BRT 539033

ความหลากหลายของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำในลำน้ำแม่ลา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร

ประเสริฐ ไชยถา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2541

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคาร สวทช. กลุ่มงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

5 ส.ค. 2542

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร

ประเสริฐ ไวยะกา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2541

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร

ประเสริฐ ไวยะกา

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2541

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี
ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร

ประเสริฐ ไวยะกา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี พีรพรพิศาล

..... กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริทธิ์ สีตะสุวรรณ

..... กรรมการ
อาจารย์ ดร. อุราภรณ์ สอาดสุด

9 ตุลาคม 2541

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี พีรพรพิศาล ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา แนะแนวทางในการทำวิจัยตลอดจนตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดี

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริทธิ์ สีตะสุวรรณ อาจารย์ ดร. อุราภรณ์ สิอาดสุด และผู้ช่วยศาสตราจารย์ มรกต สุกโชติรัตน์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขงานวิจัยให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เกตุ กรุดพันธ์ ดร. พลยุทธ สุขสมิติ และคุณประนอม พูดเพราะ ที่ได้อนุเคราะห์ด้านการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สมร คลื่นสุวรรณ อาจารย์ฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร ขอขอบคุณพี่สาคร พรหมขัติแก้ว พี่ประพัฒน์ เผ่าพัฒน์ และสมาชิกหน่วยวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่าง

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ที่คอยช่วยเหลือทุก ๆ ด้าน และขอบคุณ คุณหทัยทิพย์ ใครบุตร ผู้เป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่ง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี

ประเสริฐ ไวยะกา

BRT 539033

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร

ชื่อผู้เขียน นาย ประเสริฐ ไวยะกา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ :

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี พีรพรพิศาล	**ประธานกรรมการ**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	**กรรมการ**
อาจารย์ ดร. อุราภรณ์ สอาดสุด	**กรรมการ**

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา ระหว่างเดือนมีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541 จากจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุดตามระดับความสูงจากน้ำทะเล 650 - 1,075 เมตร โดยศึกษาควบคู่ไปกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี พบเบนทิคอัลจี ประเภทไดอะตอมมากที่สุด คือ 106 ชนิด รองลงมาคือแพลงก์ตอนพืช 102 ชนิด และสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสาย 11 ชนิด เบนทิคอัลจีที่เป็นชนิดเด่นได้แก่ *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith และ *Navicula cryptocephala* Kützing แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะเป็นไดอะตอมเช่นกัน ได้แก่ *Melosira varians* Agardh, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot และ *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายได้แก่ *Spirogyra* spp. (6 ชนิด), *Cladophora* sp., *Ceramium* sp., *Gloeotrichia echinulata* (J. E. Smith) P. Richler, *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lag. และ *Rhizoclonium* sp.

พบเบนทิคอัลจีที่บ่งบอกคุณภาพน้ำที่มีสภาพ eutrophication ได้แก่ *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg และ *Cymbella silesiaca* Bleisch พบเบนทิคอัลจีกลุ่มที่ไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม คือ *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith และ *Achnanthes minutissima* Kützing

Research Title Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 600 - 1,075 m

Author Mr. Prasert Waiyaka

M. S. Biology

Examining Committee :

•	Assistant Prof. Dr. Yuwadee	Peerapornpisal	**Chairman**
	Assistant Prof. Dr. Narit	Sitasuwan	**member**
	Lecturer Dr. Uraporn	Sardsud	**member**

Abstract

Diversity of phytoplankton and benthic algae in Mae-Sa stream from 6 sampling sites at the altitude 650 - 1,075 m above sea level were invesigated (during March 1997 to February 1998) along with the physico-chemical water quality. One hundred and six species of benthic algae, mostly diatom, were found followed by 102 species of phytoplankton and 11 species of filamentous macroalgae. The majority of benthic algae were *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith and *Navicula cryptocephala* Kützing whereas the phytoplankton were *Melosira varians* Agardh, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot and *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg. Filamentous macroalgae such as *Spirogyra* spp. (6 species), *Cladophora* sp., *Ceramium* sp., *Gloeotrichia echinulata* (J. E. Smith) P. Richler, *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lag. and *Rhizoclonium* sp. were also found.

Benthic algae which were indicator of eutrophication were *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg and *Cymbella silesiaca* Bleisch The sensitive groups were *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith and *Achnanthes minutissima* Kützing.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพประกอบ	ฌ
สารบัญแผ่นภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	14
บทที่ 4 ผลการวิจัย	20
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	73
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	77
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	83
ประวัติผู้เขียน	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (หมู่บ้านกองแหะ) ในฤดูร้อน ฝน และหนาว	30
2	ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ)	33
3	ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ป่างช้างโป่งแยง)	35
4	ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บ้านศรีม่วงคำ)	37
5	ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี)	39
6	ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์)	41
7	ชนิด และ Relative abundance ของเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา ในฤดูร้อน	53
8	ชนิด และ Relative abundance ของเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา ในฤดูฝน	57
9	ชนิด และ Relative abundance ของเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา ในฤดูหนาว	60
10	ชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบตามจุดเก็บตัวอย่างของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ฤดูร้อน	71
11	ชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบตามจุดเก็บตัวอย่างของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ฤดูหนาว	71
12	คุณภาพน้ำลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จัดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	72
13	คุณภาพน้ำลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จัดตาม Trophic index	72
14	คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูร้อน	84

สารบัญตาราง

ตารางที่ (ต่อ)		หน้า
15	คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูฝน	84
16	คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูหนาว	84
17	สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูร้อน	85
18	สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูฝน	86
19	สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูหนาว	87
20	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	88
21	รายชื่อ (checklist) ของไดอะตอมที่ใช้ให้คะแนนระดับของ Trophic state	93

