วง. 2540. การตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำแบบใหม่โดยใช้ดัชนีร่วมทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา. ว.ส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม 20(1): 15-30.

วิภาดา ปลอดครบุรี. 2546. แมลงน้ำที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ. ว. กีฏและสัตววิทยา 25(4): 299-303.

วัลยลิกา กาฬเนตร. 2542. การใช้กลุ่มแมลงน้ำในการตัดสินคุณภาพน้ำจากลำธารน้ำบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศานิต รัตนภุมมะ. 2546. กีฏวิทยาแม่บท. เชียงใหม่: สาขากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์ข้อมูลข่าวสาร สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 6 (สงขลา). มปป. ข้อมูลแนวเขตพื้นที่อนุรักษ์. เข้าถึงได้จาก http://www.paro6.co.cc/info_center/info_database.htm. (เข้าถึงเมื่อ 21 มิถุนายน 2550)

ศุภลักษณ์ ระดมสุข. 2542. ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae บริเวณห้วยพรมหมแล้งและห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภลักษณ์ สาวิภาค และ นฤมล แสงประดับ. 2548. การเชื่อมโยงตัวอ่อนแมลงชีปะขาวอันดับย่อย Baetidae, Caenidae และ Ephemeroidae ในลำธารห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ใน: บทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ 2548. วิสุทธิ์ ใบไม้ และ รังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ) หน้า 56. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ.

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์. 2539. แมลงน้ำของภาคใต้ ประเทศไทย. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 18(4): 385-396.

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์. 2542. การเปลี่ยนแปลงสังคมของแมลงน้ำในฤดูกาลต่างๆ ในลำธารทางภาคใต้ของประเทศไทย. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 21(2): 141-153.

สมยศ ศิลาล้อม. 2543. ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อาทิตย์ นันทขว้าง. 2544. การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมินสภาพระบบนิเวศและคุณภาพน้ำจากลำธารในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อลงกรณ์ ผาผง. 2544. ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อิสระ ธานี. 2541. วงชีวิตแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Ugandatrichai maliwan* และคุณภาพน้ำที่ลำธารน้ำแม่กลางในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Abel, P. D. 1989. Water Pollution Biology. Ellis Horwood limited. Chichester.

Anonymous A. 1983. Basic Water Monitoring Program, Data Review 1981- 1982. Water Quality Section, Raleigh, North Carolina. 209: 83-10.

Bae, Y. J. and McCafferty, W. P. 1991. Phylogenetic Systematics of Potamantidae (Ephemeroptera). Transaction of the American Entomological Society 117: 1-43.

Bae, Y. J. and McCafferty, W. P. 1998. Phylogenetic Systematics and Biogeography of the Neoephemeridae (Ephemeroptera: Pannota). Aquatic Insects 20: 35-68.

Boonsoong, B., Sangpradub, N. and Barbour, M.T. 2005. Preliminary study on rapid bioassessment with benthic macroinvertebrates in the head-water streams of the Loei River and adjacent catchments, Thailand. Abstract. 2005 Joint Assembly AGU NABS SEG SPD/AAS, New Orleans LA, 23-27 May 2005.

Brittain, J. E. 1990. Life History Strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. In: Mayflies and Stoneflies: Life History and Biology. I. C. Campbell (Ed.), Kluwer Academic Publishers, Boston.

Brittain, J. E. and Sortori, M. 2003. Ephemeroptera (Mayflies). In: Encyclopedia of Insect. V.H. Resh and R.T Carde. (Eds.), Academic Press, Amsterdam.

Cairns, J. and Pratt, J. R. 1993. A History of Biological Monitoring Using Benthic Macroinvertebrates. *In*: Rosenberg, D. M., and Resh V. H., eds, Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.

Chaibu, P. 2000. Potential Use of Trichoptera as Water Pollution Biomornitering in Ping River, Chaing Mai. Ph. D. Biology Thesis. Chaing Mai University.

Clifford, H. F. 1991. Aquatic Invertebrates of Alberta. Available from: http://sunsite.ualberta.ca/Projects/Aquatic_Invertebrates/ (Accessed 30 October 2009).

Clarke, K. R. and Warwick. R. M. 2001. Change in Marine Communities. Bournemouth: Bourne Press Limited.

Cooper, C. M. 1993. Biological Effect of Agriculture Derived Surface-water Pollutants on Aquatic System Review. Journal Environmental Quality 22: 402-408.

Delong, M. D. and Brusven, M. A. 1998. Macroinvertebrate Community Structure along the Longitudinal Gradient of an Agriculturally Impacted Stream. Environmental Management. 22: 445-457.

Denicola, D. M. and Hoagland, K.D. 1992. Influences of Canopy Cover on Spectral Irradiance and Periphyton Assemblages in a Prairie Stream. Journal of the North America Benthology Society 11(4): 391-404.

Dudgeon, D. D. 1999. Tropical Asian Streams Zoobenthos, Ecology and Conservation. Hong Kong University Press, Hong Kong.

Dudgeon, D. D. 2000. Indiscriminate Feeding by a Predatory Stonefly (Plecoptera: Perlidae) in a Tropical Asian Stream. Aquatic Insects 22: 39-47.

Eaton, L. E. and Lenat, D. R. 1991. Comparison of a Rapid Bioassessment Method with North Carolina's Macroinvertebrate Collection Method. Journal of the North American Benthological Society. 10: 335-338.

Fremling, C. R. 1970. Mayfly distribution as a water quality index. U.S. Environmental Protection Agency. Water Quality Office. Water Pollution Control Research Service. 16030-DQH:11-70

Gaufin, A. R. and Tarzwell. C. M. 1952. Aquatic invertebrates as indicators of stream pollution. Public Health Reports 67: 57-64.

Hansell, M. H. 1968. The House Building Behavior of the Caddis-fly Larva *Silo pallipes* Fabricius: I. The Structure of the House and Method of House Extension. Animal Behavior 16: 558-561.

Harper, P. and Stewart, W. K. 1988. Plecoptera. In: An Introduction to Aquatic Insects of North American. 2nd ed. W. R. Merrit and W.K. Cummins (Eds.), Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

Hilsenhoff, W. L. 1977. Use of Arthropods to Evaluate Water Quality of Streams. Wisconsin Department of Natural Resources Technical Bulletin. 100: 1-15.

Hynes, N. B. H. 1976. Biology of Plecoptera. Department of Biology, University of Waterloo, Ontario.

Kawai, T. 1969. Stoneflies (Plecoptera) from Southeast Asia. Pacific Insects 11: 613-625.

Kristensen, N. P. 1984. Studies on the Morphology and Systematics of Primitive Lepidoptera (Insecta). Steenstrupia 10: 141-191.

Lehmkul, M. D. 1979 How to Know the Aquatic Insect. Wm. C. Brown Company Publisher.

Lenat, D. R. 1983. Chironomid Taxa Richness: Natural Variation and Use in Pollution Assessment. Journal of the North American Benthological Society. 2: 192-198.

MacArthur, R. H. and Wilson, E. O. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton: Princeton University Press.

Mackay, H. 1999. The Net-spinning Larvae of the Giant Microcadisfly, *Uganatrichia* spp. (Trichoptera, Hydroptilidae). In: Proceedings of the 9th International Symposium on Trichoptera Chiang Mai, Thailand, 5-10 January 1998. H. Malicky and P. Chantaramonkol (Eds.), pp. 199-204. Faculty of Science, Chaing Mai University. Chaing Mai.

Mackay, R. J. and Wiggins, G. B. 1979. Ecological diversity in Trichoptera. Annual Review Entomology 24: 185-208.

Malicky, H. 2010. Atlas of Southeast Asian Trichoptera. Chantaramongkol, P. (ed.), 346 pp., Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University. Chiang Mai.

McCafferty, W. P. and Provonsha, A. V. 1981. Aquatic Entomology. Boston: Jones and Bartlett Publishers Inc. Boston.

Metcalfe, J. L. 1989. Biological Water Quality Assessment of Running Waters Based on Macroinvertebrates Communities: History and Present Status in Europe. Environmental Pollution. 60: 101-139.

Morse, J. C. Lianfang, Y. Lixin, T. 1994. Aquatic Insect of Chaina Useful for Monitoring Water Quality. Agricultural University Printing House. Nanjing.

Moseley, M. E. 1939. The British Caddis Flies (Trichoptera). A Collector's Handbook. George Routledge & Sons, Ltd. London.

Otto, C. 1971. Growth and Population Movements of *Potamophylax cingulatus* (Trichoptera) Larvae. Oikos 27: 93-100.

Parnrong, S. 2005. Ecological Health Assessment for the Mekong basin: Primary productivity and phytoplankton composition. Abstract 2005 Joint Assembly AGU NABS SEG SPD/AAS, New Orieans LA, 23-27 May 2005.

Pescador, L. M., Rasmussen, K. A. and Richard, H. B. 2002. A Guide to Stoneflies (Plecoptera) of Forida. Department of Environmental Protection, Division of Water Resource Management, Tallahassee, Florida A&M University. Florida.

Peter, W. L. and Edmunds, G. F. 1970. Revision of the Genetic Classification of the Eastern Hemisphere Leptophlebiidae (Ephemeroptera). Pacific Insects 12: 157-240.

