ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)

ปริญญา

ชีววิทยา	สัตววิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วด้วยชุมชนเพอริไฟตอนในลำธารต้นน้ำ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

Rapid Bioassessment with Periphyton Assemblage for Headwater Streams at Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

นามผู้วิจัย นายวรรณพฤกษ์ เทียมเดช

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเสฐียร บุญสูง, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์มณจันทร์ เมฆธน, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วด้วยชุมชนเพอริไฟตอนในลำธารต้นน้ำ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

Rapid Bioassessment with Periphyton Assemblage for Headwater Streams at Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

โดย

นายวรรณพฤกษ์ เทียมเดช

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรรณพฤกษ์ เทียมเดช 2556: การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วด้วยชุมชนเพอริไฟตอนในลำธารต้นน้ำ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) สาขาชีววิทยา ภาควิชาสัตววิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเสฐียร บุญสูง, ปร.ด. 123 หน้า

การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วด้วยชุมชนเพอริไฟตอนในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยเก็บตัวอย่างด้วยวิธีมาตรฐานทั้งหมด 8 สถานี ในเดือนธันวาคม 2551 และเมษายน 2552 และตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการ พบเพอริไฟตอนทั้งหมด 4 ดิวิชัน 11 อันดับ 23 วงศ์ 48 สกุล เพอริไฟตอนที่มีความหลากหลายมากที่สุดในการสำรวจครั้งนี้ คือ ไดอะตอม (Division Bacillariophyta) พบ 30 สกุล รองลงมาคือ สาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) 10 สกุล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) 6 สกุล และสาหร่ายสีแดง (Division Rhodophyta) พบเพียงแค่ 2 สกุล โดยสาหร่ายที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือ สาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. สาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. และ *Spirogyra* spp. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Calotrix* spp., *Lyngbya* spp. และ *Phormidium* spp. ใน Division Cyanophyta และไดอะตอมที่พบส่วนใหญ่ คือ *Gomphonema* spp., *Synedra* spp., *Cymbella* spp., *Navicula* spp., *Achnanthes* spp., *Diploneis* spp. และ *Fragilaria* spp.

การวิเคราะห์การจัดกลุ่มแต่ละสถานีด้วยสถิติหลายตัวแปรแสดงให้เห็นว่าชุมชนเพอริไฟตอนมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละสถานี ในระหว่างช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และการจัดอันดับแต่ละสถานีด้วย Principal Components Analysis (PCA) แสดงให้เห็นการกระจายตัวที่ไม่ชัดเจน เพราะสถานีเก็บตัวอย่างที่มีน้อยเกินไปเพียง 16 สถานี แต่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณออร์โธฟอสเฟตบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างบ้านห้วยเขย่ง (KY2) และบ้านปากลำปีล็อก (KY4) ในเดือนเมษายน 2552 มีตัวแปรทางชีวภาพที่สัมพันธ์กับแกน คือ % *Achnanthes*, % *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*), % *Diploneis* และ % *Navicula* ซึ่งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wanphruek Thiamdaet 2013: Rapid Bioassessment with Periphyton Assemblage for Headwater Streams at Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province. Master of Science (Biology), Major Field: Biology, Department of Zoology. Thesis Advisor: Assistant Professor Boonsatien Boonsoong, Ph.D. 123 pages.

Rapid Bioassessment with Periphyton Assemblage form Huai Khayeng and Huai Pak Khok streams at Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province. The physical, chemical and biological parameters. All eight stations sampled in December 2008 and April 2009. There were 4 Divisions and Forty eight genera of the periphyton. The majority of them were red algae: *Audouinella* spp. in Division Rhodophyta; green algae: *Oedogonium* spp. and *Spirogyra* spp. in Division Chlorophyta; blue green algae: *Calotrix* spp., *Lyngbya* spp. and *Phormidium* spp. in Division Cyanophyta and diatoms: *Gomphonema* spp., *Synedra* spp., *Cymbella* spp., *Navicula* spp., *Achnanthes* spp., *Diploneis* spp. and *Fragilaria* spp. in Division Bacillariophyta. Most of them were pennate diatoms.

Multivariate approach with cluster analysis showed temporal variation of periphyton composition among different time period. Ordinations of samples resulting from PCA did not showed clearly separation on ordination space because small samples (16 samples) were analyzed. Axis I was highly correlated with orthrophosphate concentration, variables commonly associated with residential site (KY4 and KY2). Thus, Axis I may indicate effects of soluble phosphorus on stream water chemistry. In addition, Axis I was correlated positively with % *Achnanthes*, % *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*), % *Diploneis* and % *Navicula*.

_____ _____ __ / __ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถเสร็จสมบรูณ์ได้ เพราะได้รับการสนับสนุน และช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.บุญเสฐียร บุญสูง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก สำหรับการถ่ายทอดความรู้ แนวคิด ทุนงานวิจัย คำแนะนำที่ดี และการตรวจแก้วิทยานิพนธ์รวมทั้งการช่วยเหลือและให้คำปรึกษาที่ดีในทุกๆ ด้าน กราบขอบพระคุณ ดร.ชีวารัตน์ พรินทรากูล ประธานกรรมการ และ ผศ.ดร.นิศารัตน์ ตั้งไพโรจน์วงศ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่กรุณาตรวจทาน ให้ข้อเสนอแนะ สำหรับการแก้ไขวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณเสนาะ เกิดมั่นคง (อบต. ห้วยเขย่ง) และครอบครัว สำหรับการอำนวยความสะดวกในทุกๆ ด้านระหว่างการเก็บข้อมูล

ข้าพเจ้า ขอขอบคุณ นางสาวพรพร โยธาวงษ์ และนายสุประวัติ ไมตรีแพน ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และขอบคุณนางสาววจี ขวัญทองอินทร์ สำหรับภาพที่ใช้ในการประกอบวิธีการของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอบคุณนักศึกษาบัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านสำหรับคำปรึกษา และกำลังใจที่ดีเสมอมา

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดที่ได้จากจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่คุณพ่อวันเพ็ญ คุณแม่รพีพรรณ และญาติทั้งหลายที่เข้าใจข้าพเจ้า อบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ สนับสนุนในทุกๆ ด้านที่ทำได้ และมอบโอกาสในการศึกษาตลอดมา สำหรับข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่แห่งนี้

วรรณพฤกษ์ เทียมเดช

เมษายน 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	17
อุปกรณ์	17
วิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	42
ผล	42
วิจารณ์	81
สรุปและข้อเสนอแนะ	85
สรุป	85
ข้อเสนอแนะ	86
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	87
ภาคผนวก	95
ภาคผนวก ก วิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางเคมี	96
ภาคผนวก ข แบบประเมินและแบบบันทึกข้อมูล	101
ภาคผนวก ค ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ของเพอริไฟตอน	109
ภาคผนวก ง ค่าตัวแปรทางชีวภาพในการวิเคราะห์ทางสถิติ	116
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	123

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวแปรทางชีวภาพทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยสถิติหลายตัวแปร	41
2	ตารางขนาดกรวดใหญ่ในแต่ละสถานีในเดือนธันวาคม 2551	43
3	ตารางขนาดกรวดใหญ่ในแต่ละสถานีในเดือนเมษายน 2552	44
4	ค่าเฉลี่ย (Mean±S.D.) ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการแต่ละสถานี ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัด กาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551	45
5	ค่าเฉลี่ย (Mean±S.D.) ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการแต่ละสถานี ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัด กาญจนบุรี ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2552	46
6	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่าง	47
7	ตารางคะแนนรวมการประเมินแหล่งอาศัยในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง ในเดือนธันวาคม 2551	56
8	ตารางคะแนนรวมการประเมินแหล่งอาศัยในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง ในเดือนเมษายน 2552	57
9	สาหร่าย (soft algae) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552	62
10	ไดอะตอม (diatom) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552	64
11	ชนิดและจำนวนเซลล์ของสาหร่าย (soft algae) ที่พบในแต่ละสถานี ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

12 ชนิดและจำนวนเซลล์ของไดอะตอม (diatom) ที่พบในแต่ละสถานี ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552 71

13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวภาพ 78

ตารางผนวกที่

ง1 ค่าตัวแปรทางชีวภาพของสาหร่าย (soft algae) ที่พบในแต่ละสถานี ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552 117

ง2 ค่าตัวแปรทางชีวภาพของไดอะตอม (diatom) ที่พบในแต่ละสถานี ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552 120

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ระหว่าง พฤศจิกายน 2551-ตุลาคม 2552 อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี	22
2	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ระหว่าง พฤศจิกายน 2551-ตุลาคม 2552 อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี	23
3	แผนที่แสดงที่ตั้งลำห้วย และจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานี ภายในพื้นที่ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี	25
4	บ้านประจำไม้ (KY1)	29
5	บ้านห้วยเขย่ง (KY2)	29
6	หลังบ้านห้วยเขย่ง (KY3)	30
7	บ้านปากลำปีล็อก (KY4)	30
8	บ้านเตาถ่าน (KY5)	31
9	หลังบ้านเตาถ่าน (KY6)	31
10	ห้วยปากคอกเหนือสะพาน (PK1)	32
11	ห้วยปากคอกใต้สะพาน (PK2)	32
12	วิธีการเก็บตัวอย่างเพอริไฟตอนจากกรวดใหญ่	38
13	การขูดเอาตัวอย่างเพอริไฟตอนบนกรวดใหญ่	38
14	เดนโดรแกรมสองทาง แสดงผลการจัดกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี โดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการ	54
15	ร้อยละความหลากหลายของเพอริไฟตอนในแต่ละดิวิชัน ที่พบในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552	66
16	ร้อยละความหลากหลายของไดอะตอมในแต่ละอันดับ ที่พบในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552	66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	เดนโดรแกรมสองทาง แสดงผลการจัดกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี โดยใช้ข้อมูลการพบ/ไม่พบชุมชนสาหร่าย	75
18	กราฟแสดงผลการจัดอันดับด้วย PCA สถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี ด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการ และตัวแปรทางชีวภาพของสาหร่าย	77
19	เดนโดรแกรมสองทาง แสดงผลการจัดกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี โดยใช้ข้อมูลตัวแปรทางชีวภาพของชุมชนไดอะตอม	80

ภาพผนวกที่

ข1	แบบประเมินแหล่งอาศัยในลำธารต้นน้ำ	102
ข2	แบบบันทึกสถานีเก็บตัวอย่าง	104
ข3	แบบบันทึกข้อมูลเพอริไฟตอน (soft)	105
ข4	แบบบันทึกข้อมูลเพอริไฟตอน (diatom)	107
ค1	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ของเพอริไฟตอน (soft) ที่พบเด่น ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก	110
ค2	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ของเพอริไฟตอน (diatom) ที่พบเด่น ในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก	113

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วด้วยชุมชนเพอริไฟตอนในลำธารต้นน้ำ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

Rapid Bioassessment with Periphyton Assemblage for Headwater Streams at Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

คำนำ

ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่สำคัญ และทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นในปัจจุบัน จึงเป็นสาเหตุให้หลายประเทศหันมาสนใจปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยจึงเริ่มมีบุคคลทั่วไปและนักวิจัยจำนวนมากหันมาให้ความสนใจทำการศึกษา และแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นมลภาวะทางอากาศ มลภาวะทางเสียง หรือมลภาวะทางน้ำ โดยเฉพาะมลภาวะทางน้ำเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นับวันจะยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการเพิ่มจำนวนของประชากร และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์โดยมิได้คำนึงถึงภายหลังจากการใช้ประโยชน์แล้ว น้ำที่ถูกปล่อยทิ้งจะมีคุณภาพเสื่อมโทรมลง จนมีผลกระทบต่อสุขอนามัยของชุมชน ตลอดจนระบบนิเวศของแหล่งน้ำนั้น (สุมาลี, 2537)

ในการประเมินคุณภาพน้ำสามารถทำการประเมินได้หลายวิธี การประเมินคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ การวัดอุณหภูมิน้ำ และอากาศ ค่าความขุ่น ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ และปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ เป็นต้น การตรวจสอบด้วยวิธีการทางกายภาพ หรือทางเคมีเพียงอย่างเดียวนั้น ไม่สามารถระบุคุณภาพน้ำได้อย่างชัดเจน ธีรศักดิ์ (2542) พบว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด คือ *Microcystis aeruginosa* เป็นสาเหตุทำให้เกิดสภาวะน้ำเป็นพิษ ที่เขื่อนแม่กวง จ.เชียงใหม่ ประกอบกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำ โดยการใช้ปัจจัยทางกายภาพ และทางเคมีบางประการก็ไม่สามารถบอกถึงคุณภาพน้ำได้อย่างถูกต้องมากนัก ดังนั้นจึงมีการนำเอาวิธีการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพมาใช้ประกอบกับวิธีการประเมินคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ซึ่งมีการใช้เพอริไฟตอนเป็นดัชนีระบุคุณภาพน้ำ โดยใช้หลักที่ว่าแหล่งน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกันจะมีจำนวน และชนิดของเพอริไฟตอนที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของแหล่งน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพอริไฟตอน (periphyton) เป็นรูปแบบของสิ่งชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่บนพื้นผิวของพืช หรือสิ่งของต่างๆ ที่ยื่นขึ้นมาจากพื้นท้องน้ำ เช่น หิน เปลือกหอย กรวด กิ่งไม้ เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้ศึกษาจำนวนชนิดของสาหร่าย และไดอะตอมที่มีรูปแบบการดำรงชีวิตอยู่บนพื้นผิวของสิ่งยึดเกาะต่างๆ ที่ปรากฏบริเวณพื้นท้องน้ำ

สาหร่าย (algae) เป็นโพรทิสต์ที่มีลักษณะคล้ายพืช เนื่องจากมีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยเซลลูโลส และมีคลอโรพลาสต์ ดังนั้นสาหร่ายจึงจัดเป็นโพรทิสต์ที่สร้างอาหารเองได้ แต่สาหร่ายแตกต่างจากพืชตรงที่สาหร่ายอาจมีเซลล์เดียว หรือหลายเซลล์ ไม่มีเนื้อเยื่อ และไม่มีระยะตัวอ่อน ไม่มีราก ลำต้น ใบ บางชนิดมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ (alternation of generation)

ไดอะตอม (diatom) เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหนึ่ง ที่มีรูปร่างที่หลากหลาย แต่ส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์เดี่ยว (single cell) และโครงสร้างแตกต่างจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มอื่น คือ เซลล์ประกอบด้วยฝาสองฝาครอบกันสนิท ผนังเซลล์เป็นซิลิกา เซลล์ปกติไม่มีหนวด ยกเว้นเซลล์สืบพันธุ์ อาหารสะสมเป็นพวกไขมัน และแป้ง (ลัดดา, 2538) เนื่องจากไดอะตอมเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก สามารถพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม นอกจากนี้ไดอะตอมยังสามารถอาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางเคมี และทางกายภาพที่แตกต่างกัน (Lowe, 1974) ทำให้จำนวนชนิด และปริมาณของไดอะตอมเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพสิ่งแวดล้อม จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไดอะตอมไปใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของแหล่งน้ำ

ในการศึกษาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชนิด และการกระจายอันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบนิเวศ เพราะเพอริไฟตอนเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสภาพแวดล้อมของโลก นั่นคือเป็นส่วนหนึ่งของผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหาร และยังเป็นตัวการในการรักษาสมดุลทางธรรมชาติ ฉะนั้นจึงมีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเพอริไฟตอน เพื่อที่จะรวบรวม และจัดจำแนกให้เป็นระบบสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจความหลากชนิด และศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของเพอริไฟตอนในลำธารต้นน้ำ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

2. เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วด้วยชุมชนเพอริไฟตอนในลำธารต้นน้ำอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

3. เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดทำรูปแบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในท้องถิ่นด้วยตนเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

เพอริไฟตอน (aufwuchs หรือ benthic algae หรือ phytobenthos) เป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิ และเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของสายใยอาหาร สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อีกมากมาย เพราะชุมชนเพอริไฟตอนจะอาศัยแนบไปกับลักษณะพื้นผิว เมื่อเกิดการปนเปื้อนจากมลพิษ เพอริไฟตอนจะได้รับผลกระทบโดยตรง ณ พื้นที่บริเวณนั้นในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (Stevenson and Bahls, 1999)

Round (1984); Wehr and Sheath (2003) ทำการแบ่งเพอริไฟตอนที่อาศัยอยู่กับวัตถุใต้น้ำเป็นกลุ่มย่อยตามวัตถุที่ยึดเกาะ หรืออาศัยอยู่ได้ดังนี้

- Epiphytic species คือ กลุ่มที่อาศัยบนพื้นผิวของพืช หรือสาหร่ายอื่น
- Epilithic species คือ กลุ่มที่อาศัย และเจริญบนก้อนหิน
- Epipelic species คือ กลุ่มที่อาศัย และเจริญบนผิวดิน โคลน หรือทราย
- Epizooic species คือ กลุ่มที่อาศัย และเจริญบนพื้นผิวของสัตว์

ในระบบนิเวศน้ำไหล เพอริไฟตอนเป็นกลุ่มที่มีปริมาณ และความหลากหลายทางชีวภาพสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุที่ยึดเกาะ ความลึกของน้ำ กระแสน้ำ ปริมาณแสง และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ดังนั้นจึงสามารถใช้เพอริไฟตอนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำรวมถึงการใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไป (สุทธวรรณ, 2547) เนื่องจากธรรมชาติของเพอริไฟตอนจะยึดเกาะกับพื้นผิว ทำให้ไม่สามารถหลบหนีจากมลภาวะ ข้อมูลของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จึงสามารถนำมาใช้ประกอบการตรวจวัดคุณภาพน้ำได้ (Line, 1979) โดยเฉพาะอย่างยิ่งไดอะตอมเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ในระบบนิเวศน้ำไหลมากที่สุด แต่ไดอะตอม และสาหร่ายชนิดต่างๆ นั้นต้องอาศัยผู้ศึกษาที่มีประสบการณ์ในการจำแนก ซึ่งมีเพอริไฟตอนจำนวนมากที่เป็นดัชนีที่ตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อม มีความจำเพาะต่อสภาพแหล่งอาศัย และชนิดของไดอะตอมที่แตกต่างกันไปตามสภาพนิเวศที่หลากหลาย และเปลี่ยนแปลง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (Stevenson and Bahls, 1999) ทำให้เพอริไฟตอนกลุ่มที่เจริญได้ดีในสภาพแวดล้อมนั้นเจริญแทนที่เพอริไฟตอนกลุ่มเดิม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้เพอริไฟตอนเหมาะสมต่อการประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำไหล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาหร่ายดำรงชีวิตด้วยการสังเคราะห์แสง หรือสังเคราะห์อาหารด้วยตนเอง ในกระบานการดังกล่าวจะได้ออกซิเจน ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมากที่สุด สาหร่ายจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอย่างสูง จึงใช้เป็นสิ่งมีชีวิตติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ เนื่องจากสาหร่ายหลายชนิดสามารถเจริญในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่างกัน ตัวอย่างเช่น *Oscillatoria* spp. สามารถเจริญได้ในน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง หรือน้ำคุณภาพไม่ดี ในขณะที่ *Cosmarium* spp. เจริญในน้ำที่มีสารอาหารน้อย หรือน้ำคุณภาพดี (ยุวดี, 2548)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลสาหร่ายในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานต่างๆ เช่น

กรรณิการ์ (2529) ศึกษาปริมาณ และการกระจายของสาหร่ายที่สัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการ ตลอดลำน้ำใหญ่ของลุ่มน้ำปิง รวมทั้งอิทธิพลของเมือง และขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีผลต่อปริมาณ และการกระจายของสาหร่ายในช่วงน้ำแล้ง ช่วงน้ำหลากตอนต้น และช่วงน้ำหลากตอนปลาย สาหร่ายที่พบทั้งหมดตามลุ่มน้ำใหญ่ของลุ่มน้ำปิง และลำน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิง-วังมี 6 ดิวิชัน คือ Division Chrysophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Rhodophyta และ Pyrrophyta ประกอบด้วย 53 สกุล และกลุ่ม tetrasporal form ของสาหร่ายสีเขียวอีก 1 กลุ่ม การเปลี่ยนฤดูพบว่ามีผลต่อปริมาณของสาหร่ายอย่างเด่นชัด โดยปริมาณของสาหร่ายในช่วงน้ำแล้งจะมากที่สุด รองมาจะเป็นช่วงน้ำหลากตอนต้น และมีปริมาณน้อยที่สุดในช่วงน้ำหลากตอนปลาย อิทธิพลของชุมชนมีผลต่อปริมาณของสาหร่าย แต่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมและธาตุอาหารต่างๆ ของลุ่มน้ำบริเวณเมืองนั้นๆ การกระจายของสาหร่ายในลุ่มน้ำปิง-วัง ทั้งใน 3 ช่วง สาหร่ายจำพวกไดอะตอมสกุล *Fragilaria* และ *Navicula* มีการกระจายกว้างที่สุดจากต้นน้ำถึงปากลุ่มน้ำปิง สาหร่ายสกุล *Nitzschia*, *Phormidium* และ *Oscillatoria* พบเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่าง แต่จะมีปริมาณมากบริเวณน้ำที่ได้รับมลภาวะปานกลาง นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายสกุล *Euglena* และ *Trachelomonas* ในน้ำที่มีมลภาวะมาก (มีปริมาณสารอินทรีย์สูง) เนื่องจากสาหร่ายสองกลุ่มนี้ทนต่อสภาพมลภาวะได้ดี ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาหร่าย และค่าดัชนีความแตกต่างของคุณภาพน้ำลำน้ำใหญ่ทั้งสามช่วงพบว่า ปริมาณของสาหร่าย Division Chrysophyta มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในช่วงน้ำแล้ง ช่วงน้ำหลากตอนต้น ช่วงน้ำหลากตอนปลาย โดยเฉพาะปริมาณธาตุอาหารจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของสาหร่าย และค่าดัชนีความแตกต่างมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชาญณรงค์ (2532) ศึกษาการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำลุ่มน้ำชีตามการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำทั้ง 5 ชั้น จำนวน 20 ลุ่มน้ำย่อย พบสาหร่ายทั้งหมดในลุ่มน้ำชี 41 สกุล 5 ดิวิชัน คือ Division Chrysophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta และ Pyrrophyta สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นสกุลเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันไปบ้างตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งสาหร่ายใน Division Chrysophyta มีปริมาณมากที่สุด และปริมาณธาตุอาหารจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสาหร่ายมากที่สุดด้วยเช่นกัน สาหร่ายที่ใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 เป็นน้ำที่ได้รับมลพิษเล็กน้อย ได้แก่ *Cymbella*, *Closteriem*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia* และ *Spirogyra* ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 เป็นน้ำที่ได้รับมลพิษรุนแรง สาหร่ายที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัด ได้แก่ *Oscillatoria*, *Microcystis* และ *Euglena* ชั้นคุณภาพที่ 4 และ 5 เป็นน้ำที่ได้รับมลพิษปานกลาง สาหร่ายที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัด ได้แก่ *Chlamydomonas*, *Crucigenia*, *Scenedesmus*, *Melosira*, *Fragilaria*, *Desmidium* และ *Ceratium* จึงกล่าวได้ว่าการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำชีมีความสอดคล้องกับการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ยกเว้นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 เท่านั้นที่ไม่สอดคล้อง เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่ถูกต้อง

กาญจนา (2537) ศึกษาสกุล และปริมาณสาหร่ายในลำน้ำย่อยของลุ่มน้ำเมย รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสกุล และปริมาณของสาหร่ายต่อคุณภาพน้ำบางประการพบว่า สาหร่ายที่พบบริเวณลุ่มน้ำเมยทั้งหมดมี 59 ชนิด 6 ดิวิชัน คือ Division Chrysophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta และ Rhodophyta โดยมีปริมาณของสาหร่ายใน Division Chrysophyta มากที่สุด และแพร่กระจายทั่วไปทุกลำน้ำ ซึ่งสรุปได้ว่า สกุล และปริมาณของสาหร่ายขึ้นกับสภาพแวดล้อม และคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งที่ให้ปัจจัยในการดำรงชีวิตของสาหร่าย จึงกล่าวได้ว่าชนิด และปริมาณของสาหร่ายในแต่ละสกุลนั้น สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำในแต่ละลำน้ำย่อยได้

เดือนรัตน์ (2541) ศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีเขียวในป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งหมด 4 อันดับ 7 ครอบครัว และ 21 สกุล ส่วนสาหร่ายสีเขียวพบทั้งหมด 6 อันดับ 13 ครอบครัว และ 31 สกุล *Lyngbya* และ *Oscillatoria* มีการกระจายตัวมากทั้งป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ แต่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบเป็นจำนวนมาก คือ *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* และ *Tolypothrix* ส่วนสาหร่ายสีเขียวที่มีการกระจายตัวมาก แต่พบเป็นจำนวนน้อย คือ *Chlorella* และ *Ulothrix*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ป่าเบญจพรรณสกุลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบเป็นจำนวนมาก คือ *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Anabaena* และ *Cylindrospermum* ส่วนสกุลของสาหร่ายสีเขียวที่พบกระจายตัวมาก แต่พบในจำนวนน้อย คือ *Protococcus*

วุฒินันท์ (2542) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย รวมทั้งคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมีบางประการ วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในสาหร่าย และตะกอนดิน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการพิจารณาประเมินคุณภาพน้ำของคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ พบสาหร่าย 36 สกุล 55 ชนิด โดยแบ่งได้เป็น 5 ดิวิชัน ผลการศึกษาพบว่า *Navicula*, *Nitzschia* และ *Oscillatoria tenuis* สามารถใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังมลภาวะในแหล่งน้ำได้

ยลรวีภัค (2545) ศึกษาความหลากหลาย และการใช้ benthic diatoms เป็นตัวชี้คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรม 7 ประเภท ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้แก่ โรงงานนม โรงงานกระดาษ โรงงานผลิตยา โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานผลิตอาหารสัตว์ และโรงงานผลิตเบียร์ พบไดอะตอมทั้งหมด 89 ชนิด และอาจใช้ *Nitzschia* เป็นตัวชี้คุณภาพน้ำบางพารามิเตอร์ได้ เนื่องจาก 6 ชนิด ของสกุลนี้ (*Nitzschia frustulum*, *N. palea*, *N. amphibia*, *N. closterium*, *N. linearis* และ *N. obtusa*) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำถึง 4 พารามิเตอร์ (COD, BOD, Cd และ Cr) นอกจากนี้ยังพบว่า *Eunotia pectinalis* จัดเป็น tolerlant species เพราะพบทุกจุดเก็บตัวอย่างตลอดการศึกษา

สุทธวรรณ (2547) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ และไดอะตอมพื้นท้องน้ำในพื้นที่โครงการทองผาภูมิ 72 พรรษามหาราช อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 61 ชนิด จัดอยู่ใน 4 ดิวิชัน ดังนี้ Division Chlorophyta จะพบ *Zygnema* spp., *Spirogyra* spp. และ *Stigeoclonium* spp. เป็นส่วนใหญ่ สาหร่ายสีแดง *Batrachospermum* spp. และ *Audouinella* spp. ใน Division Rhodophyta และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Nostochopsis labatus* Wood และ *Phormidium* spp. ใน Division Cyanophyta ส่วนไดอะตอมพื้นทองน้ำ พบ 162 ชนิด ใน Division Bacillariophyta ส่วนใหญ่เป็น Pennate diatoms เช่น *Achnanthes* spp., *Frustulia* spp., *Navicula* spp. และ *Gomphonema* spp. นอกจากนี้พบสาหร่ายชนิดที่ยังไม่มีรายงานมาก่อนในประเทศไทย 56 ชนิด โดยเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ 11 ชนิด และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ 45 ชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพอริไฟตอนที่มีรายงานการค้นพบส่วนใหญ่ในประเทศไทยนั้น จะมีการรายงานใน 7 ดิวิชัน คือ Division Cyanophyta, Chrysophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta และ Rhodophyta ซึ่งจะมีมากน้อยแตกต่างกันไป แต่ที่เหมือนกัน คือ จะมีจำนวนชนิด และปริมาณที่มากใน Division Chrysophyta ซึ่ง Patrick (1977) ได้กล่าวว่า แหล่งน้ำจืดที่มีสภาพดี แพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำนั้นจะประกอบด้วย ไดอะตอมเป็นส่วนใหญ่ อาจมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินปนอยู่บ้าง นอกจากนี้ Hynes (1970) ยังกล่าวว่าในระบบนิเวศน้ำไหล ไดอะตอมชนิดเกาะติดที่สามารถพบได้ทั่วไป ได้แก่ *Diatoma* spp., *Gomphonema* spp., *Cocconeis* spp., *Navicula* spp., *Achnanthes* spp., *Nitzschia* spp., *Synedra* spp., *Cymbella* spp. และ *Melosira* spp.