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงลำน้ำแม่สาและจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด	16
2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1-3 (หมู่บ้านกองแหะ สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ และปางช้างโป่งแยง) เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ฤดู ฤดูร้อน ฤดูฝนและฤดูหนาว	21
3	substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (หมู่บ้านกองแหะ) ในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว	22
4	substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ)	23
5	substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ (ปางช้างโป่งแยง)	24
6	จุดเก็บตัวอย่างที่ 4-6 (บ้านศรีม่วงคำ หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี และสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์) เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ฤดู ฤดูร้อน ฤดูฝนและฤดูหนาว	26
7	substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บ้านศรีม่วงคำ) ในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว	27
8	substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี)	28
9	substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์)	29
10	จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา (มีนาคม 2540 – กุมภาพันธ์ 2541)	51
11	ค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	52
12	ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	52
13	ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	53
14	ความเร็วของกระแสน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	64
15	ค่าการนำไฟฟ้าในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	64
16	อุณหภูมิในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	65

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่ (ต่อ)		หน้า
17	ความขุ่นในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	65
18	ค่าความเป็นกรดด่างในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	66
19	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	66
20	BOD ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	67
21	ค่าความเป็นด่าง ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	67
22	ไนเตรท ไนโตรเจน ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	68
23	แอมโมเนียม ไนโตรเจน ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	68
24	SRP ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	69
25	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา	70

สารบัญแผ่นภาพ

แผ่นภาพที่		หน้า
1	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ	43
2	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ	44
3	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)	45
4	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)	46
5	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)	47
6	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)	48
7	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด	49
8	ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (ต่อ)	50

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลของปัญหาดังกล่าวได้มีอิทธิพลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรพืช สัตว์และจุลินทรีย์ การสูญเสียที่เกิดขึ้นกับจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไม่สามารถประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจได้ ดังนั้นการศึกษาถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญยิ่ง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับอนุรักษ์และจัดการ เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรชีวภาพที่มีคุณค่าในด้านต่าง ๆ เหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

แพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีเป็นสาหร่ายขนาดเล็ก มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันไป มีความสำคัญในระบบนิเวศทางน้ำ โดยเป็นผู้ผลิตออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำและยังเป็นผู้ผลิตลำดับแรก ๆ ในสายใยอาหาร นอกจากนี้ก็ยังมีบทบาทอย่างสำคัญในการเคลื่อนย้ายพลังงานของระบบนิเวศทางน้ำ ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำจะมีมากน้อยเพียงใด สามารถทราบได้จากชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้ได้ โดยทั่วไปแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีหลายชนิดจะพบกระจายอยู่ทั่วโลก แต่บางชนิดก็พบเฉพาะในเขตอบอุ่นหรือบางชนิดจะพบเฉพาะในเขตร้อนเท่านั้น การศึกษาทางด้านแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีนั้น ส่วนใหญ่จะมีการศึกษากันในเขตอบอุ่น ส่วนในเขตร้อนก็มีการศึกษากันบ้างแต่ไม่มากนัก โดยเฉพาะในประเทศไทยของเรายังมีการศึกษากันน้อยมาก นักวิชาการได้ทำการประมาณถึงชนิดของสิ่งมีชีวิตในโลกนี้ว่ามีประมาณ 10 - 15 ล้านชนิดแต่ในปัจจุบันสิ่งมีชีวิตที่รู้จักและได้รับการตั้งชื่อ วิทยาศาสตร์มีอยู่เพียง 1.5 ล้านชนิดเท่านั้น จะเห็นได้ว่าข้อมูลในเรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในโลกนี้ยังมีอยู่น้อยมาก จึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นที่เราต้องศึกษาและหาความรู้ในเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้ต่อไป ศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้ กล่าวไว้ในปี 2538 ว่าสาหร่ายสีเขียว ซึ่งบางชนิดเป็นแพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta รู้จักกันทั่วโลกประมาณ 7,000 ชนิด แต่รู้จักกันในประเทศไทยเพียง 1,500 ชนิด พวกไดอะตอมใน Division Chrysophyta ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเบนทิคอัลจีรู้จักทั่วโลก 12,500 ชนิด รู้จักกันในประเทศไทยเพียง 700 ชนิด สาหร่ายพวกไดโนแฟลกเจลเลตรู้จักกันทั่วโลก 1,100 ชนิด รู้จักกันในประเทศไทยเพียง 300 ชนิดเท่านั้น จะเห็นได้ว่าประเทศไทยยังขาดความรู้ทางด้านความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีอย่างมาก จึงน่าจะมีการศึกษาทางด้านนี้ให้จริงจังและมากยิ่งขึ้น

แพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีแต่ละชนิดจะมีแหล่งที่อยู่อาศัยและช่วงของความทนต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน บางชนิดจะไวต่อสภาพรีดิวส์หรือออกซิไดส์ต่างจากชนิดอื่น เพราะฉะนั้นในแหล่งน้ำต่าง ๆ กันจึงมีแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีเจริญเติบโตไม่เหมือนกัน ดังนั้นแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีจึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีแนวโน้มใช้เป็นดัชนีชี้ถึงคุณภาพของแหล่งน้ำได้