Penrose, D. L., Lenat, D. R., and Eagleson, K. W. 1980. Biological Evaluation of Water Quality in North Carolina Streams and Rivers. NC Division of Environmental Management. Biological Series 103.

Pescador, L. M., Rasmussen, K. A. and Richard, H. B. 2000. A Guide to The Stoneflies (Plecoptera) of Florida. Department of Environmental Protection, Division of Water Resource Management, Tallahassee, Florida A&M University. Florida.

Plafkin, J. L., Barbour, M. T., Porter, K. D., Gross, S. K., and Hughes, R. M. 1989. US Environmental Protection Agency. Washington, DC. 444/4: 89-001.

Quinn, J. M., and Hickey, C. W. 1990. Magnitude of Effects of Substrate Particle Size, Recent Flooding and Catchment Development on Benthic Invertebrates in 88 New Zealand Rivers. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 24: 411-427.

Richards, C., Host, G.H. and Arthur, J.W. 1993. Identification of Predominant Environmental Factors Structuring Stream Macroinvertebrate Communities Within a Large Agricultural Catchment. Freshwater Biology 29: 285-294.

Richardson, R. E. 1928. The Bottom Fauna of the Middle Illinois River, 1913-1925. Illinois Natural History Survey Bulletin 17: 387-475.

Rosenberg, D. M. and Resh, V.H. 1993. Introduction. In: Freshwater Biomonitoring and Bentic Macroinvertebrates. D.M. Rosenberg and V.H. Resh (Eds.), Chapman & Hall, New York.

Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. and Inmoung, U. 1996. A Correlation Study Between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand, Part I: Distribution and Community Structure of Aquatic Macroinvertebrate Analyses. A Research Report to the Thailand Research Fund.

Sangpradub, N., Inmoung, Y., Hanjavanit, C. and Inmoung U. 1997. Effect of Headwater Catchment Degradation on Water Quality and Benthic Macroinvertebrate Community in Northeast Thailand. pp. 1-23. *In*: Srisuk, K. and Sriboonlue, V., eds, Presented to International Symposium on Hydrology and Water Resource for Research and Development in Southeast Asia and the Pacific. 16-19 December 1997. Mekong Royal Hotel, Nong khai.

Sangpradub, N., Hanjavanit, C. and Boonsoong, B. 2002. New Records of Heptageniid Mayflies Asionurus and Thalerophyrus (Ephemeroptera: Heptageniidae) from Northern Thailand. Science Asia 28: 407-409.

Sheldon , A. L. 1969. Equitability Indices : Dependence on the Species Count. Ecology 50: 466 – 67.

Sivec, I. 1984. Study of Genus *Neoperla* (Plecoptera: Perlidae) form the Philippines. SCOPOLIA 7: 1-44.

Sivec, I. and Zhiltzova, L. A. 1997. *Agnetina kryhanovskii*, a New Stonefly form Yunnan, Chaina (Plecoptera: Perlidae). Acta Entomologica Slovenica 5: 109-112.

Sivec, I. and Zwick, P. 1989. Additional of Knowledge of Genus *Chinoperla* (Plecoptera: Perlidae). Aquatic Insects 11: 11-16.

Sivec, I. and Stark, B. P. and Uchida, S. 1988. Synopsis of the World Genera of *Perlinae* (Plecoptera: Perlidae). SCOPOLIA 16: 1-66.

Soldan, T. 2001. Status of the Systematic Knowledge and Priorities in Ephemeroptera Studies: the Oriental Region. Kluwer Academic Plan. Publish.

Stark, B. P. 1987. Records and Descriptions of Oriental Neoperlini (Plecoptera: Perlidae). Aquatic Insects 9: 45-50.

Stark, B. P. and Sivec, I. 1991. Descriptions of Oriental Perlini (Plecoptera: Perlidae). Aquatic Insects 13: 151-160.

Stewart, W. K. and Maketon, M. 1991. Structures Used by Nearctic Stoneflies (Plecoptera) for Drumming and Their Relationship to Behavioural Pattern Diversity. Aquatic Insects 13: 33-53.

Ward, J. V. 1992. Aquatic Insect Ecology 1. Biology and Habitat. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Wallace, J. B., Grubaugh, J. W. and Whiles, M. R. 1996. Biotic Indices and Stream Ecosystem Processes: Results from an Experimental Study. Ecological Applications. 6: 140-151.

Watanasit, S. 1996. Aquatic insects in streams in southern provinces of Thailand. Songklanakarin Journal Science Technology 18(4): 385-396.

Weber, C. I. 1973. Biological Field and Laboratory Methods for Measuring the Quality of Surface Waters and Effluents. US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. 670/4: 73-001.

Wheeler, W. C., Whiting, M., Wheeler, Q.D. and Carpenter, J.M. 2001. The Phylogeny of Extant Hexapod Orders. Cladistics 17: 113-169.

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

Williams, N. E. 1991. Geographical and Environmental Patterns in Caddisfly (Trichoptera) Assemblages from Coldwater Spring in Canada. Memoirs of the Entomogical Society of Canada 155: 107-124.

Williams D. D. 1996. Environmental Constraints in Temporary Fresh Waters and Their Consequences for the Insect Fauna. Journal of the North American Benthological Society 15(4): 634-650.

Wood, J.P. and Armitage, D. P. 1997. Biological Effect of Fine Sediment in the Lotic Environment. Environmental Management 21(2): 203-217.

Zamora-Munoz, C. Ortega, A. S. 1993. Physical-chemical Factors that Determine the Distribution of Mayflies and Stoneflies in High Mountain Stream in Southern Europe (Sierra Nevada, Southern Spain). Aquatic Insects 15(1):11-20.

Zwick, P. 1982. A revision of the Oriental Stonefly Genus Phanoperla (Plecoptera: Perlidae). Systematic Entomology 7: 87-126.

Zwick, P. 1986. Contribution to the Knowledge of Phanopela Banks, 1938 (Plecoptera: Perlidae). Mitteilugen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bulletin de La Societe Entomologique Suisse 59: 151-158.

Zwick, P. and Sivec, I. 1985. Supplements to the Perlidae (Plecoptera) of Sumatra. SPIXIANA 8: 123-133.

ภาคผนวกตารางที่ 1 ปัจจัยทางกายภาพของน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2551 – พฤษภาคม 2552

เวลา	บริเวณ	ซ้ำ	อุณหภูมิน้ำ (°c)	อุณหภูมิอากาศ (°c)	ความลึกของลำธาร (cm)	ความกว้างของลำธาร (m)	ความเร็วของกระแสน้ำ (m/sec)	ความเป็นกรดด่าง	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่นใส
ก.ค.-51	**ต้นน้ำ**	1	25.80	27.30	26.00	10.37	0.59	6.61	8.30	0.052
		2	26.20	27.60	25.00	11.05	0.60	6.63	8.40	0.060
		3	25.90	27.50	26.00	10.87	0.57	6.55	8.44	0.049
	กลางน้ำ	1	26.70	28.00	16.00	8.72	0.55	6.35	8.30	0.051
		2	27.00	27.90	18.00	8.53	0.54	6.49	8.45	0.055
		3	26.80	27.70	20.00	8.12	0.52	6.30	8.23	0.054
	ปลายน้ำ	1	33.10	34.20	19.00	4.12	0.02	5.58	6.21	0.069
		2	33.30	34.70	18.00	4.22	0.03	5.59	6.05	0.070
		3	33.00	34.50	16.00	4.38	0.02	6.00	6.11	0.072
ก.ย.-51	**ต้นน้ำ**	1	24.80	27.40	25.00	11.30	0.61	6.33	8.40	0.054
		2	24.40	27.60	27.00	11.14	0.63	6.30	8.20	0.057
		3	24.50	27.80	28.00	11.02	0.65	6.41	8.60	0.052
	กลางน้ำ	1	24.60	27.90	18.00	8.83	0.57	6.34	8.90	0.053
		2	24.00	27.60	20.00	8.63	0.60	6.29	8.80	0.057
		3	24.70	28.00	22.00	8.70	0.61	6.31	8.40	0.056
	ปลายน้ำ	1	31.60	32.20	19.00	4.32	0.03	6.02	6.30	0.072
		2	31.70	31.70	17.00	4.23	0.04	6.07	6.40	0.069
		3	30.90	32.70	15.00	4.67	0.05	6.10	6.52	0.074
พ.ย.-51	**ต้นน้ำ**	1	23.30	26.00	34.00	11.88	0.83	6.39	8.60	0.056
		2	23.00	25.90	36.00	11.57	0.80	6.35	8.72	0.054
		3	23.20	25.70	32.00	11.69	0.79	6.38	8.79	0.057
	กลางน้ำ	1	23.00	25.90	25.00	9.22	0.78	6.39	8.92	0.056
		2	22.90	25.50	27.00	9.30	0.77	6.38	8.87	0.056
		3	23.20	25.70	26.00	9.02	0.80	6.37	8.78	0.058
	ปลายน้ำ	1	29.60	30.30	22.00	4.63	0.10	6.20	6.42	0.074
		2	29.80	30.00	20.00	4.60	0.12	6.19	6.39	0.080
		3	30.00	29.80	21.00	4.58	0.17	6.20	6.51	0.071

ภาคผนวกตารางที่ 1 (ต่อ) ปัจจัยทางกายภาพของน้ำในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2551 – พฤษภาคม 2552