Division Chrysophyta ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนพืชทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม สาหร่ายกลุ่มนี้มีอยู่ประเภทหนึ่ง ซึ่งมีสมาชิกมากที่สุด คือ ไดอะตอม นักสาหร่ายวิทยาปัจจุบันได้แยกออกเป็นดิวิชันใหม่ คือ Division Bacillariophyta มีโครงสร้างลักษณะที่สำคัญแตกต่างจากสาหร่ายกลุ่มอื่น คือ เซลล์ของไดอะตอมประกอบไปด้วยฝา (valve) 2 ฝา ครอบเหลื่อมกันเรียกว่า ฟรัสตูล (frustule) ฝาด้านบนจะมีขนาดใหญ่กว่าเรียกว่า เอพิวาล์ว (epivalve) หรือ เอพิธีคา (epitheca) ส่วนฝาด้านล่างเรียกว่า ไฮโพวาล์ว (hypovalve) หรือไฮโพธีคา (hypotheca) ฝาดังกล่าวส่วนใหญ่ประกอบด้วยเพคติน (pectin) และซิลิกา (silica) ประมาณ 95% ผสมอยู่ ทำให้มีรูปลักษณะแตกต่างจากสาหร่ายในคลาสอื่นๆ โดยซิลิกาจะทำให้เกิดลวดลายต่างๆ บนผนังเซลล์ ลวดลายที่สวยงามบนฝาส่วนใหญ่จะเป็นเส้นตามขวางเรียกว่า striae โดยเกิดจากรูขนาดเล็กมาก (punctae) มาเรียงต่อกัน ส่วนผิวของแต่ละฝาจะมีร่องตามยาวเรียกว่า ราฟี (raphe) ซึ่งลวดลายเหล่านี้สามารถใช้ในการวินิจฉัยชนิดของไดอะตอม รงควัตถุภายในคลอโรพลาสต์ของไดอะตอมมองเห็นเป็นสีเหลืองส้มไปจนถึงสีน้ำตาล ไดอะตอมมีขนาดตั้งแต่ 5-500 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์เดี่ยวๆ บางชนิดเป็นกลุ่มเซลล์ (colony) บางชนิดก็เป็นสาย (filament) นอกจากนี้รูปร่างของสาหร่ายประเภทนี้ มีรูปร่างแบบเรขาคณิตชัดเจน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ รูปร่างสมมาตร (symetry) และรูปร่างไม่สมมาตร (asymetry) พบทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแพลงก์ตอนทะเล แพลงก์ตอนน้ำจืดมักได้แก่ ชนิดที่บนบริเวณชายฝั่ง (littoral species) ส่วนแพลงก์ตอนน้ำกร่อย ได้แก่ชนิดที่อยู่ตามชายฝั่ง (neritic species) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้ดังนี้

- Holoplankton diatom ได้แก่ ไดอะตอมที่พบตามชายฝั่งทะเล แต่ก็สามารถอยู่ในระดับลึกได้ แต่ในวัฏจักรชีวิตจะไม่เกาะอยู่กับพื้นเลย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- Meroplanktonic diatom ได้แก่ ไดอะตออมที่จะลอยอิสระแบบแพลงก์ตอนเพียงช่วงหนึ่งของวัฏจักรแห่งชีวิต ส่วนเวลาที่เหลือจะเกาะอยู่กับพื้น

- Tychoplanktonic diatom ได้แก่ ไดอะตอมที่ใช้เวลาส่วนใหญ่ในวัฏจักรแห่งชีวิตเกาะอยู่กับพื้น แต่จะหลุดออกจากแหล่งที่อยู่หากถูกกระทบกระเทือน

ไดอะตอมสามารถดำรงชีวิตทั้งแบบเป็นแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายเกาะอยู่กับสิ่งยึดเกาะใต้พื้นท้องน้ำ (อักษร, 2529; ลัดดา, 2530, 2538; ยุวดี, 2548)

Medley and Clements (1998) ศึกษาการตอบสนองของชุมชนไดอะตอมต่อโลหะหนักบริเวณแหล่งน้ำไหลตลอดลำน้ำ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ เพื่อเปรียบเทียบชุมชนไดอะตอมต้นน้ำที่ไม่มีการปนเปื้อน โครงสร้างของชุมชนไดอะตอม และรูปแบบการเจริญ การตอบสนองเมื่อได้รับอิทธิพลจากโลหะหนัก บริเวณต้นแม่น้ำ Cache la Poudre จะพบ *Achnanthes minutissima* และ *Fragilaria vaucheriae* เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดลำน้ำ การตอบสนองของชุมชนไดอะตอมต่อปริมาณสังกะสีในหกลำธารที่มีการปนเปื้อนได้รับอิทธิพลจากความสูง และตัวแปรอื่นๆ (pH, conductivity, alkalinity) ที่มีความสัมพันธ์กับการไล่ระดับตามความยาวของลำธาร แม้ว่าการตอบสนองที่ชัดเจนของชุมชนไดอะตอมต่อการปนเปื้อนของสังกะสีจะเกิน 200 μg/L ผลกระทบของโลหะหนักที่ก่อให้เกิดมลพิษจะแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญก็ตาม

Wu (1999) ได้ศึกษาดัชนีบ่งชี้ชุมชนของไดอะตอมตามตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของมลพิษในแม่น้ำคีลังของไต้หวัน ซึ่งเป็นแม่น้ำที่มีมลพิษอย่างมากเนื่องจากน้ำทิ้งจากครัวเรือน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม โดยเฉพาะปริมาณของแอมโมเนีย ไนเตรต ซิลิเกต และความขุ่น ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ดัชนีโดยทั่วไป (generic index: GI) อัตราส่วนความอุดมสมบูรณ์ของ *Achnanthes*, *Cocconeis* และ *Cymbella* รวมไปถึง *Cyclotella*, *Melosira* และ *Nitzschia* เป็นตัวใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มไดอะตอม ค่า GI มีความสัมพันธ์ที่ดีกับปริมาณสิ่งเน่าเปื่อย การรวมกลุ่มของไดอะตอม คุณภาพส่วนต่างของแม่น้ำ และความสมบูรณ์ของชนิดแมลง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันกับดัชนีไดอะตอมเขตร้อน และการกระจายของปลาในแหล่งน้ำ จึงเสนอ GI เป็นตัวบ่งชี้ของมลภาวะทางอินทรีย์ที่ดีกว่า eutrophication ข้อมูลจากสองแม่น้ำอื่นๆ ในไต้หวันถูกทดสอบด้วย GI ในแม่น้ำคีลัง GI มีความสัมพันธ์กับ saprobity index (SI) ดัชนีการรวมกันของไดอะตอม และดัชนีคุณภาพน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pekthong (2002) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของไดอะตอมพื้นทองน้ำ และการประยุกต์ใช้เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบไดอะตอม 34 สกุล 278 ชนิด ในจำนวนนี้มี 51 ชนิด ที่พบใหม่ในประเทศไทย ไดอะตอมที่พบเป็นชนิดเด่น คือ *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* E. Reichardt et Lange-Bertalot, *Nitzschia palea* Kützing, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Achnanthes oblongella* Oestrup, *Navicula schroeterii* Meister และ *Bacillaria paradoxa* Gmelin พบไดอะตอมที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำสะอาด ได้แก่ *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* E. Reichardt et Lange-Bertalot, *Eunotia minor* (Kützing) Grunow และ *Gomphonema clevei* Fricke ซึ่งพบในบริเวณต้นน้ำ พบไดอะตอมที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำเสีย ได้แก่ *Nitzschia palea* Kützing, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow, *Gomphonema parvulum* Kützing, *Melosira varians* Agardh, *Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve และ *Bacillaria paradoxa* Gmelin คุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สาเมื่อจัดตามความมากน้อยของสารอาหารพบว่า มีความแตกต่างกันทั้งในจุดเก็บตัวอย่าง และฤดูกาลโดยอยู่ในระดับสารอาหารน้อย-ปานกลาง (oligotrophic-mesotrophic) จนกระทั่งถึงสารอาหารมาก (eutrophic) ได้จัดทำ Diatom Index ของลำน้ำแม่สา และนำมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สาพบว่า สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี แต่ยังต้องมีการศึกษาหาชนิดของไดอะตอมที่ใช้เป็นดัชนีเพิ่มขึ้น เพื่อให้ Diatom Index นี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Hill *et al*. (2003) ประเมินระบบนิเวศน้ำไหลรัฐทางตะวันออกของสหรัฐด้วย periphyton index of biotic integrity (PIBI) ทำการเก็บสาหร่ายพื้นท้องน้ำทั้งหมด 272 สถานี และทำการวิเคราะห์ความหลากชนิด และกลุ่มเด่นของไดอะตอม ศึกษาความสัมพันธ์ของ acidobiontic, eutraphentic, motile diatoms, chlorophyll, biomass และ alkaline phosphatase activity มาคำนวณหา PIBI เพื่อเปรียบเทียบ และให้คะแนนแหล่งน้ำที่ไม่ถูกรบกวน แหล่งน้ำที่มีคุณภาพพอใช้ และแหล่งน้ำที่ถูกรบกวน โดยค่า PIBI จะนำมาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ตัวชี้วัด PIBI อ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งดัชนีนี้เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยในการวิเคราะห์ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในนิเวศวิทยาลำธารในรัฐทางตะวันออกของสหรัฐอเมริกา

Mekong River Commission [MRC] (2006) คณะกรรมาธิการลุ่มน้ำโขง (MRC) พบไดอะตอมพื้นท้องน้ำทั้งหมด 206 ชนิดจากการเก็บรวบรวมจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 20 สถานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในจำนวนนี้มี 197 ชนิดอยู่ใน Order Pennales และอีก 9 ชนิดอยู่ใน Order Centrales โดยในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างจะมีจำนวนชนิดอยู่ในช่วง 17-60 ชนิด สถานีที่มีจำนวนชนิดของไดอะตอมพื้นท้องน้ำมากที่สุด คือ สถานีแม่น้ำกกในประเทศไทย และจำนวนชนิดของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่น้อยที่สุดเก็บรวบรวมจากแม่น้ำโพธิสัตว์ในประเทศกัมพูชา ไดอะตอมพื้นท้องน้ำชนิดที่มีการกระจายตัวมากที่สุด คือ *Achnanthes minutissima* และ *Cocconeis placentula* ชนิดของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่แพร่หลายรองลงมา คือ *Nitzschia clausii* และ *Synedra ulna* ver. *aequalis*

Atazadeh *et al*. (2007) ประเมินคุณภาพน้ำ และชนิดของไดอะตอม และชีวมวลในแม่น้ำ Gharasou ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของอิหร่าน โดยเก็บตัวอย่างจาก 5 สถานีทุกเดือน รวมทั้งเก็บข้อมูลทางกายภาพ และทางเคมี (ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณไนเตรต ปริมาณฟอสเฟต ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความขุ่น ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ปริมาณของออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ) วัดพร้อมกับค่าทางชีวภาพของเพอริไฟตอน รวมทั้งชีวมวล ปริมาณคลอโรฟิลด์เอ และจำแนกชุมชนไดอะตอม เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ Trophic Diatom Index (TDI) ค่า TDI มีความสอดคล้องอย่างมีนัยสำคัญกับค่าที่วัดได้จากการรบกวนของมนุษย์ (ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณฟอสเฟต ปริมาณไนเตรต และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ) เช่นเดียวกับค่าชีวมวล (คลอโรฟิลล์เอ น้ำหนักแห้ง และ biovolume) การตอบสนองของดัชนีนี้สนับสนุนการตรวจสอบสภาพนิเวศวิทยาในลำธารประเทศอิหร่าน และช่วยวินิจฉัยสาเหตุของการรบกวนนั้น

Suphan and Peerapornpisal (2009) ศึกษาความหลาหลายของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในแม่น้ำโขง และลำน้ำสาขาในส่วนของประเทศไทย จาก 14 สถานีสุ่มบริเวณริมแม่น้ำโขงที่ไหลเชี่ยว ตรวจสอบการกระจายพบ 184 ชนิด 46 สกุล สกุลส่วนใหญ่ที่พบ คือ *Nitzschia*, *Navicula*, *Gomphonema*, *Eunotia* และ *Cymbella* ชนิดที่พบจำนวนตัวมาก คือ *Eolimna minima*, *Mayamaea atomus*, *Achnanthidium minutissimum*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula symmetrica*, *Nitzschia palea* และ *Gomphonema lagenula* ซึ่งในการศึกษานี้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนช่วยในการระบุชนิดของไดอะตอมได้อย่างดี

ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการแพร่กระจายของเพอริไฟตอน ได้แก่ ลักษณะของแหล่งน้ำจะสัมพันธ์กับปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ และปัจจัยภายนอกอื่นๆ ที่นิยมศึกษา ได้แก่ ความลึกของแหล่งน้ำ ปริมาณน้ำ ตำแหน่งที่ตั้ง และพื้นที่รับน้ำ เป็นต้น (ยุวดี, 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ขนาดของแหล่งน้ำยังมีความสำคัญต่อการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาตรน้ำ ลัดดา (2538) พบว่าแหล่งน้ำที่มีขนาดเล็กจะมีองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชน้อยมาก แต่แหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่องค์ประกอบก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามความลึก การไหล และความเร็วของกระแสน้ำมีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของพลังงาน สารอาหาร รูปร่าง และการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากแหล่งน้ำที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารอาหารจากแหล่งใดจะพบสารอาหารจำนวนมากตกตะกอนอยู่ด้านล่าง เมื่อเกิดการไหลจะทำให้สารอาหารจากก้นแหล่งน้ำปั่นป่วน และเกิดการกระจายของสารอาหาร (Goldman and Horne, 1983) สาหร่ายที่อยู่ในน้ำที่ไหลแรง และเร็วจะมีลักษณะสำคัญ คือ โครงสร้างภายนอกของทัลลัสมักจะแข็งแรง เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนเมื่อเวลาที่สาหร่ายไหลไปตามกระแสน้ำ สาหร่ายเหล่านี้ ได้แก่ ไดอะตอมชนิดต่างๆ (อักษร, 2527) เช่น *Navicula*, *Gomphonema*, *Cymbella* และ *Cocconeis* (Smith, 1951) สาหร่ายบางชนิดมีการสร้างเซลล์พิเศษเฉพาะที่เรียกว่า holdfast และสร้างเมือกเพื่อช่วยในการยึดเกาะกับสิ่งต่างๆ ในน้ำ เช่น *Ulothrix*, *Cladophora*, *Rhizoclonium*, *Gomphonema* และ *Achnanthes* เป็นต้น (ยุวดี, 2549; Round, 1973)

แสงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการกำหนดโครงสร้าง และการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ปริมาณแสงที่ส่องลงสู่แหล่งน้ำมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีความต้องการแสงในปริมาณที่แตกต่างกัน (Smith, 1950) โดยแหล่งน้ำที่มีขนาด และความลึกที่มาก แสงบางส่วนจะถูกดูดซับโดยมวลของน้ำ สารแขวนลอย และแพลงก์ตอนพืช (นันทนา, 2539; Wetzel, 1983) ปริมาณแสงที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อจำนวนประชากรของแพลงก์ตอนพืชในเขตอบอุ่น ช่วงฤดูหนาวกลางวันจะสั้น ทำให้ปริมาณแสงน้อยลง ซึ่งมีผลทำให้แพลงก์ตอนพืชลดจำนวนลงด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดขึ้นได้ดีบริเวณผิวน้ำถ้าความเข้มแสงพอเหมาะ แต่ถ้าความเข้มแสงมากเกินไปจะทำให้แพลงก์ตอนพืชเคลื่อนย้ายลงสู่ระดับความลึกที่เหมาะสม (Robarts and Zohary, 1989) สาหร่ายบางชนิดก็สามารถเจริญได้ในสภาวะที่ไม่ค่อยมีแสง เช่น *Batrachospermum* และ *Cladophora* (Darley, 1982) นอกจากนี้ปริมาณแสงยังมีผลต่ออุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความขุ่นก็มีผลต่อความเข้มของแสงที่แพลงก์ตอนพืชได้รับ เช่น *Microcystis* spp. ในน้ำขุ่นจะอาศัยที่ระดับความลึก 12-20 เมตร ถ้าเป็นน้ำที่ใสจะอยู่ได้ถึงระดับความลึกที่ 27.5-30 เมตร (จงจินต์, 2524; เปี่ยมศักดิ์, 2538)

ความขุ่นของน้ำเป็นผลเนื่องมาจากอนุภาคแขวนลอยพวกสารอินทรีย์ และของแข็งที่เป็นสารอนินทรีย์ หรือเป็นคอลลอยด์ (colloidal) เช่น โคลนตม (Clay) ทรายแป้ง (Silt) อนุภาคคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไป หรืออนุภาคของเหล็กออกไซด์ แพลงก์ตอน และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุลินทรีย์ เป็นต้น (อรทัย, 2549) พวกอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเหล่านี้จะเป็นสาเหตุให้แสงที่ส่องลงในน้ำเกิดการกระจายออกจากน้ำ และดูดซับแสงบางส่วนเอาไว้ทำให้แสงส่องลงไปในน้ำที่ระดับความลึกมากขึ้นได้ปริมาณลดลง (กรรณิการ์, 2525; นันทนา, 2539) นอกจากนั้นยังมีผลทำให้จำกัดการเจริญของสาหร่ายพวกที่เกาะอาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำทั้งในน้ำจืด และน้ำทะเล (Round, 1973) กล่าวคือ เมื่อความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น จำนวนไดอะตอมจะลดลง แม้ว่าแหล่งน้ำนั้นจะมีธาตุอาหารอุดมสมบรูณ์ก็ตาม (Patrick, 1977)

อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากแสงอาทิตย์ที่ส่องสู่แหล่งน้ำ โดยมีการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานความร้อน ผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศ และได้รับแสงแดดโดยตรงอุณหภูมิของน้ำบริเวณนั้นจะสูงที่สุด และจะลดลงตามระดับระดับความลึกของชั้นน้ำ (Goldman and Horne, 1983) นอกจากแสงอาทิตย์แล้ว ละติจูด และระดับความสูงจากน้ำทะเลก็มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของน้ำจืดด้วยเช่นกัน (Hutchison, 1957) อุณหภูมิของน้ำยังมีผลต่อการสืบพันธุ์ และการกระจายของแพลงก์ตอนพืชตามลักษณะภูมิอากาศ (Smith, 1950) รวมถึงอัตราการเกิดออกซิไดซ์ของสารอินทรีย์ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยอุณหภูมิที่สูงการออกซิไดซ์ของสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นได้ดี ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำลดลง (Goldman and Horne, 1983)

ปัจจัยทางเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการแพร่กระจายของเพอริไฟตอน ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้าเป็นค่าของสารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นอิออนที่นำกระแสไฟฟ้าได้ (กรรณิการ์, 2525) ซึ่งคุณสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุอยู่ในน้ำ ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิของน้ำขณะวัด สารประกอบอนินทรีย์ เช่น ด่าง และเกลือเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะเมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวให้อิออนที่นำไฟฟ้าได้ ตรงกันข้ามกับสารประกอบอินทรีย์ เช่น น้ำตาลซูโครส และเบนซีน สารเหล่านี้ไม่แตกตัวในน้ำ จึงไม่นำไฟฟ้า อย่างไรก็ตามค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารที่อยู่ในน้ำ แต่จะบอกว่ามีการเพิ่ม หรือลงลงของอิออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่าการนำกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารในน้ำเพิ่มขึ้น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงก็แสดงว่าสารในน้ำลดลงตามไปด้วย ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่มีคุณภาพดีจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150-300 $\mu s.cm^{-1}$ ถ้ามีค่าสูงกว่า 300 $\mu s.cm^{-1}$ แสดงว่าน้ำมีมลพิษ (ชาญณรงค์, 2532)

ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีผลต่อการเจริญ และการควบคุมสภาวะทางเคมีของสารอาหารในแหล่งน้ำจืด การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในแหล่งน้ำจะทำให้ธาตุอาหารที่สำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ควบคุมการหายใจ และระบบการทำงานของเอนไซม์ระดับเซลล์ผิดปกติไป นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่างยังมีผลต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างมาก แหล่งน้ำที่มีสภาพน้ำเป็นกรด หรือด่างอ่อนๆ จะมีชนิดของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างมาก แหล่งน้ำที่มีสภาพน้ำค่อนข้างเป็นกลางจะมีชนิดของแพลงก์ตอนพืชไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าแหล่งน้ำมีสภาพน้ำเป็นกรด หรือด่างสูง ชนิดของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างอิสระ (Chapman and Chapman, 1973) ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 4.9-9.0 แต่ช่วงที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมักจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-8.0 แต่น้ำในธรรมชาติส่วนมากมักจะมีความเป็นกรด-ด่างมากกกว่า 7.0 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีปริมาณอิออนพวกไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างนั้นต้องคำนึงถึงอุณหภูมิเป็นสำคัญ เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดอิออนในน้ำ (นันทนา, 2539)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความจำเป็นในปฏิกิริยาเคมี และชีววิทยาของแหล่งน้ำ ออกซิเจนทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย เพื่อให้ได้พลังงาน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ เช่น กระบวนการหายใจ ความเค็ม ความดันบรรยากาศ การหมุนเวียนของน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ และอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลง แต่ถ้ามีการสังเคราะห์ด้วยแสงจะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงขึ้น และมีการละลายที่ดีขึ้น (เปี่ยมศักดิ์, 2538; Maitland, 1978) การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบ่งบอกระดับ trophic state ในแหล่งน้ำ แหล่งน้ำที่มีสภาพเป็น oligotrophic lake ความแตกต่างของปริมาณกับเปอร์เซ็นต์อิ่มตัวของออกซิเจนจะน้อย ในแหล่งน้ำที่เป็น eutrophic lake จะมีความแตกต่างกันถึง 250% เนื่องจากช่วงกลางวันการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดขึ้นสูง และจะลดลงอย่างมากในเวลากลางคืน เนื่องจากกระบวนการหายใจ (Goldman and Horne, 1983) สำหรับแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารสูง จะมีการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงก็จะมีการใช้ออกซิเจนในรูปแบบต่างๆ เช่น NO_2^-, NO_3^-, SO_2^- และ CO_2 รีดิวซ์ให้เป็น N_2, NH_4^+, S_2^-, H_2S^- และ CH_4 ทำให้เกิดสภาวะน้ำเสีย (วิจิตร และคณะ, 2533) แพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแตกต่างกัน เช่น *Euglena* spp., *Phacus* spp., *Trachelomonas* spp., *Oscillatoria* spp., *Spirulina* spp., *Polycystic* spp., *Navicula seminolum* และ*Nitzschia amphibian* สามารถเจริญได้ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ ในขณะที่บางชนิดสามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูง เช่น *Achnanthes minutissima* ส่วนในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมากจนอาจไม่สามารถวัดได้ สามารถพบกลุ่มไดอะตอม เช่น *Nitzschia* spp., และ *Pleurosigma* spp. (Round,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1973; Patrick, 1977) ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจึงเป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะของน้ำได้ดี (อรทัย, 2549)

สารอาหารในแหล่งน้ำเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการทางนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ สารอาหารชนิดต่างๆ ในแหล่งน้ำมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป และจะมีการสะสมปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลา และการไหลเวียนของน้ำ (นันทนา, 2539) สารอาหารที่มีความสำคัญซึ่งอาจจะกำหนดชนิด และปริมาณแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอินทรียสารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ถือเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญของแพลงก์ตอนพืชที่ขาดไม่ได้ บางชนิดถ้าขาดไนโตรเจนจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (ศิริเพ็ญ, 2538) ไนโตรเจนสามารถเข้าสู่แหล่งน้ำได้หลายทาง เช่น ทางอากาศสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศด้วยกระบวนการ nitrogen fixation สารประกอบไนโตรเจนที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปสร้างเซลล์ใหม่ และใช้ในการเจริญเติบโต แต่เมื่อตายลงจะเกิดกระบวนการย่อยสลายก็จะเป็นแหล่งไนโตรเจนของสิ่งมีชีวิตอื่น (Round, 1973; Goldman and Horne, 1983) กระบวนการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นได้ดีในแหล่งน้ำที่มีไนโตรเจนต่ำ และมีฟอสฟอรัสสูง สารประกอบไนโตรเจนที่เกิดการเปลี่ยนรูปจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2538) สารประกอบไนโตรเจนมีได้หลายรูปแบบ ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สารประกอบอนินทรีย์ เช่น NH_4^+, NO_2^- และ NO_3^- ส่วนอีกชนิด คือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก สารเหล่านี้เป็นส่วนประกอบของร่างกายสิ่งมีชีวิต (กรรณิการ์, 2525) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้อาจใช้เป็นเครื่องชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ (ปรีดา และ ไพเชษฐ์, 2534) ไนเตรทเป็นสารประกอบของไนโตรเจนที่พบได้มากที่สุดในลำธาร และทะเลสาบ เนื่องจากไนเตรทเป็นสารประกอบที่สามารถถูกชะล้างไปได้ง่ายเมื่อมีการไหลผ่านของน้ำไปบนพื้นดิน ทำให้ปริมาณไนเตรทไหลลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้นเมื่อมีการพังทลายของดินมาก (ศิริเพ็ญ, 2530) ส่วนไนไตรท์เป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนของปฏิกิริยาการสลายตัวของไนเตรทด้วยกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ (นันทนา, 2539) แต่การที่มีไนไตรท์สูงในแหล่งน้ำจะทำให้เกิดอันตรายกับสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ นอกจากนี้ไนโตรเจนยังอาจจะมาจากสารประกอบอินทรีย์ที่ได้มาจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์ เช่น แอมโมเนีย ยูเรีย กรดยูริก ซึ่งทำให้เกิดการเจริญของ *Astasia* spp. ที่สามารถใช้เกลือแอมโมเนียได้ดี *Euglena* spp., *Phacus* spp. และ *Trachelomonas* spp. สามารถใช้ไนเตรทได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่าไดอะตอมบางชนิด เช่น *Meloseira variana*, *Synedra ulna* และ *Navicula viridula* สามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีไนเตรทสูง ในขณะที่ *Navicula cryptocephala* และ *Nitzschia palea* สามารถเจริญได้ดีในน้ำเสีย ซึ่งมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคาร์บอนสูง (Patrick, 1977)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศเพราะมีความเกี่ยวข้องในกระบวนการแปรรูปของพลังงานในระบบ และเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และแพลงก์ตอนพืชโดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ โดยเฉพาะกระบวนการถ่ายเทพลังงาน และกระบวนการสร้างกรดนิวคลีอิก (เปี่ยมศักดิ์, 2538; ลัดดา, 2538) ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำมี 2 แบบ คือ ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำซึ่งประกอบด้วยฟอสฟอรัสในรูปอนินทรียสารที่ละลายน้ำ (dissolved inorganic phosphorus) และฟอสฟอรัสในรูปอินทรียสารที่ละลายน้ำ (dissolved organic phosphorus) ในน้ำฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูปอินทรียสารที่ละลายน้ำในสิ่งมีชีวิต ซาก และตะกอน มีเพียงส่วนน้อยที่อยู่ในรูปอนินทรียสารที่ละลายน้ำ เช่น orthophosphate ซึ่งแพลงก์ตอนพืชสามารถนำมาใช้ได้โดยตรง แม้ว่าในแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีปริมาณสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัส แต่แพลงก์ตอนพืชต้องการใช้ฟอสฟอรัสในรูปสารอนินทรีย์มากกว่า ดังนั้นสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสจึงจัดว่าเป็นแหล่งเบื้องต้นของฟอสฟอรัสซึ่งจะแตกตัวได้เป็นสารอนินทรีย์ เช่น soluble reactive phosphorus โดยอาศัยเอนไซม์ที่เรียกว่า phosphatase นอกจากนี้ยังพบว่า ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของเพอริไฟตอน โดยเฉพาะในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Smith, 1950; Welch, 1952; Round, 1973; Goldman and Horne, 1983)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ภาคสนาม

1.1 แปรงสีฟันสำหรับผู้ใหญ่ แบบฟันเลื่อย ขนแปรงแข็ง

1.2 แผ่นพลาสติกใสอ่อน ขนาด 20×20 เซนติเมตร เจาะช่องตรงกลาง ขนาด 3×3 เซนติเมตร

1.3 ขวดเก็บตัวอย่างเพอริไฟตอน

1.4 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

1.5 ถาดสีขาวขนาดกลาง

1.6 ถุงพลาสติกร้อนใส (PP) ขนาด 10×15

1.7 หนังยางวง

1.8 อุปกรณ์จดบันทึก

1.9 ร้องเท้าบูท (hip boots)

1.10 กล่องพลาสติกรักษาความเย็น

1.11 น้ำยาคงสภาพตัวอย่าง M3 Fixative

1.12 เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบ Multiprobe System (YSI MODEL 556MPS)

1.13 เทอร์โมมิเตอร์

1.14 สายวัด

1.15 ตลับเมตร

1.16 ลูกปิงปอง ยี่ห้อ NEW START ขนาด 40

1.17 เครื่องหาพิกัดสัญญาณดาวเทียม (Global Positioning System: GPS) รุ่น Garmin e Trex Summit

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

2.2 เครื่อง Spectrophotometer รุ่น Hach DR/2000

2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ NitraVer5 Reagent Powder และ PhosVer 3 Phosphate Powder

2.4 สไลด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 กระจกปิดสไลด์

2.6 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่ กรดไนตริกเข้มข้น กรดซัลฟิวริก น้ำกลั่น และ Mounting medium (Permount)

2.7 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

2.8 เครื่องเหวี่ยงสารให้ตกตะกอน

2.9 Hot plate

2.10 ยาทาเล็บ แบบใส

2.11 เครื่องกดนับจำนวน

วิธีการ

1. สถานที่ทำการวิจัย

1.1 ที่ตั้ง

พื้นที่ที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่ห่างจากอำเภอเมืองประมาณ 140 กิโลเมตร การเดินทางจากอำเภอเมืองไปยังพื้นที่ใช้เส้นทางหลวงแผ่นดินสาย 323 ถึงอำเภอทองผาภูมิ หลังจากนั้นเดินทางต่อโดยเส้นทางหลวงแผ่นดิน 3272 (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช [DNP], 2556) จนถึงพื้นที่สำรวจบริเวณหมู่บ้านห้วยเขย่งอยู่ห่างจากอำเภอทองผาภูมิประมาณ 30 กิโลเมตร พื้นที่ของอำเภอทองผาภูมิมีขนาด ตั้งอยู่เส้นรุ้งที่ 14 ° 30' ถึง 15 ° 15' เหนือ เส้นแวงที่ 98° 00' ถึง 98° 15' ตะวันออก อาณาเขตทิศเหนือติดกับอำเภอสังขละบุรี ทิศใต้ติดกับอำเภอไทรโยค ทิศตะวันตกติดกับสาธารณรัฐสหภาพพม่า ทิศตะวันออกติดกับอำเภอศรีสวัสดิ์ พื้นที่ทำการเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ตำบลห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก ซึ่งทิศเหนือติดกับตำบลปิล๊อก ทิศใต้ติดกับตำบลท่าขนุน ตำบลหินดาด และตำบลลิ่นถิ่น ทิศตะวันออกติดกับตำบลท่าขนุน และตำบลหินดาด ทิศตะวันตกติดกับตำบลปิล๊อก และสาธารณรัฐสหภาพพม่า (สมโภชน์ และ รังสิมา, 2547)

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่า และภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีลักษณะเป็นภูเขาหินปูนทอดตลอดแนวจากด้านเหนือ-ด้านใต้ ทางด้านทิศตะวันตกเป็นภูเขาแกรนิตมีสภาพภูมิแระ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทศเป็นเนินเขาลูกคลื่นลอนชันสลับลูกคลื่นลอนลาด ลักษณะดังกล่าวทำให้ทิศทางการไหลของลำน้ำส่วนใหญ่ไหลจากทางทิศใต้ไปลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณทางทิศเหนือ (สำนักงานเกษตรอำเภอทองผาภูมิ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555) ซึ่งเทือกเขานี้เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี พื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-1,249 เมตร (สมโภชน์ และ รังสิมา, 2547) บริเวณที่ทำการศึกษาส่วนหนึ่งเป็นพื้นที่ป่าทองผาภูมิตะวันตก ซึ่งพื้นที่อยู่ในรอยเชื่อมของเขตชีวภูมิศาสตร์ (biogeography) 3 บริเวณมาจรดกัน คือ จากทางเหนือ ทางใต้ และภาคกลางของประเทศไทย เมื่อนำเอาบริเวณดังกล่าวมาจัดแบ่งโดยใช้ปัจจัยทั้งด้านนิเวศวิทยา และเขตชีวภูมิศาสตร์ก็สามารถบอกได้ว่าอยู่ในส่วนอาณาบริเวณเชิงนิเวศ (ecoregion) 3 บริเวณที่มาบรรจบกัน เขตป่าฝนกึ่งดิบแนวตะนาวศรี และภาคใต้ของประเทศไทย (Tenasserim-South Thailand Semi-evergreen Rain Forest) เขตป่าฝนภูเขาคะยา และกระเหรี่ยง (Kayah-Karen Montane Rain Forest) และเขตป่าผลัดใบชื้นบริเวณที่ราบเจ้าพระยา (Chao Phraya Lowland Moist Deciduous Forest) นอกจากนี้ยังอยู่ใกล้ชิดกับทะเลอันดามันทางฝั่งพม่า ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขา ถึงแม้ว่าจะใกล้ชิดติดกัน แต่ปริมาณน้ำฝนมีความแตกต่างกัน ตั้งแต่ 1,000-4,000 มิลลิเมตร เทียบเท่ากับการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนจากเหนือจรดใต้ แต่ถ้าคิดปริมาณน้ำฝนในฝั่งพม่าแล้วความแตกต่างจะมีไปถึง 5,435 มิลลิเมตร ในบริเวณทวายของพม่า (สมโภชน์ และ รังสิมา, 2547; Bender, 1983)

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่ทองผาภูมิตะวันตกมีลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน และมีสภาพป่าหลายแบบ ทำให้มีความแตกต่างในปริมาณน้ำฝน บริเวณที่ทำการศึกษามีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 150-300 เมตร ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่าง จากฝ่ายอากาศประจำถิ่น กรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งสถานีตรวจอากาศ อำเภอทองผาภูมิ ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 38/1 หมู่ 1 ตำบลท่าขนุน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (พิกัดเส้นรุ้งที่ 14° 44' 32" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 38' 11" ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล ปานกลาง 99 เมตร) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553) ตำบลห้วยเขย่ง และห้วยปากคอกมีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน 3 ฤดู ดังนี้ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาเอาความชื้นจากทะเลอันดามัน และมหาสมุทรอินเดีย ทำให้เกิดฝนตกชุก และมีความชื้นสูงมากในตอนเช้า ฤดูหนาว เริ่มประมาณปลายเดือนตุลาคม-กลางเดือนกุมภาพันธ์ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ปกคลุมพื้นที่ ทำให้อากาศมีความหนาวเย็น และแห้ง ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์-กลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งได้รับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ที่เป็นลมร้อนพัดพามาจากทะเลจีนใต้ ทำให้อากาศร้อนชื้น และร้อนจัดในเดือนเมษายน (สำนักงานเกษตรอำเภอทองผาภูมิ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555)

1.4 สภาพพื้นที่ป่าไม้

ผืนป่าตะวันตกนี้ยังคงความสมบูรณ์ตามธรรมชาติ สามารถจำแนกประเภทแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา และป่าเบญจพรรณที่สามารถพบได้มากที่สุด (DNP, 2556) บริเวณที่ทำการวิจัยส่วนใหญ่เป็นเขตเกษตรกรรมที่มีการปลูกข้าว การทำสวน การทำไร่ฝ้าย มันสำปะหลัง ยางพารา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ป.ต.ท.) ซึ่งอยู่ติดกับพื้นที่อุทยานฯ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของพื้นที่ทำการศึกษา จากข้อมูลสารสนเทศสิ่งแวดล้อมจังหวัดกาญจนบุรี พบว่าในปี พ.ศ. 2538 พื้นที่ทำการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณผสม และมีพื้นที่นา โดยพื้นที่ป่าส่วนใหญ่จะเป็นป่าเศรษฐกิจและป่าอนุรักษ์ พื้นที่ป่าในสภาพ ปัจจุบันมีความแตกต่างจากปี พ.ศ. 2538 คือ พื้นที่ป่าลดลง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม

1.5 คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำ

จากรายงานคุณภาพน้ำผิวดิน ปี 2552 พื้นที่รับผิดชอบ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม พบว่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยจัดอยู่ในประเภทที่ 2 และ 3 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี และพอใช้ ในส่วนของการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในลำน้ำ พบว่าที่ทองผาภูมิตะวันตกมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงมาก และหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีในการบ่งบอกคุณภาพของลำน้ำได้ เช่น สาหร่าย ไรน้ำ ไดอะตอม และแมลงน้ำ (สมโภชน์ และ รังสิมา, 2547)