งานวิจัยเรื่องนี้ได้เลือกศึกษาแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา เนื่องจากเป็นลำน้ำที่มีขนาดพอเหมาะกับการวิจัยและยังเป็นลำน้ำที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ เป็นแหล่งเกษตรกรรมและแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในเขตอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยลำน้ำแม่สาเป็นแม่น้ำสาขาสำคัญสายหนึ่งของแม่น้ำปิง ซึ่งเกิดจากการไหลรวมของลำห้วยสาขาสำคัญในท้องที่อำเภอแม่ริมจำนวน 16 สาขาด้วยกัน ความยาวของลำน้ำประมาณ 26 กิโลเมตร มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 125 ตารางกิโลเมตร ต้นกำเนิดมาจากดอยขุนน้ำสาและดอยแดนบริเวณเขตติดต่ออำเภอแม่ริม อำเภอหางดงและอำเภอสะเมิง ในเขตของจังหวัดเชียงใหม่ ไหลจากด้านทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออกผ่านบ้านกองแหะ บ้างโป่งแยงใน บ้างโป่งแยงนอก สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ บ้านแม่แมะ บ้านท่าไคร้ บ้านแม่สาน้อยและบ้าน แม่สาหลวง จากนั้นจะไหลลงสู่แม่น้ำปิงที่บริเวณบ้านแม่สาหลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ลำน้ำนี้มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 300 - 1,200 เมตร เหมาะสำหรับการศึกษาระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยเฉพาะการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในระดับความสูงต่าง ๆ กัน

สิ่งที่น่าสนใจศึกษาอีกประการหนึ่งคือ พื้นที่รับน้ำบางแห่ง เช่น ห้วยแม่สาน้อย ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่เป็นที่ตั้งของหมู่บ้านชาวเขาเผ่ามั้งซึ่งมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีการแผ้วถางป่า เพื่อปลูกพืชผัก ผลไม้เมืองหนาว และยังพบว่ามีการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงที่ไม่มีการควบคุม นอกจากนี้พื้นที่รับน้ำแหล่งอื่น ๆ ที่มีหมู่บ้านชาวเขาอาศัยอยู่พบว่ามีการเกษตรกรรมเช่นกัน จากการสำรวจหมู่บ้านในบริเวณลุ่มน้ำแม่สา 2 หมู่บ้านในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนสิงหาคม 2537 โดยโครงการอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของดินของสถาบันเทคโนโลยีเกษตรกรรมแม่โจ้ พบว่าเกษตรกรมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชถึง 18 ชนิด และมีร้อยละ 10 ของเกษตรกรที่ใช้ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชเกินอัตรา สารเคมีเหล่านี้เมื่อถูกฝนชะลงสู่แหล่งน้ำจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้ โดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำก็คือกลุ่มแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี นอกจากนี้ยังมีผลต่อสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในลำน้ำนี้ด้วย

งานวิจัยเรื่องนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ซึ่งประกอบไปด้วยสาหร่ายพวกที่เกาะอยู่บนหิน (epilithic algae) สาหร่ายพวกที่อยู่บริเวณท้องน้ำ (phytobenthos) และสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสาย (macroalgae) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงความหลากหลายของสาหร่ายดังที่ได้กล่าวมาในลำน้ำแม่สา นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาสาหร่ายเหล่านี้ควบคู่ไปกับการศึกษาคุณภาพของน้ำ โดยจะนำสิ่งมีชีวิตที่ศึกษามาเป็นดัชนีชี้ถึงคุณภาพน้ำด้วย นอกจากนี้จะทำการแยก เพาะเลี้ยงและเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีที่มีคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจ การเกษตร การแพทย์ ใน ลักษณะถาวรและมีชีวิต เพื่อเก็บรักษาลักษณะทางพันธุกรรมของสาหร่ายชนิดที่มีประโยชน์เพื่อสามารถใช้เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร

2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง species composition ของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ตามสภาพระบบนิเวศที่เปลี่ยนไป สามารถใช้เบนทิคอัลจี เป็นดัชนีชี้คุณภาพแหล่งน้ำได้

3 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการของลำน้ำแม่สา เพื่อใช้เป็นข้อมูลเสริมในการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำดังกล่าวกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืช

4 เพื่อรวบรวมลักษณะทางพันธุกรรมโดยการเพาะเลี้ยง ทำการเก็บสายพันธุ์แพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีที่มีคุณประโยชน์ในลักษณะถาวรและมีชีวิต

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

ระบบนิเวศน้ำไหล

ระบบนิเวศน้ำไหล (running water) ที่ประกอบไปด้วยแม่น้ำและลำธาร จะมีความใกล้ชิดและติดต่อโดยตรงกับพื้นที่รับน้ำ (catchment area) เมื่อมีการปนเปื้อนของสารต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมลงสู่แหล่งน้ำก็จะส่งผลต่อแหล่งน้ำที่อยู่ในลำดับถัดไป สำหรับแหล่งอาหารที่เกิดขึ้นในลำธารจะพบได้ 2 แบบ คือเกิดการพัดพามาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (allochthonous) เช่น เศษใบไม้ เศษหญ้า หรือเศษสิ่งของต่าง ๆ ที่เป็นสารอินทรีย์ และอีกแบบหนึ่งจะเกิดมาจากภายในระบบเอง (autochthonous) เช่น สาหร่ายที่เกาะอยู่บริเวณท้องน้ำ พืชน้ำ (aquatic plants) และ มอส เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะมีความสำคัญต่อสายใยอาหารที่เกิดขึ้นภายในระบบน้ำไหลเป็นอย่างมาก โดยจะทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต (producer) สิ่งมีชีวิตที่เป็นแพลงก์ตอนที่แท้จริง (true plankton) จะพบได้น้อยในระบบนิเวศแบบน้ำไหลแต่จะพบมากในน้ำที่ลึกและไหลช้า ระบบนิเวศแบบน้ำไหลจะมีลักษณะนิเวศที่แตกต่างไปจากอ่างเก็บน้ำหรือทะเลสาบที่เป็นระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง (standing water) สาเหตุเนื่องมาจากการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดแหล่งอาศัยที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ก็ยังมีปัจจัยที่มีผลต่อกลุ่มของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ปริมาณน้ำไหล ความเร็วกระแสน้ำ และแหล่งที่อยู่อาศัย (Goldman and Horne, 1983)