เวลา	บริเวณ	ซ้ำ	อุณหภูมิน้ำ (°c)	อุณหภูมิอากาศ (°c)	ความลึกของลำธาร (cm)	ความกว้างของลำธาร (m)	ความเร็วของกระแสน้ำ (m/sec)	ความเป็นกรดด่าง	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	ความขุ่นใส
ม.ค.-52	**ต้นน้ำ**	1	23.90	25.70	34.00	11.57	0.80	6.42	8.58	0.058
		2	23.60	25.80	36.00	11.88	0.79	6.38	8.67	0.056
		3	23.70	25.60	32.00	11.69	0.80	6.33	8.89	0.057
	กลางน้ำ	1	23.20	25.60	25.00	9.15	0.77	6.41	8.90	0.058
		2	23.70	25.40	24.00	9.22	0.76	6.37	8.80	0.056
		3	23.50	25.80	26.00	9.30	0.74	6.37	8.78	0.057
	ปลายน้ำ	1	29.50	29.60	22.00	4.58	0.09	6.19	6.41	0.072
		2	29.20	29.80	20.00	4.69	0.06	6.10	6.40	0.070
		3	29.40	29.70	21.00	4.59	0.05	6.15	6.39	0.069
มี.ค.-52	**ต้นน้ำ**	1	25.90	27.70	30.00	11.30	0.60	6.32	8.39	0.052
		2	26.00	27.90	27.00	11.22	0.63	6.29	8.37	0.053
		3	26.20	28.20	28.00	11.10	0.61	6.31	8.32	0.054
	กลางน้ำ	1	26.00	27.60	21.00	8.85	0.56	6.30	8.91	0.056
		2	25.80	27.70	24.00	8.60	0.58	6.32	8.78	0.057
		3	25.70	27.80	25.00	8.69	0.60	6.34	8.74	0.055
	ปลายน้ำ	1	31.70	32.10	19.00	4.30	0.02	6.00	6.20	0.070
		2	31.20	32.90	18.00	4.21	0.01	6.12	6.00	0.069
		3	31.00	32.30	19.00	4.52	0.03	6.14	6.18	0.071
พ.ค.-52	**ต้นน้ำ**	1	26.00	27.90	28.00	11.20	0.57	6.30	8.52	0.053
		2	26.20	28.20	27.00	11.00	0.58	6.29	8.56	0.055
		3	26.30	28.30	26.00	11.10	0.59	6.28	8.78	0.056
	กลางน้ำ	1	27.80	27.80	20.00	8.80	0.55	6.28	8.78	0.052
		2	27.90	27.90	18.00	8.67	0.53	6.29	8.88	0.056
		3	27.50	27.50	23.00	8.58	0.51	6.31	8.90	0.055
	ปลายน้ำ	1	32.40	32.40	17.00	4.30	0.01	6.00	6.42	0.072
		2	32.70	32.70	16.00	4.28	0.02	5.59	6.38	0.068
		3	32.90	32.90	15.00	4.30	0.01	5.57	6.36	0.071

ภาคผนวกตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝนรายวัน (มิลลิเมตร) ระหว่างเดือนเดือนกรกฎาคม 2551 – พฤษภาคม 2552 ที่สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสนามบินหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วัน/เดือน/ปี	ก.ค.-51	ส.ค.-51	ก.ย.-51	ต.ค.-51	พ.ย.-51	ธ.ค.-51	ม.ค.-52	ก.พ.-52	มี.ค.-52	เม.ย.-52	พ.ค.-52
1	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	65.70	10.90	0.00	4.10	0.00	0.00
2	0.10	0.20	0.20	0.00	1.90	0.00	38.90	0.00	71.90	16.10	4.00
3	4.00	13.40	0.00	5.90	0.00	0.00	19.30	0.00	9.60	10.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	24.60	0.00	0.00	12.70	0.00	0.00	0.00	3.40
5	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	33.80	0.00	0.00	0.40	0.40	43.20
6	0.00	0.60	0.20	0.00	0.70	10.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	3.60	0.00	0.00	9.10	53.70	0.00	0.00	0.00	31.30	0.00
8	0.00	3.80	4.60	0.00	6.60	20.20	2.00	0.00	0.00	0.60	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.90	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	18.70	0.00
10	0.00	0.00	0.20	0.00	18.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	35.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	34.40	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70
13	0.00	0.40	15.40	23.80	8.50	4.70	8.20	0.00	0.00	0.00	0.20
14	0.00	44.50	0.00	0.00	9.50	4.00	0.00	0.00	1.20	1.90	16.90
15	7.60	0.00	0.00	16.10	0.00	0.00	5.20	0.00	0.00	2.10	12.90
16	0.00	11.10	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.80	28.40
17	2.60	0.00	0.00	6.90	13.80	0.00	0.70	0.00	0.40	0.10	7.00
18	0.00	1.90	0.00	7.20	19.60	0.00	0.00	0.00	1.60	0.40	4.10
19	0.90	0.30	0.00	9.20	37.20	0.00	0.00	0.00	5.50	0.60	1.20
20	1.60	0.00	1.10	29.00	21.80	0.20	0.00	0.00	29.00	0.00	3.40
21	0.00	3.70	0.00	18.70	19.10	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
22	0.00	0.00	0.00	4.60	26.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	13.50	0.00	0.00	8.00	31.90	0.40	0.00	0.00	12.80	0.40	0.00
24	51.60	4.50	0.00	3.90	37.90	2.40	0.00	0.00	19.10	0.00	0.00
25	0.00	0.00	10.50	0.30	18.50	11.00	0.40	0.00	0.00	0.00	9.40
26	7.90	0.40	0.00	0.00	14.30	12.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	1.00	39.10	0.00	6.50	38.10	0.80	0.00	0.00	2.00	15.00	0.00
28	0.00	1.20	0.00	0.00	15.30	25.90	0.00	17.00	13.70	2.70	0.00
29	0.00	18.70	0.40	5.20	50.90	15.40	0.00	-	11.10	0.00	10.00
30	0.00	0.00	0.00	3.90	109.80	8.50	0.00	-	0.00	0.00	0.00
31	0.00	4.60	-	0.00	-	4.80	-	-	0.20	-	0.00
รวม	90.80	152.00	33.40	209.10	549.90	276.70	98.30	17.00	182.60	102.10	154.00
เฉลี่ย	2.93	4.90	1.11	6.75	18.33	8.93	3.17	0.61	5.89	3.40	4.97
S.E.	1.71	1.94	0.60	1.73	4.02	2.88	1.45	0.55	2.52	1.31	1.72

ภาคผนวกตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมในบริเวณต้นน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
a	Between Groups	12.134	1	12.134	14.161	.002
	Within Groups	13.709	16	.857		
	Total	25.843	17			
b	Between Groups	7.562	1	7.562	12.445	.003
	Within Groups	9.723	16	.608		
	Total	17.285	17			
c	Between Groups	23.361	1	23.361	1.728	.207
	Within Groups	216.250	16	13.516		
	Total	239.611	17			
d	Between Groups	.133	1	.133	.895	.358
	Within Groups	2.381	16	.149		
	Total	2.514	17			
e	Between Groups	.047	1	.047	6.278	.023
	Within Groups	.120	16	.007		
	Total	.167	17			
f	Between Groups	.063	1	.063	7.260	.016
	Within Groups	.138	16	.009		
	Total	.200	17			
g	Between Groups	.014	1	.014	.369	.552
	Within Groups	.608	16	.038		
	Total	.622	17			
h	Between Groups	.000	1	.000	.994	.334
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	.000	17			

: a = อุณหภูมิน้ำ, b = อุณหภูมิอากาศ, c = ความกว้างของลำธาร, d = ความลึกของลำธาร, e = ความเร็วของกระแสน้ำ, f = ความเป็นกรดด่างของน้ำ, g = ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, h = ความขุ่นใสของน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมในบริเวณกลางน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
a	Between Groups	21.934	1	21.934	10.961	.004
	Within Groups	32.017	16	2.001		
	Total	53.951	17			
b	Between Groups	3.738	1	3.738	4.003	.063
	Within Groups	14.938	16	.934		
	Total	18.676	17			
c	Between Groups	.694	1	.694	.059	.812
	Within Groups	189.083	16	11.818		
	Total	189.778	17			
d	Between Groups	.155	1	.155	1.592	.225
	Within Groups	1.555	16	.097		
	Total	1.709	17			
e	Between Groups	.051	1	.051	5.803	.028
	Within Groups	.140	16	.009		
	Total	.190	17			
f	Between Groups	.013	1	.013	6.111	.025
	Within Groups	.035	16	.002		
	Total	.048	17			
g	Between Groups	.095	1	.095	2.044	.172
	Within Groups	.744	16	.047		
	Total	.839	17			
h	Between Groups	.000	1	.000	.180	.677
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	.000	17			