1.6 อุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

เนื่องจากพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรีส่วนใหญ่มีทิวเขาเป็นแนวยาว กั้นเขตแดนทำให้มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง มีอากาศร้อนอบอ้าวในฤดูร้อน ส่วนในฤดูหนาวจะหนาวจัด อุณหภูมิจากสถิติอุณหภูมิ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรีระหว่างปี 2551-2552 ปี 2551 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดวัดได้ 13 องศาเซลเซียส เมื่อ 21 ธันวาคม 2551 และอุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 41.0 องศาเซลเซียส เมื่อ 10 เมษายน ปี 2552 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.7 องศาเซลเซียส

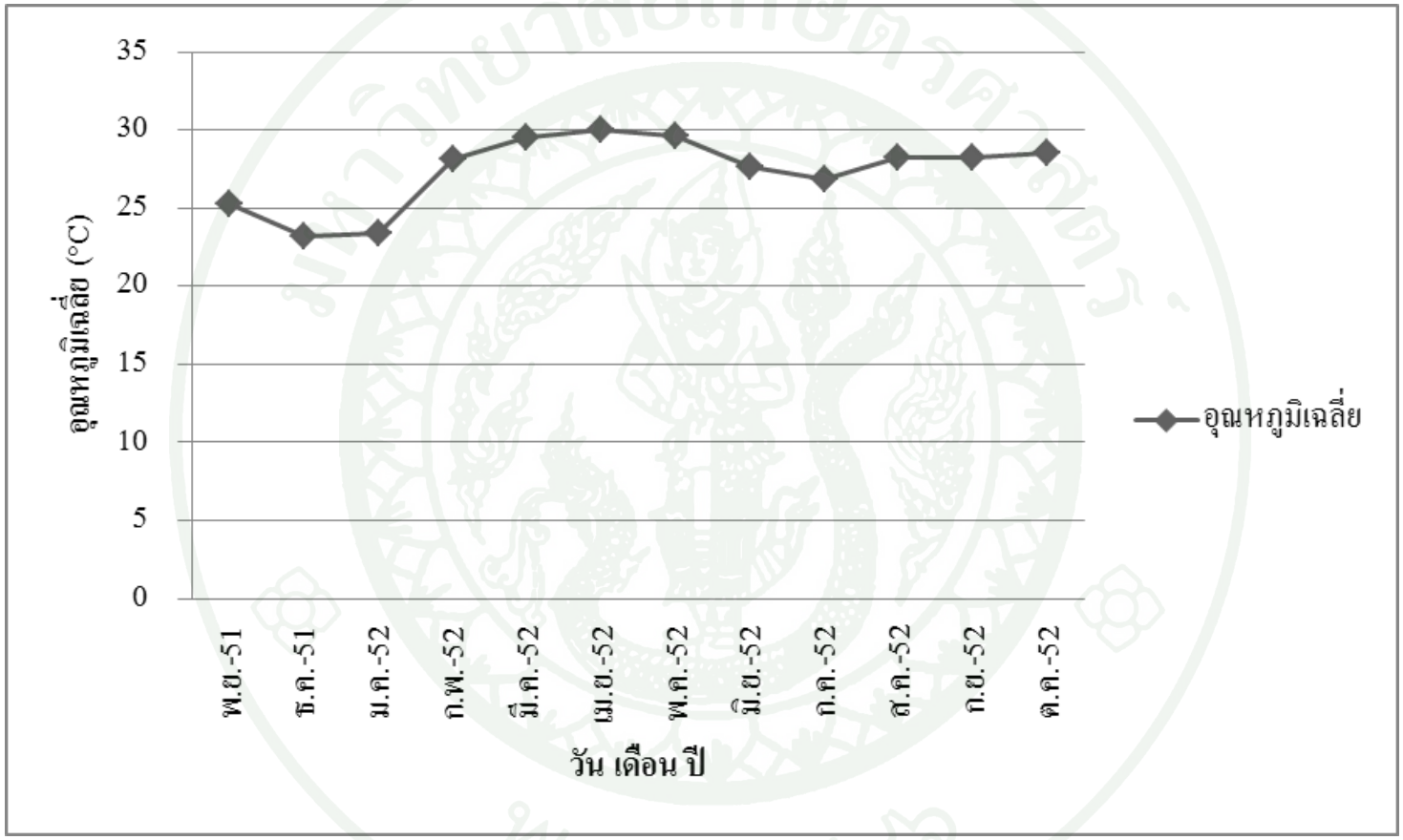
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิต่ำสุดวัดได้ 9.5 องศาเซลเซียส เมื่อ 12 มกราคม 2552 และอุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 36.5 องศาเซลเซียส เมื่อ 9 มีนาคม 2552 (ภาพที่ 1) ปริมาณน้ำฝนจากสถิติปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2551-2552 ปริมาณน้ำฝนที่ตกตลอดปี 2551 เท่ากับ 1861.1 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 174 วัน ปริมาณฝนสูงสุดเท่ากับ 109.8 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2551 และปริมาณน้ำฝนตกตลอดปี 2552 เท่ากับ 1969.5 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 167 วัน ปริมาณฝนสูงสุดเท่ากับ 63.0 เมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2552 (ภาพที่ 2) (สำนักงานเกษตรอำเภอทองผาภูมิ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555)

1.7 ที่ตั้งของลำธาร

ลุ่มน้ำที่เป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญในบริเวณทองผาภูมิตะวันตกประกอบด้วย 3 ลุ่มน้ำด้วยกัน คือ ลุ่มน้ำห้วยเขย่ง ห้วยประจำไม้ และห้วยบ้านไร่ ลุ่มน้ำห้วยเขย่งไหลผ่านพื้นที่ 4 หมู่บ้าน คือ บ้านลำห้วยปิล๊อก บ้านห้วยเขย่ง บ้านประจำไม้ และบ้านไร่ป้า คนในหมู่บ้านได้ผูกวิถีชีวิตไว้กับลุ่มน้ำนี้ ในขณะที่หมู่บ้านห้วยปากคอกได้รับน้ำจากลุ่มน้ำห้วยประจำไม้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ในเขตทางเหนือ และพื้นที่ในเขตทางใต้ ส่วนบ้านห้วยไร่เป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำห้วยบ้านไร่ (สมโภชน์ และ รังสิมา, 2547) ลำธารที่ทำการศึกษา ลำน้ำส่วนใหญ่มีทิศทางการไหลจากทางทิศใต้ไปลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณทางทิศเหนือ

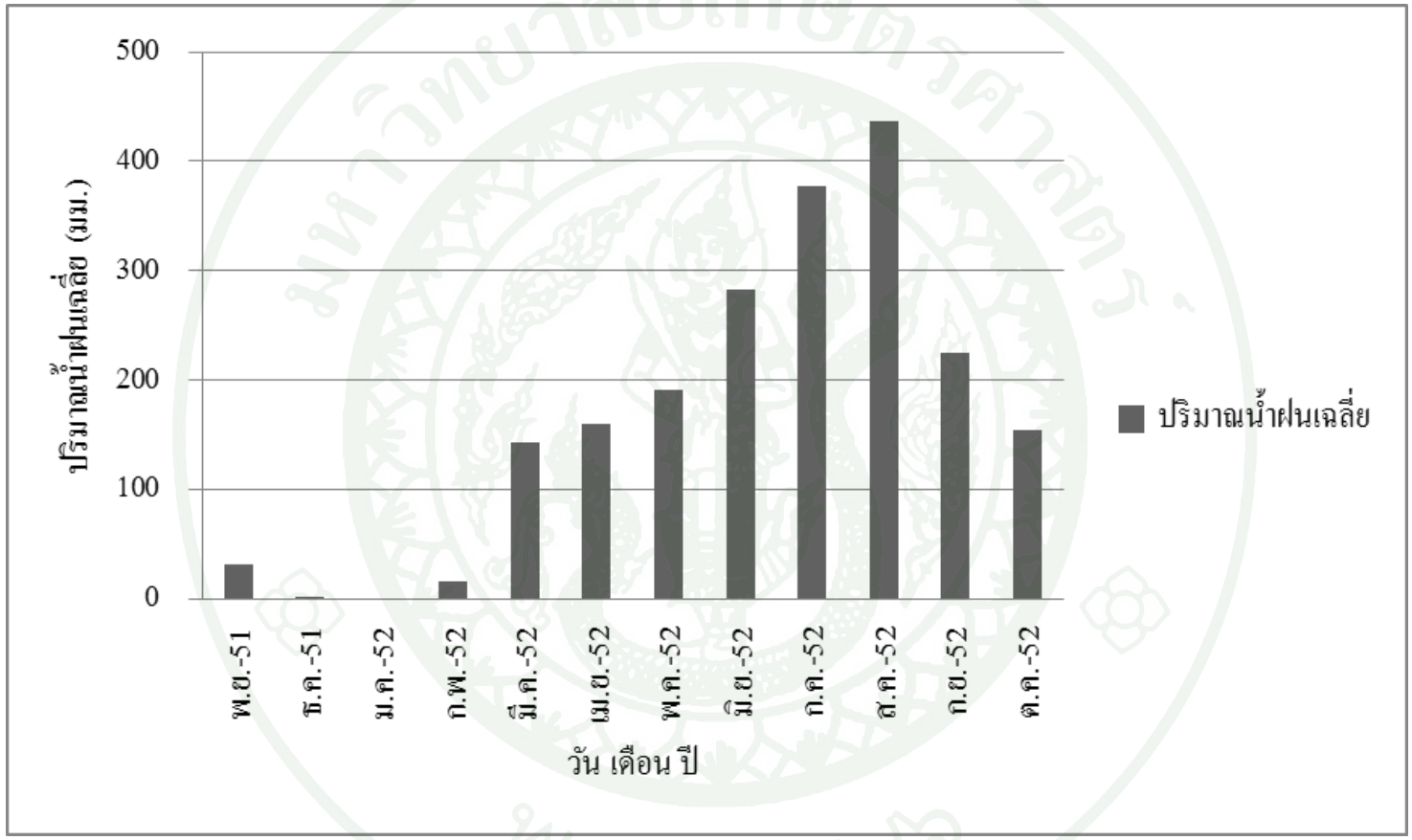
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ระหว่าง พฤศจิกายน 2551-ตุลาคม 2552 อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ที่มา: ฝ่ายอากาศประจำถิ่น สถานีตรวจอากาศ อำเภอทองผาภูมิ กรมอุตุนิยมวิทยา (2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ระหว่าง พฤศจิกายน 2551-ตุลาคม 2552 อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ที่มา: ฝ่ายอากาศประจำถิ่น สถานีตรวจอากาศ อำเภอทองผาภูมิ กรมอุตุนิยมวิทยา (2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.8 พื้นอาศัยในลำธาร

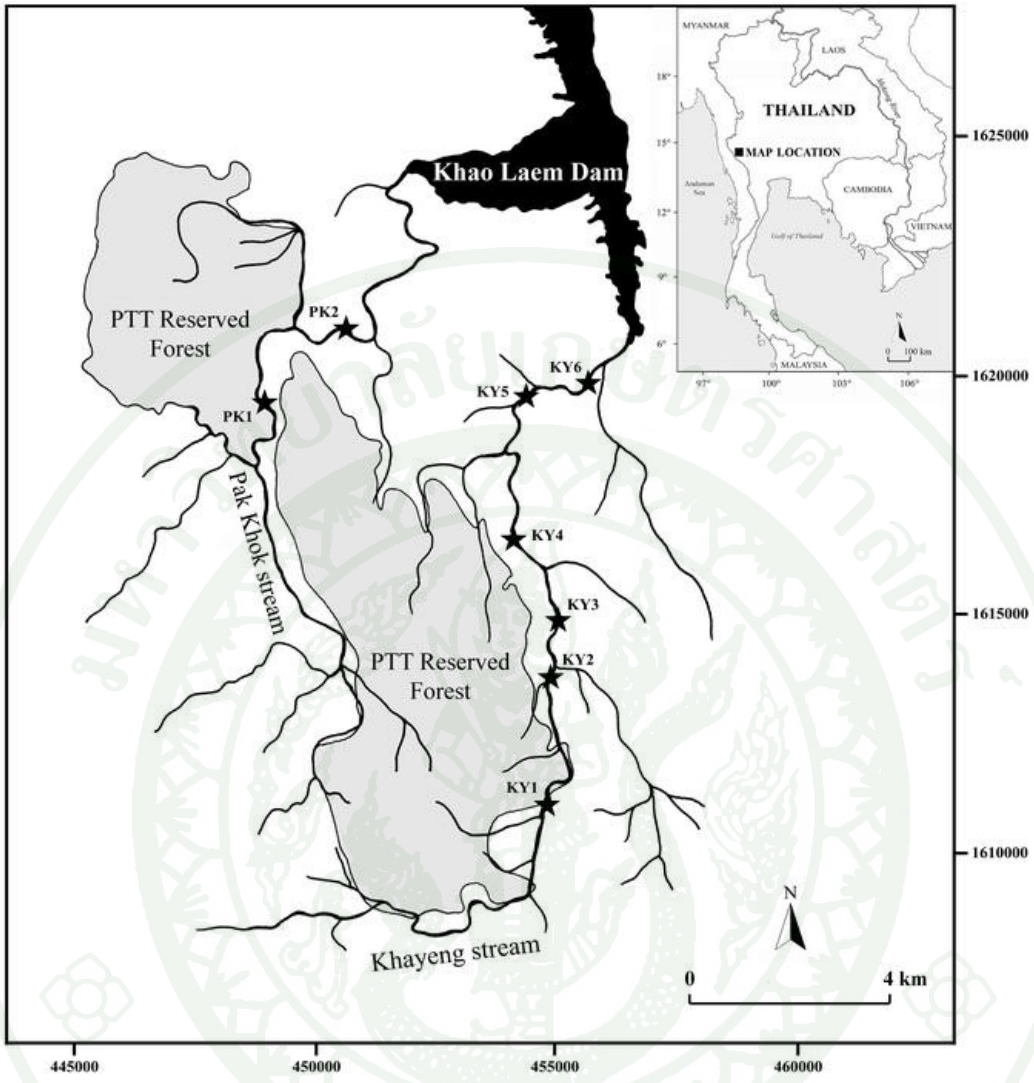
ขนาดของพื้นอาศัยในลำธารโดยแบ่งขนาดตะกอนตาม Wentworth's Scale มีดังนี้ (Allan, 1995)

- ก้อนหินมนใหญ่ (boulder) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 256 มิลลิเมตร
- กรวดใหญ่ (cobble) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 64-256 มิลลิเมตร
- กรวดกลาง (pebble) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 16-64 มิลลิเมตร
- กรวด (gravel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2-16 มิลลิเมตร
- ทราย (sand) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0.063-2 มิลลิเมตร
- ทรายแป้ง (silt) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.063 มิลลิเมตร

นอกจากนี้อนุภาคของตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 0.004 มิลลิเมตร จะเรียกว่า ดินเหนียว (clay) และยังมีพื้นที่อาศัยอื่นๆ เช่น โคลน (mud) รากไม้ (root) กิ่งไม้ หรือซากไม้ (snag) และเศษใบไม้ (litter)

ในการศึกษาครั้งนี้มีการเก็บตัวอย่างเพอริไฟตอนทั้งหมด 8 สถานี ใน 2 ลำห้วย คือ ห้วยเขย่ง 6 สถานี และห้วยปากคอก 2 สถานี (ภาพที่ 3) ซึ่งแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านสภาพแวดล้อม และลักษณะพื้นที่อาศัย ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงที่ตั้งลำห้วย และจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานี ภายในพื้นที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำธารห้วยเขย่ง

ห้วยเขย่งเกิดจากการรวมตัวกันของ 2 ลำห้วย คือ ลำห้วยเขย่งที่มีต้นน้ำมาจากป่าในพื้นที่ตอนใต้ของอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิมีความยาวประมาณ 14 กิโลเมตร และลำห้วยน้ำขุ่นที่มีต้นน้ำจากบริเวณพื้นที่ป่าทางใต้ของบ้านไร่ป้าความยาวประมาณ 5 กิโลเมตร ลำห้วยทั้งสองไหลมารวมกันบริเวณบ้านประจำไม้ กลายเป็นห้วยเขย่งมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 23 กิโลเมตร ไหลผ่าน 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านไร่ป้า บ้านประจำไม้ บ้านห้วยเขย่ง และบ้านปากลำปิล๊อก ก่อนไหลลงสู่เขื่อนวชิราลงกรณ (สมโภชน์ และ รังสิมา, 2547) สถานีที่เก็บตัวอย่างในลำธารนี้ มีทั้งหมด 6 สถานี ดังนี้

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 บ้านประจำไม้ (KY1)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 35' 60" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 34.9' 37" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 4 เมตร ลึกประมาณ 35 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารส่วนใหญ่เป็น cobble ร้อยละ 80 มี boulder และ snag เพียงร้อยละ 10 เท่านั้น ลำธารไหลลงจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทำการเกษตร และแหล่งชุมชน จุดเก็บตัวอย่างจะอยู่บริเวณเหนือหมู่บ้านขึ้นไป ฝั่งด้านหนึ่งของลำธารมีต้นไม้ใหญ่เป็นระยะ และไม้พื้นล่างตลอดแนว ส่วนฝั่งอีกด้านเป็นพื้นที่โล่ง ริมลำธารระยะหนึ่งจึงจะมีต้นไม้ขึ้น (ภาพที่ 4)

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 บ้านห้วยเขย่ง (KY2)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 36' 39" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 34' 654" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 6 เมตร ลึกประมาณ 40 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารส่วนใหญ่เป็น sand ร้อยละ 80 มี cobble ร้อยละ 10 พบ boulder และ snags เล็กน้อยเพียงร้อยละ 5 สองฝั่งของลำธารมีบ้านเรือน และมีการใช้ประโยชน์จากลำธารในการอุปโภค การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน มีการกั้นฝายกั้นน้ำบริเวณลำธาร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ชุมชน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่แจ้งริมฝั่งทั้งสองด้านพบพืชพื้นล่างขึ้นกันอย่างหนาแน่น ส่วนบริเวณถัดลงไปจากจุดเก็บตัวอย่างพบไม้ยืนต้น (ภาพที่ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 หลังบ้านห้วยเขย่ง (KY3)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 37' 480" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 34' 230" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 10 เมตร ลึกประมาณ 30 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารส่วนใหญ่เป็น cobble มีร้อยละ 80 แต่พบ sand และ snags ร้อยละ 10 พื้นที่โดยรอบจัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีการปลูกพืชแบบขั้นบันได และมีการทำปศุสัตว์ บริเวณฝั่งพบการพังทลายของตลิ่ง เนื่องจากน้ำกัดเซาะพืชที่ขึ้นส่วนใหญ่เป็นวัชพืชมีไม้ยืนต้นเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 6)

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 บ้านปากลำปิล็อก (KY4)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 37' 956" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 34' 117" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 5 เมตร ลึกประมาณ 100 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารมี boulder ร้อยละ 60 พบ cobble ร้อยละ 30 และ litter พบเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น ลำธารไหลลงจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ มีสะพานตัดผ่านลำธารเพื่อใช้ในการสัญจร บนฝั่งของลำธารพบว่า มีการใช้เป็นทางเดิน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ชุมชน ริมฝั่งทั้งสองด้านมีต้นไม้ขึ้นปกคลุมตลอดลำธาร จุดเก็บตัวอย่างอยู่เหนือสะพานขึ้นไป (ภาพที่ 7)

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5 บ้านเตาถ่าน (KY5)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 38' 969" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 34' 666" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 8 เมตร ลึกประมาณ 50 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารส่วนใหญ่เป็น cobble ร้อยละ 60 และ sand ร้อยละ 40 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ชุมชน เนื่องจากลำธารไหลตัดผ่าน จุดเก็บตัวอย่างห่างจากทางสัญจรประมาณ 100 เมตร ฝั่งทั้งสองด้านปกคลุมด้วยไม้พุ่มเป็นส่วนใหญ่ ไม้ยืนต้นค่อนข้างกระจายตัว (ภาพที่ 8)

สถานที่เก็บตัวอย่างที่ 6 หลังบ้านเตาถ่าน (KY6)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 39' 163" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 35' 136" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 8 เมตร ลึกประมาณ 29 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารส่วนใหญ่เป็น sand และ cobble ร้อยละ 90 มี snags เพียงร้อยละ 10 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ทำการเกษตรกรรม และที่พักอาศัย มีการพังทลายบริเวณตลิ่ง จุดเก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่เปิดโล่ง แสงส่องถึงทั่วทั้งบริเวณ พืชที่พบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนใหญ่เป็นวัชพืช ไม้ยืนต้นที่พบส่วนใหญ่จะอยู่บนตลิ่งที่มีความลาดชันสูง ใต้ลงไปจากจุดเก็บตัวอย่าง ลำธารมีความกว้างเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 9)

ลำธารห้วยปากคอก

ต้นน้ำของห้วยปากคอกเกิดจากห้วยเล็กๆ 3 สายจากป่าสมบรูณ์ของอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิไหลมารวมกัน ก่อนที่จะไหลมารวมกับห้วยประจำไม้อีกครั้งที่บริเวณบ้านปากคอก และไหลสู่เขื่อนวชิราลงกรณโดยมีความยาว 7 กิโลเมตร (สมโภชน์ และ รังสิมา, 2547) สถานีที่เก็บตัวอย่างในลำธารนี้ มี 2 สถานีด้วยกัน คือ

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 7 ห้วยปากคอกเหนือสะพาน (PK1)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 38' 731" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 31' 400" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 15 เมตร ลึกประมาณ 28 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารมี boulder และ snags เพียงร้อยละ 10 sand เท่านั้น นอกนั้นเป็น cobble ร้อยละ 80 สองฝั่งของลำธารมีบ้านเรือน และมีการใช้ประโยชน์จากลำธารในการอุปโภค ซักล้างเสื้อผ้า มีการกั้นฝายกั้นน้ำบริเวณลำธาร โดยพื้นที่ทั้งตอนบน และตอนล่างของลำธารเป็นพื้นที่ทำการเกษตรกรรม ริมตลิ่งมีไม้ยืนต้นขึ้นอย่างหนาแน่น แต่แสงสามารถส่องลงสู่ลำธารได้ เนื่องจากลำธารค่อนข้างกว้าง (ภาพที่ 10)

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 8 ห้วยปากคอกใต้สะพาน (PK2)

ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14° 19' 640" เหนือ และเส้นแวงที่ 98° 32' 141" ตะวันออก ความกว้างลำธารประมาณ 15 เมตร ลึกประมาณ 45 เซนติเมตร พื้นอาศัยในลำธารส่วนใหญ่เป็น cobble ร้อยละ 90 มี boulder และ sand เพียงร้อยละ 5 จุดเก็บตัวอย่างอยู่ห่างจากสะพานประมาณ 150 เมตร และพบว่ามีการสร้างฝายน้ำล้นบริเวณเก็บตัวอย่าง พื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ชุมชน บริเวณใกล้เคียงมีการถางพื้นที่เพื่อสาธารณะประโยชน์ ริมตลิ่งพบพืชพื้นล่างเป็นส่วนใหญ่ ไม้ยืนต้นพบได้บ้าง (ภาพที่ 11)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 4 บ้านประจำไม้ (KY1)

ภาพที่ 5 บ้านห้วยเขย่ง (KY2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 6 หลังบ้านห้วยเขย่ง (KY3)

ภาพที่ 7 บ้านปากลำปิล็อก (KY4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 8 บ้านเตาถ่าน (KY5)

ภาพที่ 9 หลังบ้านเตาถ่าน (KY6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 ห้วยปากคอกเหนือสะพาน (PK1)

ภาพที่ 11 ห้วยปากคอกใต้สะพาน (PK2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การศึกษาภาคสนาม

2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำก่อนการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ พร้อมทั้งตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการทั้ง 8 สถานี การศึกษาครั้งนี้เริ่มเก็บตัวอย่างกลางเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และต้นเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 โดยจะทำการตรวจวัด และเก็บตัวอย่างน้ำสถานีละ 3 ซ้ำ เพื่อนำมาตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำ แล้วบันทึกข้อมูลลงใน Stream Assessment Field Data Sheet โดยตรวจวัดด้วยวิธีดังนี้

- ความกว้างของลำธารวัดด้วยตลับเมตร มีหน่วยเป็นเมตร (m)
- ความลึกของลำธารวัดด้วยไม้เมตร มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)
- อุณหภูมิอากาศตรวจวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)
- ความเร็วของกระแสน้ำวัดโดยวิธีการวัดความเร็วน้ำโดยใช้ทุ่นลอย (floats method) ใช้ลูกปิงปองแทนทุ่นลอยจับเวลาการไหลกับวัดระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/sec.) (กีรติ, 2539)
- อุณหภูมิน้ำ (°C) ค่าการนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร; $ms.cm^{-1}$) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร; mg/L) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (กรัมต่อลิตร; g/L) ตรวจด้วยเครื่อง YSI Model 556MPS
- ปริมาณไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร; mg/L) ปริมาณฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร; mg/L) ค่าความขุ่น (FAU) ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร; mg/L) ตรวจวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hach รุ่น DR/2000 ตามวิธีการในภาคผนวก ก.

2.2 การศึกษาข้อมูลสภาพแวดล้อมและแหล่งอาศัย

ทำการประเมินแหล่งอาศัยด้วยสายตา (visual-based habitat assessment) ตามวิธีการประเมินแหล่งอาศัย ในลำธารพื้นที่สูงของ Barbour *et al*. (1999) โดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 0-20 คะแนน บันทึกคะแนนตามแบบประเมินแบบอาศัย Habitat Assessment Field Data Sheet-High Gradient Streams ในภาคผนวก ข1. เมื่อผู้ประเมินได้ให้คะแนนแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าคะแนนที่ได้มารวมกันเป็นค่าคะแนนรวมการประเมินแหล่งอาศัยของแต่ละสถานี ข้อมูลสภาพแวดล้อม และแหล่งอาศัยที่ทำการประเมินได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.1 องค์ประกอบสิ่งปกคลุมภายในลำธาร (epifaunal substrate/available cover)

ประเมินองค์ประกอบโดยรวมของโครงสร้างวัสดุต่างๆ ที่อยู่ภายในลำธาร เช่น ก้อนหินขนาด cobble บริเวณแก่ง (riffles) หินขนาดใหญ่ กิ่งไม้ ท่อนไม้ ต้นไม้ที่ล้มไปในน้ำ และวัสดุที่ตกลงไปในน้ำ เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ และต้นไม้ ซึ่งเป็นแหล่งหลบอาศัย แหล่งอาหาร และที่สำหรับวางไข่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในน้ำ

2.2.2 สภาพวัสดุในท้องน้ำ (embeddedness)

ประเมินขอบเขตของวัสดุที่ปกคลุมพื้นท้องน้ำ หรือจมอยู่ในทรายแป้ง ทราย หรือโคลนบริเวณก้นลำธาร โดยทั่วไปก้อนหินขนาดใหญ่ที่ฝังตัวจะกลายเป็นพื้นที่ให้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ และปลา (พักพิง และวางไข่) ลดลง เป็นผลมาจากการสะสมของตะกอนขนาดใหญ่ที่ถูกพัดพามาตามกระแสน้ำ

2.2.3 ความเร็วและความลึก (velocity/depth regime)

รูปแบบความเร็ว และความลึกของลำธารเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความหลากหลายของที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เพราะแหล่งน้ำไหลจะมีการเติมออกซิเจนทำให้ออกซิเจนในอากาศลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์กับสิ่งมีชีวิตบริเวณนั้นๆ แต่ในทางกลับกันสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบริเวณน้ำไหลก็ต้องปรับตัวเพื่อต้านทานกระแสน้ำที่ไหลแรงด้วย ความเร็ว และความลึกของน้ำสามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ เร็ว และตื้น (fast-shallow) เร็ว และลึก (fast-deep) ช้า และตื้น (slow-shallow) ช้า และลึก (slow-deep) โดยกำหนดว่า บริเวณน้ำลึกจะมากกว่า 0.5 เมตร และกระแสน้ำเร็วจะมากกว่า 0.3 เมตรต่อวินาที

2.2.4 สภาพการทับถมของตะกอนพื้นท้องน้ำ (sediment deposition)

ประเมินปริมาณตะกอนที่เกิดจากการทับถมของวัสดุต่างๆ ที่ตกลงมาบริเวณแอ่งน้ำ และการย่อยสลายของวัสดุขนาดใหญ่ที่เกิดโดยธรรมชาติ หรือเป็นการกระทำของมนุษย์ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน และกีดขวางการไหลของกระแสน้ำ ถ้ามีการสะสมของตะกอนในระดับที่สูง และไม่แน่นอนจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องต่อสภาพแวดล้อมที่จะไม่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.5 ลักษณะช่องทางการไหลของกระแสน้ำ (channel flow status)

ช่องทางการไหลของน้ำจะเพิ่ม หรือลดนั้นขึ้นกับขนาดของช่องทาง ขนาดของช่องทางเป็นผลมาจากเขื่อน และสิ่งกีดข้างต่างๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเร็วของกระแสน้ำ ในลำธารที่มีกระแสน้ำไหลเร็ว และแรงจะทำให้ช่องทางการไหลของน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายกว่าลำธารที่มีกระแสน้ำไหลช้า เพราะความแรงของน้ำจะกัดเซาะพื้นที่บริเวณรอบข้าง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

2.2.6 การเปลี่ยนแปลงช่องทางของลำธาร (channel alteration)

ประเมินการเปลี่ยนแปลงช่องทางของลำธารเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น การเกิดน้ำท่วม ทำให้ช่องทางของลำธารเปลี่ยนแปลง หรืออาจเกิดจากการสร้างเขื่อน ในการชลประทาน การสร้างสิ่งก่อสร้างกีดขวางลำธาร ร่วมไปถึงการสร้างสะพานข้ามลำธาร ซึ่งสิ่งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เหล่านี้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงช่องทางของลำธารทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังส่งผลต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ และปลาให้น้อยลง

2.2.7 ความถี่ของแก่ง (frequency of riffles)

แก่ง (riffle) เป็นบริเวณที่มีน้ำไหลแรงผ่านพื้นที่ค่อนข้างตื้น ที่มีก้อนหินมนเล็กกรวด และกรวดขนาดเล็กผสมปนกัน (Allan, 1995) มีการไหลวนของน้ำ และน้ำไหลกระทบหิน แก่งมักจะอยู่ตามแนวโค้งของลำธาร ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในน้ำ ยิ่งมีแก่งเป็นจำนวนมากจะยิ่งช่วยเพิ่มความหลากหลายของชุมชนสัตว์ เพราะกระแสน้ำที่ไหลแรงจะทำให้สัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น มีการปรับตัวทั้งรูปลักษณ์ และพฤติกรรม เช่น มีขาที่ใช้ยึดเกาะ ลำตัวแบน เคลื่อนที่ด้วยการก้มตัวลงป้องกันกระแสน้ำพัดพา พื้นที่บริเวณแก่งมีออกซิเจนละลายในน้ำมากกว่าบริเวณอื่น อีกทั้งยังมีก้อนหิน และเศษกิ่งไม้ที่ถูกพัดพามารวมกัน เป็นแหล่งหลบซ่อนที่ดีของสัตว์บางชนิด ดังนั้นการมีแก่งในลำธารจึงเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่

2.2.8 ลักษณะความคงที่ของตลิ่ง (bank stability)

ตลิ่งเป็นบริเวณด้านข้างของลำธารทั้งสองฝั่ง ตลิ่งอาจมีพืชน้ำ หรือพืชบกขึ้นอยู่ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ เพราะเป็นทั้งพื้นที่หลบซ่อน แหล่งอาหาร และแหล่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออกซิเจน โดยแมลงน้ำบางชนิดใช้อากาศภายในลำต้นของพืชน้ำในการหายใจ ความคงที่ของตลิ่งจะสัมพันธ์กับความกว้างของลำธาร และการเปลี่ยนแปลงช่องทางของลำธาร เพราะเมื่อตลิ่งพังทลายจะเป็นการเพิ่มความกว้างของลำธาร และการเปลี่ยนแปลงช่องทางของลำธาร เพราะเมื่อตลิ่งพังทลายจะเป็นการเพิ่มความกว้างของลำธาร แต่จะทำให้ความลึกของลำธารลดลงด้วย

2.2.9 ความหนาแน่นพืชชิดริมฝั่ง (vegetative protection)

ความหนาแน่นของพืชที่ขึ้นริมฝั่งของลำธารนั้น รวมไปถึงพืชน้ำ และพืชที่ปกคลุมอยู่ริมตลิ่ง พืชที่ขึ้นริมตลิ่งนั้น มีประโยชน์ต่อลำธาร คือ รากของพืชจะเป็นตัวยึดเกาะดินริมฝั่งให้เกิดความคงที่ไม่เกิดการพังทลายของริมฝั่ง ทั้งพืชริมฝั่งยังให้ร่มเงาทอดสู่แหล่งน้ำ ใบ ลำต้น กิ่งของพืชที่ร่วงลงสู่แหล่งน้ำ ยังเป็นแหล่งอาศัย เป็นที่หลบซ่อนของสิ่งมีชีวิตในลำธาร และเมื่อซากพืชย่อยสลาย ก็จะเป็นแหล่งอาหารต่อไป