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศน้ำไหลได้รับความสนใจน้อยกว่าการศึกษาในแหล่งอื่น ๆ เพราะมีปัจจัยต่าง ๆ มากมายที่เข้ามามีผลต่อการศึกษาและบางครั้งปัจจัยต่าง ๆ ก็จะมีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อน เช่น สถานะของสารอาหาร (nutrients status) จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาทั้งตามระยะทางและระยะของเวลา (Round, 1973) แต่สำหรับการศึกษาเบนทิคอัลจีได้รับการสนใจและศึกษามานานแล้วโดยเฉพาะการประยุกต์ใช้เป็นดัชนีในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำไหล (Whitton, *et al.* 1991 ; Stevenson, 1996)

ความรู้เกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่เป็นอิสระในน้ำ เป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำมีขนาดเล็กตั้งแต่เซลล์เดียวจนถึงหลายเซลล์ ดำรงชีวิตแบบ autotrophic organism ลักษณะรูปร่างสีสัน หรือขนาดจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิด บางชนิดก็อยู่โดดเดี่ยว บางชนิดก็อยู่กันเป็นเส้นสาย บางชนิดก็อยู่กันเป็นกลุ่ม อาจจะเคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา หรือใช้กระแสน้ำช่วยพัดพา (กาญจนภาชน์, 2527 ; ยุวดี, 2538 ; ลัดดา, 2538) ถ้าฤดูกาลใดมีแพลงก์ตอนพืชมากก็มักจะมีสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา มากตามไปด้วย (Round, 1973) การเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชที่มากเกิน จะทำให้เห็นแหล่งน้ำเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวหรือสีเขียวแกมน้ำเงิน เนื่องมาจากในแหล่งน้ำนั้น มีปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมทำให้แพลงก์ตอนพืชใช้สารอาหารเหล่านั้นในการเจริญเติบโตและสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว

ทำให้เรามองเห็นสีของแหล่งน้ำเปลี่ยนไป สภาวะที่แหล่งน้ำมีสารอาหารอยู่มากทำให้แพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนขึ้นจนเต็มผิวน้ำ เรียกกระบวนการนี้ว่า eutrophication ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหากับแหล่งน้ำได้ เช่น อาจทำให้สิ่งมีชีวิตตายหรืออพยพไปที่อื่น น้ำขาดออกซิเจน กลิ่น สี และรสของน้ำเปลี่ยนไป แหล่งน้ำตื้นเขินรวมทั้งทำให้ทัศนียภาพเสียไป นอกจากนี้หากแพลงก์ตอนพืชชนิดนั้นสามารถสร้างสารพิษได้ก็จะก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสาธารณสุขตามมา (อาภารัตน์, 2539)

Round (1973) ได้จัดรูปร่างของแพลงก์ตอนพืช โดยอาศัยลักษณะของเซลล์ ซึ่งจะแบ่งได้เป็นพวกเซลล์เดี่ยว (unicellular) ชนิดที่เรียงตัวเป็นกลุ่ม (colony) เซลล์จะต่อเรียงกันซับซ้อนยิ่งขึ้น และพวกที่ต่อกันเป็นเส้นสาย นอกจากนี้การจัดประเภทเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในระดับ Division, Phylum, Class หรือ Order สามารถใช้หลักการณ์ต่าง ๆ ในการจัด เช่น ชนิดของรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ประเภทของอาหารสะสม องค์ประกอบของผนังเซลล์ ประเภทของหนวด และลักษณะพิเศษของโครงสร้างภายในเซลล์

ลัดดา (2538) ได้กล่าวถึงสาหร่ายที่จัดเป็นแพลงก์ตอนพืชว่าประกอบไปด้วย 7 Division ดังนี้คือ Division Cyanophyta (blue green algae), Chlorophyta (green algae), Bacillariophyta (diatom) Chrysophyta (yellow algae), Pyrrophyta (dinoflagellate), Euglenophyta (euglenoid) และ Cryptophyta (cryptomonad)

Hynes (1970) ได้กล่าวถึงการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศแบบน้ำไหล จะพบแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีมีเหมือนกับระบบนิเวศที่เป็นแบบน้ำนิ่ง แต่จะพบแพลงก์ตอนพืชในปริมาณที่มากกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืชที่พบส่วนใหญ่มักจะเป็นไดอะตอม จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณของแพลงก์ตอนที่พบจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายอย่างเช่น อายุของแม่น้ำ ความยาวของแม่น้ำ ขนาดของแม่น้ำ เป็นต้น ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำไหล ได้แก่ *Asterionella*, *Tabellaria*, *Fragilaria*, *Melosira*, *Cyclotella*, *Coscinodiscus* และ *Stephanodiscus*

นอกเหนือจากความสำคัญในระบบนิเวศแล้ว แพลงก์ตอนพืชบางชนิดยังมีคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจ การแพทย์ การเกษตร และด้านโภชนาการ ดังเช่นรายงานของ

วิสัย (2535) ได้อ้างถึงงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผลดีของสาหร่ายเซลล์เดียวจำพวก *Chlorella* ในการเป็นอาหารเสริม เพื่อช่วยในการสร้างภูมิต้านทาน ป้องกันความชรา รักษาโรคต่าง ๆ ซึ่งจะเหมาะสำหรับผู้ป่วยระยะพักฟื้น

เจียมจิตร (2535) กล่าวถึงคุณสมบัติของสาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina platensis*) ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีโปรตีน 60 - 70 เปอร์เซนต์ ของน้ำหนักแห้ง มีเกลือแร่และธาตุอาหารที่เสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่ร่างกาย