: a = อุณหภูมิน้ำ, b = อุณหภูมิอากาศ, c = ความกว้างของลำธาร, d = ความลึกของลำธาร, e = ความเร็วของกระแสน้ำ, f = ความเป็นกรดด่างของน้ำ, g = ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, h = ความขุ่นใสของน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมในบริเวณปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
a	Between Groups	4.480	1	4.480	2.379	.143
	Within Groups	30.131	16	1.883		
	Total	34.611	17			
b	Between Groups	3.610	1	3.610	1.276	.275
	Within Groups	45.255	16	2.828		
	Total	48.865	17			
c	Between Groups	13.444	1	13.444	3.030	.101
	Within Groups	71.000	16	4.438		
	Total	84.444	17			
d	Between Groups	.089	1	.089	2.862	.110
	Within Groups	.498	16	.031		
	Total	.587	17			
e	Between Groups	.009	1	.009	6.273	.023
	Within Groups	.024	16	.001		
	Total	.033	17			
f	Between Groups	.067	1	.067	1.238	.282
	Within Groups	.863	16	.054		
	Total	.929	17			
g	Between Groups	.029	1	.029	1.282	.274
	Within Groups	.368	16	.023		
	Total	.397	17			
h	Between Groups	.000	1	.000	1.500	.238
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	.000	17			

: a = อุณหภูมิน้ำ, b = อุณหภูมิอากาศ, c = ความกว้างของลำธาร, d = ความลึกของลำธาร, e = ความเร็วของกระแสน้ำ, f = ความเป็นกรดด่างของน้ำ, g = ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, h = ความขุ่นใสของน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
a	Between Groups	461.589	2	230.795	102.885	.000
	Within Groups	114.405	51	2.243		
	Total	575.994	53			
b	Between Groups	279.064	2	139.532	83.891	.000
	Within Groups	84.826	51	1.663		
	Total	363.890	53			
c	Between Groups	1073.815	2	536.907	53.290	.000
	Within Groups	513.833	51	10.075		
	Total	1587.648	53			
d	Between Groups	434.790	2	217.395	2304.899	.000
	Within Groups	4.810	51	.094		
	Total	439.601	53			
e	Between Groups	4.342	2	2.171	283.907	.000
	Within Groups	.390	51	.008		
	Total	4.732	53			
f	Between Groups	1.690	2	.845	36.587	.000
	Within Groups	1.178	51	.023		
	Total	2.867	53			
g	Between Groups	64.684	2	32.342	887.610	.000
	Within Groups	1.858	51	.036		
	Total	66.542	53			
h	Between Groups	.003	2	.002	256.231	.000
	Within Groups	.000	51	.000		
	Total	.003	53			

: a = อุณหภูมิน้ำ, b = อุณหภูมิอากาศ, c = ความกว้างของลำธาร, d = ความลึกของลำธาร, e = ความเร็วของกระแสน้ำ, f = ความเป็นกรดด่างของน้ำ, g = ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, h = ความขุ่นใสของน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

Dependent Variable	(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
a	Up	Mid	-.28333	.49925	.838	-1.4885	.9218
		Down	-6.33889(*)	.49925	.000	-7.5441	-5.1337
	Mid	Up	.28333	.49925	.838	-.9218	1.4885
		Down	-6.05556(*)	.49925	.000	-7.2607	-4.8504
	Down	Up	6.33889(*)	.49925	.000	5.1337	7.5441
		Mid	6.05556(*)	.49925	.000	4.8504	7.2607
b	Up	Mid	.04444	.42989	.994	-.9933	1.0822
		Down	-4.80000(*)	.42989	.000	-5.8377	-3.7623
	Mid	Up	-.04444	.42989	.994	-1.0822	.9933
		Down	-4.84444(*)	.42989	.000	-5.8822	-3.8067
	Down	Up	4.80000(*)	.42989	.000	3.7623	5.8377
		Mid	4.84444(*)	.42989	.000	3.8067	5.8822
c	Up	Mid	7.16667(*)	1.05805	.000	4.6126	9.7208
		Down	10.72222(*)	1.05805	.000	8.1681	13.2763
	Mid	Up	-7.16667(*)	1.05805	.000	-9.7208	-4.6126
		Down	3.55556(*)	1.05805	.004	1.0015	6.1097
	Down	Up	-10.72222(*)	1.05805	.000	-13.2763	-8.1681
		Mid	-3.55556(*)	1.05805	.004	-6.1097	-1.0015
d	Up	Mid	2.44556(*)	.10237	.000	2.1984	2.6927
		Down	6.85722(*)	.10237	.000	6.6101	7.1043
	Mid	Up	-2.44556(*)	.10237	.000	-2.6927	-2.1984
		Down	4.41167(*)	.10237	.000	4.1645	4.6588
	Down	Up	-6.85722(*)	.10237	.000	-7.1043	-6.6101
		Mid	-4.41167(*)	.10237	.000	-4.6588	-4.1645
e	Up	Mid	.03889	.02915	.383	-.0315	.1093
		Down	.62000(*)	.02915	.000	.5496	.6904
	Mid	Up	-.03889	.02915	.383	-.1093	.0315
		Down	.58111(*)	.02915	.000	.5107	.6515
	Down	Up	-.62000(*)	.02915	.000	-.6904	-.5496
		Mid	-.58111(*)	.02915	.000	-.6515	-.5107

ภาคผนวกตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

Dependent Variable	(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
f	Up	Mid	.03667	.05065	.751	-.0856	.1589
		Down	.39222(*)	.05065	.000	.2700	.5145
	Mid	Up	-.03667	.05065	.751	-.1589	.0856
		Down	.35556(*)	.05065	.000	.2333	.4778
	Down	Up	-.39222(*)	.05065	.000	-.5145	-.2700
		Mid	-.35556(*)	.05065	.000	-.4778	-.2333
g	Up	Mid	-.19944(*)	.06363	.008	-.3530	-.0458
		Down	2.21556(*)	.06363	.000	2.0620	2.3692
	Mid	Up	.19944(*)	.06363	.008	.0458	.3530
		Down	2.41500(*)	.06363	.000	2.2614	2.5686
	Down	Up	-2.21556(*)	.06363	.000	-2.3692	-2.0620
		Mid	-2.41500(*)	.06363	.000	-2.5686	-2.2614
h	Up	Mid	-.000722	.000827	.659	-.00272	.00127
		Down	-.016556(*)	.000827	.000	-.01855	-.01456
	Mid	Up	.000722	.000827	.659	-.00127	.00272
		Down	-.015833(*)	.000827	.000	-.01783	-.01384
	Down	Up	.016556(*)	.000827	.000	.01456	.01855
		Mid	.015833(*)	.000827	.000	.01384	.01783

* The mean difference is significant at the .05 level.

: a = อุณหภูมิน้ำ, b = อุณหภูมิอากาศ, c = ความกว้างของลำธาร, d = ความลึกของลำธาร, e = ความเร็วของกระแสน้ำ, f = ความเป็นกรดด่างของน้ำ, g = ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, h = ความขุ่นใสของน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำ ในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Up stream	Between Groups	.083	1	.083	.007	.937
	Within Groups	47.250	4	11.813		
	Total	47.333	5			
Mid stream	Between Groups	.750	1	.750	.098	.770
	Within Groups	30.750	4	7.688		
	Total	31.500	5			
Down stream	Between Groups	.000	1	.000	.	.
	Within Groups	.000	4	.000		
	Total	.000	5			

: Up = บริเวณต้นน้ำ, Mid = บริเวณกลางน้ำ และ Down = บริเวณปลายน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองปัจจัยของความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำที่พบ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	854.759(a)	17	50.280	1.549	0.132
Intercept	2307.574	1	2307.574	71.083	0.000
period	14.537	5	2.907	0.090	0.993
size	828.481	2	414.241	12.760	0.000
period * size	11.741	10	1.174	0.036	1.000
Error	1168.667	36	32.463		
Total	4331.000	54			
Corrected Total	2023.426	53			

a R Squared = .422 (Adjusted R Squared = .150)

: period = ฤดูกาล และ size = บริเวณที่เก็บตัวอย่างแมลงน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนชนิดแมลงน้ำที่พบระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

(I) abc	(J) abc	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
a	b	-8.1667(*)	1.89921	.001	-13.0158	-3.3176
	c	-8.4444(*)	1.89921	.000	-13.2935	-3.5954
b	a	8.1667(*)	1.89921	.001	3.3176	13.0158
	c	-.2778	1.89921	.989	-5.1269	4.5713
c	a	8.4444(*)	1.89921	.000	3.5954	13.2935
	b	.2778	1.89921	.989	-4.5713	5.1269

* The mean difference is significant at the .05 level.

: a = ต้นน้ำ, b = กลางน้ำ, c = ปลายน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งปัจจัยของดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.279	2	.139	130.908	.000
Within Groups	.092	86	.001		
Total	.371	88			

ภาคผนวกตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำ ระหว่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง

(I) abc	(J) abc	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
a	b	-.002253	.007048	.950	-.01981	.01530
	c	-.311244(*)	.019465	.000	-.35973	-.26276
b	a	.002253	.007048	.950	-.01530	.01981
	c	-.308992(*)	.019524	.000	-.35763	-.26036
c	a	.311244(*)	.019465	.000	.26276	.35973
	b	.308992(*)	.019524	.000	.26036	.35763

* The mean difference is significant at the .05 level.