2.2.10 ความกว้างของต้นไม้ปกคลุมริมฝั่ง (riparian vegetative zone width)

ความกว้างของต้นไม้ที่ปกคลุมริมฝั่ง คือ บริเวณของต้นไม้ที่อยู่สองฝั่งลำธาร ซึ่งประกอบด้วยพืชยืนต้น และพืชล้มลุก การมีพืชริมฝั่งนั้นเป็นประโยชน์ต่อแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นตัวป้องกันมลพิษเบื้องต้นที่จะลงสู่แหล่งน้ำ สิ่งที่ส่งผลต่อความกว้างของต้นไม้ปกคลุม เช่น การทำไร่ริมฝั่งลำธาร การตัดถนน การสร้างบ้านเรือนริมฝั่งลำธารสิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้ความกว้างของต้นไม้ที่ปกคลุมริมฝั่งลดลง

2.3 การศึกษาเพอริไฟตอน

ทำการสำรวจ และเก็บตัวอย่างเพอริไฟตอนบริเวณชายน้ำที่มีแก่ง บริเวณน้ำไหล และพื้นท้องน้ำที่มีกรวดใหญ่ ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ โดยมีความลึกน้อยกว่า 1 เมตร จากริมชายฝั่ง ด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบสุ่ม 10 ตำแหน่งในแต่ละสถานีที่มีขนาด 100×5 เมตร โดยในแต่ละตำแหน่งจะเลือกหินที่เคลือบด้วยเมือกลื่นสีน้ำตาลเข้ม-ดำ หรือหินที่ให้ความรู้สึกลื่นเป็นตัวตรวจสอบ (ภาพที่ 12) นำก้อนหินใส่ในถาดสีขาวทำการวัดขนาดของก้อนหิน ใช้แปรงสีฟันในการขูดเอาตัวอย่างเพอริไฟตอนจากก้อนหิน โดยใช้แผ่นพลาสติกตัดเป็นช่องที่มีขนาด 3×3 เซนติเมตร เป็นตัวกำหนดพื้นที่ผิวของหินในการขูด (ภาพที่ 13) เมื่อได้ตัวอย่างเพอริไฟตอน นำตัวอย่างที่ได้ไปเก็บไว้ในภาชนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พลาสติกที่มีฝาปิด ติดป้ายชื่อสถานี รหัสการเรียก วันที่ในการสุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวนที่เก็บ และทำการเก็บรักษาด้วย M^3 fixative (ประกอบด้วย 5 กรัม potassium iodide, 10 กรัม iodine crystals, 50 มิลลิลิตร formalin และ 1 ลิตร distilled water อัตราส่วนในการคงสภาพตัวอย่างที่เหมาะสมของ M^3 คือ M^3 20 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 1 ลิตร) พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงใน Periphyton Field Data Sheet ในภาคผนวก ข2. หลังจากนั้นนำภาชนะดังกล่าวบรรจุในถังเก็บรักษาความเย็นที่อุณหภูมิ 5–10 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปจำแนกในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

3. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

3.1 การจำแนกชนิดของเพอริไฟตอน

จำแนกชนิดโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ภายในห้องกล้องจุลทรรศน์ และถ่ายภาพทางชีววิทยา ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร สำหรับกำลังขยายที่ใช้ในการตรวจสอบสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 เท่า แต่ถ้าต้องการตรวจสอบในรายละเอียดของโครงสร้างต่างๆ ของฝาไดอะตอมจะต้องล้างองค์ประกอบต่างๆ ออกด้วยวิธี Cleaned material แล้วจึงนำไปตรวจสอบที่กำลังขยาย 400 ถึง 1,000 เท่า (พรศิลป์ , 2544) การจำแนกจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ “Soft” (Non-Diatom) Algae ด้วยการเตรียมสไลด์ Water mount และ Diatom ด้วยการเตรียมสไลด์แบบ Permanent slide

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 12 วิธีการเก็บตัวอย่างเพอริไฟตอนจากกรวดใหญ่

ภาพที่ 13 การขูดเอาตัวอย่างเพอริไฟตอนบนกรวดใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.1 การศึกษา “Soft” Algae

เริ่มโดยนำตัวอย่างมาศึกษา “Soft” (Non-Diatom) Algae โดยนำตัวอย่างจากภาคสนามเขย่าเพื่อป้องกันการตกตะกอนของตัวอย่าง แล้วใช้ปิเปตดูดตัวอย่างแล้วหยดบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ (coverslip หรือ cover glass) แล้วนำสไลด์ไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100-400 เท่า พร้อมทั้งจำแนกเอกลักษณ์ของสาหร่ายที่พบถึงระดับอนุกรมวิธานต่ำสุดเท่าที่ทำได้ และนับจำนวน 300 เซลล์ โดยใช้หนังสือ และเอกสารประกอบการตรวจเอกลักษณ์ภาษาไทย เช่น ลัดดา (2544) และ ยุวดี (2548) เป็นต้น ภาษาอังกฤษ เช่น Needham and Needham (1967), J. Cox (1996), Biggs and Kilroy (2000), John *et al*. (2002) และ Wehr and Sheath (2003) เป็นต้น พร้อมบันทึกข้อมูลลงใน Periphyton Soft Algae Laboratory Bench Sheet ในภาคผนวก ข3.

3.1.2 การศึกษา Diatom

นำตัวอย่างที่เหลือมาจำแนกชนิดของ Diatom โดยนำไปหมุนเหวี่ยงเพื่อแยกวัตถุที่แรงเหวี่ยง 3,500 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 15 นาที ไดอะตอมจะแยกเป็นชั้นสีน้ำตาลอยู่ระหว่างของเหลวใส และชั้นของแข็ง นำชั้นสีน้ำตาลที่แยกได้ไปทำความสะอาดเพื่อดูโครงสร้างของฝาไดอะตอม (cleaned material) ด้วยวิธี Von Stoch’s method แล้วนำไป embedding โดยหยดไดอะตอมที่ทำให้เปลือกสะอาดแล้วลงบนกระจกปิดสไลด์ ทำให้แห้งแล้วหยด mounting medium ลงบนหยดไดอะตอม วางสไลด์ทับบน mounting medium แล้วพลิกขึ้น เอาไปวางบน hot plate ที่อุณหภูมิประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที เพื่อกำจัดฟองอากาศ และทำให้ medium แข็งตัว แล้วจึงนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400-1,000 เท่า พร้อมทั้งจำแนกเอกลักษณ์โดยใช้หนังสือ และเอกสารประกอบการตรวจเอกลักษณ์ คือ Needham and Needham (1967), Round et al. (1996), Sims (1996), Lange-Bertalot (1998) และ Wehr and Sheath (2003) เป็นต้น พร้อมบันทึกข้อมูลลงใน Periphyton Diatom Laboratory Bench Sheet ในภาคผนวก ข4.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการด้วยสถิติพรรณนา (descriptive statistic) เปรียบเทียบค่าปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการในแต่ละสถานีด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างด้วย t-test ในโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS for Window 16.0

ก่อนการวิเคราะห์ทางสถิติ ต้องทดสอบข้อมูลก่อนว่า ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติหรือไม่ ถ้าข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ ต้องทำการแปลงข้อมูลด้วย log x หรือ log (x+1) (เมื่อข้อมูลมีค่าเป็นศูนย์) เพื่อปรับค่าข้อมูลให้มีการกระจายแบบปกติก่อนนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลการกระจายตัวของเพอริไฟตอน ข้อมูลการกระจายตัวของไดอะตอม พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม และข้อมูลตัวแปรทางชีวภาพทั้งหมด 31 ตัวแปรทางชีวภาพ แบ่งเป็นตัวแปรทางชีวภาพของเพอริไฟตอน 19 ตัวแปรทางชีวภาพ และตัวแปรทางชีวภาพของไดอะตอม 23 ตัวแปรทางชีวภาพ (ตารางที่ 1) วิเคราะห์ด้วยสถิติหลายตัวแปร (multivariate analysis) ได้แก่ การจัดกลุ่ม (clustering) และการจัดอันดับ (ordination) ด้วย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PC-ORD 5.10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ตัวแปรทางชีวภาพทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยสถิติหลายตัวแปร

Metric			
Soft Algae		Diatom	
% diatom	% *Synedra*	No. of genera	% *Synedra*
% non-diatom	% *Achnanthes*	H' of diatom	% *Achnanthes*
% eutraphentic	% *Diploneis*	% eutraphentic	% *Cocconeis*
% prostrate	% *Gomphonema*	% acidobiontic	% *Amphora*
% erect	% *Navicula*	% prostrate	% *Frustulia*
% stalked	% *Cymbella*	% stalked	% *Gomphonema*
% motile		% unattached	% *Navicula*
% *Lyngbya*		% motile	% *Nitzschia*
% *Phormidium*		% *Cyclotella*	% *Cymbella*
% *Calotrix*		% *Fragilaria*	% *Surirella*
% Oedogonium		% *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*)	
% *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*)		% *Cymbella* / (*Cymbella* + *Navicula*)	
% *Cymbella* / (*Cymbella* + *Navicula*)		% *Cymbella* + *Encyonema*	

หมายเหตุ No. of genera = Total Number of Genera

H' of diatom = Shannon Index of diatoms

ที่มา: Stevenson and Bahls (1999); Wang and Stevenson (2005); Stevenson and Rollins (2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ขนาดของก้อนหินที่เก็บตัวอย่างเพอริไฟตอนในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยของความกว้างของก้อนหินอยู่ในช่วง 12.36±3.79 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความยาวของก้อนหินอยู่ในช่วง 16.77±4.78 เซนติเมตร โดยที่ความกว้างน้อยที่สุดของก้อนหิน คือ 6.5 เซนติเมตร และความกว้างมากที่สุด คือ 24 เซนติเมตร ส่วนความยาวที่น้อยที่สุดของก้อนหิน คือ 7 เซนติเมตร และความยาวมากที่สุด คือ 25 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาจากก้อนหินที่เก็บตัวอย่างเพอริไฟตอนทั้ง 160 ก้อน ภายในลำธารต้นน้ำ 2 ลำธาร ทั้งหมด 8 สถานี อยู่ในช่วง 6.4-25.6 เซนติเมตร ดังนั้นก้อนหินที่เก็บตัวอย่างเพอริไฟตอนตามการแบ่งอนุภาคตะกอนของ Wentworth's Scale คือ กรวดใหญ่ (cobble) สามารถดูข้อมูลการวัดขนาดกรวดใหญ่ได้จากตารางที่ 2 และ 3

2. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ

ค่าเฉลี่ยปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 (ตารางที่ 4 และตารางที่ 5) พบว่า ค่าคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง มีความแตกต่างในแต่ละสถานี และระยะเวลาของการเก็บตัวอย่าง ซึ่งแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในบางสถานี และบางปัจจัยเท่านั้น ส่วนการเปรียบเทียบค่าปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการระหว่างสองช่วงเวลา ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในบางสถานี และบางปัจจัยเท่านั้น (ตารางที่ 6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ตารางขนาดกรวดใหญ่ในแต่ละสถานีในเดือนธันวาคม 2551

สถานีเก็บ	Cobble 1		Cobble 2		Cobble 3		Cobble 4		Cobble 5		Cobble 6		Cobble 7		Cobble 8		Cobble 9		Cobble 10	
ตัวอย่าง	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.
ธันวาคม 2551																				
KY1Dec08	8	9	8.5	12.5	8.5	15	10.5	14	8	10	16	18	9	13	11	20	11	13	7	12.5
KY2Dec08	7	11	9	12	7	13	9	11	18	25	12.5	13.5	12	14	12	24	18	14	16	22
KY3Dec08	6.5	7	7	11	8.5	9	7	7	8	10	6.5	15	7	10	8	11.5	9	10	9	10
KY4Dec08	15	20	7	13	6.5	7	17.5	21	15	24	16	22	15.5	19	15	19	6.5	7.5	9	11
KY5Dec08	18	21	13	17.5	13	14	17	24	20	21	6.5	9.5	16	25	7	11	12	21	15	22
KY6Dec08	6.5	12	13	14	11	16	10	14	9	13	7.5	10	10	19.5	9	12.5	6	10	12	12
PK1Dec08	14	19.5	13	24	9.5	15	10	21	19	25	22	23	13	17.5	13	22	10	14	13	14
PK2Dec08	16	19	7	9	11	16	16	16	13	17	16	20	17	22	18	24	9	13	11	11.5

หมายเหตุ W. = Width และ L. = Length มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ตารางขนาดกรวดใหญ่ในแต่ละสถานีในเดือนเมษายน 2552

สถานีเก็บ	Cobble 1		Cobble 2		Cobble 3		Cobble 4		Cobble 5		Cobble 6		Cobble 7		Cobble 8		Cobble 9		Cobble 10	
ตัวอย่าง	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.
เมษายน 2552																				
KY1Apr09	16	22	17	18	14	19	13	23	14	21	12	17	17	25	17	22	13	20	11	19
KY2Apr09	10	15	16	18	15	24	17	23	11	13	16	18	15	20	14	19	13	16	11	16
KY3Apr09	9	12	8	9	8	12	7	12	8	16	7	14	7.5	12	8	12.5	9	15	9	13
KY4Apr09	13	17	16	19	20	21	10	15	18	24	14	25	11	15	9	18	20	22	16	23
KY5Apr09	14	16	13	17	11	17	10	13	17	21	9	12	10	12	12	16	13	17	14	14
KY6Apr09	15	21	10	13	13	15	24	25	14	15	13	18	11	20	13	20	13	19	12	18
PK1Apr09	12.5	15.5	16	19	14	19	17	24	14	19	16	19	17	21.5	18	23	16	23	14	21
PK2Apr09	15	18	9	11	13	18	15	21	10.5	20	14	22	18	21	13	14	7.5	9	16	25

หมายเหตุ W. = Width และ L. = Length มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (Mean±S.D.) ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	หน่วย	สถานี								F-value	
		KY1	KY2	KY3	KY4	KY5	KY6	PK1	PK2	df = 7	Sig.
อุณหภูมิอากาศ	°C	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	29.50±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	***	***
ค่าการนำไฟฟ้า	$ms.cm^{-1}$	23.38±0.36	4.93±0.01	4.93±0.00	***	4.17±0.01	3.95±0.02	16.86±0.01	11.86±0.03	9.441	.000*
ออกซิเจนละลายน้ำ	mg/L	$8.97±0.09^{abc}$	$8.57±0.14^{a}$	$3.52±0.27^{a}$	$9.43±0.42^{bc}$	$8.89±0.65^{abc}$	$8.74±0.54^{ab}$	$9.24±0.57^{abc}$	$9.68±0.45^{c}$	2.702	.047*
ปริมาณไนเตรต	mg/L	0.03±0.06	0.23±0.21	0.53±0.50	0.27±0.12	0.20±0.10	0.43±0.31	0.05±0.07	0.33±0.21	1.352	.294
ออร์โธฟอสเฟส	mg/L	$0.11±0.05^{ab}$	$0.11±0.01^{ab}$	$0.05±0.01^{a}$	$0.18±0.12^{b}$	$0.04±0.00^{a}$	$0.05±0.02^{a}$	$0.11±0.01^{ab}$	$0.04±0.01^{a}$	3.101	.031*
ความเป็นกรด-ด่าง		$7.16±0.13^{a}$	$8.09±0.04^{c}$	$8.23±0.02^{c}$	$8.15±0.05^{c}$	$8.21±0.08^{c}$	$8.28±0.03^{c}$	$7.84±0.24^{b}$	$8.10±0.16^{c}$	29.264	.000*
ความลึกลำธาร	cm	$30.00±8.66^{a}$	$33.33±11.55^{a}$	$23.00±9.85^{a}$	$76.67±25.17^{b}$	$35.00±13.23^{a}$	$20.00±8.19^{a}$	$21.67±6.51^{a}$	$40.00±5.00^{a}$	6.417	.001*
ความเร็วกระแสน้ำ	m/sec.	$0.04±0.00^{a}$	$0.20±0.00^{d}$	$0.20±0.00^{d}$	$0.20±0.01^{d}$	$0.24±0.00^{e}$	$0.25±0.00^{f}$	$0.06±0.00^{b}$	$0.08±0.00^{c}$	4.429	.000*
ความกว้างลำธาร	m	$3.50±0.87^{a}$	$5.67±0.58^{b}$	$9.50±0.50^{d}$	$5.00±0.00^{b}$	$8.00±0.00^{c}$	$8.00±0.00^{c}$	$15.00±0.00^{e}$	$14.00±1.73^{e}$	94.330	.000*
ของแข็งที่ละลาย	g/L	$0.04±0.01^{a}$	$0.14±0.00^{d}$	$0.14±0.00^{d}$	$0.14±0.00^{d}$	$0.16±0.00^{e}$	$0.17±0.00^{f}$	$0.04±0.00^{b}$	$0.06±0.00^{c}$	901.427	.000*
ของแข็งแขวนลอย	mg/L	$6.33±2.89^{c}$	$5.00±1.73^{bc}$	$2.33±0.58^{ab}$	$3.67±2.08^{abc}$	$0.67±0.58^{a}$	$4.67±2.52^{bc}$	$2.00±1.41^{ab}$	1.00±0.00	3.853	.014*
ค่าความขุ่นของน้ำ	FAU	$11.33±3.06^{c}$	$3.67±2.52^{ab}$	$3.33±2.08^{ab}$	$5.67±1.53^{b}$	$2.33±0.58^{ab}$	$5.00±3.00^{ab}$	$3.50±2.12^{ab}$	$1.00±0.00^{a}$	6.441	.001*
อุณหภูมิของน้ำ	°C	$21.45±0.06^{b}$	$23.67±0.21^{g}$	$23.44±0.21^{f}$	$21.88±0.07^{c}$	$22.39±0.06^{d}$	$23.02±0.12^{e}$	$18.56±0.02^{a}$	$21.35±0.06^{b}$	555.534	.000*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อักษรเหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *** ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย (Mean±S.D.) ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2552

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	หน่วย	สถานี								F-value	
		KY1	KY2	KY3	KY4	KY5	KY6	PK1	PK2	df = 7	Sig.
อุณหภูมิอากาศ	°C	30.00±0.00	***	30.00±0.00	30.00±0.00	29.50±0.00	***	25.00±0.00	29.00±0.00	***	***
ค่าการนำไฟฟ้า	$ms.cm^{-1}$	0.05±0.00^{a}	0.20±0.00^{e}	0.26±0.00^{f}	0.18±0.00^{d}	0.27±0.00^{g}	0.29±0.00^{h}	0.08±0.00^{b}	0.14±0.00^{c}	4.917	.000*
ออกซิเจนละลายน้ำ	mg/L	7.31±0.14^{ab}	7.24±0.38^{ab}	7.27±0.51^{ab}	7.69±0.22^{ab}	7.26±0.51^{ab}	6.94±0.64^{a}	7.85±0.42^{bc}	8.56±0.30^{c}	4.438	.006*
ปริมาณไนเตรต	mg/L	0.30±0.20^{a}	0.60±0.30^{ab}	0.30±0.20^{a}	1.07±0.25^{b}	0.50±0.44^{a}	0.37±0.40^{a}	0.37±0.15^{a}	0.17±0.21^{a}	2.854	.039*
ออร์โธฟอสเฟส	mg/L	0.02±0.02	0.15±0.21	0.08±0.02	0.03±0.02	0.02±0.02	0.01±0.00	0.01±0.01	0.02±0.02	1.265	.327
ความเป็นกรด-ด่าง		7.46±0.10^{a}	8.17±0.18^{b}	8.32±0.28^{b}	8.21±0.26^{b}	8.27±0.08^{b}	8.34±0.09^{b}	8.31±0.31^{b}	8.28±0.03^{b}	6.862	.001*
ความลึกลำธาร	cm	18.00±6.08^{ab}	20.33±3.51^{ab}	12.00±4.00^{a}	69.33±4.93^{d}	26.33±5.86^{b}	23.00±5.57^{ab}	19.83±10.77^{ab}	39.67±11.68^{c}	19.787	.000*
ความเร็วกระแสน้ำ	m/sec.	2.30±0.44^{bc}	1.57±0.55^{ab}	1.67±0.58^{abc}	2.00±0.53^{abc}	1.67±0.58^{abc}	1.00±0.00^{a}	2.83±1.26^{c}	1.00±0.00^{a}	3.074	.030*
ความกว้างลำธาร	m	3.17±0.29^{a}	6.00±0.00^{bc}	8.67±1.53^{de}	5.00±0.00^{b}	8.00±0.00^{de}	7.00±1.00^{cd}	9.00±1.73^{e}	8.00±0.00^{de}	15.122	.000*
ของแข็งที่ละลาย	g/L	0.03±0.00^{a}	0.12±0.00^{e}	0.15±0.00^{f}	0.11±0.00^{d}	0.17±0.00^{g}	0.17±0.00^{h}	0.06±0.00^{b}	0.09±0.00^{c}	2.835	.000*
ของแข็งแขวนลอย	mg/L	13.33±1.53^{a}	29.33±4.16^{b}	8.00±1.73^{a}	56.33±16.26^{c}	9.00±1.00^{a}	8.33±1.16^{a}	2.33±0.58^{a}	2.67±0.58^{a}	27.757	.000*
ค่าความขุ่นของน้ำ	FAU	24.67±2.08^{c}	46.00±2.00^{d}	12.33±2.52^{b}	64.00±4.36^{e}	15.00±1.00^{b}	13.67±1.53^{b}	3.67±0.58^{a}	4.00±1.00^{a}	287.319	.000*
อุณหภูมิของน้ำ	°C	27.41±0.06^{d}	28.26±0.21^{f}	29.42±0.22^{h}	25.00±0.00^{b}	26.60±0.11^{c}	28.62±0.02^{g}	24.59±0.05^{a}	27.93±0.07^{e}	617.068	.000*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อักษรเหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *** ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่าง

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	หน่วย	สถานีเก็บตัวอย่าง							
		KY1 (df=4)	KY2 (df=4)	KY3 (df=4)	KY4 (df=4)	KY5 (df=4)	KY6 (df=4)	PK1 (df=4)	PK2 (df=4)
อุณหภูมิอากาศ	°C	***	***	***	***	***	***	***	***
ค่าการนำไฟฟ้า	$ms.cm^{-1}$	t=112.491 Sig.=.000*	t=1.412 Sig.=.000*	t=5.298 Sig.=.000*	***	t=673.973 Sig.=.000*	t=317.432 Sig.=.000*	t=2.906 Sig.=.000*	t=766.131 Sig.=.000*
ออกซิเจนละลายน้ำ	mg/L	t=17.317 Sig.=.000*	t=5.669 Sig.=.005*	t=3.786 Sig.=.019*	t=6.385 Sig.=.003*	t=3.411 Sig.=.027*	t=3.735 Sig.=.020*	t=3.388 Sig.=.028*	t=3.576 Sig.=.023*
ปริมาณไนเตรต	mg/L	t=-2.219 Sig.=.091	t=-1.739 Sig.=.157	t=.746 Sig.=.497	t=-5.004 Sig.=.007*	t=-1.162 Sig.=.310	t=.228 Sig.=.831	t=-2.643 Sig.=.077	t=.981 Sig.=.382
ออร์โธฟอสเฟต	mg/L	t=2.820 Sig.=.048*	t=-.361 Sig.=.737	t=-2.000 Sig.=.116	t=2.222 Sig.=.090	t=2.000 Sig.=.116	t=3.051 Sig.=.038*	t=11.232 Sig.=.002*	t=1.581 Sig.=.189
ความเป็นกรด-ด่าง		t=-3.213 Sig.=.032*	t=-.764 Sig.=.487	t=-.587 Sig.=.589	t=-.375 Sig.=.727	t=-.941 Sig.=.400	t=-1.021 Sig.=.365	t=-2.068 Sig.=.108	t=-2.011 Sig.=.0115
ความลึกของลำธาร	cm	t=1.964 Sig.=.121	t=1.866 Sig.=.374	t=1.792 Sig.=.148	t=.495 Sig.=.646	t=1.038 Sig.=.358	t=-.525 Sig.=.627	t=.252 Sig.=.813	t=.045 Sig.=.966

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	หน่วย	สถานีเก็บตัวอย่าง							
		KY1 (df=4)	KY2 (df=4)	KY3 (df=4)	KY4 (df=4)	KY5 (df=4)	KY6 (df=4)	PK1 (df=4)	PK2 (df=4)
ความเร็วของกระแสน้ำ	m/sec.	t=-8.976 Sig.=.001*	t=-4.298 Sig.=.013*	t=-4.397 Sig.=.012*	t=-5.881 Sig.=.004*	t=-4.282 Sig.=.013*	***	t=-3.819 Sig.=.019*	t=-2.747 Sig.=.000*
ความกว้างของลำธาร	m	t=.632 Sig.=.561	t=-1.000 Sig.=.374	t=.898 Sig.=.420	***	***	t=1.732 Sig.=.158	t=6.000 Sig.=.004*	t=6.000 Sig.=.004*
ของแข็งที่ละลายในน้ำ	g/L	t=.257 Sig.=.810	***	t=-38.184 Sig.=.000*	t=79.000 Sig.=.000*	***	t=-6.364 Sig.=.003*	***	t=-45.033 Sig.=.000*
ของแข็งแขวนลอยในน้ำ	mg/L	t=-3.712 Sig.=.021*	t=-9.347 Sig.=.001*	t=-5.376 Sig.=.006*	t=-5.565 Sig.=.005*	t=-12.500 Sig.=.000*	t=-2.294 Sig.=.084	t=-.387 Sig.=.724	t=-5.000 Sig.=.007*
ค่าความขุ่นของน้ำ	FAU	t=-6.247 Sig.=.003*	t=-22.810 Sig.=.000*	t=-4.773 Sig.=.009*	t=-21.875 Sig.=.000*	t=-19.000 Sig.=.000*	t=-4.459 Sig.=.011*	t=-0.139 Sig.=.898	t=-5.196 Sig.=.007*
อุณหภูมิของน้ำ	°C	t=-120.614 Sig.=.000*	t=-26.759 Sig.=.000*	t=-34.551 Sig.=.000*	t=-73.235 Sig.=.000*	t=-59.110 Sig.=.000*	t=-83.068 Sig.=.000*	t=-305.777 Sig.=.000*	t=-123.860 Sig.=.000*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

*** ไม่สามารถวิเคราะห์ทางสถิติได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

2.1.1 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำ

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 24.60±3.09 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิน้ำในการเก็บตัวอย่างเดือนธันวาคม 2551 อยู่ในช่วง 18.56-23.67 องศาเซลเซียส และเดือนเมษายน 2552 อยู่ในช่วง 24.59-29.42 องศาเซลเซียส ซึ่งทั้งสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ในแต่ละสถานี เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าทุกสถานีมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

2.1.2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศ

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศทั้งหมดอยู่ในช่วง 28.5±1.30 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิอากาศในการเก็บตัวอย่างเดือนธันวาคม 2551 อยู่ในช่วง 28.00-29.50 องศาเซลเซียส และเดือนเมษายน 2552 อยู่ในช่วง 25.00-30.00 องศาเซลเซียส ซึ่งทั้งสองเดือนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ในแต่ละสถานี อย่างไรก็ตามค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคม แต่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทางสถิติ

2.1.3 ความกว้างของลำธาร

ค่าเฉลี่ยความกว้างทั้งหมดของลำธารอยู่ในช่วง 7.72±3.26 เมตร โดยความกว้างของลำธารในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 3.50-15.00 เมตร และเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 3.17-9.00 เมตร ซึ่งทั้งสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ในแต่ละสถานี และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าความกว้างของลำธารในเดือนเมษายนกว้างน้อยกว่าเดือนธันวาคมเกือบทุกสถานี แต่มีเพียงสถานีห้วยปากคอกเหนือสะพาน (PK1) และห้วยปากคอกใต้สะพาน (PK2) ที่มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.4 ความลึกของลำธาร

ค่าเฉลี่ยความลึกทั้งหมดของลำธารอยู่ในช่วง 31.76±19.50 เซนติเมตร โดยความลึกของลำธารในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 20.00-76.67 เซนติเมตร และเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 12.00-69.33 เซนติเมตร ซึ่งทั้งสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ในแต่ละสถานี เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ในทุกสถานี โดยความลึกของลำธารในเดือนธันวาคมสูงกว่าเดือนเมษายนเกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานีหลังบ้านเตาถ่าน (KY6)

2.1.5 ความเร็วของกระแสน้ำ

ค่าเฉลี่ยความเร็วของกระแสน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.96±0.98 เมตรต่อวินาที โดยความเร็วของกระแสน้ำในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 0.04-0.25 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ในแต่ละสถานี ส่วนในเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 1.00-2.83 เมตรต่อวินาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในแต่ละสถานี เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยในแต่ละทุกสถานีในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

2.1.6 ค่าความขุ่นของน้ำ

ค่าเฉลี่ยของค่าความขุ่นของน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 13.91±17.42 FAU โดยค่าความขุ่นของลำธารในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 1.00-11.33 FAU และเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 3.67-64.00 FAU ซึ่งทั้งสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ในแต่ละสถานี เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าทุกสถานีมีค่าเฉลี่ยของค่าความขุ่นของน้ำในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ยกเว้นสถานีห้วยปากคอกเหนือสะพาน (PK1)

2.1.7 ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ

ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่แขวนลอยทั้งหมดในน้ำอยู่ในช่วง 9.85±14.53 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 0.67-6.33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในแต่ละสถานี และเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 2.33-56.33 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคมในทุกสถานี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ยกเว้นสถานีหลังบ้านเตาถ่าน (KY6) และห้วยปากคอกเหนือสะพาน (PK1)

2.2 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

2.2.1 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.77±6.97 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยค่าการนำไฟฟ้าของลำธารในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 3.95-23.38 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 0.05-0.29 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งทั้งสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าทุกสถานีมีค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้าในเดือนธันวาคมสูงกว่าเดือนเมษายนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

2.2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างทั้งหมดของน้ำอยู่ในช่วง 8.09±0.35 โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 7.16-8.28 และเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 7.46-8.34 ซึ่งทั้งสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) เกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานีบ้านประจำไม้ (KY1) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคมทุกสถานี

2.2.3 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 8.26±0.94 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 8.52-9.68 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในแต่ละสถานี และเดือนเมษายนอยู่ในช่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.94-8.56 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าทุกสถานีค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในเดือนธันวาคมสูงกว่าเดือนเมษายนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

2.2.4 ปริมาณไนเตรต

ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรตทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.37±0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณไนเตรตในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 0.03-0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ในแต่ละสถานี แต่ในเดือนเมษายนปริมาณไนเตรตอยู่ในช่วง 0.17-1.07 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในแต่ละสถานี เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าเกือบทุกสถานีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรตในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคม ยกเว้นสถานีหลังบ้านห้วยเขย่ง (KY3) สถานีหลังบ้านเตาถ่าน (KY6) และสถานีห้วยปากคอกใต้สะพาน (PK2) แต่สถานีบ้านปากลำปีล็อก (KY4) มีปริมาณไนเตรตแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05) ในแต่ละช่วงเวลา

2.2.5 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต

ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.06±0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณออร์โธฟอสเฟตในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 0.04-0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในแต่ละสถานี และในเดือนเมษายนปริมาณออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01-0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตในเดือนธันวาคมสูงกว่าเดือนเมษายน ยกเว้นสถานีบ้านห้วยเขย่ง (KY2) และสถานีหลังบ้านห้วยเขย่ง (KY3) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

2.2.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ

ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.11±0.05 กรัมต่อลิตร โดยค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำในแต่ละสถานี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ทั้งสองช่วงเวลา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในสถานีเดียวกัน พบว่าทุกสถานีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคม ยกเว้นสถานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