กาญจนภาชน์ (2527) กล่าวว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนได้ เช่น *Nostoc* และ *Anabeana* จึงมีการนำมาใช้ในการเกษตร เช่นใช้ร่วมกับการปลูกข้าว ทำให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้น

ความรู้เกี่ยวกับเบนทิคอัลจี

เบนทิคอัลจี หรือ phytobenthos กลุ่มใหญ่ในแหล่งน้ำที่เป็นน้ำจืดมักจะเป็นไดอะตอม รองลงมาได้แก่ สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีแดง (Round, 1973 ; Philip, 1986 ; Stevenson, 1996) สาหร่ายในกลุ่มของเบนทิคอัลจีนี้มักจะมีรูปร่างได้หลายแบบทั้งพวกที่เป็นเซลล์และโคโลนีเล็ก ๆ เส้นสายและพวกที่ไม่เป็นเส้นสาย ในบางครั้งอาจหลุดลอยออกจาก substrate หรือบางครั้งอาจติดแน่นอยู่กับ substrate โดยใช้ mucilage ยึดติด (Philip, 1986) สามารถพบเบนทิคอัลจีได้ทั้ง substrate ที่เป็นของแข็งและที่ไม่ใช่ของแข็ง เช่น ก้อนหิน ผิวของพืชขนาดใหญ่ ผิวโคลนหรือทราย ทำให้เบนทิคอัลจีมีชื่อเรียกไปตามชนิดของ substrate ที่มันอาศัยอยู่ (Round, 1973 ; Barber and Haworth, 1981 ; Philip, 1986 ; Stevenson, 1996) เบนทิคอัลจีที่พบเห็นได้ทั่วไปได้แก่ *Synedra*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Diatoma* และ *Surirella* สำหรับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญ การกระจายตามฤดูกาลและความมากหลายของเบนทิคอัลจี คือ ปริมาณแสง อุณหภูมิ ปริมาณ สารอาหาร ความเร็วของกระแสน้ำ (velocity) ชนิดของ substrate และชนิดรวมทั้งจำนวนของผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร (Philip, 1986 ; Round, 1973)

ไดอะตอมก็เป็นสาหร่ายชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ ซึ่งมีขนาดของเซลล์ประมาณ 5 - 500 μm จะพบอาศัยอยู่ทั่ว ๆ ไปในที่มีความชื้นหรือและบนพื้นดิน ไดอะตอมจัดอยู่ในกลุ่มของ Bacillariophyceae มีผนังเซลล์ที่แข็งแรงประกอบไปด้วยซิลิกาทำให้มีความทนทานสูง ทำให้คงสภาพอยู่ได้นานหลังจากที่เซลล์ตายไป (Barber and Haworth, 1981)

การจัดจำแนกโดยทั่วไปจะใช้ลักษณะของผนังเซลล์ที่เป็นซิลิกาที่เรียกว่า frustule ซึ่งจะประกอบด้วยฝา (valve) 2 ฝาครอบกันพอดี ฝามีสมมาตรแบบรัศมี หรือแบบซ้ายขวา มีลวดลายบนฝาต่างกัน โดยการศึกษาอนุกรมวิธานของไดอะตอมจะใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผนังซิลิกาเป็นหลัก ไดอะตอมมีรงควัตถุคือ chlorophyll ชนิด a และ c มี carotinoid อันประกอบไปด้วย β-carotene และ ε-carotene และมี xanthophyll อันประกอบไปด้วย fucoxanthin, diatoxanthin และ diadinoxanthin อาหารสะสม ได้แก่ไขมัน (fat) และแป้งในรูป chrysolaminarin มีการสืบพันธุ์ที่เป็นแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ และอาศัยเพศโดยการรวมกันของ gamete ได้ auxospore ถ้าอยู่ในสภาวะไม่เหมาะสมจะสร้าง resting spore ซึ่งทนกับสภาวะไม่เหมาะสม และเมื่อสภาวะเหมาะสมอีกครั้งจะงอกและเจริญเติบโตต่อไป ส่วนใหญ่มักสืบพันธุ์โดยการแบ่งเป็น 2 ส่วน อาจพบไดอะตอมทั้งที่ล่องลอยมาตามกระแสน้ำ และเกาะติดอยู่กับ substrate ต่าง ๆ เช่น เกาะติดอยู่กับพืช เกาะติดอยู่กับหิน เกาะติดอยู่บนตัวสัตว์ และเกาะติดอยู่บนเม็ดทราย เป็นต้น สามารถพบได้ทั้งน้ำจืดและน้ำทะเล โดย

บริเวณใดมีไดอะตอมเจริญอยู่จะทำให้เห็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม ในบางครั้งอาจจะมีสีที่เข้มมากจนเกือบเป็นสีดำหรือบางทีอาจจะเป็นสีเขียวน้ำตาล ทั้งนี้ก็อยู่กับชนิดของไดอะตอมที่เกาะติดอยู่กับ substrate นั้น ๆ (ลัดดา, 2538 ; Barber and Haworth, 1981)

Palmer (1977) ได้ทำการศึกษาเบนทิคอัลจีชนิดที่เป็นไดอะตอมในอเมริกา พบไดอะตอมหลายชนิดสำหรับไดอะตอมที่พบได้บ่อย ๆ ได้แก่ *Achnanthes, Caloneis, Cocconeis, Cyclotella, Cymbella, Diploneis, Gomphonema, Navicula, Nitzschia, Surirella, Synedra* และ *Tabellaria*

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี

อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ เพราะอุณหภูมิจะมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ ทั้งในเชิงกายภาพ ชีวภาพ และเคมี นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำและการละลายของแร่ธาตุและก๊าซในน้ำ (นันทนา, 2536) สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิที่ต่างกันไป เช่น ที่อุณหภูมิ 20.0 - 28.0 องศาเซลเซียส จะพบไดอะตอมมากที่สุด ที่ 30.0 - 35.0 องศาเซลเซียส พบสาหร่ายสีเขียวมาก และที่ 35.0 - 45.0 องศาเซลเซียส จะมีสาหร่ายสีน้ำเงินมากที่สุด (Welch, 1952)