: a = ต้นน้ำ, b = กลางน้ำ, c = ปลายน้ำ

ภาคผนวกตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงชีปะขาวในบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Baetis sp.	0.585	0.222	0.454	0.365	-0.185	0.725	-0.157	0.767	-0.392	0.442	-0.446	0.375	0.193	0.714	-0.036	0.945	-0.063	0.905
Centroptilum sp.	-0.448	0.373	-0.565	0.243	0.685	0.133	0.696	0.125	0.610	0.199	-0.290	0.577	0.299	0.565	0.394	0.439	0.000	1.000
Platybaetis sp.	0.371	0.470	0.091	0.864	0.112	0.833	0.017	0.974	-0.084	0.875	-0.139	0.794	0.384	0.453	0.192	0.716	0.246	0.638
Cloeon sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Caenis sp.1	-0.139	0.793	0.224	0.670	-0.340	0.509	-0.162	0.759	-0.185	0.726	-0.146	0.782	-0.379	0.459	-0.277	0.595	-0.398	0.434
Caenis sp.2	-0.139	0.793	0.224	0.670	-0.340	0.509	-0.162	0.759	-0.185	0.726	-0.146	0.782	-0.379	0.459	-0.277	0.595	-0.398	0.434
Crinitella sp.	0.926	0.008	0.822	0.045	-0.634	0.177	-0.628	0.182	-0.798	0.057	-0.153	0.772	-0.403	0.429	-0.596	0.212	-0.237	0.651
Tarleya sp.	-0.139	0.793	0.224	0.670	-0.340	0.509	-0.162	0.759	-0.185	0.726	-0.146	0.782	-0.379	0.459	-0.277	0.595	-0.398	0.434
Uracantella sp.	-0.139	0.793	0.224	0.670	-0.340	0.509	-0.162	0.759	-0.185	0.726	-0.146	0.782	-0.379	0.459	-0.277	0.595	-0.398	0.434
Ephemera sp.	0.387	0.448	0.163	0.757	-0.471	0.346	-0.675	0.141	-0.370	0.471	0.951	0.004	-0.438	0.385	-0.277	0.595	-0.247	0.637
Campsoneuria sp.	0.760	0.080	0.729	0.100	-0.432	0.393	-0.366	0.476	-0.628	0.182	-0.432	0.393	-0.426	0.399	-0.644	0.167	-0.127	0.810
Thalerophyrus sp.	0.151	0.776	0.098	0.853	0.004	0.994	0.051	0.923	-0.082	0.877	-0.351	0.495	0.567	0.241	0.457	0.363	-0.147	0.781
Choroterpes sp.	0.826	0.043	0.717	0.108	-0.597	0.211	-0.631	0.179	-0.723	0.105	-0.007	0.989	-0.213	0.685	-0.420	0.407	-0.064	0.904
Habrophebiodes sp.	0.704	0.119	0.550	0.258	-0.289	0.578	-0.284	0.585	-0.499	0.313	-0.345	0.503	0.023	0.965	-0.208	0.693	-0.062	0.906
Traulus sp.	-0.139	0.793	0.224	0.670	-0.340	0.509	-0.162	0.759	-0.185	0.726	-0.146	0.782	-0.379	0.459	-0.277	0.595	-0.398	0.434

ภาคผนวกตารางที่ 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงชีปะขาวในบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Baetis sp.	0.417	0.411	0.022	0.967	-0.055	0.917	-0.035	0.947	-0.197	0.708	-0.153	0.773	0.122	0.818	-0.101	0.850	-0.517	0.294
Centroptilum sp.	-0.257	0.623	0.304	0.558	-0.265	0.612	-0.136	0.797	-0.130	0.806	-0.381	0.456	-0.030	0.955	-0.040	0.940	-0.314	0.544
Platybaetis sp.	0.329	0.524	-0.092	0.862	-0.221	0.674	0.050	0.925	-0.094	0.859	-0.115	0.829	0.064	0.904	-0.290	0.577	-0.319	0.538
Cloeon sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Caenis sp.1	-0.205	0.696	0.337	0.514	-0.329	0.525	-0.175	0.740	-0.177	0.738	-0.395	0.438	-0.072	0.892	-0.100	0.850	-0.398	0.434
Caenis sp.2	-0.205	0.696	0.337	0.514	-0.329	0.525	-0.175	0.740	-0.177	0.738	-0.395	0.438	-0.072	0.892	-0.100	0.850	-0.006	0.991
Crinitella sp.	0.159	0.764	0.279	0.592	0.190	0.718	-0.191	0.717	-0.221	0.674	-0.277	0.596	0.192	0.716	0.200	0.704	-0.286	0.583
Tarleya sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Uracantella sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ephemera sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Campsoneuria sp.	0.665	0.149	0.600	0.208	-0.770	0.073	-0.567	0.241	-0.690	0.129	-0.569	0.239	-0.263	0.614	-0.727	0.101	-0.741	0.092
Thalerophyrus sp.	0.277	0.595	0.636	0.175	-0.416	0.411	-0.408	0.422	-0.553	0.255	-0.879	0.021	0.166	0.754	-0.247	0.637	-0.558	0.250
Choroterpes sp.	0.840	0.036	0.377	0.462	-0.464	0.354	-0.445	0.377	-0.575	0.233	-0.349	0.498	-0.121	0.820	-0.612	0.197	-0.320	0.537
Habrophebiodes sp.	0.777	0.069	0.283	0.586	-0.235	0.653	-0.338	0.513	-0.477	0.339	-0.315	0.543	0.036	0.946	-0.404	0.427	-0.193	0.714
Traulus sp.	0.645	0.166	0.733	0.097	-0.929	0.007	-0.752	0.085	-0.757	0.082	-0.442	0.380	-0.554	0.254	-0.894	0.016	-0.542	0.267

ภาคผนวกตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงชีปะขาวในบริเวณปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Baetis sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Centroptilum sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Platybaetis sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cloeon sp.	-0.759	0.080	-0.874	0.023	0.657	0.156	0.769	0.074	0.597	0.211	0.520	0.291	0.590	0.217	0.249	0.634	0.511	0.300
Caenis sp.1	-0.579	0.228	-0.671	0.144	0.157	0.767	0.625	0.184	0.476	0.340	0.582	0.226	0.890	0.018	0.535	0.274	0.168	0.751
Caenis sp.2	-0.864	0.026	-0.952	0.003	0.580	0.228	0.860	0.028	0.657	0.156	0.753	0.084	0.782	0.066	0.452	0.368	0.441	0.381
Crinitella sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tarleya sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Uracantella sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ephemera sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Campsoneuria sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Thalerophyrus sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Choroterpes sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Habrophebiodes sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Traulus sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ภาคผนวกตารางที่ 16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงเกาะหินในบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Neoephemerropsis sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cryptoperla sp.	0.609	0.200	0.281	0.589	-0.417	0.411	-0.580	0.228	-0.451	0.370	0.556	0.252	-0.091	0.864	-0.028	0.958	-0.423	0.403
Kamimuria sp.	0.412	0.417	0.180	0.733	0.115	0.829	0.082	0.877	-0.115	0.828	-0.328	0.525	-0.006	0.991	-0.159	0.764	0.078	0.883
Neoperla sp.	0.048	0.928	-0.155	0.770	0.452	0.368	0.461	0.357	0.238	0.650	-0.516	0.295	0.363	0.480	0.259	0.620	0.065	0.903
Phamoperla sp.	0.251	0.631	0.569	0.238	-0.327	0.527	-0.108	0.839	-0.389	0.446	-0.685	0.134	-0.458	0.361	-0.623	0.186	-0.076	0.886
Tetropina sp.	0.332	0.520	0.648	0.164	-0.376	0.462	-0.155	0.770	-0.460	0.358	-0.753	0.084	-0.292	0.574	-0.530	0.280	-0.004	0.994

ภาคผนวกตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงเกาะหินในบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Neoephemerropsis sp.	-0.205	0.696	0.337	0.514	-0.329	0.525	-0.175	0.740	-0.177	0.738	-0.395	0.438	-0.072	0.892	-0.100	0.850	-0.398	0.434
Cryptoperla sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kamimuria sp.	0.345	0.504	-0.012	0.982	-0.122	0.818	-0.095	0.858	-0.147	0.781	0.186	0.724	-0.211	0.688	-0.164	0.756	-0.535	0.274
Neoperla sp.	0.485	0.330	0.112	0.833	-0.047	0.929	-0.163	0.758	-0.267	0.610	-0.063	0.905	-0.006	0.991	-0.123	0.816	-0.414	0.415
Phamoperla sp.	-0.261	0.618	-0.394	0.440	0.288	0.580	0.417	0.410	0.381	0.457	-0.008	0.988	0.419	0.409	0.191	0.718	0.676	0.140
Tetropina sp.	0.653	0.160	0.292	0.574	-0.277	0.595	-0.239	0.648	-0.441	0.381	-0.632	0.178	0.288	0.580	-0.400	0.432	-0.081	0.879