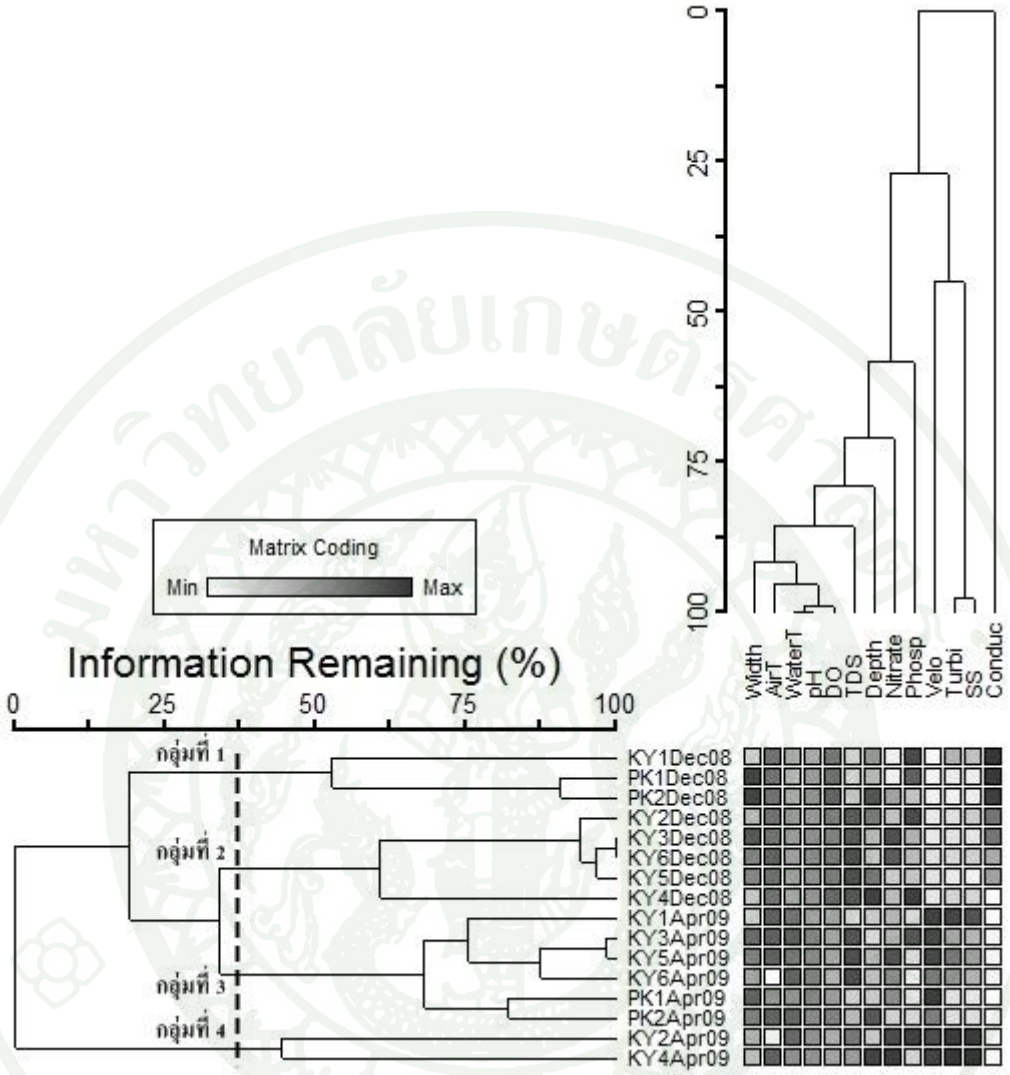
บ้านประจำไม้ (KY1) สถานีบ้านห้วยเขย่ง (KY2) และสถานีหลังบ้านห้วยเขย่ง (KY4) ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

เมื่อพิจารณาการจัดกลุ่มสถานีด้วยปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการทั้งสองช่วงเวลาของ 16 สถานี ด้วย Two-way Cluster Analysis พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มสถานีที่ความต่างกันที่ 62.5% (เส้นประ) ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ (ภาพที่ 14)

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ KY1, PK1 และ PK2 ในเดือนธันวาคม 2551
กลุ่มที่ 2 ได้แก่ KY2, KY3, KY4, KY5 และ KY6 ในเดือนธันวาคม 2551
กลุ่มที่ 3 ได้แก่ KY1, KY3, KY5, KY6, PK1 และ PK2 ในเดือนเมษายน 2552
กลุ่มที่ 4 ได้แก่ KY2 และ KY4 ในเดือนเมษายน 2552

กลุ่มที่ 1 มีความใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 2 และ 3 ในขณะที่กลุ่มที่ 4 แตกต่างจากกลุ่มอื่น โดยกลุ่มที่ 1 และ 2 เป็นสถานีเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม ส่วนกลุ่มที่ 3 และ 4 เป็นสถานีเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน โดยกลุ่มที่ 1 มีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งความเข้มของสีจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณที่มีอยู่มากของค่าในพื้นที่ศึกษานั้น กลุ่มที่ 2 มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ กลุ่มที่ 3 มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ กลุ่มที่ 4 มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนเตรต ความเร็วของกระแสน้ำ ค่าความขุ่นของน้ำ และปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 เดนโดรแกรมสองทาง แสดงผลการจัดกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี โดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการ

หมายเหตุ KY4Dec08 ค่าการนำไฟฟ้า ไม่มีข้อมูล

KY6DecApr09 และ KY2APR09 ค่าอุณหภูมิอากาศ ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วยข้อมูลแหล่งอาศัย

จากการประเมินข้อมูลลักษณะแหล่งอาศัยของลำธาร (habitat assessment) ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง พบว่าผลรวมคะแนนการประเมินแหล่งอาศัยทั้งสองช่วงเวลาอยู่ในช่วง 93-138 คะแนน โดยผลรวมคะแนนในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 99-138 คะแนน ส่วนผลรวมคะแนนในเดือนเมษายนอยู่ในช่วง 93-138 คะแนน ซึ่งจะเห็นได้ว่าช่วงคะแนนในเดือนเมษายนมีช่วงที่กว้างกว่าช่วงคะแนนในเดือนธันวาคม ในเดือนธันวาคม และเดือนเมษายนสถานีหลังบ้านเตาถ่าน (KY6) มีคะแนนการประเมินแหล่งอาศัยต่ำที่สุดทั้งสองช่วงเวลา สถานีก่อนบ้านเตาถ่าน (KY5) มีคะแนนการประเมินแหล่งอาศัยสูงที่สุดทั้งสองช่วงเวลา (ตารางที่ 7 และตารางที่ 8) แนวโน้มค่าผลรวมการประเมินแหล่งอาศัยในเดือนเมษายนมีค่าผลรวมลดลงเกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานีบ้านห้วยเขย่ง (KY2) และสถานีก่อนบ้านเตาถ่าน (KY5) ที่มีค่าผลรวมการประเมินเท่าเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ตารางคะแนนรวมการประเมินแหล่งอาศัยในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม 2551

สถานีเก็บตัวอย่าง	Habitat Parameter													Total Habitat Score
	Epifaunal	Embed	Velocity/Depth Regime	Sediment Deposition	C. Flow	C. Alter	Frequency of Riffles	Bank Stability		Vegetative Protection		Riparian Vegetative Zone Width		
								(L.)	(R.)	(L.)	(R.)	(L.)	(R.)	
ธันวาคม 2551														
KY1Dec08	8	5	12	14	7	19	7	4	8	8	7	5	3	107
KY2Dec08	2	18	12	11	15	17	10	6	8	4	2	3	1	109
KY3Dec08	14	8	14	6	8	16	14	4	7	4	7	2	4	108
KY4Dec08	14	5	19	14	9	19	14	8	5	8	5	5	6	131
KY5Dec08	17	4	19	5	13	18	17	7	9	8	9	5	7	138
KY6Dec08	14	4	17	9	8	15	15	5	6	1	2	2	1	99
PK1Dec08	12	2	17	16	10	19	16	7	9	5	8	5	9	135
PK2Dec08	15	4	17	16	15	18	19	5	6	4	5	4	2	130

หมายเหตุ C. = Channel, L. = Left Bank และ R. = Right Bank

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ตารางคะแนนรวมการประเมินแหล่งอาศัยในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน 2552

สถานีเก็บตัวอย่าง	Habitat Parameter													Total Habitat Score
	Epifaunal	Embed	Velocity/Depth Regime	Sediment Deposition	C. Flow	C. Alter	Frequency of Riffles	Bank Stability		Vegetative Protection		Riparian Vegetative Zone Width		
								(L.)	(R.)	(L.)	(R.)	(L.)	(R.)	
เมษายน 2552														
KY1Apr09	6	5	9	9	7	18	7	3	7	8	7	5	3	94
KY2Apr09	15	13	15	6	8	18	6	8	10	4	2	3	1	109
KY3Apr09	14	8	12	2	5	15	15	6	9	4	7	2	4	103
KY4Apr09	13	5	17	10	9	19	14	7	4	8	5	5	6	122
KY5Apr09	19	4	20	0	16	18	18	6	8	8	9	5	7	138
KY6Apr09	14	4	16	4	8	15	15	5	6	1	2	2	1	93
PK1Apr09	12	2	15	16	10	19	16	7	9	5	8	5	9	133
PK2Apr09	15	4	17	14	15	18	19	5	6	4	5	4	2	128

หมายเหตุ C. = Channel, L. = Left Bank และ R. = Right Bank

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความหลากหลายของชุมชนเพอริไฟตอน

จากการสำรวจความหลากชนิดเพอริไฟตอนในแต่ละสถานีที่ลำห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552 พบเพอริไฟตอนทั้งหมด 4 ดิวิชัน 48 สกุล (ตารางที่ 9 และตารางที่ 10) โดยเพอริไฟตอนส่วนใหญ่จะพบอยู่ใน Division Bacillariophyta (diatoms) ซึ่งจะพบ 62.5% รองลงมาคือ Division Chlorophyta (green algae) 20.83% Division Cyanophyta (blue-green algae) 12.5% และ Division Rhodophyta (red algae) 4.17% ตามลำดับ (ภาพที่ 15) สาหร่าย (soft algae) ที่พบเป็นส่วนใหญ่ที่เป็นสาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. ใน Division Rhodophyta สาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. และ *Spirogyra* spp. ใน Division Chlorophyta สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Calotrix* spp., *Lyngbya* spp. และ *Phormidium* spp. ใน Division Cyanophyta โดยในแต่ละสถานีพบชนิดที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 11) และจากการศึกษาไดอะตอม (diatoms) ในแต่ละสถานี พบไดอะตอมทั้งหมด 2 อันดับ 30 สกุล ไดอะตอมส่วนใหญ่ที่พบจัดอยู่ในอันดับ Pennales ซึ่งพบมากถึง 93.33% และพบในอันดับ Centrales เพียง 6.67% เท่านั้น (ภาพที่ 16) ไดอะตอมที่พบส่วนใหญ่จะเป็น *Gomphonema* spp., *Synedra* spp., *Cymbella* spp., *Navicula* spp., *Achnanthes* spp., *Diploneis* spp. และ *Fragilaria* spp. ใน Division Bacillariophyta โดยชนิดของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่พบจะแตกต่างกันไปในแต่ละสถานี และแต่ละช่วงเวลา (ตารางที่ 12) ดังนี้

2.1 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านประจำไม้ (KY1)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Lyngbya* spp. เป็นสกุลเด่น และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในเดือนเมษายน 2552 รองลงมาคือ *Cosmarium* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียว และพบไดอะตอมสกุลเด่นในเดือนธันวาคม 2551 คือ *Synedra* spp. แต่ในเดือนเมษายน 2552 จะพบ *Gomphonema* spp. เป็นสกุลเด่นแทน

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่าทั้งสองช่วงเวลา *Gomphonema* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Achnanthes* spp. และ *Navicula* spp. ตามลำดับ แต่จะพบทั้งสองสกุลในเดือนเมษายน 2552 สูงกว่าในเดือนธันวาคม 2551 ยกเว้น *Synedra* spp. ที่พบมีจำนวนเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านห้วยเขย่ง (KY2)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. เป็นสกุลเด่น รองมาคือ *Audouinella* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีแดง ส่วนในเดือนเมษายน 2552 พบสาหร่ายสีเขียว *Coelastrum* spp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Lyngbya* spp. เป็นสกุลเด่น และไดอะตอมสกุลเด่นที่พบได้ทั้งสองช่วงเวลา คือ *Gomphonema* spp. ซึ่งในเดือนธันวาคม 2551 จะพบ *Achnanthes* spp. และ *Synedra* spp. เป็นสกุลเด่นตามลำดับ แต่ในการเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน 2552 กลายเป็น *Navicula* spp. เป็นสกุลเด่น

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่า *Achnanthes* spp. เป็นสกุลเด่นทั้งสองช่วงเวลาแต่จะลดลงในเดือนเมษายน 2552 ส่วนในเดือนธันวาคม 2551 ที่พบรองลงมาคือ *Synedra* spp. แต่ในเดือนเมษายน 2552 จะพบ *Gomphonema* spp. เป็นสกุลเด่นรองลงมา

2.3 สถานีเก็บตัวอย่างหลังบ้านห้วยเขย่ง (KY3)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Lyngbya* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสามารถพบไดอะตอม *Gomphonema* spp. และ *Navicula* spp. เป็นสกุลเด่นตามลำดับ ส่วนในเดือนเมษายน 2552 จะพบสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* spp. เป็นสกุลเด่น ซึ่งสามารถพบสาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. ได้ทั้งสองช่วงเวลา

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่า *Achnanthes* spp. เป็นสกุลเด่นทั้งสองช่วงเวลาแต่จะเพิ่มขึ้นในเดือนเมษายน 2552 ส่วนในเดือนธันวาคม 2551 จะพบ *Cocconeis* spp., *Cymbella* spp. และ *Synedra* spp. รองลงมา แต่ในเดือนเมษายน 2552 ที่พบรองลงมาคือ *Gomphonema* spp.

2.4 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านปากลำปีล็อก (KY4)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Nostoc* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนในเดือนเมษายน 2552 จะพบ *Calotrix* spp. เป็นสกุลเด่น ยกเว้น *Lyngbya* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบได้ทั้งสองช่วงเวลา และพบได

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อะตอม *Navicula* spp., *Achnanthes* spp. และ *Pinnularia* spp. เป็นสกุลเด่นตามลำดับ และจะพบได้น้อยลงในเดือนเมษายน 2552 ซึ่งจะพบ *Cymbella* spp. เป็นสกุลเด่น

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่าในเดือนธันวาคม 2551 จะพบ *Cocconeis* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Achnanthes* spp. แต่ในเดือนเมษายน 2552 กลับพบ *Achnanthes* spp. เป็นสกุลเด่น และ *Navicula* spp. รองลงมา ยกเว้น *Gomphonema* spp. ที่สามารถพบได้ทั้งสองช่วงเวลา

2.5 สถานีเก็บตัวอย่างก่อนบ้านเตาถ่าน (KY5)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Phormidium* spp. เป็นสกุลเด่น ส่วนในเดือนเมษายน 2552 พบ *Calotrix* spp. เป็นสกุลเด่น ยกเว้นสาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. ที่พบได้ทั้งสองช่วงเวลา และสามารถพบไดอะตอม *Synedra* spp. และ *Navicula* spp. เป็นสกุลเด่นในเดือนธันวาคม 2551 และพบ *Cymbella* spp. และ *Amphora* spp. เป็นสกุลเด่นในเดือนเมษายน

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่า *Achnanthes* spp. เป็นสกุลเด่นทั้งสองช่วงเวลาแต่จะลดลงในเดือนเมษายน 2552 ส่วนในเดือนธันวาคม 2551 จะพบ *Synedra* spp. รองลงมา แต่ในเดือนเมษายน 2552 ที่พบรองลงมาคือ *Cymbella* spp. และ *Gomphonema* spp. ตามลำดับ

2.6 สถานีเก็บตัวอย่างหลังบ้านเตาถ่าน (KY6)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Lyngbya* spp. และ *Calotrix* spp. ตามลำดับ ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนในเดือนเมษายน 2552 จะพบ *Spirogyra* spp. เป็นสกุลเด่น และพบไดอะตอม *Achnanthes* spp. เป็นสกุลเด่นในเดือนธันวาคม 2551 ส่วนในเดือนเมษายน 2552 จะพบ *Cymbella* spp. และ *Amphora* spp. เป็นสกุลเด่น ยกเว้น *Navicula* spp. ที่พบได้ทั้งสองช่วงเวลา

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่าในเดือนธันวาคม 2551 จะพบ *Achnanthes* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Encyoopsis* spp. แต่ในเดือนเมษายน 2552 พบว่า *Cymbella* spp. เป็นสกุลเด่น และ *Achnanthes* spp. รองลงมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.7 สถานีเก็บตัวอย่างห้วยปากคอกเหนือสะพาน (PK1)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Phormidium* spp. เป็นสกุลเด่น ส่วนในเดือนเมษายน 2552 พบ *Lyngbya* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Oedogonium* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียว ยกเว้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Calotrix* spp. ที่สามารถพบได้ทั้งสองช่วงเวลา ส่วนไดอะตอมพบ *Navicula* spp. เป็นสกุลเด่นในเดือนธันวาคม 2551 และพบ *Synedra* spp. และ *Cymbella* spp. เป็นสกุลเด่นตามลำดับ ในเดือนเมษายน 2552 ยกเว้น *Gomphonema* spp. ที่สามารถพบได้ทั้งสองช่วงเวลา

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่าในเดือนธันวาคม 2551 จะพบ *Navicula* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Achnanthes* spp. แต่ในเดือนเมษายน 2552 พบว่า *Cymbella* spp. เป็นสกุลเด่น และ *Synedra* spp. เป็นสกุลรองลงมา

2.8 สถานีเก็บตัวอย่างห้วยปากคอกใต้สะพาน (PK2)

ในเดือนธันวาคม 2551 พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Lyngbya* spp. เป็นสกุลเด่น และพบไดอะตอม *Cymbella* spp., *Gomphonema* spp. และ *Navicula* spp. เป็นสกุลเด่นตามลำดับ ส่วนในเดือนเมษายน 2552 จะพบ *Calotrix* spp. เป็นสกุลเด่น และพบไดอะตอม *Synedra* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Fragilaria* spp.

ถ้าพิจารณาไดอะตอมเพียงอย่างเดียว พบว่าในเดือนธันวาคม 2551 พบ *Gomphonema* spp. และ *Cymbella* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Navicula* spp. แต่ในเดือนเมษายน 2552 พบว่า *Synedra* spp. เป็นสกุลเด่น รองลงมาคือ *Cymbella* spp. และ *Achnanthes* spp. เป็นสกุลรองลงมาตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 สาหร่าย (soft algae) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552

Soft Algae	ธันวาคม 2551	เมษายน 2552
Division Cyanophyta		
Order Chamaesiphonales		
Family Chamaesiphonaceae		
Chamaesiphon spp.	พบ	พบ
Order Nostocales		
Family Nostocaceae		
Nostoc spp.	พบ	ไม่พบ
Family Oscillatoriaceae		
Oscillatoria spp.	พบ	พบ
Lyngbya spp.	พบ	พบ
Phormidium spp.	พบ	พบ
Family Rivulariaceae		
Calotrix spp.	พบ	พบ
Division Chlorophyta		
Order Siphonocladales		
Family Zygnemataceae		
Mougeotia spp.	ไม่พบ	พบ
Spirogyra spp.	พบ	พบ
Order Oedogoniales		
Family Oedogoniaceae		
Oedogonium spp.	พบ	พบ
Order Chaetophorles		
Family Chaetophoraceae		
Stigeoclonium spp.	ไม่พบ	พบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Soft Algae	ธันวาคม 2551	เมษายน 2552
Order Ulotrichales		
Family Microsporaceae		
Microspora spp.	พบ	พบ
Order Chlorococcales		
Family Coelastraceae		
Coelastrum spp.	พบ	พบ
Family Golenkiniaceae		
Golenkinia spp.	พบ	ไม่พบ
Order Desmidiales		
Family Desmidiaceae		
Cosmarium spp.	พบ	พบ
Closterium spp.	ไม่พบ	พบ
Order Oocystales		
Family Oocystaceae		
Trochiscia spp.	พบ	พบ
Division Rhodophyta		
Order Nemalionales		
Family Erythotrichaceae		
Compsopogon spp.	พบ	พบ
Family Chantransiaceae		
Audouinella spp.	พบ	พบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ไดอะตอม (diatom) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552

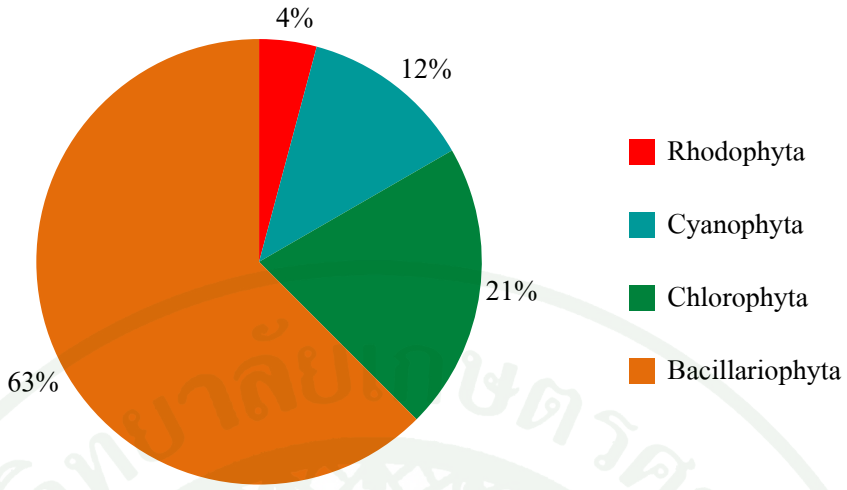
Diatoms	ธันวาคม 2551	เมษายน 2552
Division Bacillariophyta		
Order Centrales		
Family Melosiraceae		
Meloseira spp.	พบ	พบ
Family Thalassiosiraceae		
Cyclotella spp.	ไม่พบ	พบ
Order Pennales		
Family Fragilariaceae		
Fragilaria spp.	พบ	พบ
Synedra spp.	พบ	พบ
Diatoma spp.	พบ	ไม่พบ
Family Achnanthaceae		
Achnanthes spp.	พบ	พบ
Cocconeis spp.	พบ	พบ
Planothidium spp.	พบ	พบ
Family Naviculaceae		
Amphora spp.	พบ	พบ
Brachysira spp.	พบ	ไม่พบ
Craticula spp.	ไม่พบ	พบ
Diploneis spp.	พบ	พบ
Frustulia spp.	พบ	ไม่พบ
Geissleria spp.	พบ	พบ
Gomphonema spp.	พบ	พบ
Gyrosigma spp.	พบ	พบ
Luticola spp.	พบ	ไม่พบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

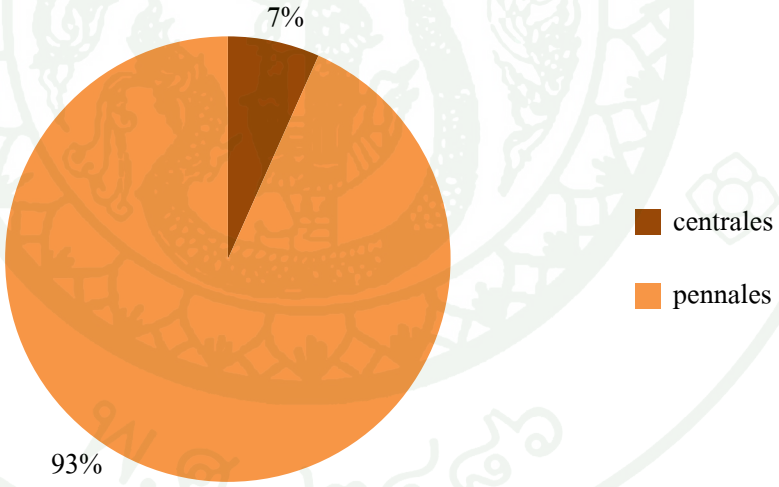
ตารางที่ 10 (ต่อ)

Diatoms	ธันวาคม 2551	เมษายน 2552
Navicula spp.	พบ	พบ
Neidium spp.	พบ	ไม่พบ
Pinnularia spp.	พบ	พบ
Sellaphora spp.	พบ	พบ
Stauroneis spp.	พบ	พบ
Family Bacillariaceae		
Nitzschia spp.	พบ	ไม่พบ
Family Cymbellaceae		
Cymbella spp.	พบ	พบ
Encyonema spp.	พบ	พบ
Encyoopsis spp.	พบ	พบ
Anomoeoneis spp.	ไม่พบ	พบ
Family Rhopalodiaceae		
Epithemia spp.	พบ	พบ
Rhopalodia spp.	ไม่พบ	พบ
Family Surirellaceae		
Surirella spp.	พบ	พบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ร้อยละความหลากหลายของเพอริไฟตอนในแต่ละดิวิชันที่พบในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552



ภาพที่ 16 ร้อยละความหลากหลายของไดอะตอมในแต่ละอันดับที่พบในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ชนิดและจำนวนเซลล์ของสาหร่าย (soft algae) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่งและห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552

สถานี	ครั้งที่	Cha	Nos	Osc	Lyn	Pho	Cal	Mou	Spi	Oed	Sti
KY1	Dec08	3	7	0	52	29	7	0	10	0	0
	Apr09	0	0	12	54	16	25	0	0	6	1
KY2	Dec08	9	0	0	2	0	7	0	10	17	0
	Apr09	2	0	2	22	11	5	5	0	10	0
KY3	Dec08	0	0	0	43	9	10	0	0	74	0
	Apr09	5	0	0	0	5	5	0	6	11	0
KY4	Dec08	13	26	0	8	18	5	0	84	18	0
	Apr09	4	0	0	11	7	54	0	0	18	0
KY5	Dec08	11	0	0	23	28	35	0	0	91	0
	Apr09	0	0	0	9	0	108	0	0	80	0
KY6	Dec08	2	0	0	47	2	43	0	0	54	0
	Apr09	0	0	0	12	18	20	3	10	0	0
PK1	Dec08	3	0	6	36	44	32	0	21	5	0
	Apr09	2	0	0	48	6	28	2	6	17	3
PK2	Dec08	0	0	0	15	0	18	0	0	0	0
	Apr09	0	0	0	0	0	43	16	0	0	6

หมายเหตุ Cha = *Chamaesiphon* spp. Cal = *Calotrix* spp. Dec08 = ธันวาคม 2551
Nos = *Nostoc* spp. Mou = *Mougeotia* spp. Apr09 = เมษายน 2552
Osc = *Oscillatoria* spp. Spi = *Spirogyra* spp.
Lyn = *Lyngbya* spp. Oed = *Oedogonium* spp.
Pho = *Phormidium* spp. Sti = *Stigoclonium* spp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

สถานี	ครั้งที่	Mic	Coe	Gol	Cos	Clo	Tro	Com	Aud	Mel	Fra
KY1	Dec08	1	0	0	32	0	0	0	0	0	3
	Apr09	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0
KY2	Dec08	0	1	0	1	0	0	0	13	10	13
	Apr09	0	35	0	0	0	0	0	3	0	0
KY3	Dec08	0	0	0	0	0	3	0	8	0	0
	Apr09	0	21	0	11	0	0	0	16	0	32
KY4	Dec08	0	0	1	0	0	0	0	31	13	5
	Apr09	0	33	0	0	0	7	0	0	7	0
KY5	Dec08	0	0	0	3	0	0	0	13	0	5
	Apr09	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0
KY6	Dec08	0	0	0	0	0	38	3	5	0	0
	Apr09	0	0	0	0	0	6	0	0	0	15
PK1	Dec08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Apr09	0	0	0	2	1	0	1	3	0	5
PK2	Dec08	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	Apr09	0	9	0	5	0	0	0	0	0	37

หมายเหตุ Mic = *Microspora* spp. Tro = *Trochiscia* spp.

Coe = *Coelastrum* spp. Com = *Compsopogon* spp.

Gol = *Golenkinia* spp. Aud = *Audouinella* spp.

Cos = *Cosmarium* spp. Mel = *Meloseira* spp.

Clo = *Closterium* spp. Fra = *Fragilaria* spp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

สถานี	ครั้งที่	Syn	Dia	Ach	Coc	Amp	Bra	Cra	Dip	Gom	Gyr
KY1	Dec08	55	0	32	0	0	0	0	4	29	0
	Apr09	10	0	2	0	0	0	0	2	149	0
KY2	Dec08	65	0	70	5	0	0	0	16	39	0
	Apr09	8	0	42	0	0	0	2	32	57	0
KY3	Dec08	5	0	13	0	0	0	0	13	71	0
	Apr09	26	0	0	0	21	0	0	5	5	0
KY4	Dec08	8	0	31	3	3	0	0	16	8	0
	Apr09	4	0	25	0	4	0	0	25	25	0
KY5	Dec08	28	0	5	0	0	3	0	10	8	0
	Apr09	0	0	0	0	28	0	0	12	14	0
KY6	Dec08	10	0	26	0	0	0	0	21	10	1
	Apr09	21	0	6	0	34	0	6	15	0	0
PK1	Dec08	8	0	16	8	0	0	0	22	34	0
	Apr09	70	0	0	0	9	0	0	0	21	0
PK2	Dec08	26	4	18	0	3	8	0	18	63	0
	Apr09	99	0	0	0	9	0	0	0	0	0

หมายเหตุ Syn = *Synedra* spp. Bra = *Brachysira* spp.

Dia = *Diatoma* spp. Cra = *Craticula* spp.

Ach = *Achnanthes* spp. Dip = *Diploneis* spp.

Coc = *Cocconeis* spp. Gom = *Gomphonema* spp.

Amp = *Amphora* spp. Gyr = *Gyrosigma* spp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

สถานี	ครั้งที่	Nav	Pin	Sel	Sta	Nit	Cym	Ano	Epi	Rho	Sur
KY1	Dec08	23	0	0	0	0	13	0	0	0	0
	Apr09	5	6	0	0	0	10	0	0	0	0
KY2	Dec08	9	6	0	0	0	6	0	0	0	1
	Apr09	33	3	0	2	0	21	0	0	0	0
KY3	Dec08	38	0	0	0	0	13	0	0	0	0
	Apr09	27	0	0	0	0	26	0	0	0	0
KY4	Dec08	37	26	1	8	1	3	0	0	0	10
	Apr09	33	0	0	7	0	36	0	0	0	0
KY5	Dec08	23	5	0	1	0	5	0	0	0	3
	Apr09	12	0	0	0	0	31	0	0	0	0
KY6	Dec08	26	2	0	0	0	10	0	0	0	0
	Apr09	31	0	0	0	0	92	0	0	0	0
PK1	Dec08	56	0	0	4	0	22	0	0	0	0
	Apr09	14	1	0	0	0	48	0	1	0	12
PK2	Dec08	52	5	0	0	0	65	0	0	0	0
	Apr09	0	6	0	0	0	59	1	0	1	9

หมายเหตุ Nav = *Navicula* spp. Cym = *Cymbella* spp.

Pin = *Pinnularia* spp. Ano = *Anomoeoneis* spp.

Sel = *Sellaphora* spp. Epi = *Epithemia* spp.

Sta = *Stauroneis* spp. Rho = *Rhopalodia* spp.