สนิท (2517) รายงานว่าแพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrophyta เช่น *Gymnodinium* พบได้ในแหล่งน้ำที่ได้รับแสงแดดจัดและเจริญได้ดีในน้ำที่มีอุณภูมิค่อนข้างสูง สาหร่ายทั่วไปเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25.0 - 30.0 องศาเซลเซียส (Boney, 1975) ในลำธารขนาดใหญ่อุณหภูมิของน้ำมักจะเพิ่มขึ้นจากต้นน้ำถึงปลายน้ำเนื่องมาจากผลของระดับความสูงต่ำจากระดับน้ำทะเล (Hynes, 1970)

ความเป็นกรดด่าง (pH)

ความเป็นกรดด่างของน้ำในธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 4.00 - 9.00 แต่ช่วงของความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตมักจะอยู่ในช่วง 6.00 - 8.00 ในน้ำธรรมชาติมักจะมีความเป็นกรดด่างมากกว่า 7.00 ซึ่งเกิดขึ้นมาจากในน้ำมีปริมาณอิออนพวกคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (นันทนา, 2536) จงจินต์ (2524) กล่าวว่าแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะทนต่อความเป็นกรดด่างระหว่าง 6.80 - 9.60 แพลงก์ตอนพืชชนิดต่าง ๆ สามารถเจริญได้ดีในช่วงของความเป็นกรดด่างต่าง ๆ กันเช่น *Micrasterias denticulata* และ *M. thomasiama* เจริญได้ดีที่สุดที่ความเป็นด่าง 7.65 - 8.10 และ 7.70 - 7.35 ตามลำดับ (Brook, 1981) สาหร่ายบางชนิดพบได้ในน้ำที่เป็นกรดเล็กน้อย 6.00 - 6.50 เช่น *Botryococcus braunii, Ceratium hirundinella* และพบ *Dinobryon* ในน้ำที่เป็นกรดมาก 4.00 - 4.80 (Round, 1973) นอกจากนี้สาหร่ายที่ทนต่อความเป็นความเป็นกรดด่างที่อยู่ระหว่าง 3.00 - 5.00 คือ *Euglena* (Round, 1981) อิสระ (2522) พบว่าสภาพความเป็นกรดด่างอาจเป็นปัจจัยกำหนดชนิดของสาหร่ายสีเขียว

ความเป็นด่าง (alkalinity)

จะเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและชนิดของสารประกอบที่ละลายน้ำ คุณสมบัติของความเป็นด่างในน้ำเป็นผลของไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์เป็นส่วนใหญ่เพราะว่าคาร์บอนไดออกไซด์มีอยู่เป็นจำนวนมากในรูปของก๊าซและรูปที่ละลายน้ำ ส่วนไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นอิออนที่พบมากในน้ำและเป็นตัวที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ในน้ำ น้ำในธรรมชาติจะพบพวกไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ สำหรับไฮดรอกไซด์พบได้น้อยมาก ค่าความเป็นด่างที่ประกอบด้วยทั้ง 3 รูป ซึ่งเรียกว่าความเป็นด่างรวม (total alkalinity) ซึ่งในน้ำตามธรรมชาติจะพบอยู่ระหว่าง 10 - 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (นันทนา, 2536)

- **ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen)**

ออกซิเจนมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมากโดยเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2534) ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมาจากการซึมอิสระมาจากบรรยากาศหรือมาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำต่าง ๆ ความเข้มข้นของออกซิเจนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศและความเข้มข้นของอิออนต่าง ๆ ในน้ำ (Wetzel, 1983) โดยทั่วไปนั้นความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรและถ้าออกซิเจนมีค่าต่ำกว่า 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตรจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา, 2536)

ไดอะตอมบางชนิด เช่น *Achnanthes minutissima* ต้องการออกซิเจนสูงในการดำรงชีวิต แต่บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ เช่น *Navicula seminulum* และ *Nitzschia amphibia* ส่วนในน้ำที่มีมลพิษสูงมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมากจนไม่อาจวัดค่าได้หรือมีค่าเป็นศูนย์จะไม่พบแพลงก์ตอนพืชเลย ยกเว้นไดอะตอม เช่น *Nitzschia* และ *Pleurosigma* ซึ่งจะสร้างเมือกหุ้มตัวไว้ (ชาญณรงค์, 2532)

BOD (biochemical oxygen demand)

บีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ จากกระบวนการดังกล่าวแบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ผลผลิตสุดท้ายของการออกซิไดซ์สารอาหารเหล่านี้อาจเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ หรือแอมโมเนีย ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหาร (กรรณิการ์, 2525) ค่าบีโอดีแสดงให้เห็นความรุนแรงของการปนเปื้อน หรือการเน่าเสียของน้ำ ถ้าน้ำมีค่าบีโอดีสูงหมายถึงน้ำนั้นมีสารอินทรีย์ประปนอยู่เป็นจำนวนมาก ค่าบีโอดีที่ใช้เป็นมาตรฐานกำหนดคุณภาพน้ำทิ้งและน้ำในแม่น้ำลำคลองคือ ถ้ามีค่าบีโอดีเกินกว่า 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าน้ำนั้นเสีย และจากพระราชบัญญัติน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดว่าน้ำทิ้งก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีบีโอดีได้ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) (ภาคผนวก)

ไนโตรเจน (nitrogen)

ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ เพราะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอินทรียสารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ (Fogg, 1971) แพลงก์ตอนพืชส่วนมากสามารถใช้ประโยชน์จากไนไตรท์ ไนเตรท และเกลือแอมโมเนียเป็นแหล่งไนโตรเจน แต่พวกยูกลีนอยด์ไม่สามารถเติบโตในแหล่งน้ำที่มีไนเตรทหรือไนไตรท์ในปริมาณมากได้ (Darley, 1982) ในแหล่งน้ำธรรมชาติไดอะตอมบางชนิด เช่น *Melosira varians* , *Synedra ulna* และ *Navicula viridula* สามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีไนเตรทสูง 2.00 - 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พวก *Navicula cryptocephala* และ *Nitzschia palea* เจริญได้ดีในน้ำเสีย ซึ่งมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคาร์บอนสูง (Patrick, 1977) สำหรับในแหล่งน้ำจืดที่มีธาตุไนโตรเจนและคาร์บอนสูงกว่าปกติ จะพบสาหร่าย *Tabellaria fenestrata*, *Synedra acus* และไดอะตอมเจริญเป็นจำนวนมาก (Sze, 1975) โดยทั่วไปแล้วในแหล่งน้ำธรรมชาติ จะมีไนโตรเจนต่ำคือประมาณ 2.50 มิลลิกรัมต่อลิตร แบ่งเป็นไนเตรทประมาณ 0.01 - 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (เวียง, 2525) ถ้าปริมาณแอมโมเนียเกิน 0.50 - 1.00 ไมโครกรัมต่อลิตร จะยับยั้งการใช้ไนเตรท (Darley, 1982) ส่วนไนไตรท์เป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนของปฏิกิริยาการสลายตัวของไนเตรท โดยกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย (นันทนา, 2536) ในแหล่งน้ำจะมีไนไตรท์อยู่ประมาณ 0.50 - 5.00 ไมโครกรัมต่อลิตร หากมีความเข้มข้นมากขึ้นจะเป็นอันตรายต่อปลาได้

ฟอสฟอรัส (phosphorus)

นันทนา (2536) กล่าวว่าธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นอย่างมากในกระบวนการต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิต ธาตุนี้มีอยู่เป็นปริมาณน้อยมากในธรรมชาติ จึงจัดเป็นธาตุที่มีอยู่จำกัดต่ออัตราผลผลิตทางชีวภาพ แหล่งน้ำธรรมชาติมีฟอสเฟตที่สามารถละลายน้ำได้ในความเข้มข้นสูงจะก่อให้เกิดมลพิษขึ้นได้ โดยแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในแหล่งน้ำนั้นจะเจริญขึ้นอย่างรวดเร็วเกิดสภาพ eutrophication ขึ้นในแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (ผกาวรรณ, 2534) ถ้าในแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าแหล่งน้ำนั้นมีอาหารธรรมชาติมากเกินไป ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่า 0.60 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วแหล่งน้ำนั้นจะเป็นแหล่งน้ำที่มีมลภาวะ ปริมาณฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำไม่ได้เป็นสารมลพิษทำอันตรายต่อสัตว์น้ำเพียงอย่างเดียวแต่เป็นตัวการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำ เนื่องมาจากการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในการควบคุมและป้องกันปัญหาการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำมีค่ามาตราฐานกำหนดไว้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสไม่ควรเกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528)

ในแหล่งน้ำที่มีสารอนินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ในระดับ 4,000 ไมโครกรัมต่อลิตร สาหร่าย *Chlorella pyrenoidasa* จะเจริญสูงกว่าปกติอย่างน้อย 100 เท่า (Grundy, 1971) Goulden, *et al.* (1970) รายงานว่าสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำ และทำให้เกิด

ปรากฏการณ์ eutrophication จะพบสาหร่าย *Oscillatoria rabescus, Aphanizomenon flosaquae, Anabaena spiroides* และ *Microcystis aeruginosa*

ความขุ่น (turbidity)

เกิดจากอนุภาคสารแขวนลอยพวกอนินทรีย์และของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น ดินเหนียว ดินโคลน อนุภาคคาร์บอเนต แพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำ พวกอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเหล่านี้จะเป็นสาเหตุให้แสงที่ส่องลงในน้ำเกิดการกระจายออกจากน้ำ และดูดซึมแสงบางส่วนเอาไว้ (กรรณิการ์, 2525 ; นันทนา, 2536) ความขุ่นมากกว่า 300 ppm จัดเป็นปริมาณสูงพอที่จะไม่ให้แสงส่องผ่าน (Palmer, 1977) น้ำในแหล่งน้ำไหลจะมีความขุ่นมากกว่าในแหล่งน้ำนิ่ง การที่น้ำมีความขุ่นมากจะทำให้แสงผ่านลงไปได้น้อยมีผลทำให้แพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ เพราะมีการสังเคราะห์แสงได้ไม่เต็มที่ (Hynes, 1970)

ความเร็วของกระแสน้ำ (velocity)

การไหลเวียนของน้ำจะมีผลต่อการเจริญเติบโต รูปร่าง และการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีนอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มเติมออกซิเจนที่ละลายในน้ำและช่วยให้แพ ลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีได้รับธาตุอาหารเป็นอย่างดี (Round, 1973) ในน้ำไหลแรงจะพบไดอะตอมประเภท *Navicula, Gomphonema* และ *Cocconeis* (Smith, 1950) ในน้ำที่ไหลช้าจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ เช่น *Hydrodictyon, Spirogyra, Oedogonium* และ *Rhizoclonium* แพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีบางชนิดมีการสร้างโครงสร้างพิเศษที่เฉพาะ เรียกว่า holdfast และสร้างเมือกเพื่อช่วยในการยึดเกาะกับสิ่งต่าง ๆ ในน้ำเช่น *Cocconeis, Cymbella, Gomphonema* และ *Achnanthes* (Palmer, 1977)