ภาคผนวกตารางที่ 18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Anisocentropus sp.	-0.518	0.292	-0.415	0.413	0.554	0.255	0.541	0.268	0.530	0.280	-0.229	0.663	0.409	0.421	0.221	0.674	0.984	0.000
Ganonema sp.	-0.372	0.538	0.135	0.828	-0.281	0.647	-0.059	0.925	-0.074	0.906	-0.161	0.795	-0.329	0.589	-0.221	0.721	-0.753	0.142
Ecnomus sp.	0.345	0.503	0.220	0.675	0.118	0.824	0.169	0.749	-0.109	0.838	-0.566	0.242	-0.031	0.953	-0.181	0.731	-0.042	0.937
Helicopsyche sp.	0.312	0.547	0.273	0.601	0.062	0.907	0.128	0.809	-0.137	0.796	-0.546	0.262	-0.225	0.669	-0.390	0.444	0.086	0.871
Cheumatopsyche copia	0.155	0.769	0.395	0.439	-0.238	0.649	-0.121	0.820	-0.275	0.599	-0.456	0.363	0.167	0.751	-0.104	0.845	0.357	0.487
Cheumatopsyche sp.1	0.166	0.754	0.036	0.945	0.203	0.700	0.216	0.681	0.040	0.939	-0.325	0.529	-0.210	0.690	-0.249	0.634	-0.039	0.942
Cheumatopsyche tramota	0.462	0.356	0.469	0.348	-0.297	0.567	-0.228	0.664	-0.416	0.412	-0.410	0.420	0.271	0.604	0.055	0.917	-0.081	0.879
Diplectrona gombak	-0.152	0.774	0.192	0.716	-0.282	0.589	-0.096	0.856	-0.145	0.785	-0.203	0.700	-0.389	0.445	-0.273	0.601	-0.450	0.370
Hydatomanicus klanklini	-0.543	0.266	-0.496	0.317	0.650	0.162	0.621	0.188	0.607	0.202	-0.214	0.684	0.352	0.494	0.203	0.700	0.941	0.005
Hydropsyche sp.	0.126	0.811	-0.014	0.979	0.266	0.611	0.263	0.614	0.096	0.856	-0.318	0.539	-0.150	0.777	-0.214	0.684	0.091	0.864
Macrostemum dohrni	-0.529	0.280	-0.638	0.173	0.826	0.043	0.794	0.059	0.723	0.104	-0.294	0.571	0.407	0.423	0.372	0.468	0.542	0.267
Macrostemum sp.1	-0.429	0.396	-0.610	0.198	0.258	0.621	0.096	0.856	0.422	0.405	0.761	0.079	0.148	0.779	0.456	0.364	-0.177	0.737
Potamyia sp.	0.473	0.343	0.381	0.457	-0.023	0.965	0.050	0.925	-0.262	0.616	-0.658	0.156	0.133	0.802	-0.099	0.852	-0.028	0.958
Polymorphanicus astictus	0.695	0.126	0.834	0.039	-0.942	0.005	-0.893	0.016	-0.879	0.021	0.203	0.699	-0.620	0.190	-0.656	0.157	-0.454	0.366

ภาคผนวกตารางที่ 18 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณต้นน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Orthotrichai sp.	0.685	0.133	0.668	0.147	-0.347	0.500	-0.258	0.621	-0.555	0.253	-0.579	0.228	-0.091	0.864	-0.358	0.486	-0.076	0.886
Goera sp.1	-0.455	0.365	-0.655	0.158	0.616	0.193	0.574	0.233	0.601	0.207	-0.015	0.978	0.536	0.273	0.721	0.106	-0.228	0.665
Goera sp.2	0.462	0.356	0.469	0.348	-0.297	0.567	-0.228	0.664	-0.416	0.412	-0.410	0.420	0.271	0.604	0.055	0.917	-0.081	0.879
Goerodes sp.	0.448	0.373	0.462	0.356	-0.094	0.860	-0.020	0.970	-0.307	0.554	-0.632	0.179	0.022	0.966	-0.299	0.564	0.326	0.528
Ceraclea sp.	0.462	0.356	0.469	0.348	-0.297	0.567	-0.228	0.664	-0.416	0.412	-0.410	0.420	0.271	0.604	0.055	0.917	-0.081	0.879
Oecetis sp.	0.462	0.356	0.463	0.355	-0.231	0.660	-0.157	0.766	-0.382	0.454	-0.502	0.311	0.280	0.590	0.027	0.960	0.018	0.973
Setodes sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Marrilia sp.	0.387	0.448	0.163	0.757	-0.471	0.346	-0.675	0.141	-0.370	0.471	0.951	0.004	-0.438	0.385	-0.277	0.595	-0.247	0.637
Chimarra sp.	0.394	0.439	0.375	0.463	-0.079	0.882	0.048	0.928	-0.268	0.607	-0.716	0.109	0.226	0.667	0.051	0.924	-0.269	0.606
Pseudoneurachipsis sp.	0.291	0.576	0.484	0.331	-0.394	0.439	-0.265	0.612	-0.416	0.412	-0.401	0.431	0.162	0.759	-0.022	0.967	-0.075	0.887
Psychomyia sp.	-0.424	0.403	-0.334	0.518	0.456	0.363	0.449	0.372	0.428	0.397	-0.257	0.623	0.627	0.183	0.406	0.424	0.897	0.015
Rhyacophilla sp.	-0.455	0.365	-0.655	0.158	0.616	0.193	0.574	0.233	0.601	0.207	-0.015	0.978	0.536	0.273	0.721	0.106	-0.228	0.665
Stenopsyche siamensis	0.355	0.490	0.499	0.314	-0.158	0.765	0.032	0.952	-0.322	0.533	-0.811	0.050	-0.249	0.634	-0.428	0.398	-0.177	0.737

ภาคผนวกตารางที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Anisocentropus sp.	-0.343	0.506	-0.402	0.430	0.364	0.479	0.562	0.245	0.361	0.482	-0.231	0.660	0.644	0.167	0.467	0.350	-0.268	0.608
Ganonema sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ecnomus sp.	0.399	0.434	0.349	0.498	0.113	0.831	-0.183	0.729	-0.367	0.474	-0.695	0.125	0.506	0.306	0.094	0.859	-0.105	0.843
Helicopsyche sp.	0.328	0.525	-0.098	0.854	0.248	0.636	0.173	0.743	-0.040	0.940	-0.459	0.359	0.661	0.153	0.086	0.871	0.310	0.550
Cheumatopsyche copia	0.350	0.497	-0.039	0.942	-0.057	0.914	0.105	0.844	-0.128	0.809	-0.443	0.378	0.426	0.399	-0.122	0.818	-0.228	0.665
Cheumatopsyche sp.1	-0.368	0.473	-0.421	0.405	0.509	0.302	0.474	0.343	0.399	0.433	0.205	0.697	0.338	0.512	0.591	0.217	-0.271	0.603
Cheumatopsyche tramota	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diplectrona gombak	0.436	0.388	0.381	0.456	-0.588	0.220	-0.612	0.197	-0.418	0.409	0.421	0.405	-0.934	0.006	-0.644	0.167	-0.275	0.599
Hydatomanicus klanklini	-0.324	0.531	-0.348	0.499	0.670	0.145	0.406	0.424	0.370	0.470	0.153	0.772	0.441	0.381	0.678	0.139	0.157	0.766
Hydropsyche sp.	0.092	0.862	0.244	0.641	0.235	0.654	-0.107	0.840	-0.182	0.730	-0.377	0.462	0.323	0.532	0.284	0.586	-0.103	0.845
Macrostemum dohrni	-0.804	0.054	-0.963	0.002	0.835	0.039	0.911	0.011	0.963	0.002	0.668	0.147	0.435	0.389	0.768	0.075	0.745	0.089
Macrostemum sp.1	0.180	0.733	-0.028	0.958	0.387	0.449	0.102	0.847	0.000	1.000	-0.354	0.492	0.590	0.218	0.224	0.670	0.651	0.162
Potamyia sp.	0.474	0.342	0.344	0.505	-0.022	0.967	-0.160	0.762	-0.412	0.417	-0.823	0.044	0.552	0.256	-0.027	0.959	-0.300	0.563
Polymorphanicus astictus	-0.088	0.868	-0.331	0.522	0.041	0.939	0.192	0.716	0.275	0.598	0.369	0.471	-0.093	0.860	-0.117	0.826	0.622	0.187

ภาคผนวกตารางที่ 19 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำในบริเวณกลางน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ จำนวน 6 ครั้ง