Nit = *Nitzschia* spp. Sur = *Surirella* spp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ชนิดและจำนวนเซลล์ของไดอะตอม (diatom) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่งและห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552

สถานี	ครั้งที่	Mel	Cyc	Fra	Syn	Ach	Coc	Pla	Amp	Bra
KY1	Dec08	1	0	0	19	42	0	4	0	0
	Apr09	1	0	0	6	49	5	4	0	0
KY2	Dec08	0	0	0	57	231	8	0	0	0
	Apr09	0	0	0	3	185	17	3	0	0
KY3	Dec08	0	0	0	41	96	51	3	0	0
	Apr09	0	0	1	12	170	15	4	1	0
KY4	Dec08	0	0	0	9	75	104	5	1	1
	Apr09	0	0	0	5	157	6	1	4	0
KY5	Dec08	0	1	0	44	198	10	0	0	0
	Apr09	0	0	0	2	168	3	0	0	0
KY6	Dec08	0	0	0	10	208	12	0	0	0
	Apr09	0	0	0	3	68	7	0	7	0
PK1	Dec08	1	0	1	15	78	19	1	0	0
	Apr09	0	0	0	86	12	6	1	5	0
PK2	Dec08	0	0	0	12	19	12	4	4	0
	Apr09	0	0	4	128	46	11	7	1	0

หมายเหตุ Mel = *Meloseira* spp. Coc = *Cocconeis* spp. Dec08 = ธันวาคม 2551
Cyc = *Cyclotella* spp. Pla = *Planothidium* spp. Apr09 = เมษายน 2552
Fra = *Fragilaria* spp. Amp = *Amphora* spp.
Syn = *Synedra* spp. Bra = *Brachysira* spp.
Ach = *Achnanthes* spp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

สถานี	ครั้งที่	Dip	Fru	Gei	Gom	Gyr	Lut	Nav	Nei	Pin
KY1	Dec08	0	1	0	188	0	2	21	0	2
	Apr09	0	0	0	198	0	0	25	0	0
KY2	Dec08	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Apr09	0	0	0	64	0	0	18	0	0
KY3	Dec08	0	0	0	20	0	0	24	0	1
	Apr09	0	0	1	46	1	0	16	0	0
KY4	Dec08	0	0	0	49	1	1	10	0	0
	Apr09	0	0	0	40	0	0	34	0	0
KY5	Dec08	6	0	0	11	0	0	5	0	0
	Apr09	0	0	0	47	0	0	12	0	0
KY6	Dec08	0	0	0	13	0	0	5	0	0
	Apr09	0	0	1	22	0	0	5	0	0
PK1	Dec08	0	0	3	47	0	0	84	1	1
	Apr09	0	0	0	24	0	0	10	0	0
PK2	Dec08	0	0	1	87	0	0	67	0	1
	Apr09	0	0	1	6	0	0	21	0	1

หมายเหตุ Dip = *Diploneis* spp. Lut = *Luticola* spp.
Fru = *Frustulia* spp. Nav = *Navicula* spp.
Gei = *Geissleria* spp. Nei = *Neidium* spp.
Gom = *Gomphonema* spp. Pin = *Pinnularia* spp.
Gyr = *Gyrosigma* spp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

สถานี	ครั้งที่	Sel	Sta	Nit	Cym	Eno	Enp	Epi	Rho	Sur
KY1	Dec08	3	1	0	4	11	1	0	0	0
	Apr09	0	0	0	7	2	2	0	0	1
KY2	Dec08	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Apr09	0	0	0	5	4	0	0	1	0
KY3	Dec08	0	0	0	47	0	16	0	0	1
	Apr09	1	0	0	29	0	2	1	0	0
KY4	Dec08	1	1	4	20	0	16	1	0	1
	Apr09	0	0	0	28	0	16	4	0	5
KY5	Dec08	0	0	0	17	0	8	0	0	0
	Apr09	0	0	0	51	0	17	0	0	0
KY6	Dec08	0	0	0	15	0	37	0	0	0
	Apr09	0	0	0	174	0	13	0	0	0
PK1	Dec08	1	0	1	39	4	0	0	0	4
	Apr09	0	0	0	128	2	0	10	0	16
PK2	Dec08	0	0	0	86	1	0	5	0	1
	Apr09	1	0	0	49	6	0	6	6	6

หมายเหตุ Sel = *Sellaphora* spp. Enp = *Encyoopsis* spp.
Sta = *Stauroneis* spp. Epi = *Epithemia* spp.
Nit = *Nitzschia* spp. Rho = *Rhopalodia* spp.
Cym = *Cymbella* spp. Sur = *Surirella* spp.
Eno = *Encyonema* spp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจัดกลุ่มของชุมชนเพอริไฟตอนด้วยวิธีการวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate analysis)

โดยใช้ข้อมูลตัวแปรทางชีวภาพในภาคผนวก ง. วิเคราะห์การจัดกลุ่มของชุมชนเพอริไฟตอนในแต่ละสถานีทั้ง 8 สถานีเก็บตัวอย่างใน 2 ครั้ง ด้วยวิธีการวิเคราะห์หลายตัวแปร คือ การจัดกลุ่ม (Clustering) และการจัดอันดับ (Ordination) เพื่อหาความต่างหรือความคล้ายกันของการกระจายตัว ซึ่งได้ผลดังนี้

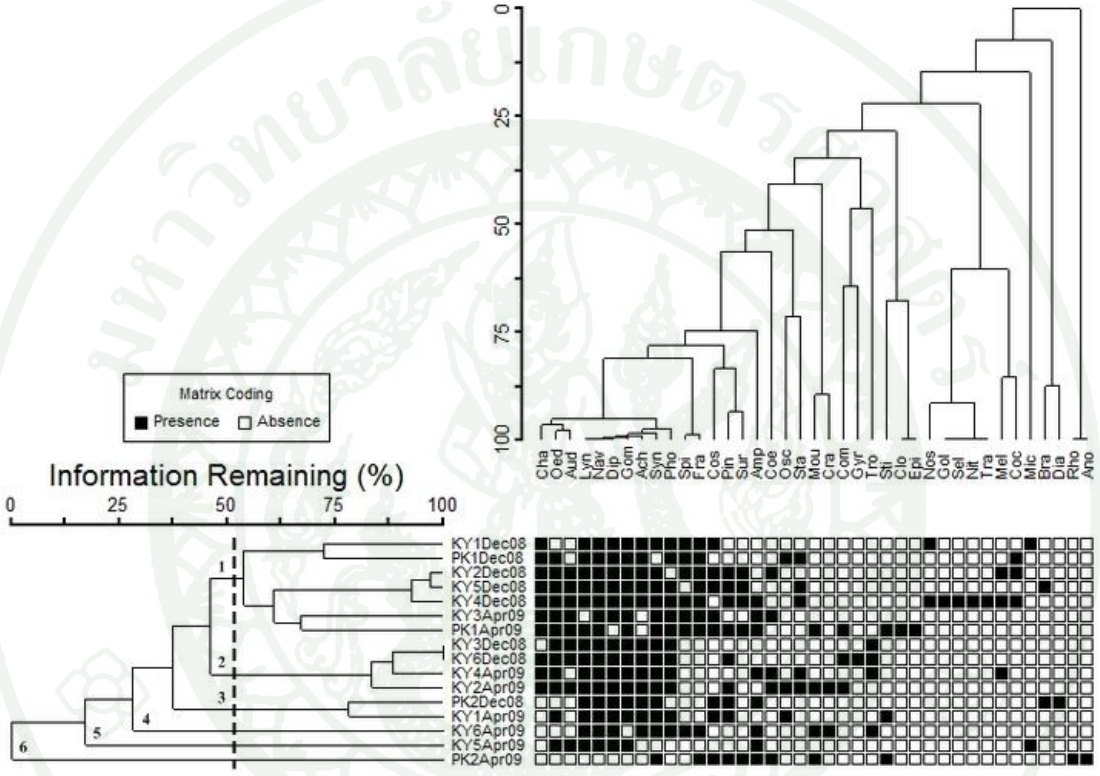
ผลการจัดกลุ่มชุมชนสาหร่าย (soft algae assemblage) ด้วย Two-way Cluster Analysis (ภาพที่ 17) สามารถแบ่งกลุ่มสถานีที่คล้ายคลึงกันที่ 52% (เส้นประ) ได้เป็น 5 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ KY1, KY2, KY4, KY5 และ PK1 ในเดือนธันวาคม 2551
KY3 และ PK1 ในเดือนเมษายน 2552
กลุ่มที่ 2 ได้แก่ KY3, KY6 และ PK2 ในเดือนธันวาคม 2551
KY1, KY2 และ KY4 ในเดือนเมษายน 2552
กลุ่มที่ 3 ได้แก่ KY6 ในเดือนเมษายน 2552
กลุ่มที่ 4 ได้แก่ KY5 ในเดือนเมษายน 2552
กลุ่มที่ 5 ได้แก่ PK2 ในเดือนเมษายน 2552

เมื่อพิจารณาการจัดกลุ่มสถานีด้วยข้อมูลการพบ/ไม่พบชุมชนสาหร่าย พบว่า สถานีในกลุ่มที่ 1 มีความสัมพันธ์กับข้อมูลการพบ/ไม่พบสาหร่าย 4 ดิวิชัน 12 สกุล คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Chamaesiphon* spp., *Phormidium* spp. และ *Lyngbya* spp. ใน Division Cyanophyta สาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. และ *Spirogyra* spp. ใน Division Chlorophyta สาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. ใน Division Rhodophyta และไดอะตอม *Navicula* spp., *Diploneis* spp., *Gomphonema* spp., *Achnanthes* spp., *Synedra* spp. และ *Fragilaria* spp. ใน Division Bacillariophyta ซึ่งมีความใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 2 มีความสัมพันธ์กับข้อมูลการพบ/ไม่พบสาหร่าย 4 ดิวิชัน 10 สกุล คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Chamaesiphon* spp., *Phormidium* spp. และ *Lyngbya* spp. ใน Division Cyanophyta สาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. ใน Division Chlorophyta สาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. ใน Division Rhodophyta และไดอะตอม *Navicula* spp., *Diploneis* spp., *Gomphonema* spp., *Achnanthes* spp. และ *Synedra* spp. ใน Division Bacillariophyta และกลุ่มที่ 3 มีความสัมพันธ์กับข้อมูลการพบ/ไม่พบสาหร่าย 2 ดิวิชัน 7 สกุล คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Phormidium* spp. และ *Lyngbya* spp. ใน Division Cyanophyta และไดอะตอม *Navicula* spp.,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Diploneis spp., *Gomphonema* spp., *Achnanthes* spp. และ *Synedra* spp. ใน Division Bacillariophyta ในขณะที่กลุ่มที่ 4, 5 และ 6 จะแตกต่างออกไป

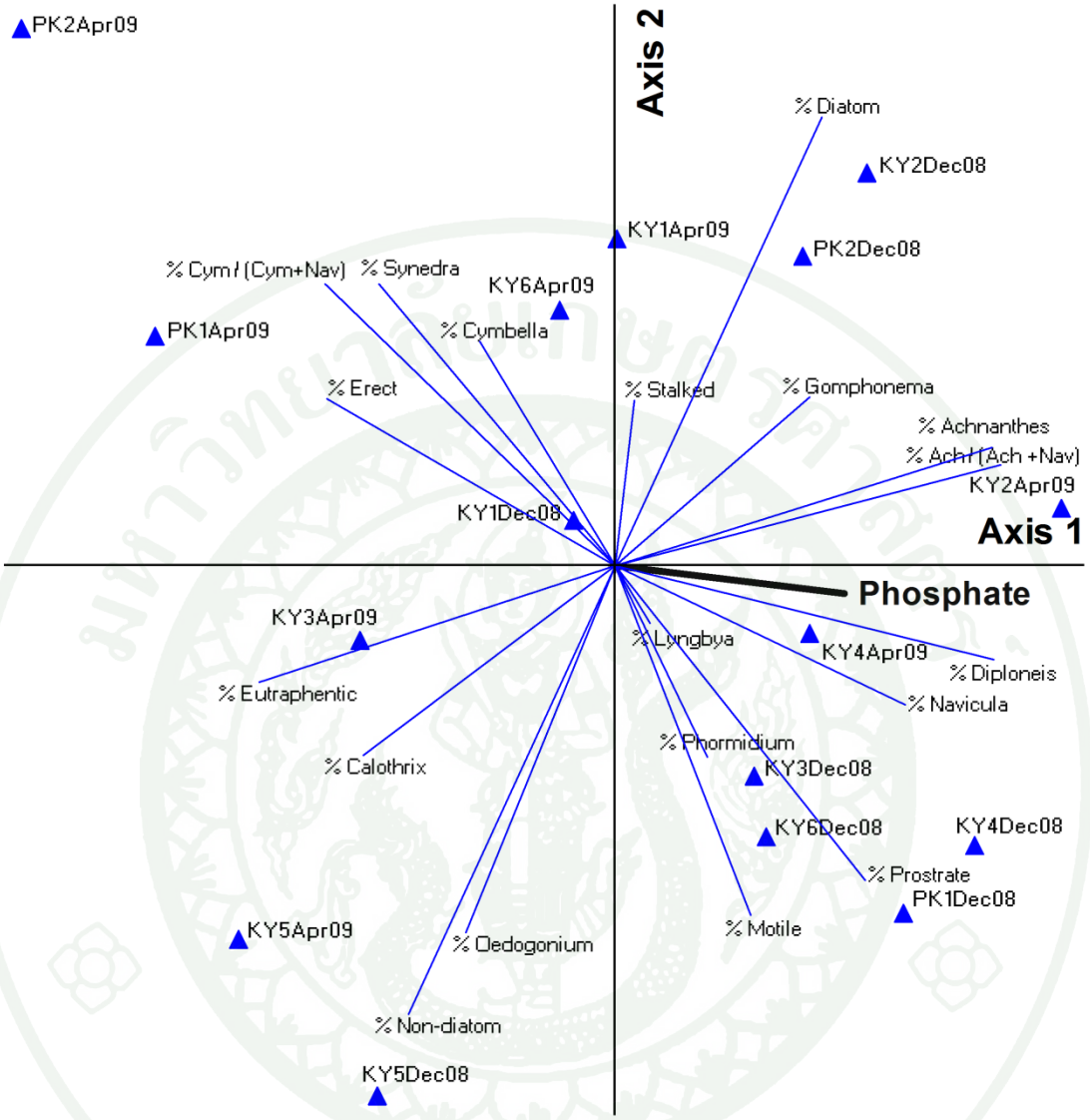


ภาพที่ 17 เดนโดรแกรมสองทาง แสดงผลการจัดกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี โดยใช้ข้อมูลการพบ/ไม่พบชุมชนสาหร่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการจัดอันดับด้วยวิธี Principal Components Analysis (PCA) โดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการ และตัวแปรทางชีวภาพของสาหร่าย (ภาพที่ 18) เมื่อพิจารณาการจัดอันดับ พบว่าสถานีบ้านปากลำปิล็อก (KY4) ในเดือนเมษายน 2552 มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออร์โธฟอสเฟต และตัวแปรทางชีวภาพที่สัมพันธ์กับแกน คือ % *Navicula* และ % *Diploneis* และสถานีบ้านห้วยเขย่ง (KY2) ในเดือนเมษายน 2552 มีตัวแปรทางชีวภาพที่สัมพันธ์กับแกน คือ % *Achnanthes* และ % *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟส และ % *Achnanthes* มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.665 ส่วนปริมาณออร์โธฟอสเฟส และ % *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.602 % *Navicula* และ % *Diploneis* มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.610 และ % *Achnanthes* และ % *Diploneis* มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.526 (ตารางที่ 13)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 กราฟแสดงผลการจัดอันดับด้วย PCA สถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี ด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการ และตัวแปรทางชีวภาพของสาหร่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวภาพ

Metrics	1	2	3	4	5
% *Achnanthes*	1				
% *Diploneis*	.526*	1			
% *Navicula*	.111	.610*	1		
%*Ach*/(*Ach*+*Nav*)	.958**	.481	.077	1	
ออร์โธฟอสเฟส	.665**	.403	.340	.602*	1

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

%*Ach*/(*Ach*+*Nav*) = % *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*)

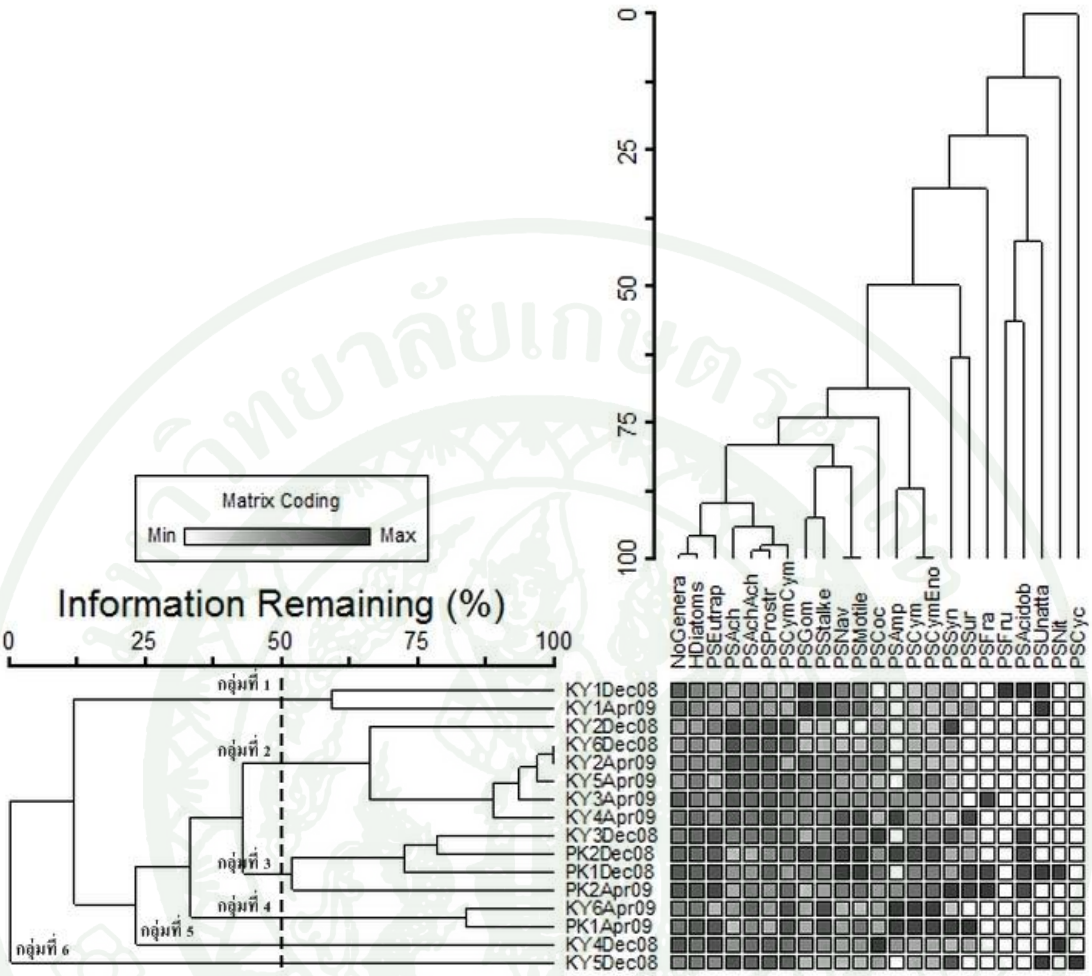
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการจัดกลุ่มสถานีด้วยข้อมูลตัวแปรทางชีวภาพของชุมชนไดอะตอมทั้งสองช่วงเวลา ของ 16 สถานี ด้วย Two-way Cluster Analysis พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มสถานีที่ความคล้ายคลึงกันที่ 50% (เส้นประ) ออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้ (ภาพที่ 19)

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ KY1 ในทั้งสองช่วงเวลา
กลุ่มที่ 2 ได้แก่ KY2 และ KY6 ในเดือนธันวาคม 2551
KY2, KY3, KY4 และ KY5 ในเดือนเมษายน 2552
กลุ่มที่ 3 ได้แก่ KY3 และ PK1 ในเดือนธันวาคม 2551
PK2 ในทั้งสองช่วงเวลา
กลุ่มที่ 4 ได้แก่ KY6 และ PK1 ในเดือนเมษายน 2552
กลุ่มที่ 5 ได้แก่ KY4 ในเดือนธันวาคม 2551
กลุ่มที่ 6 ได้แก่ KY5 ในเดือนธันวาคม 2551

กลุ่มที่ 2 มีความใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 3 ในขณะที่กลุ่มที่ 1, 4, 5 และ 6 แยกต่างออกไป โดยกลุ่มที่ 1 มีความสัมพันธ์กับ % *Gomphonema*, % *Navicula*, % Motile และ % Stalked ซึ่งความเข้มของสีจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณที่มีอยู่มากของค่าในพื้นที่ศึกษานั้น กลุ่มที่ 2 มีความสัมพันธ์กับ % *Achnanthes*, % *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*), % Prostrate และ % *Cymbella* / (*Cymbella* + *Navicula*) ที่มีเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างมาก และมีความใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 3 เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับ % Eutraphentic, Total Number of Genera และ Shannon Index of diatoms แต่ที่ทำให้กลุ่มที่ 3 แยกออกมา คือ % Acidobiontic ที่มีค่าสูงมาก กลุ่มที่ 4 มีความสัมพันธ์กับ % *Amphora*, % *Cymbella* และ % *Cymbella* + *Encyonema* ค่อนข้างมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 เดนโดรแกรมสองทาง แสดงผลการจัดกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี โดยใช้ข้อมูลตัวแปรทางชีวภาพของชุมชนไดอะตอม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

1. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

คุณภาพน้ำทางกายภาพที่ทำการตรวจวัดในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความกว้างของลำธาร ความลึกของลำธาร ความเร็วของกระแสน้ำ ค่าความขุ่น และปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ พบว่าอุณหภูมิของน้ำ และอากาศในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนธันวาคมในทุกสถานี เนื่องจากในเดือนเมษายนอยู่ในช่วงฤดูร้อนจึงทำให้อุณหภูมิสูงกว่า เดือนธันวาคมซึ่งอยู่ในฤดูหนาว ฤดูกาลเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออุณหภูมิ โดยอุณหภูมิของน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ และระยะเวลาที่ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ (Goldman and Horne, 1983) และเนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อนจึงทำให้ปริมาณน้ำในลำธารลดลง จึงส่งผลให้ ความกว้าง และความลึกของลำธารในเดือนเมษายนน้อยกว่าในเดือนธันวาคมเกือบทุกสถานี เมื่อพิจารณาความเร็วของกระแสน้ำ ในเดือนเมษายนมีอัตราเร็วกว่าเดือนธันวาคมในทุกสถานี โดยความเร็วของกระแสน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นนั้น ส่งผลให้ค่าความขุ่นของน้ำ และค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำมีค่าสูงขึ้นในเดือนเมษายนด้วย เพราะกระแสน้ำที่แรงจะพัดพาเอาตะกอน และเศษวัสดุต่างๆ ขึ้นมาจากท้องน้ำทำให้เกิดตะกอน และเมื่อความขุ่นสูงขึ้นยังส่งผลให้ของแข็งแขวนลอยเพิ่มขึ้นด้วย (อรทัย, 2549)

2. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการที่ทำการตรวจวัดในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณไนเตรต ปริมาณออร์โธฟอสเฟต และค่าของแข็งที่ละลายในน้ำ พบว่าค่าออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนเมษายน มีค่าต่ำกว่าเดือนธันวาคมในทุกสถานี อาจเป็นเพราะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนลดลง (Goldman and Horne, 1983) และเนื่องจากปริมาณน้ำในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนธันวาคมในเกือบทุกสถานี สอดคล้องกับ สุทธวรรณ (2547) พบว่าปริมาณไนเตรตจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อน ปริมาณไนเตรตที่เพิ่มขึ้นจะไปเพิ่มความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (นันทนา, 2539) ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนธันวาคมในเกือบทุกสถานีเช่นกัน ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในเดือนธันวาคมมีค่าสูงกว่าในเดือนเมษายนในทุกสถานี โดยค่าการนำไฟฟ้าสามารถบ่งบอกถึงปริมาณสารที่ละลายในน้ำ (ชาญณรงค์, 2532) จึงสัมพันธ์กับค่าของแข็งที่ละลายในน้ำ และปริมาณออร์โธ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฟอสเฟต สุทธวรรณ (2547) พบว่าแหล่งน้ำที่ไม่ได้รับการรบกวนจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และยังมีอิทธิพลต่อการปรากฏของไดอะตอมพื้นท้องน้ำ *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*

3. การประเมินแหล่งอาศัย

ผลรวมการประเมินแหล่งอาศัยทั้งสองช่วงเวลา อยู่ในช่วง 93-138 โดยสถานีที่มีการประเมินแหล่งอาศัยต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม คือ สถานีหลังบ้านเตาถ่าน (KY6) และยังได้คะแนนต่ำที่สุดในเดือนเมษายนด้วย โดยแนวโน้มค่าผลรวมการประเมินแหล่งอาศัยในเดือนเมษายนมีค่าลดลงเกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานีบ้านห้วยเขย่ง (KY2) และสถานีก่อนบ้านเตาถ่าน (KY5) ที่มีผลรวมคะแนนเท่าเดิม ในขณะที่ผลการประเมินแหล่งอาศัย และตัวแปรทางชีวภาพไม่มีความสัมพันธ์กันนั้น อาจเนื่องมาจากสถานีเก็บตัวอย่างมีจำนวนไม่มากพอที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่สอดคล้องกัน อีกทั้งความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ประเมินแหล่งอาศัยยังน้อย การประเมินแหล่งอาศัยของลำธารบางปัจจัยนั้นต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ประเมินแต่ละคน ดังนั้นควรมีผู้ทำการประเมินหลายคนเพื่อที่จะได้ค่าเฉลี่ย และลดค่าความเบี่ยงเบน จึงควรมีการจัดอบรมผู้เข้าร่วมการประเมินเพื่อให้ผลการประเมินมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เมื่อทำการจัดกลุ่มด้วยผลรวมการประเมินแหล่งอาศัยในแต่ละสถานีในทั้งสองช่วงเวลา ปรากฏว่ามีค่าความคล้ายคลึงกัน อยู่ในช่วงตั้งแต่ 73-90%

4. จัดกลุ่มสถานีด้วยปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการ

การจัดกลุ่มสถานีด้วยปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการสามารถแบ่งกลุ่มสถานีออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 อยู่ในเดือนธันวาคมทุกสถานี เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงมาก และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มากกว่ากลุ่มอื่น กลุ่มที่ 2 ทุกสถานีอยู่ในเดือนธันวาคมเช่นกัน เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำสูงกว่ากลุ่มอื่น กลุ่มที่ 3 อยู่ในเดือนเมษายนทุกสถานี เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำทางกายภาพ พบว่ามีค่าความเร็วของกระแสน้ำ ค่าความขุ่น และปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำต่างจากกลุ่มอื่น กลุ่มที่ 4 ทุกสถานีอยู่ในเดือนเมษายนเช่นกัน เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำทางกายภาพ พบว่ามีค่าความเร็วของกระแสน้ำ ค่าความขุ่น และปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำที่สูงมาก แต่เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำร่วมด้วย พบว่ากลุ่มที่ 4 มีปริมาณไนเตรตที่สูงกว่ากลุ่มอื่น แต่ถ้าดูจากอุณหภูมิน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ ค่าความขุ่น ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ และ ค่าการนำไฟฟ้า จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใหญ่ คือสถานีในเดือนธันวาคม 2551 และเมษายน 2552 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และฤดูร้อนของอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

5. ความหลากหลาย และการวิเคราะห์การกระจายตัวของเพอริไฟตอน

จากการศึกษาเพอริไฟตอนที่ลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552 พบเพอริไฟตอนทั้งหมด 4 ดิวิชัน 48 สกุล โดยพบเพอริไฟตอนใน Division Bacillariophyta (diatoms) ซึ่งพบมากที่สุด รองลงมาคือ Division Chlorophyta (green algae) Division Cyanophyta (blue-green algae) และ Division Rhodophyta (red algae) ตามลำดับ และจากการศึกษาไดอะตอมในแต่ละสถานี พบไดอะตอมทั้งหมด 2 อันดับ 30 สกุล และพบว่าสกุลของเพอริไฟตอนมีความแตกต่างกันในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับ สุทธวรรณ (2547) ที่พบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 61 ชนิด 4 ดิวิชัน และไดอะตอมพื้นทองน้ำ 162 ชนิด ใน Division Bacillariophyta ซึ่งส่วนใหญ่เป็น Pennate diatoms และ กุศยา (2529) ที่พบสาหร่ายส่วนใหญ่อยู่ใน Division Chrysophyta รองลงมาจะเป็นสาหร่ายที่อยู่ใน Division Chlorophyta และพบสาหร่ายใน Division Rhodophyta ได้น้อยที่สุด ซึ่งแหล่งน้ำจืดที่มีสภาพดี แพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำนั้นจะประกอบด้วย ไดอะตอมเป็นส่วนใหญ่ อาจมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินปนอยู่บ้าง (Patrick, 1977) ซึ่งลำธารห้วยเขย่งในเดือนธันวาคม 2551 *Synedra* spp. จะพบได้มากกว่าเดือนเมษายน 2552 แต่จะตรงข้ามกันในลำธารห้วยปากคอกที่จะพบได้น้อยในเดือนธันวาคม 2551 แต่จะพบได้มากขึ้นในเดือนเมษายน 2552 ซึ่งผกผันกับ *Gomphonema* spp. ในลำธารห้วยเขย่งในเดือนธันวาคม 2551 จะพบได้น้อย และพบได้มากขึ้นในเดือนเมษายน 2552 แต่ในลำธารห้วยปากคอกในเดือนธันวาคม 2551 จะพบได้มาก แต่จะพบได้น้อยลงในเดือนเมษายน 2552 ส่วนสาหร่าย (soft algae) ที่พบเป็นส่วนใหญ่ที่เป็นสาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. สาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. และ *Spirogyra* spp. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Calotrix* spp., *Lyngbya* spp. และ *Phormidium* spp. และจากการศึกษาไดอะตอม (diatoms) ไดอะตอมส่วนใหญ่ที่พบจัดอยู่ในอันดับ Pennales ซึ่งไดอะตอมที่พบส่วนใหญ่จะเป็น *Gomphonema* spp., *Synedra* spp., *Cymbella* spp., *Navicula* spp., *Achnanthes* spp., *Diploneis* spp. และ *Fragilaria* spp. ในระบบนิเวศน้ำไหล ไดอะตอมชนิดเกาะติดที่สามารถพบได้ทั่วไป ได้แก่ *Diatoma* spp., *Gomphonema* spp., *Cocconeis* spp., *Navicula* spp., *Achnanthes* spp., *Nitzschia* spp., *Synedra* spp., *Cymbella* spp. และ *Melosira* spp. (Hynes, 1970)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์การกระจายตัวของชุมชนเพอริไฟตอนในแต่ละสถานีทั้ง 8 สถานีเก็บตัวอย่างใน 2 ครั้งผลการจัดกลุ่ม เมื่อพิจารณาการจัดกลุ่มสถานีด้วยข้อมูลการพบ/ไม่พบชุมชนสาหร่ายความสัมพันธ์กับข้อมูลการพบ/ไม่พบสาหร่าย 4 ดิวิชัน 12 สกุล คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Chamaesiphon* spp., *Phormidium* spp. และ *Lyngbya* spp. ใน Division Cyanophyta สาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. และ *Spirogyra* spp. ใน Division Chlorophyta สาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. ใน Division Rhodophyta และไดอะตอม *Navicula* spp., *Diploneis* spp., *Gomphonema* spp., *Achnanthes* spp., *Synedra* spp. และ *Fragilaria* spp. ใน Division Bacillariophyta ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธวรรณ (2547) ที่พบว่าในฤดูหนาวสามารถพบ สาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp., สาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* spp. และไดอะตอม *Achnanthes* spp. เป็นสกุลเด่น และในฤดูร้อนสามารถพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Phormidium* spp. และ *Lyngbya* spp. และไดอะตอม *Navicula* spp. เป็นสกุลเด่น ซึ่งในกลุ่มที่ 1 เกือบทุกสถานีอยู่ในเดือนธันวาคม 2551 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และผลการจัดอันดับโดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการ และตัวแปรทางชีวภาพของสาหร่าย ปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับตัวแปรทางชีวภาพ คือ % *Achnanthes* และ % *Achnanthes* / (*Achnanthes* + *Navicula*) %*Navicula* และ %*Diploneis* สอดคล้องกับงานวิจัยของ Walsh and Wepener (2009) ที่พบว่าปริมาณของ *Achnanthes* spp. และ *Navicula* spp. มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้น และจะหยุดลงเมื่อปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่ง และ สุทธวรรณ (2547) ยังพบว่า ไดอะตอมมีการเปลี่ยนแปลงทางองค์ประกอบของชนิดในแต่ละฤดูกาลที่ชัดเจนกว่าสาหร่าย ซึ่งไดอะตอมนั้นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่ดีกว่าสาหร่าย ทำให้พบไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่เป็นชนิดเด่นที่แตกต่างกันไปอย่างชัดเจนในแต่ละสถานี และในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้สาหร่ายยังมีความจำเพาะเจาะจงกับวัตถุยึดเกาะโดยส่วนใหญ่จะเป็นหิน แต่ไดอะตอมนั้นสามารถเจริญได้ในวัตถุยึดเกาะแทบทุกชนิด เช่น หิน ดิน โคลน และทราย เป็นต้น ดังนั้นไดอะตอมจึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำไหลมากกว่าสาหร่าย ส่วนการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วนั้นยังจำเป็น ต้องใช้ร่วมกับข้อมูลการประเมินร่วมด้วย และหากมีการใช้ข้อมูลสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น ปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินร่วมด้วย จะทำให้ผลการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น (Barbour *et al*., 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาความหลากหลายของเพอริไฟตอนในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในสถานีทดสอบทั้ง 8 สถานี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมีของน้ำในลำธารอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ค่าเฉลี่ยปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของน้ำบางประการ มีความแตกต่างกันโดยผันแปรตามฤดูกาล และสถานีเก็บตัวอย่าง

2. ความหลากหลายของเพอริไฟตอนที่พบทั้งหมด 4 ดิวิชัน 11 อันดับ 23 วงศ์ 48 สกุล โดยสาหร่ายที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือ สาหร่ายสีแดง *Audouinella* spp. สาหร่ายสีเขียว *Oedogonium* spp. และ *Spirogyra* spp. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Calotrix* spp., *Lyngbya* spp. และ *Phormidium* spp. ใน Division Cyanophyta และไดอะตอมที่พบส่วนใหญ่ คือ *Gomphonema* spp., *Synedra* spp., *Cymbella* spp., *Navicula* spp., *Achnanthes* spp., *Diploneis* spp. และ *Fragilaria* spp.

3. การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปร พบว่าสามารถแยกสถานีที่มีปริมาณไนเตรต ความเร็วของกระแสน้ำ ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ และค่าความขุ่นของน้ำที่สูงกว่าสถานีอื่น ส่งผลให้มีคุณภาพน้ำทางชีวภาพอยู่ในระดับ meso-eutrophic

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ในการจำแนกเพอริไฟตอนให้มีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น ควรมีการศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อให้เห็นรายละเอียดของโครงสร้างต่างๆ ให้ชัดเจน และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. ไดอะตอมพื้นท้องน้ำสามารถเจริญได้ในวัตถุยึดเกาะแทบทุกชนิด จึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน์น้ำไหล และพัฒนาไปสู่การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพในประเทศได้

3. ในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ ควรมีการประเมินสิ่งมีชีวิตอื่นร่วมด้วย เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมประกอบการพิจารณาที่ทำให้การประเมินนั้นมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น

4. การศึกษาข้อมูลเพอริไฟตอนเพื่อพัฒนาการประเมินให้ใช้เวลาน้อยที่สุด แต่ได้รับความแม่นยำมากที่สุด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชุมชน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. **รายงานปริมาณน้ำฝน**. แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/climate/climate.php, 26 เมษายน 2553.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2556. **สำนักอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ**. แหล่งที่มา: http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=9126, 16 เมษายน 2556.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์**. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

กรรณิการ์ พุทธาธร. 2529. **ปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่ายที่สัมพันธ์ กับคุณภาพน้ำบางประการบริเวณลุ่มน้ำปิง-วัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กาญจนา เกิดมีมูล. 2537. **ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ และการแพร่กระจายของสาหร่ายกับคุณภาพน้ำบางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเมย จังหวัดตาก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กีรติ ลีวัจนกุล. 2539. **วิศวกรรมชลศาสตร์**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา กลุ่มคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต.