ปัจจัยทางกายภาพ	อุณหภูมิน้ำ		อุณหภูมิอากาศ		ความลึกของลำธาร		ความกว้างของลำธาร		ความเร็วของกระแสน้ำ		ความเป็นกรดด่าง		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ		ความขุ่นใส		ปริมาณน้ำฝน	
ชนิด	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Orthotrichai sp.	0.606	0.202	0.248	0.635	-0.226	0.667	-0.174	0.742	-0.401	0.431	-0.651	0.161	0.357	0.487	-0.326	0.528	-0.161	0.760
Goera sp.1	0.428	0.397	0.156	0.767	0.206	0.695	-0.029	0.957	-0.244	0.641	-0.630	0.180	0.632	0.178	0.100	0.851	0.113	0.831
Goera sp.2	0.625	0.184	0.259	0.620	-0.244	0.641	-0.208	0.692	-0.407	0.424	-0.613	0.196	0.309	0.551	-0.374	0.465	-0.025	0.963
Goerodes sp.	-0.656	0.157	-0.430	0.395	0.431	0.394	0.469	0.348	0.560	0.248	0.231	0.659	0.269	0.606	0.439	0.384	0.743	0.091
Ceraclea sp.	-0.083	0.875	0.489	0.325	-0.165	0.754	-0.297	0.567	-0.301	0.562	-0.501	0.312	0.030	0.956	0.039	0.942	-0.320	0.536
Oecetis sp.	-0.306	0.555	-0.593	0.214	0.857	0.029	0.648	0.164	0.545	0.263	0.082	0.877	0.784	0.065	0.733	0.097	0.644	0.168
Setodes sp.	0.066	0.901	-0.250	0.632	0.260	0.619	0.259	0.619	0.174	0.741	-0.156	0.768	0.474	0.342	0.079	0.882	0.695	0.125
Marrilia sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Chimarra sp.	0.585	0.222	0.338	0.513	0.013	0.980	-0.231	0.660	-0.433	0.391	-0.650	0.162	0.432	0.393	-0.071	0.894	-0.131	0.805
Pseudoneurachipsis sp.	0.442	0.381	0.540	0.269	-0.560	0.248	-0.402	0.429	-0.549	0.260	-0.782	0.066	0.077	0.884	-0.502	0.311	-0.373	0.467
Psychomyia sp.	0.470	0.347	0.482	0.333	-0.502	0.311	-0.357	0.487	-0.514	0.297	-0.767	0.075	0.140	0.792	-0.485	0.329	-0.256	0.624
Rhyacophilla sp.	-0.569	0.238	-0.609	0.199	0.606	0.202	0.568	0.240	0.662	0.152	0.435	0.389	0.312	0.547	0.500	0.313	0.960	0.002
Stenopsyche siamensis	0.608	0.200	0.184	0.727	-0.131	0.804	-0.134	0.800	-0.364	0.478	-0.524	0.286	0.333	0.519	-0.226	0.667	-0.318	0.539

ภาคผนวกตารางที่ 20 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Ephemeroptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Baetidae	*Baetis* sp.	1	2	1	4	2	2	3	2	1	18	3	2	4	6	5	3	5	3	5	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Centroptilum sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platybaetis sp.	4	2	5	3	1	2	1	2	1	21	7	2	2	3	4	2	5	3	4	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cloeon sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	7
Caenidae	*Caenis* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	1	2	24
	Caenis sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	2	1	1	3	2	1	3	2	3	18	1	3	2	1	2	3	2	1	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tarleya sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uracantella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	2	1	0	1	1	3	0	2	1	11	1	0	3	2	5	2	2	2	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalerophyrus sp.	0	0	1	1	1	0	2	2	1	8	0	4	3	2	4	3	6	5	2	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	2	0	1	0	1	2	4	4	1	15	3	1	1	1	2	2	2	1	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habrophebiodes sp.	4	1	0	3	0	0	5	3	2	18	3	0	2	0	3	1	1	0	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traulus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Plecoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	*Kamimuria* sp.	1	1	0	1	1	1	1	1	2	9	1	1	3	2	1	2	1	3	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neoperla sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Phamoperla sp.	0	1	2	1	2	1	2	1	2	12	2	1	3	1	1	1	1	2	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tetropina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 20 (ต่อ) แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Trichoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ganonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	0	0	0	0	0	0	0	3	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche tramota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diplectrona gombak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	1	8	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydatomanicus klanklini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsyche sp.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum dohrni	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum sp.1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potamyia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymorphanicus astictus	1	0	2	0	1	2	0	0	0	6	0	1	0	2	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeridae	*Goera* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Goera sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	*Ceracea* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oecetis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Setodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontoceridae	*Marilia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Philopotamidae	*Chimarra* sp.	0	2	0	0	0	2	0	0	2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhyacophilidae	*Rhyacophilla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	6	0	0	2	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 21 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Ephemeroptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Baetidae	*Baetis* sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	2	4	4	1	3	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Centroptilum sp.	0	0	0	1	1	0	0	1	2	5	2	1	7	2	4	8	2	5	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platybaetis sp.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3	5	0	4	13	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cloeon sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	1	1	4	1	2	20
Caenidae	*Caenis* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	10	14	30	8	2	9	5	8	93
	Caenis sp.2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	5	3	1	2	3	6	32
Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tarleya sp.	0	1	0	1	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uracantella sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	0	3	1	0	3	0	0	0	0	7	0	3	1	0	6	5	2	2	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalerophyrus sp.	0	2	0	0	5	0	1	1	0	9	0	21	4	8	10	9	9	10	7	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	1	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habrophebiodes sp.	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traulus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Plecoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	*Kamimuria* sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neoperla sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Phamoperla sp.	4	1	1	4	9	4	0	0	4	27	2	2	3	1	3	1	1	0	5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tetropina sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 21 (ต่อ) แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Trichoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ganonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	0	0	0	1	2	0	0	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	9	2	1	1	5	1	0	0	3	22	1	2	1	0	0	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche tramota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diplectrona gombak	2	0	1	0	0	2	1	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydatomanicus klanklini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsyche sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4	2	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum dohrni	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum sp.1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potamyia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	0	1	3	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymorphanicus astictus	0	1	2	1	0	0	0	0	2	6	0	1	0	2	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeridae	*Goera* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Goera sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	*Ceracea* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	6	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oecetis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Setodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontoceridae	*Marilia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Philopotamidae	*Chimarra* sp.	5	0	1	1	1	1	0	0	4	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4	0	1	2	2	0	2	2	1	7	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhyacophilidae	*Rhyacophilla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	1	9	5	1	8	3	9	5	10	51	0	0	0	3	0	1	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 22 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Ephemeroptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Baetidae	*Baetis* sp.	3	3	1	2	1	0	1	2	1	14	0	2	0	0	0	0	0	3	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Centroptilum sp.	3	0	0	2	0	2	0	0	0	7	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platybaetis sp.	0	4	1	3	3	7	1	0	2	21	1	2	4	0	0	4	2	2	6	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cloeon sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	4	9	12	10	4	2	3	84
Caenidae	*Caenis* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	10	4	5	8	12	9	5	8	78
	Caenis sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3	4	5	3	11	3	3	3	46
Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tarleya sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uracantella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalerophyrus sp.	4	0	0	0	0	2	0	3	0	9	0	2	3	2	4	4	2	0	6	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	2	1	0	0	1	0	2	0	0	6	0	0	1	0	1	1	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habrophebiodes sp.	5	0	0	3	1	0	0	2	0	11	0	1	0	2	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traulus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Plecoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	*Kamimuria* sp.	1	1	0	2	2	1	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neoperla sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Phamoperla sp.	5	1	3	0	2	5	0	2	0	18	0	4	3	5	2	2	2	2	4	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tetropina sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 22 (ต่อ) แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Trichoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	1	0	0	1	4	10	0	0	5	21	0	3	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ganonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	0	0	0	3	1	0	1	1	2	8	0	0	1	3	2	1	4	0	3	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	7	4	0	0	7	3	3	2	0	26	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche sp.1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche tramota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diplectrona gombak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydatomanicus klanklini	3	1	0	2	2	3	1	0	3	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsyche sp.	2	0	3	0	0	0	0	0	0	5	2	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum dohrni	0	0	0	0	0	2	0	2	0	4	0	2	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum sp.1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potamyia sp.	0	0	2	0	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymorphanicus astictus	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3	0	1	0	2	0	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeridae	*Goera* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Goera sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	*Ceracea* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oecetis sp.	0	2	0	0	3	1	0	0	1	7	1	0	0	3	7	2	1	7	7	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Setodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontoceridae	*Marilia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Philopotamidae	*Chimarra* sp.	0	1	0	0	3	2	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhyacophilidae	*Rhyacophilla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	5	2	5	1	3	6	2	1	1	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 23 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Ephemeroptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Baetidae	*Baetis* sp.	2	3	1	5	4	1	1	5	4	26	11	10	6	7	5	4	15	4	3	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Centroptilum sp.	8	8	0	0	0	1	0	0	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platybaetis sp.	2	0	8	5	0	1	6	0	0	22	3	1	4	1	11	6	6	3	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cloeon sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	11	10	16	11	16	4	12	95
Caenidae	*Caenis* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	14	2	10	6	11	6	10	72
	Caenis sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	10	1	5	5	8	2	8	47
Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tarleya sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uracantella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	4	0	0	4	2	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalerophyrus sp.	5	10	0	0	0	0	0	2	1	18	1	1	8	5	5	1	3	2	7	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	1	1	2	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habrophebiodes sp.	3	4	5	1	0	0	1	0	1	15	2	2	1	0	0	1	0	1	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traulus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Plecoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	*Kamimuria* sp.	2	0	2	1	0	0	4	2	3	14	3	1	3	2	3	1	3	1	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neoperla sp.	3	1	3	0	0	0	1	2	0	10	3	0	0	0	0	1	3	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Phamoperla sp.	0	2	3	2	4	0	0	1	1	13	1	4	0	0	7	0	1	2	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tetropina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 23 (ต่อ) แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Trichoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ganonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	1	3	2	0	0	0	0	3	1	10	1	3	2	0	0	3	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	0	0	0	3	3	0	0	0	0	6	1	1	2	1	6	1	9	2	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche sp.1	0	0	1	0	8	0	2	0	5	16	0	0	1	0	8	0	2	5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche tramota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diplectrona gombak	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydatomanicus klanklini	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsyche sp.	0	0	0	1	0	1	4	1	3	10	0	0	1	0	0	1	4	1	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum dohrni	0	0	2	0	0	0	2	0	0	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum sp.1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potamyia sp.	2	3	2	0	0	1	1	1	1	11	2	1	1	1	2	3	1	1	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymorphanicus astictus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeridae	*Goera* sp.1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	5	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Goera sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	*Ceracea* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oecetis sp.	0	1	0	0	0	0	2	0	0	3	1	6	0	2	2	3	5	1	3	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Setodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontoceridae	*Marilia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Philopotamidae	*Chimarra* sp.	2	4	2	4	2	0	2	1	3	20	0	0	0	1	0	0	1	1	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhyacophilidae	*Rhyacophilla* sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	4	6	2	4	4	4	2	5	6	37	1	8	1	1	2	3	1	7	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 24 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Ephemeroptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Baetidae	*Baetis* sp.	1	0	4	8	4	8	3	2	11	41	7	0	1	4	0	10	1	10	11	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Centroptilum sp.	9	0	0	4	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platybaetis sp.	2	0	5	3	0	3	2	8	1	24	1	0	1	0	0	0	2	3	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cloeon sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	5	5	4	2	10	3	10	47
Caenidae	*Caenis* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	7	4	8	3	8	7	5	48
	Caenis sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	4	1	1	5	3	5	1	6	3	4	29
Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	3	3	3	5	7	0	3	3	1	28	0	7	0	1	1	0	2	0	5	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tarleya sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uracantella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	2	13	3	9	9	1	1	9	3	50	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalerophyrus sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	6	5	0	12	6	7	11	3	3	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	2	0	0	0	1	0	2	7	1	13	0	7	0	0	0	0	0	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habrophebiodes sp.	2	1	4	7	0	7	4	2	5	32	2	3	0	0	4	0	2	1	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traulus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Plecoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	*Kamimuria* sp.	4	2	3	5	3	2	1	4	0	24	1	1	2	1	1	1	1	2	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neoperla sp.	3	0	1	2	1	1	0	2	0	10	0	0	0	1	2	1	0	2	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Phamoperla sp.	4	2	4	4	3	2	2	6	1	28	2	2	1	1	2	1	0	3	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tetropina sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 24 (ต่อ) แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Trichoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	0	0	1	0	1	0	0	2	2	6	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ganonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	0	0	1	0	1	2	0	3	1	8	5	5	0	1	1	0	0	2	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	2	10	1	2	10	1	6	1	1	34	0	0	0	0	0	2	6	2	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	0	4	0	4	0	0	7	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche sp.1	8	2	2	7	1	3	6	4	1	34	0	0	0	0	0	3	0	7	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche tramota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diplectrona gombak	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydatomanicus klanklini	1	0	4	1	0	1	0	0	0	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsyche sp.	7	0	3	0	2	0	0	5	4	21	12	8	0	1	4	1	3	6	1	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum dohrni	0	1	0	1	0	0	2	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum sp.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potamyia sp.	0	1	0	4	4	8	0	3	2	22	3	7	1	1	2	2	1	4	7	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymorphanicus astictus	0	1	0	0	2	0	0	1	0	4	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeridae	*Goera* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Goera sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	0	3	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	*Ceracea* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	3	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oecetis sp.	0	2	6	2	0	1	0	0	0	11	5	1	1	3	2	2	2	4	7	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Setodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontoceridae	*Marilia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Philopotamidae	*Chimarra* sp.	1	2	5	4	2	2	1	2	2	21	5	0	1	1	2	5	9	3	7	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhyacophilidae	*Rhyacophilla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	13	5	18	10	6	11	4	7	8	82	3	3	4	0	0	3	4	3	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 25 แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 6

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Ephemeroptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Baetidae	*Baetis* sp.	3	14	3	8	8	14	10	8	6	74	6	4	8	12	5	3	11	3	6	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Centroptilum sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platybaetis sp.	4	1	2	5	4	12	1	3	2	34	7	12	2	7	8	2	5	8	3	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cloeon sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	9	6	8	11	6	4	4	65
Caenidae	*Caenis* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	7	9	10	8	9	9	2	65
	Caenis sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	5	3	6	4	2	3	4	32
Ephemerellidae	*Crinitella* sp.	2	9	1	1	6	4	1	5	3	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tarleya sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uracantella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	*Ephemera* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heptageniidae	*Campsoneuria* sp.	2	8	7	0	3	4	2	6	2	34	1	1	9	4	5	4	2	2	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalerophyrus sp.	4	2	1	6	7	4	3	2	2	31	5	8	5	2	6	8	8	9	7	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophebiidae	*Choroterpes* sp.	2	1	1	3	2	4	4	5	1	23	3	3	0	3	0	2	5	5	1	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habrophebiodes sp.	4	7	0	2	11	5	3	5	8	45	9	0	0	6	0	1	1	3	3	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traulus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Plecoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Neoephemeridae	*Neoephemerropsis* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peltoperlidae	*Cryptoperla* sp.	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	*Kamimuria* sp.	1	1	1	0	3	3	2	2	2	15	1	1	1	2	2	2	1	1	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neoperla sp.	0	0	0	0	2	2	1	1	1	7	1	0	0	1	2	1	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Phamoperla sp.	1	1	1	2	4	5	4	2	1	21	3	1	1	4	4	3	1	2	2	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tetropina sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวกตารางที่ 25 (ต่อ) แมลงน้ำที่พบในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลำธารน้ำตกโตนงาช้าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 6

Family	**Species**	Up stream									รวม	Middle stream									รวม	Down stream									รวม
Order	**Trichoptera**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Calameceratidae	*Anisocentropus* sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3	1	1	0	0	0	0	1	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ganonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomidae	*Ecnomus* sp.	1	1	0	1	0	0	0	0	1	4	0	1	3	0	3	1	1	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.	2	1	1	1	2	1	1	1	1	11	1	1	4	5	2	5	4	5	3	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche copia*	5	2	3	5	7	2	3	2	5	34	9	2	3	10	6	2	3	4	5	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheumatopsyche tramota	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diplectrona gombak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydatomanicus klanklini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsyche sp.	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	7	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum dohrni	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrostemum sp.1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potamyia sp.	3	4	5	2	3	2	1	3	1	24	4	3	3	7	1	2	4	3	7	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymorphanicus astictus	2	0	1	0	0	1	0	1	1	6	0	1	0	0	2	0	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	*Orthotrichai* sp.	1	0	0	0	1	0	0	1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeridae	*Goera* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Goera sp.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	2	0	1	4	0	3	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidostomatidae	*Goerodes* sp.	1	0	0	2	0	0	0	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	*Ceracea* sp.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oecetis sp.	11	4	9	7	7	4	5	5	9	61	4	1	2	3	2	2	1	1	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Setodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontoceridae	*Marilia* sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Philopotamidae	*Chimarra* sp.	4	5	4	3	3	1	3	5	3	31	5	3	2	6	1	1	3	5	7	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	*Pseudoneurachipsis* sp.	2	0	0	2	0	0	0	3	1	8	1	0	6	0	5	1	3	1	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psychomyiidae	*Psychomyia* sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	2	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhyacophilidae	*Rhyacophilla* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stenopsychidae	*Stenopsyche siamensis*	1	11	1	5	10	10	5	8	6	57	4	6	13	1	1	2	7	2	11	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
Scientific Equipment Center, Prince of Songkla University
Central Academic Administrator Bld. Hat-Yai Campus, Songkhla 90110 Tel.0 7428 6904-7 Fax.0 7421 2813

F-RES-003I/T ฉบับที่ 5 บังคับใช้ 29/05/52

เลขที่ 0886/53 หน้า 1/1

รายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า : นางสาวพรจรส โตญาติมาก
ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เลขที่ใบขอใช้บริการฯ : 0903/53

วันที่รับตัวอย่าง : 30 มีนาคม 2553

วันที่ขอใช้บริการฯ : 30 มีนาคม 2553

ผู้ทดสอบ : นางสาวสาธิดา มะลี

วันที่ทำการทดสอบ : 6-7 เมษายน 2553

วิธีการทดสอบ : อ้างอิง WI-RES- GC-001

เครื่องมือทดสอบ : HP 6890N Gas Chromatograph with Flame Photometric Detector

เทคนิคการทดสอบ : Gas Chromatography

สภาวะการทดสอบ : Inlet temperature: 270°C
Oven initial temperature: 70 °C hold 2 minutes
Ramp to : 250 °C at 9 °C/minute,
Ramp to : 300 °C, hold 1 minute, at 20 °C/minute
Detector temperature: 250 °C
Column: HP-5, 30 m, 320 µm I.D, 0.25 µm film thickness

รายละเอียดตัวอย่าง : ดิน **จำนวน** : 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบ :

ที่	สารประกอบที่สามารถระบุได้	ตัวอย่าง		
		1	2	3
1	Dichlovos	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ
2	Mevinphos	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ
3	Dimethoate	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ
4	Parathion-methyl	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ
5	Malathion	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ
6	Fenthion	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ	ไม่พบสัญญาณของสารประกอบ

ข้อมูลดิบจัดเก็บที่โฟลเดอร์ 0903-53

(นางรุสนี กูลวิจิตร)
ผู้ตรวจสอบ

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวพรจรส โตญาติมาก

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4910620040

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549