กุศยา สุวรรณวิหค. 2529. **ปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่าย และความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการของลำน้ำแม่กลาง และแม่กวง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงจินต์ ศิวะศิลป์. 2524. **สาหร่ายวิทยา**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชาญณรงค์ แก้วเล็ก. 2532. **การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำลุ่มน้ำชี**. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เดือนรัตน์ ชลอุดมกุล. 2541. **การศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีเขียวในป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ห้วยขาแข้ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรศักดิ์ สมดี. 2541. **การกระจายของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* Kütz. ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ปี 2539-2540**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2539. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

ปรีดา ตันติกุล และไพเชษฐ์ ธรรมภาณ. 2534. **การศึกษาปริมาณสารอาหารในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย**. ปัญหาพิเศษ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พรศิลป์ ผลพันธิน. 2544. **เทคนิคในการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอน**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

ยลรวีภัค เฉลิมศิริ. 2545. **การศึกษาความหลากหลายและการใช้ Benthic Diatoms เป็นตัวชี้คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2542. **สาหร่าย: ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_____ 2548. **สาหร่ายน้ำจืดในภาคเหนือของประเทศไทย**. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และการศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT), กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2549. **สาหร่ายวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2530. **แพลงก์ตอน**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ 2538. **แพลงก์ตอนพืช**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ 2544. **แพลงก์ตอนพืช**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วุฒินันท์ ศิริรัตนวรางกูร. 2542. **ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย การปนเปื้อนของตะกั่วในสาหร่ายและตะกอนดิน และความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในคลองแม่ข่าจังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2538. **สาหร่ายวิทยาประยุกต์**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุทธวรรณ สุพรรณ. 2547. **ความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ ในพื้นที่โครงการทองผาภูมิ 72 พรรษามหาราช อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมโภชน์ ศรีโกสามาตร และรังสิมา ตัณฑเลขา. 2547. **การวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพเชิงพื้นที่ (area-based): กรณีศึกษาชุดโครงการวิจัยทองผาภูมิตะวันตก**. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และการศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT), กรุงเทพฯ.

สุมาลี ผิวพอใช้. 2537. **คุณภาพน้ำ ชนิดและปริมาณของเพอริไฟตอนในน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานเกษตรอำเภอทองผาภูมิ กรมส่งเสริมการเกษตร. 2555. **แผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบล ปี 2555-2557**. แหล่งที่มา: www.kanchanaburi.doae.go.th

อักษร ศรีเปล่ง. 2527. **สาหร่าย ตอนที่ 1: สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ 2529. **สาหร่าย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรทัย มิ่งธิพล. 2549. **ดัชนีคุณภาพน้ำ และการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ**. แหล่งที่มา: http://www.sluse.mju.ac.th/database/silo/lesson/water_quality.pdf, 30 เมษายน 2555.

Allan, J.D. 1995. **Stream Ecology: Structure and Function of Running Water**. Chapman and Hall, London.

Atazadeh, I., M. Sharifi and M.G. Kelly. 2007. Evaluation of the Trophic Diatom Index for assessing water quality in River Gharasou, western Iran. **Hydrobiologia** 589: 165-173.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder and J.B. Stribling. 1999. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish**. 2nd ed. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.

Bender, F. 1983. **Geology of Burma**. Gebruder Borntraeger, Berlin.

Biggs, J.F. and C. Kilroy. 2000. **Stream Periphyton Monitoring Manual**. The New Zealand Ministry for the Environment, New Zealand.

Chapmam, V.J. and D.J. Chapmam. 1973. **The Algae**. The Macmillan Press Ltd., London.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Cox, E.J. 1996. **Identification of Freshwater Diatoms from Live Material**. Chapman's Hall, London.

Darley, W.M. 1982. **Algae Biology: A Physiological Approch**. Blackwell Scientific Publication, UK.

Goldman, C. R. and A.J. Home. 1983. **Limnology**. McGraw-Hill Book Company, New York.

Hill, B.H., A.T. Herlihy, P.R. Kaufmann, S.J. DeCells and M.A.V. Borgh. 2003. Assessment of streams of the Eastern United States using a Periphyton Index of Biotic Integrity. **Ecological Indicators** 2 (4): 325-338.

Hutchison, G.E. 1957. **A Treaise on Limnology**. Vol. 1. Geography, Physics, and Chemistry, New York.

Hynes, H.B.N. 1970. **The Ecology Running Water**. University of Toronto Press, Canada.

John, D.M., B.A. Whitton and A.J. Brook. 2002. **The Freshwater Algae Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae**. Cambridge University Press, United Kingdom.

Lange-Bertalot, H. and D. Metzeltin. 1998. **Tropical Diatoms of South America I**. Vol. 5. Koeltz Scientific Books, Germany.

Line, O.T. 1979. **Handbook of Common Methods in Limnology**. 2nd ed. Department of Biology and Institute of Environmental Studies, Baylor University, Waco, Texas.

Lowe, R.L. 1974. **Environmental Requirement and Pollution Tolerance of Freshwater Diatoms**. U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohino.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Maitland, P.S. 1978. **Biology of Freshwater**. Black & Son Ltd., London.

Medley, C.N. and W.H. Clements. 1998. Responses of diatom communities to heavy metals in streams: The influence of longitudinal variation. **Ecological Applications** 8 (3): 631-644.

Mekong River Commission. 2006. **Biomonitoring of the Lower Mekong River and Selected Tributaries**. MRC Technical Paper No. 13, December 2009.

Needham, J.G. and P.R. Needham. 1967. **A Guide to the Study of Fresh-Water Biology**. Holden-Day, Inc., San Francisco.

Patrick, R. 1977. Ecology of Freshwater Diatom Communities, pp. 161-185. *In* D. Werner, ed. **The Biology of Diatoms**. University of California Press, Berkeley.

Pekthong, T. 2002. **Biodiversity of Benthic Diatoms and Their Application in Monitoring Water Quality of Mae Sa Stream Doi Suthep-Pui National Park Chiang Mai**. Ph.D. Thesis, Chiang Mai University.

Robarts, R.D. and T. Zohary. 1989. Microcystis aerugionsa and underwater light attenuation in a hypertrophic lake (Hartbeespoort Dam, South Africa). **Journal Ecology** 72: 1001-1017.

Round, F. E. 1973. **The Biology of the Algae**. 2nd ed. Edward Amold Publishes, London.

_____ 1984. **The Ecology of Algae**. Cambridge University Press, London.

_____, R.M. Crawford and D.G. Mann. 1996. **The Diatoms Biology and Morphology of the Genera**. Cambridge University Press, London.

Sims, P.A. 1996. **An Atlas of British Diatoms**. Biopress Ltd., England.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Smith, G.M. 1950. **Freshwater Algae of the Uniteds States**. McGraw-Hill Book Company, New York.

_____ 1951. **Manual of Phycology**. The Ronald Press Co., New York.

Stevenson, R.J. and L.L. Bahls. 1999. Periphyton protocols, pp. (6): 1-22. *In* M.T. Barbour, J. Gerritsen, B.D. Snyder and J.B. Stribling, eds. **Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish**. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.

_____ and S.L. Rollins. 2006. Ecological assessments with benthic algae, pp. 785-803. *In* F.R. Hauer and G.A. Lamberti, eds. **Methods in Stream Ecology**. Elsevier, USA.

Suphan, S. and Y. Peerapornpisal. 2009. Scanning electron microscope of benthic diatoms in Mekong River and its tributaries, Thailand. **Journal of Microscopy Society of Thailand** 23 (1): 42-46.

Walsh, G. and V. Wepener. 2009. The influence of land use on water quality and diatom community structures in urban and agriculturally stressed rivers. **Water South Africa (Online)** 35 (5).

Wang, Y.K. and R.J. Stevenson. 2005. Development and evaluation of a diatom-based Index of Biotic Integrity for the Interior Plateau Ecoregion, USA. **Journal of the North American Benthological Society** 24 (4): 990-1008.

Wehr, J.D. and R.G. Sheath. 2003. **Freshwater Algae of North America Ecology and Classification**. Elsevier Science, USA.

Welch, P.S. 1952. **Limnology**. McGraw Hill Book Co. Inc., New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wetzel, R.G. 1983. **Limnology**. Saunder Collage Publishing, Philadephia.

Wu, J.T. 1999. A Generic Index of Diatom Assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. **Hydrobiologia** 397: 79-87.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

วิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางเคมี

โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hach รุ่น DR/2000

การวิเคราะห์ค่าความขุ่นของน้ำ (0-4400 FAU)

1. เลือกโปรแกรมสำหรับการตรวจวัดค่าความขุ่นของน้ำ โดยกดหมายเลข 750 แล้วจึงกดตกลงหน้าจอจะแสดงค่าช่วงคลื่นแสง 450 นาโนเมตร
2. หมุนปุ่มปรับคลื่นแสงให้อยู่ที่คลื่นแสง 450 นาโนเมตร
3. ใส่น้ำที่ปราศจากไอออน (deionized water) เป็น blank ลงในหลอด 25 มิลลิลิตร เพื่อเป็นตัวทดสอบ
4. นำหลอดที่ใส่น้ำที่ปราศจากไอออนลงในเครื่องแล้วจึงปิดฝา
5. กดปุ่ม ZERO หน้าจอจะแสดงผล: Zeroing… แสดงว่ากำลังทำงาน จากนั้นจะปรากฏ: 0 FAU TURBIDITY
6. นำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบใส่ลงในหลอด 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในเครื่องแล้วปิดฝา
7. กดปุ่ม: READ หน้าจอจะแสดงผล: Reading… จากนั้นจะปรากฏค่าที่ตรวจวัดได้ มีหน่วยเป็น FAU

การเก็บรักษาตัวอย่าง

เก็บรักษาตัวอย่างในขวดพลาสติกที่สะอาด หรือขวดแก้ว แล้วนำมาวิเคราะห์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างแล้ว แต่สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้ 48 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิ 4 °C (39°F) เมื่อจะนำมาวิเคราะห์ให้นำออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิปกติ ก่อนนำมาวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ (0-750 mg/L)

1. เลือกโปรแกรมสำหรับการตรวจวัดค่าของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ โดยกดหมายเลข 630 แล้วจึงกดตกลงที่หน้าจอ ที่จอจะแสดงค่าช่วงคลื่นแสง 810 นาโนเมตร

2. หมุนปุ่มปรับคลื่นแสงให้อยู่ที่คลื่นแสง 810 นาโนเมตร เมื่อเลือกคลื่นแสงแล้ว หน้าจอจะแสดง: Zero Sample จากนั้นจะปรากฏ: mg/L SUSPSOLIDS

3. นำตัวอย่างใส่ลงในขวดปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากนั้นนำเข้าเครื่องเขย่าเป็นเวลา 2 นาที

4. จากนั้นนำตัวอย่างใส่ในขวดปริมาตร 600 มิลลิลิตร

5. ใส่สารตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ลงในหลอด

6. ใส่น้ำที่ปราศจากไอออนที่ใช้เป็น blank ลงในหลอดปริมาณ 25 มิลลิลิตร เพื่อเป็นตัวทดสอบ

7. นำหลอดที่เป็น blank ใส่ลงในเครื่องแล้วจึงปิดฝาเครื่อง

8. กดปุ่ม: ZERO หน้าจอจะปรากฏ: Zeroing… จากนั้นจะปรากฏ: 0.mg/L SUSPSOLIDS

9. หมุนหลอดสารตัวอย่างที่ต้องการตรวจวัดค่า จนสังเกตได้ว่าภายในหลอดไม่มีฟองอากาศแล้ว

10. นำหลอดสารตัวอย่างที่จะทำการตรวจวัดค่าใส่ลงในเครื่องแล้วจึงปปิดฝาเครื่อง

11. กดปุ่ม: READ หน้าจอจะแสดงผล: Reading… จากนั้นจะปรากฏค่าของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ โดยมีหน่วยเป็น mg/L

การเก็บรักษาตัวอย่าง

เก็บรักษาตัวอย่างในขวดพลาสติกที่สะอาด หรือขวดแก้ว แล้วนำมาวิเคราะห์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างแล้ว แต่สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้ 7 วัน ภายใต้อุณหภูมิ 4 °C (39°F) เมื่อจะนำมาวิเคราะห์ให้นำออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิปกติ ก่อนนำมาวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าไนเตรต (0-4.5 mg/L NO_3^--N)

1. เลือกโปรแกรมสำหรับการตรวจวัดค่าไนเตรต ไนโตรเจน (NO_3^--N) โดยกดหมายเลข 353 แล้วจึงกดตกลง หน้าจอจอจะแสดงค่าช่วงคลื่นแสง 400 นาโนเมตร

2. หมุนปุ่มปรับคลื่นแสงให้อยู่ที่คลื่นแสง 400 นาโนเมตร เมื่อเลือกคลื่นแสงแล้ว หน้าจอจะแสดง: Zero Sample จากนั้นจะปรากฏ: mg/L NO_3^--N MR

3. ใส่สารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ลงในหลอดปริมาตร 25 มิลลิลิตร

4. ใส่น้ำที่ปราศจากไอออนที่ใช้เป็น blank ลงในหลอดปริมาณ 25 มิลลิลิตร เพื่อเป็นตัวทดสอบ

5. ใส่ Nitra Ver 5 ในรูปผง ลงในแต่ละหลอด

6. กดปุ่ม: SHIFT TIMER เครื่องจะจับเวลา 1 นาที ในการเขย่าผสมสารภายในหลอดให้เข้ากันเมื่อหมดเวลาเครื่องจะส่งเสียงเตือน

7. เมื่อสัญญาณเตือนดังให้กดปุ่ม: SHIFT TIMER เครื่องจะจับเวลาอีก 5 นาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของสาร

8. เมื่อสัญญาณเตือนดังขึ้น หน้าจอจะปรากฏ mg/L NO_3^--N MR ให้ใส่หลอดที่เป็น blank ลงในเครื่อง จากนั้นจึงปิดฝาเครื่อง

9. กดปุ่ม: ZERO หน้าจอจะปรากฏ: Zeroing… จากนั้นจะปรากฏ: 0.0 mg/L NO_3^--N MR

10. ใส่หลอดตัวอย่างลงในเครื่อง จากนั้นจึงปิดฝาเครื่อง

11. กดปุ่ม: READ หน้าจอจะแสดงผล: Reading… จากนั้นจะปรากฏค่าไนเตรต โดยแสดงหน่วยเป็น mg/L

การเก็บรักษาตัวอย่าง

เก็บรักษาตัวอย่างในขวดพลาสติกที่สะอาด หรือขวดแก้ว แล้วนำมาวิเคราะห์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างแล้ว แต่สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้ 24-48 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิ 4 °C (39°F) เมื่อจะนำมาวิเคราะห์ให้นำออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิปกติ ก่อนนำมาวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟต (0-2.5 mg/L PO_4^{3-})

1. เลือกโปรแกรมสำหรับการตรวจวัดค่าฟอสฟอรัส โดยกดหมายเลข 490 แล้วจึงกดตกลง หน้าจอจอจะแสดงค่าช่วงคลื่นแสง 890 นาโนเมตร

2. หมุนปุ่มปรับคลื่นแสงให้อยู่ที่คลื่นแสง 890 นาโนเมตร เมื่อเลือกคลื่นแสงแล้ว หน้าจอจะแสดง: Zero Sample จากนั้นจะปรากฏ: mg/L PO_4^{3-} PV

3. นำสารตัวอย่างใส่ลงในหลอดปริมาณ 10 มิลลิลิตร

4. จากนั้นใส่ PhosVer 3 ซึ่งอยู่ในรูปผงลงในหลอด แล้วเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

5. กดปุ่ม: SHIFT TIMER เครื่องจะจับเวลา 5 นาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของสาร

6. ใส่น้ำที่ปราศจากไอออนเป็น blank ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ลงในหลอด

7. เมื่อสัญญาณเตือนดัง หน้าจอจะปรากฏ: mg/L PO_4^{3-} PV ใส่หลอดที่เป็น blank ลงในเครื่อง จากนั้นปิดฝาเครื่อง

8. กดปุ่ม: ZERO หน้าจอจะปรากฏ: Zeroing… จากนั้นจะปรากฏ: 0.0 mg/L PO_4^{3-} PV

9. ใส่สารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ลงในเครื่อง แล้วปิดฝาเครื่อง

10. กดปุ่ม: READ หน้าจอจะปรากฏ: Reading… จากนั้นจะปรากฏค่าออร์โธฟอสเฟต โดยแสดงหน่วยเป็น mg/L

การเก็บรักษาตัวอย่าง

เก็บรักษาตัวอย่างในขวดพลาสติกที่สะอาด หรือขวดแก้ว แล้วนำมาวิเคราะห์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างแล้ว แต่สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้ 48 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิ 4 °C (39°F) เมื่อจะนำมาวิเคราะห์ให้นำออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิปกติ ก่อนนำมาวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

แบบประเมินแหล่งอาศัยในลำธารต้นน้ำ (Barbour *et al*., 1999)

แบบบันทึกสถานีเก็บตัวอย่าง (Barbour *et al*., 1999)

แบบบันทึกข้อมูลเพอริไฟตอน (soft) (Barbour *et al*., 1999)

แบบบันทึกข้อมูลเพอริไฟตอน (diatom) (Barbour *et al*., 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

HABITAT ASSESSMENT FIELD DATA SHEET—HIGH GRADIENT STREAMS (FRONT)

STREAM NAME	LOCATION	
STATION #_____ RIVERMILE_____	STREAM CLASS	
LAT _____ LONG _____	RIVER BASIN	
STORET #	AGENCY	
INVESTIGATORS		
FORM COMPLETED BY	DATE _____ TIME _____ AM PM	REASON FOR SURVEY

Parameters to be evaluated in sampling reach

Habitat Parameter	Condition Category			
	Optimal	Suboptimal	Marginal	Poor
1. Epifaunal Substrate/ Available Cover	Greater than 70% of substrate favorable for epifaunal colonization and fish cover; mix of snags, submerged logs, undercut banks, cobble or other stable habitat and at stage to allow full colonization potential (i.e., logs/snags that are not new fall and not transient).	40-70% mix of stable habitat; well-suited for full colonization potential; adequate habitat for maintenance of populations; presence of additional substrate in the form of newfall, but not yet prepared for colonization (may rate at high end of scale).	20-40% mix of stable habitat; habitat availability less than desirable; substrate frequently disturbed or removed.	Less than 20% stable habitat; lack of habitat is obvious; substrate unstable or lacking.
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
2. Embeddedness	Gravel, cobble, and boulder particles are 0-25% surrounded by fine sediment. Layering of cobble provides diversity of niche space.	Gravel, cobble, and boulder particles are 25-50% surrounded by fine sediment.	Gravel, cobble, and boulder particles are 50-75% surrounded by fine sediment.	Gravel, cobble, and boulder particles are more than 75% surrounded by fine sediment.
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
3. Velocity/Depth Regime	All four velocity/depth regimes present (slow-deep, slow-shallow, fast-deep, fast-shallow). (Slow is < 0.3 m/s, deep is > 0.5 m.)	Only 3 of the 4 regimes present (if fast-shallow is missing, score lower than if missing other regimes).	Only 2 of the 4 habitat regimes present (if fast-shallow or slow-shallow are missing, score low).	Dominated by 1 velocity/ depth regime (usually slow-deep).
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
4. Sediment Deposition	Little or no enlargement of islands or point bars and less than 5% of the bottom affected by sediment deposition.	Some new increase in bar formation, mostly from gravel, sand or fine sediment; 5-30% of the bottom affected; slight deposition in pools.	Moderate deposition of new gravel, sand or fine sediment on old and new bars; 30-50% of the bottom affected; sediment deposits at obstructions, constrictions, and bends; moderate deposition of pools prevalent.	Heavy deposits of fine material, increased bar development; more than 50% of the bottom changing frequently; pools almost absent due to substantial sediment deposition.
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
5. Channel Flow Status	Water reaches base of both lower banks, and minimal amount of channel substrate is exposed.	Water fills >75% of the available channel; or <25% of channel substrate is exposed.	Water fills 25-75% of the available channel, and/or riffle substrates are mostly exposed.	Very little water in channel and mostly present as standing pools.
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0

ภาพผนวกที่ ข1 แบบประเมินแหล่งอาศัยในลำธารต้นน้ำ (Barbour *et al*., 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

HABITAT ASSESSMENT FIELD DATA SHEET—HIGH GRADIENT STREAMS (BACK)

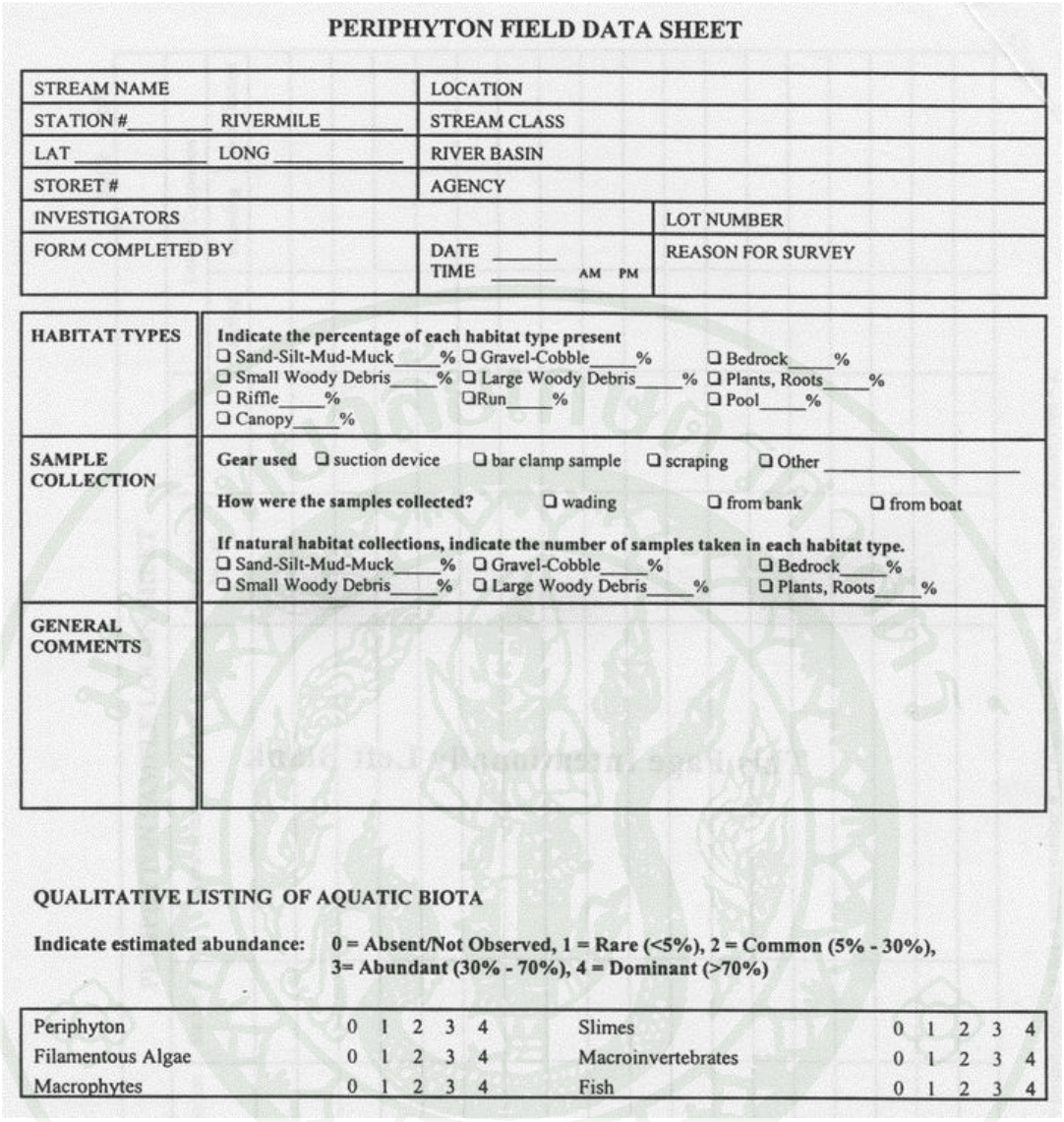
Parameters to be evaluated broader than sampling reach

Habitat Parameter	Condition Category			
	Optimal	Suboptimal	Marginal	Poor
6. Channel Alteration	Channelization or dredging absent or minimal; stream with normal pattern.	Some channelization present, usually in areas of bridge abutments; evidence of past channelization, i.e., dredging, (greater than past 20 yr) may be present, but recent channelization is not present.	Channelization may be extensive; embankments or shoring structures present on both banks; and 40 to 80% of stream reach channelized and disrupted.	Banks shored with gabion or cement; over 80% of the stream reach channelized and disrupted. Instream habitat greatly altered or removed entirely.
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
7. Frequency of Riffles (or bends)	Occurrence of riffles relatively frequent; ratio of distance between riffles divided by width of the stream <7:1 (generally 5 to 7); variety of habitat is key. In streams where riffles are continuous, placement of boulders or other large, natural obstruction is important.	Occurrence of riffles infrequent; distance between riffles divided by the width of the stream is between 7 to 15.	Occasional riffle or bend; bottom contours provide some habitat; distance between riffles divided by the width of the stream is between 15 to 25.	Generally all flat water or shallow riffles; poor habitat; distance between riffles divided by the width of the stream is a ratio of >25.
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
8. Bank Stability (score each bank) Note: determine left or right side by facing downstream.	Banks stable; evidence of erosion or bank failure absent or minimal; little potential for future problems. <5% of bank affected.	Moderately stable; infrequent, small areas of erosion mostly healed over. 5-30% of bank in reach has areas of erosion.	Moderately unstable; 30-60% of bank in reach has areas of erosion; high erosion potential during floods.	Unstable; many eroded areas; "raw" areas frequent along straight sections and bends; obvious bank sloughing; 60-100% of bank has erosional scars.
SCORE ___ (LB)	Left Bank 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
SCORE ___ (RB)	Right Bank 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
9. Vegetative Protection (score each bank)	More than 90% of the streambank surfaces and immediate riparian zone covered by native vegetation, including trees, understory shrubs, or nonwoody macrophytes; vegetative disruption through grazing or mowing minimal or not evident; almost all plants allowed to grow naturally.	70-90% of the streambank surfaces covered by native vegetation, but one class of plants is not well-represented; disruption evident but not affecting full plant growth potential to any great extent; more than one-half of the potential plant stubble height remaining.	50-70% of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption obvious; patches of bare soil or closely cropped vegetation common; less than one-half of the potential plant stubble height remaining.	Less than 50% of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption of streambank vegetation is very high; vegetation has been removed to 5 centimeters or less in average stubble height.
SCORE ___ (LB)	Left Bank 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
SCORE ___ (RB)	Right Bank 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
10. Riparian Vegetative Zone Width (score each bank riparian zone)	Width of riparian zone >18 meters; human activities (i.e., parking lots, roadbeds, clear-cuts, lawns, or crops) have not impacted zone.	Width of riparian zone 12-18 meters; human activities have impacted zone only minimally.	Width of riparian zone 6-12 meters; human activities have impacted zone a great deal.	Width of riparian zone <6 meters: little or no riparian vegetation due to human activities.
SCORE ___ (LB)	Left Bank 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
SCORE ___ (RB)	Right Bank 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0

Total Score _____

ภาพผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



PERIPHYTON FIELD DATA SHEET

STREAM NAME	LOCATION	
STATION #_____ RIVERMILE_____	STREAM CLASS	
LAT _____ LONG _____	RIVER BASIN	
STORET #	AGENCY	
INVESTIGATORS		LOT NUMBER
FORM COMPLETED BY	DATE _____ TIME _____ AM PM	REASON FOR SURVEY

HABITAT TYPES	**Indicate the percentage of each habitat type present** ❑ Sand-Silt-Mud-Muck_____% ❑ Gravel-Cobble_____% ❑ Bedrock_____% ❑ Small Woody Debris_____% ❑ Large Woody Debris_____% ❑ Plants, Roots_____% ❑ Riffle_____% ❑Run_____% ❑ Pool_____% ❑ Canopy_____%
SAMPLE COLLECTION	**Gear used** ❑ suction device ❑ bar clamp sample ❑ scraping ❑ Other _____ **How were the samples collected?** ❑ wading ❑ from bank ❑ from boat **If natural habitat collections, indicate the number of samples taken in each habitat type.** ❑ Sand-Silt-Mud-Muck_____% ❑ Gravel-Cobble_____% ❑ Bedrock_____% ❑ Small Woody Debris_____% ❑ Large Woody Debris_____% ❑ Plants, Roots_____%
GENERAL COMMENTS	

QUALITATIVE LISTING OF AQUATIC BIOTA

Indicate estimated abundance: **0 = Absent/Not Observed, 1 = Rare (<5%), 2 = Common (5% - 30%), 3= Abundant (30% - 70%), 4 = Dominant (>70%)**

Periphyton	0	1	2	3	4	Slimes	0	1	2	3	4
Filamentous Algae	0	1	2	3	4	Macroinvertebrates	0	1	2	3	4
Macrophytes	0	1	2	3	4	Fish	0	1	2	3	4

ภาพผนวกที่ ข2 แบบบันทึกสถานีเก็บตัวอย่าง (Barbour *et al*., 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PERIPHYTON SOFT ALGAE LABORATORY BENCH SHEET (FRONT)

page _____ of _____

STREAM NAME		LOCATION	
STATION #	RIVERMILE	STREAM CLASS	
LAT	LONG	RIVER BASIN	
STORET #	LOT #	AGENCY	
COLLECTORS INITIALS	DATE	TAXONOMISTS INITIALS	DATE
SUBSAMPLE TARGET FOR SOFT ALGAE	❑ 300 ❑ 400 ❑ 500 ❑ Other ___		

TAXA NAME	TALLY	CODE	# OF CELLS	TCR

Taxonomic certainty ratings (TCR) can be determined for each taxa or for the laboratory as a whole. The TCR scale is 1-5, with: 1 = most certain and 5 = least certain. If rating is 3-5, give reason. The number of cells for filamentous algae is an estimate of relative biomass.

Total No. Algal cells _____ **Total No. Taxa** _____

ภาพผนวกที่ ข3 แบบบันทึกข้อมูลเพอริไฟตอน (soft) (Barbour *et al*., 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PERIPHYTON SOFT ALGAE LABORATORY BENCH SHEET (BACK)

STREAM IDENTIFICATION CODE	DATE COUNTED
COUNTED TRANSECT LENGTH	COUNTED TRANSECT WIDTH
SIZE OF COVERGLASS	TOTAL SAMPLE VOLUME
VOLUME OF SAMPLE ON COVERGLASS	SAMPLE DILUTION FACTOR
PROPORTION OF SAMPLE COUNTED	AREA OF SUBSTRATE SAMPLED
TOTAL NUMBER OF CELLS COUNTED	TOTAL ASSEMBLAGE CELL DENSITY

TAXONOMY

ID _____

Date _____

Explain TCR ratings of 3-5:

Other Comments (e.g. condition of algae):

QC: ❑ YES ❑ NO QC Checker _____

Algal recognition ❑ pass ❑ fail
Verification complete ❑ YES ❑ NO

General Comments (use this space to add additional comments):

ภาพผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PERIPHYTON DIATOM LABORATORY BENCH SHEET (FRONT)

page _____ of _____

STREAM NAME		LOCATION	
STATION #	RIVERMILE	STREAM CLASS	
LAT	LONG	RIVER BASIN	
STORET #	LOT #	AGENCY	
COLLECTORS INITIALS	DATE	TAXONOMISTS INITIALS	DATE
SUBSAMPLE TARGET FOR DIATOM	❑ 300 ❑ 400 ❑ 600 ❑ Other ____		

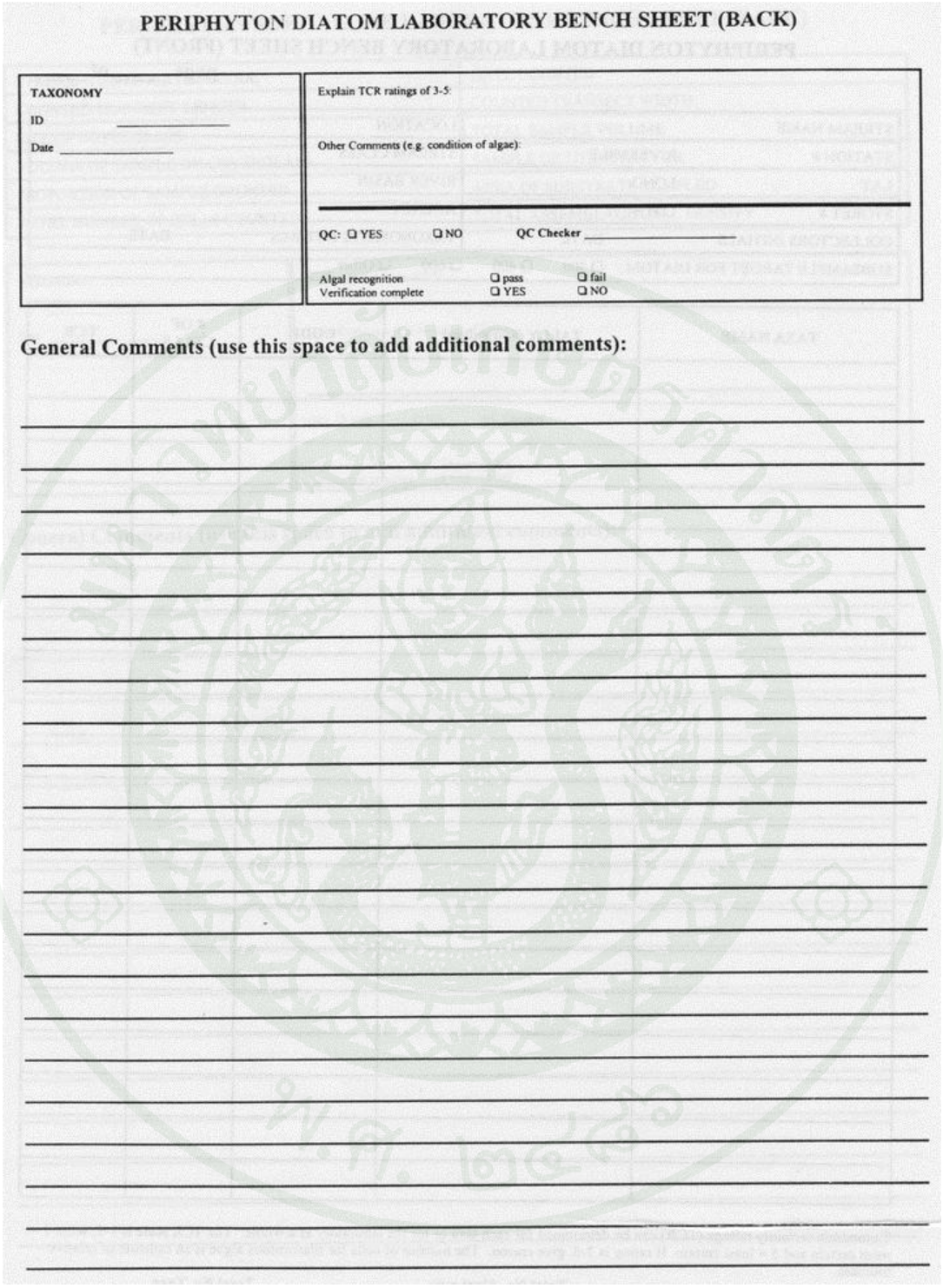
TAXA NAME	TALLY (# of valves)	CODE	# OF CELLS	TCR

Taxonomic certainty ratings (TCR) can be determined for each taxa or for the laboratory as a whole. The TCR scale is 1-5, with: 1 = most certain and 5 = least certain. If rating is 3-5, give reason. The number of cells for filamentous algae is an estimate of relative biomass.

Total No. Algal cells _____ **Total No. Taxa** _____

ภาพผนวกที่ ข4 แบบบันทึกข้อมูลเพอริไฟตอน (diatom) (Barbour *et al*., 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



PERIPHYTON DIATOM LABORATORY BENCH SHEET (BACK)

TAXONOMY

ID _____

Date _____

Explain TCR ratings of 3-5:

Other Comments (e.g. condition of algae):

QC: ❑ YES ❑ NO QC Checker _____

Algal recognition ❑ pass ❑ fail
Verification complete ❑ YES ❑ NO

General Comments (use this space to add additional comments):

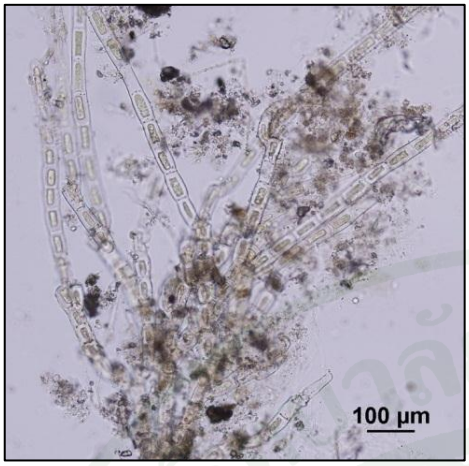
ภาพผนวกที่ ข4 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

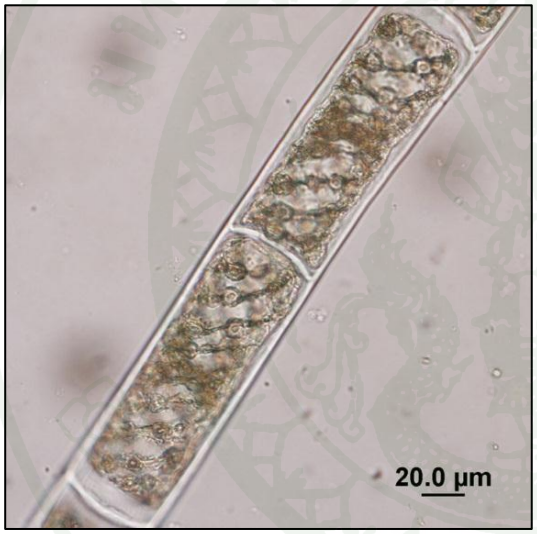
ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ของเพอริไฟตอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

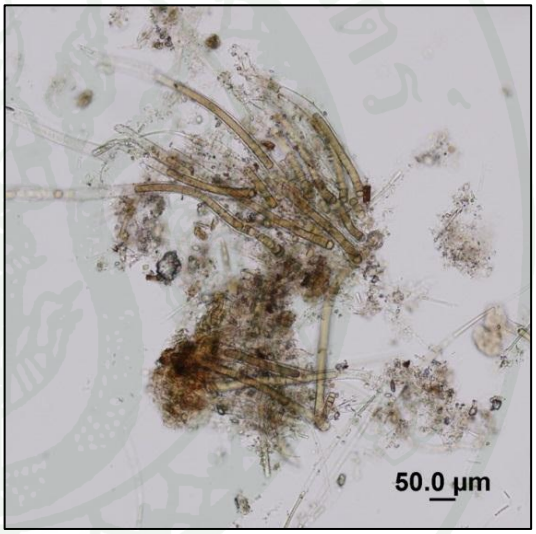


Audouinella sp. ใน Division Rhodophyta

Oedogonium sp. ใน Division Chlorophyta



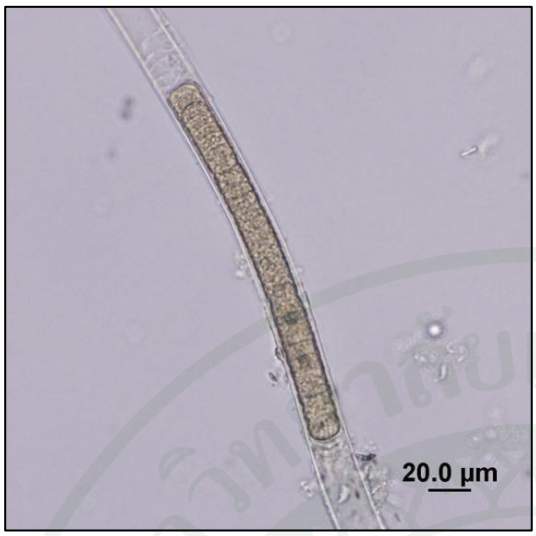
Spirogyra sp. ใน Division Chlorophyta



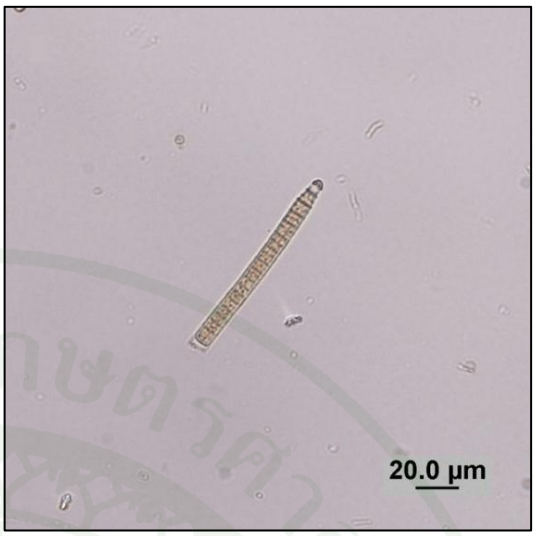
Calotrix sp. ใน Division Cyanophyta

ภาพผนวกที่ ค1 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ของเพอริไฟตอน (soft) ที่พบเด่นในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก

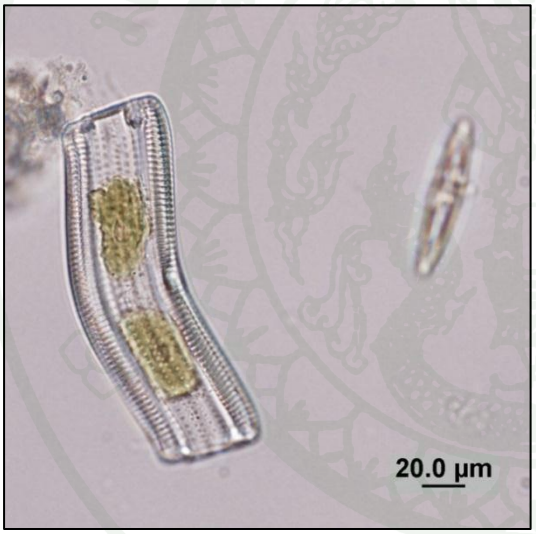
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



Lyngbya sp. ใน Division Cyanophyta



Phormidium sp. ใน Division Cyanophyta

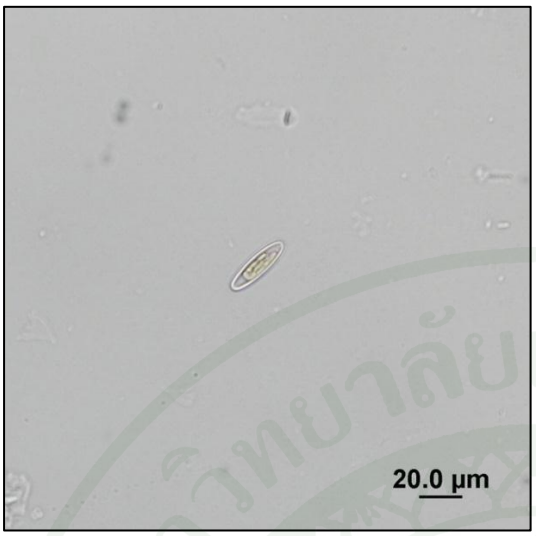


Achnanthes sp. ใน Division Bacillariophyta

Cymbella sp. ใน Division Bacillariophyta

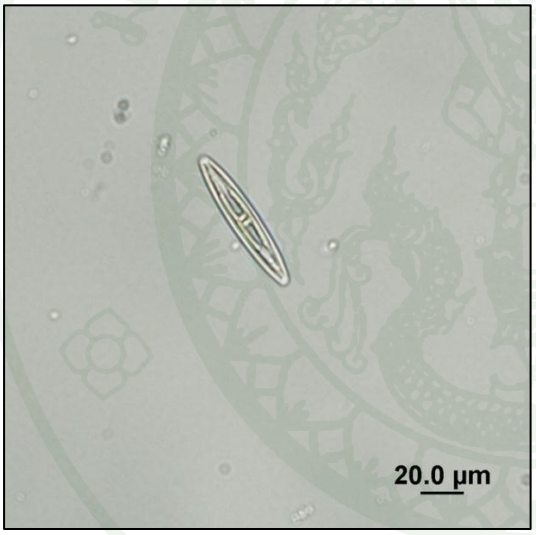
ภาพผนวกที่ ค1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

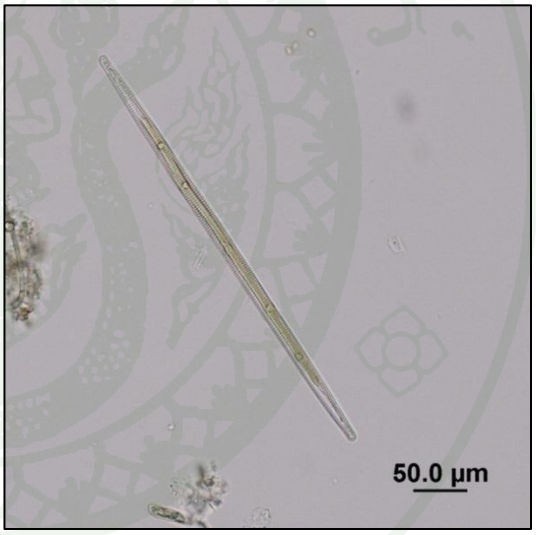


Cocconeis sp. ใน Division Bacillariophyta

Gomphonema sp. ใน Division Bacillariophyta



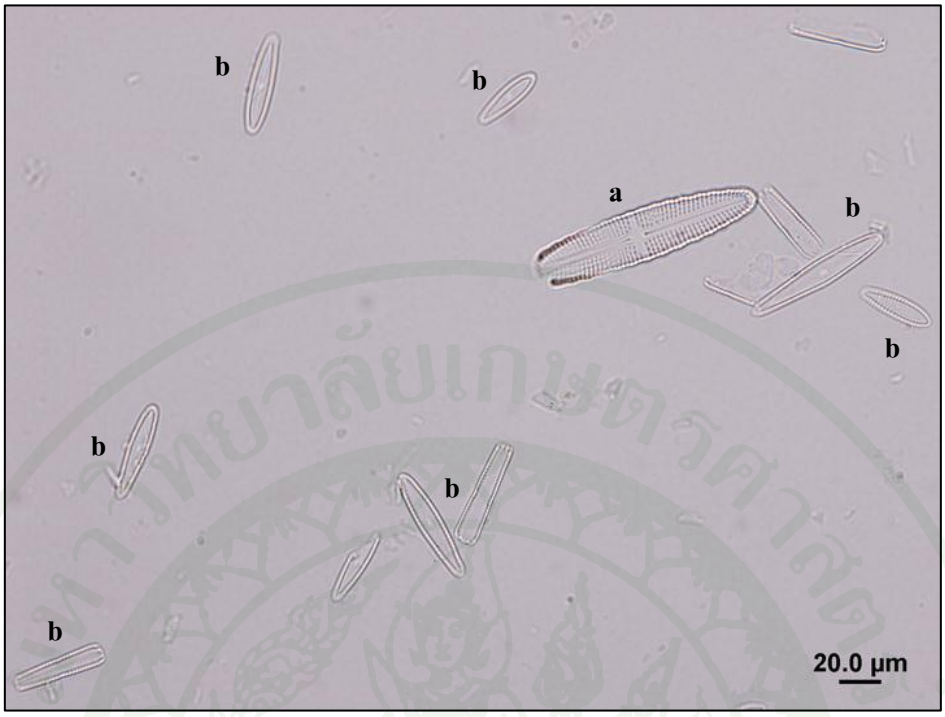
Navicula sp. ใน Division Bacillariophyta



Synedra sp. ใน Division Bacillariophyta

ภาพผนวกที่ ค1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

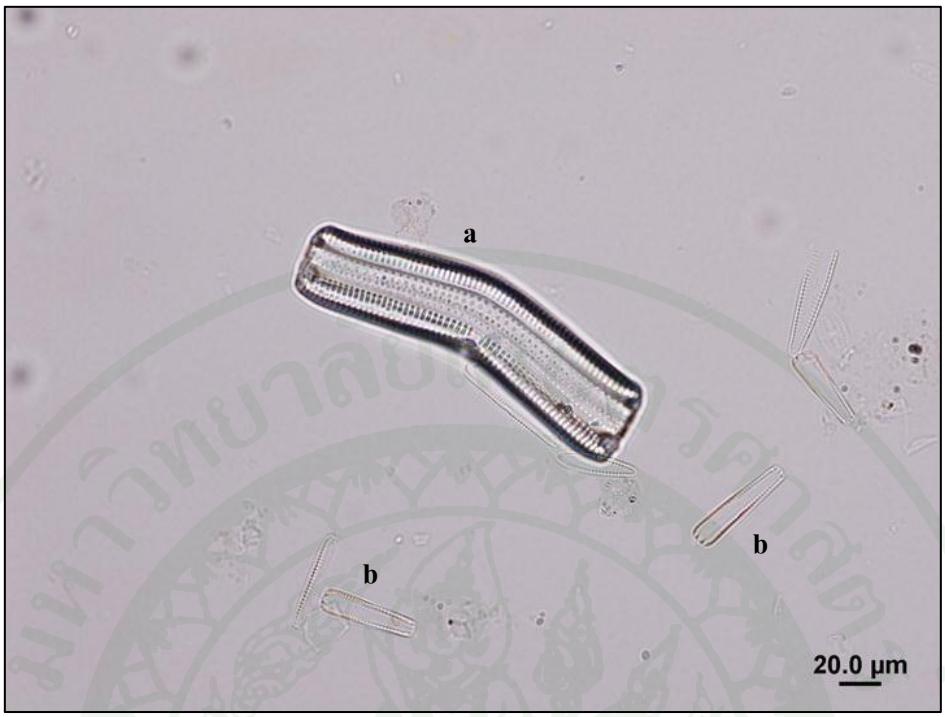


a. *Achnanthes* sp. และ b. *Gomphonema* spp. ใน Division Bacillariophyta

c. *Cocconeis* sp. ใน Division Bacillariophyta

ภาพผนวกที่ ค2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ของเพอริไฟตอน (diatom) ที่พบเด่นในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



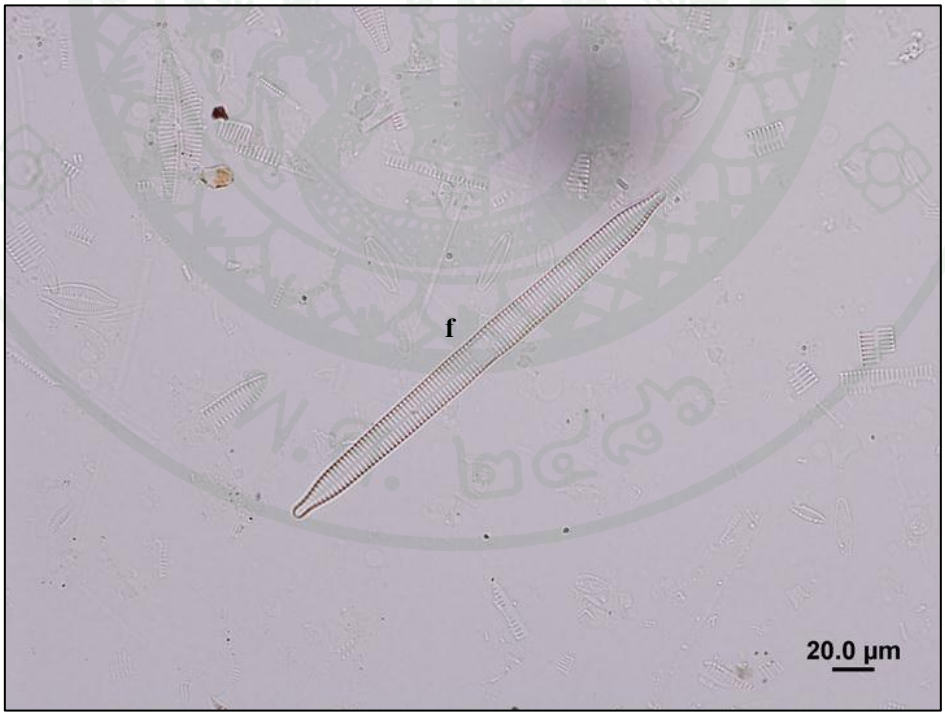
a. *Achnanthes* sp. และ b. *Gomphonema* spp. ใน Division Bacillariophyta

d. *Cymbella* sp. ใน Division Bacillariophyta

ภาพผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

b. *Gomphonema* spp., c. *Cocconeis* sp. และ e. *Navicula* sp. ใน Division Bacillariophyta



f. *Synedra* sp. ใน Division Bacillariophyta

ภาพผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ค่าตัวแปรทางชีวภาพในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง1 ค่าตัวแปรทางชีวภาพของสาหร่าย (soft algae) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552

สถานีเก็บตัวอย่าง	ตัวแปรทางชีวภาพ									
	No. of Genera	No. of Divisions	H' of diatoms	H'	%diatom	%non-diatom	%Cyanophyta	%Chlorophyta	%Rhodophyta	%*Lyngbya*
KY1Dec08	15	3	0.146624	0.362996	52.68817	47.31183	43.01075	4.301075	0	17.2043
KY2Dec08	19	4	0.078622	0.312933	79.6748	20.3252	6.910569	8.943089	4.471545	0.813008
KY3Dec08	12	4	0.148133	0.48125	51.69492	48.30508	21.18644	24.57627	2.542373	14.40678
KY4Dec08	25	4	0.136693	0.473461	58.26087	41.73913	23.47826	7.826087	10.43478	2.608696
KY5Dec08	18	4	0.157746	0.539399	31.09244	68.90756	33.61345	30.2521	5.042017	7.563025
KY6Dec08	16	4	0.152968	0.483815	48.0315	51.9685	31.49606	18.11024	2.362205	15.74803
PK1Dec08	15	3	0.142742	0.36421	55.03356	44.96644	40.26846	4.697987	0	12.08054
PK2Dec08	13	3	0.056945	0.205853	85.83333	14.16667	11.66667	0	2.5	5
KY1Apr09	14	3	0.130308	0.331038	61.29032	38.70968	36.12903	2.580645	0	18.06452
KY2Apr09	19	4	0.117394	0.377097	66.66667	33.33333	25.55556	5	2.777778	7.222222
KY3Apr09	15	4	0.153716	0.505677	47.36842	52.63158	15.78947	31.57895	5.263158	0
KY4Apr09	16	3	0.137544	0.370788	57.83133	42.16867	36.14458	6.024096	0	3.614458
KY5Apr09	10	4	0.158327	0.492846	31.95876	68.04124	39.17526	27.83505	1.030928	3.092784
KY6Apr09	14	3	0.092118	0.309453	75.5102	24.4898	16.32653	8.163265	0	4.081633
PK1Apr09	21	4	0.131573	0.412472	60.71429	39.28571	28.06122	9.693878	1.530612	15.81633
PK2Apr09	13	3	0.092905	0.303407	75.25773	24.74227	18.5567	6.185567	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

สถานีเก็บตัวอย่าง	ตัวแปรทางชีวภาพ									
	%Phormidium	*%Calotrix*	*%Oedogonium*	*%Synedra*	*%Achnanthes*	*%Diploneis*	*%Gomphonema*	*%Navicula*	*%Cymbella*	*%Ach/(Ach+Nav)*
KY1Dec08	9.677419	2.150538	0	18.27957	10.75269	1.075269	9.677419	7.526882	4.301075	58.82353
KY2Dec08	0	2.439024	5.691057	21.54472	23.17073	5.284553	13.00813	2.845528	2.03252	89.0625
KY3Dec08	3.389831	3.389831	24.57627	1.694915	4.237288	4.237288	23.72881	12.71186	4.237288	25
KY4Dec08	6.086957	1.73913	6.086957	1.73913	10.43478	5.217391	2.608696	12.17391	0.869565	46.15385
KY5Dec08	9.243697	11.76471	30.2521	9.243697	1.680672	3.361345	2.521008	7.563025	1.680672	18.18182
KY6Dec08	0.787402	14.17323	18.11024	3.149606	8.661417	7.086614	3.149606	8.661417	3.149606	50
PK1Dec08	14.7651	10.73826	1.342282	0	5.369128	7.38255	11.4094	18.79195	7.38255	22.22222
PK2Dec08	0	5.833333	0	9.166667	5.833333	5.833333	20.83333	18.33333	21.66667	24.13793
KY1Apr09	5.16129	8.387097	1.935484	3.225806	0.645161	0.645161	49.67742	1.935484	3.225806	25
KY2Apr09	3.888889	1.666667	3.333333	2.777778	13.88889	10.55556	18.88889	11.11111	7.222222	55.55556
KY3Apr09	1.754386	1.754386	3.508772	8.77193	0	1.754386	1.754386	8.77193	8.77193	0
KY4Apr09	2.409639	18.07229	6.024096	1.204819	8.433735	8.433735	8.433735	10.84337	12.04819	43.75
KY5Apr09	0	36.08247	26.80412	0	0	4.123711	4.123711	4.123711	10.30928	0
KY6Apr09	6.122449	6.122449	0	7.142857	2.040816	5.102041	0	10.20408	30.61224	16.66667
PK1Apr09	2.040816	9.183673	5.612245	23.46939	0	0	7.142857	4.591837	15.81633	0
PK2Apr09	0	14.43299	0	32.98969	0	0	0	0	19.58763	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

สถานีเก็บตัวอย่าง	ตัวแปรทางชีวภาพ								
	%*Cym*/(*Cym*+*Nav*)	%eutraphentic	%acidobiontic	%prostrate	%erect	%stalked	%unattached	%variable	%motile
KY1Dec08	36.36364	48.97959	0	36.73469	34.69388	26.53061	0	2.040816	14.28571
KY2Dec08	41.66667	32.65306	2.55102	44.38776	27.04082	18.87755	4.081633	5.612245	4.081633
KY3Dec08	25	27.86885	0	40.98361	3.278689	54.09836	0	0	24.59016
KY4Dec08	6.666667	28.35821	14.92537	77.61194	2.985075	5.970149	7.462687	2.985075	28.35821
KY5Dec08	18.18182	54.05405	5.405405	51.35135	29.72973	13.51351	0	5.405405	27.02703
KY6Dec08	26.66667	26.22951	1.639344	54.09836	6.557377	13.11475	0	0	19.67213
PK1Dec08	28.20513	39.02439	0	64.63415	0	34.14634	0	1.219512	34.14634
PK2Dec08	54.16667	34.95146	1.941748	37.86408	10.67961	49.51456	1.941748	0	21.35922
KY1Apr09	62.5	8.421053	3.157895	8.421053	5.263158	86.31579	0	0	3.157895
KY2Apr09	39.39394	20.83333	1.666667	55.83333	4.166667	39.16667	0	0	16.66667
KY3Apr09	50	51.85185	0	37.03704	18.51852	22.22222	0	22.22222	18.51852
KY4Apr09	52.63158	22.91667	0	54.16667	2.083333	35.41667	4.166667	0	18.75
KY5Apr09	71.42857	41.93548	0	54.83871	0	45.16129	0	0	12.90323
KY6Apr09	75	37.83784	0	37.83784	9.459459	40.54054	0	6.756757	13.51351
PK1Apr09	77.5	51.2605	0.840336	21.0084	38.65546	37.81513	0	2.521008	14.28571
PK2Apr09	100	47.94521	2.739726	10.9589	43.83562	26.0274	0	16.43836	4.109589

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง2 ค่าตัวแปรทางชีวภาพของไดอะตอม (diatom) ที่พบในแต่ละสถานีในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนเมษายน 2552

สถานีเก็บตัวอย่าง	ตัวแปรทางชีวภาพ								
	No. of Genera	H' of diatoms	%*Cyclotella*	%*Fragilaria*	%*Synedra*	%*Achnanthes*	%*Cocconeis*	%*Amphora*	%*Frustulia*
KY1Dec08	14	0.377679	0	0	6.333333	14	0	0	0.333333
KY2Dec08	5	0.244701	0	0	19	77	2.666667	0	0
KY3Dec08	10	0.542818	0	0	13.66667	32	17	0	0
KY4Dec08	17	0.471824	0	0	3	25	34.66667	0.333333	0
KY5Dec08	9	0.413952	0.333333	0	14.66667	66	3.333333	0	0
KY6Dec08	7	0.353254	0	0	3.333333	69.33333	4	0	0
PK1Dec08	16	0.544507	0	0.333333	5	26	6.333333	0	0
PK2Dec08	13	0.504172	0	0	4	6.333333	4	1.333333	0
KY1Apr09	11	0.336871	0	0	2	16.33333	1.666667	0	0
KY2Apr09	9	0.340915	0	0	1	61.66667	5.666667	0	0
KY3Apr09	14	0.440272	0	0.333333	4	56.66667	5	0.333333	0
KY4Apr09	11	0.502029	0	0	1.666667	52.33333	2	1.333333	0
KY5Apr09	7	0.43867	0	0	0.666667	56	1	0	0
KY6Apr09	9	0.407329	0	0	1	22.66667	2.333333	2.333333	0
PK1Apr09	11	0.621144	0	0	28.66667	4	2	1.666667	0
PK2Apr09	16	0.626846	0	1.333333	42.66667	15.33333	3.666667	0.333333	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

สถานีเก็บตัวอย่าง	ตัวแปรทางชีวภาพ							
	%*Gomphonema*	%*Navicula*	%*Nitzschia*	%*Cymbella*	%*Surirella*	%*Ach*/(*Ach*+*Nav*)	%*Cym*/(*Cym*+*Nav*)	%*Cym*+*Encyonema*
KY1Dec08	62.66667	7	0	1.333333	0	66.66667	16	5
KY2Dec08	0.666667	0	0	0.666667	0	100	100	0.666667
KY3Dec08	6.666667	8	0	15.66667	0.333333	80	66.19718	15.66667
KY4Dec08	16.33333	3.333333	1.333333	6.666667	0.333333	88.23529	66.66667	6.666667
KY5Dec08	3.666667	1.666667	0	5.666667	0	97.53695	77.27273	5.666667
KY6Dec08	4.333333	1.666667	0	5	0	97.65258	75	5
PK1Dec08	15.66667	28	0.333333	13	1.333333	48.14815	31.70732	14.33333
PK2Dec08	29	22.33333	0	28.66667	0.333333	22.09302	56.20915	29
KY1Apr09	66	8.333333	0	2.333333	0.333333	66.21622	21.875	3
KY2Apr09	21.33333	6	0	1.666667	0	91.133	21.73913	3
KY3Apr09	15.33333	5.333333	0	9.666667	0	91.39785	64.44444	9.666667
KY4Apr09	13.33333	11.33333	0	9.333333	1.666667	82.19895	45.16129	9.333333
KY5Apr09	15.66667	4	0	17	0	93.33333	80.95238	17
KY6Apr09	7.333333	1.666667	0	58	0	93.15068	97.2067	58
PK1Apr09	8	3.333333	0	42.66667	5.333333	54.54545	92.75362	43.33333
PK2Apr09	2	7	0	16.33333	2	68.65672	70	18.33333

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

สถานีเก็บตัวอย่าง	ตัวแปรทางชีวภาพ							
	%eutraphentic	%acidobiontic	%prostrate	%erect	%stalked	%unattached	%variable	%motile
KY1Dec08	13.33333	1	23.66667	6.333333	64	0.333333	0	7
KY2Dec08	21.66667	0	79.66667	19	1.333333	0	0	0
KY3Dec08	38.66667	0.333333	58.66667	13.66667	22.33333	0	0	8.333333
KY4Dec08	43	0	67.66667	3	23	0	0	5.333333
KY5Dec08	19.66667	0	71	14.66667	9.333333	0.333333	0	1.666667
KY6Dec08	9	0	75	3.333333	9.333333	0	0	1.666667
PK1Dec08	39.66667	0.333333	63	5	28.66667	0.333333	0.333333	29.66667
PK2Dec08	31.66667	0.333333	37.66667	4	57.66667	0	0	22.66667
KY1Apr09	12	0	28	2	68.33333	0.333333	0	8.666667
KY2Apr09	12.66667	0	74.66667	1	23	0	0	6
KY3Apr09	15	0	69.33333	4	25	0	0.333333	5.666667
KY4Apr09	16.33333	0	70.33333	1.666667	22.66667	0	0	13
KY5Apr09	5.666667	0	61	0.666667	32.66667	0	0	4
KY6Apr09	7.333333	0	29	1	65.33333	0	0	1.666667
PK1Apr09	35.66667	0	20	28.66667	50.66667	0	0	8.666667
PK2Apr09	53.66667	0.333333	35	42.66667	18.33333	0	1.333333	9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายวรรณพฤกษ์ เทียมเดช
เกิดวันที่	20 พฤษภาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
ประวัติการทำงาน	
ปี 2552	ผู้ช่วยสอนปฏิบัติการชีววิทยา (ภาคปลาย) ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปี 2554	ผู้ช่วยสอนปฏิบัติการชีววิทยา (ภาคปลาย) ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์