ลักษณะของ substrate

ได้แก่ ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ เช่น หิน กรวด ทรายหยาบ ทรายละเอียด โคลน เป็นต้น จากการที่มีแหล่งอาศัยที่แตกต่างกันก็เลยทำให้สิ่งมีชีวิตที่มาอาศัยก็เลยแตกต่างกันไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยทางกายภาพ ไม่ว่าจะเป็น ความลึก ความกว้างของแหล่งน้ำ หรือความเร็วของกระแสน้ำเหล่านี้จะมีผลต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในระบบนิเวศแบบน้ำไหล (Chapman and Chapman, 1973 ; Watchawong, 1996)

การใช้เบนทิคอัลจีและแพลงก์ตอนพืชในการประเมินและติดตามตรวจสอบคุณภาพของแหล่งน้ำ

ในระบบนิเวศที่เป็นแบบน้ำไหลจะพบกลุ่มสิ่งมีชีวิตพวกเบนทิคอัลจีเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญและเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพของแหล่งน้ำไหล เพราะมีประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือ มีผู้ศึกษากันอย่างแพร่หลายและมีการพัฒนาการนำไปใช้ให้ได้ครอบคลุม (Whitton, *et al.* 1991 ; Whitton and Rott, 1995)

สาหร่ายหลายชนิดสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ (indicator) คุณภาพน้ำได้และเป็นดัชนีที่ดีในการบ่งชี้ว่าน้ำสะอาดหรือมีมลพิษจากอินทรีย์สาร การศึกษาองค์ประกอบของชนิดสาหร่าย ดูได้จากการแพร่กระจายและความถี่ของสาหร่ายบางชนิดเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบอกคุณภาพน้ำ สิ่งที่จะมีผลในการควบคุมองค์ประกอบของชนิดและการแพร่กระจาย (distribution) ของสาหร่ายคือปริมาณสารอาหาร ซึ่งชนิดและปริมาณของสารอาหารในน้ำมีผลต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชต่างชนิดกัน แพลงก์ตอนพืชสามารถใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้ว่าน้ำนั้นมีสารอาหารน้อยหรือมีสารอาหารมาก เช่น แพลงก์ตอนพืชบางชนิดในสกุล *Staurodesmus*, *Staurastrum*, *Closterium* และ *Cosmarium* เป็นต้น ซึ่งมักจะพบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยแต่ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมากมักจะพบสกุล *Euglena*, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Chlorella* และ *Nitzschia* เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจะมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณสารอาหารในน้ำดังนั้นแพลงก์ตอนพืชสามารถที่จะบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้นได้ (ยุวดี, 2538)

Palmer (1977) ได้ทำการรวบรวมรายชื่อสาหร่ายมากกว่า 850 ชื่อที่เจริญได้ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูงจากรายงานของผู้แต่งจำนวน 185 คน โดยทำการแยกออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ จำนวน 4 กลุ่มได้แก่ กลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Myxophyceae) สาหร่ายสีเขียว (nonmotile Chlorophyceae) ไดอะตอม และกลุ่มของ Flagellates ตัวอย่างเช่น ในกลุ่มของไดอะตอม ชนิดของไดอะตอมที่เจริญได้ดีในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูงได้แก่ *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *Gomphonema parvulum*, *Hantzschia amphioxys*, *Melosira granulata*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula viridula*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia sigmoides*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Surirella ovata*, *Synedra acus* และ *Synedra ulna* เป็นต้น

Shannon and Weaver (1949) ได้ทำการคิดหาดัชนีความหลากหลายของชนิด (species diversity index) (ภาคผนวก) โดยได้รับความนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง มีปัจจัยหลายชนิดที่จะมีผลต่อดัชนีความหลากหลายของชนิด แต่ปัจจัยหลัก ๆ จะมีอยู่ 2 อย่างด้วยกันคือ species richness ก็คืออัตราส่วนของชนิดใด ๆ ต่อจำนวนชนิดทั้งหมดและ equitability หมายถึงความสม่ำเสมอหรือความมากน้อยของสิ่งมีชีวิตในแต่ละชนิดที่มีอยู่ในตัวอย่าง

Van Dam, *et al.* (1994) ทำการจัดทำรายชื่อของไดอะตอมจากแหล่งน้ำจืดและน้ำกร่อยในประเทศเนเธอร์แลนด์ รวบรวมรายชื่อไดอะตอมได้ถึง 948 ชนิด และที่สามารถจัดจำแนกได้ถึงชนิดมีอยู่ 776 ชนิดใน 56 สกุล นอกจากนี้ยังได้จัดทำ trophic index โดยใช้ไดอะตอมชนิดต่าง ๆ ขึ้นด้วย (ภาคผนวก)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Foged (1971) ได้ทำการเก็บตัวอย่างไดอะตอมจากแม่น้ำในภาคกลาง บริเวณกรุงเทพ ฯ และภาคเหนือบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ของประเทศไทย ในปี 1966 พบไดอะตอมทั้งหมด 378 ชนิด พบชนิดใหม่ 8 ชนิด พบ varieties ใหม่ 5 varieties และพบ forms ใหม่ 2 forms

- Foged (1976) ได้ทำการเก็บตัวอย่างไดอะตอมจากแหล่งน้ำจืด 21 แหล่ง ทั้งหมด 22 ตัวอย่าง ในประเทศศรีลังกาในปี 1971 และปี 1973 พบไดอะตอม 310 ชนิด จาก 34 สกุล และพบชนิดใหม่คือ *Caloneis gjeddeana* นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความสัมพันธ์ของไดอะตอมแต่ละชนิดกับ pH อีกด้วย

Molloy (1992) พบว่าจำนวนของไดอะตอมจะมีมากบริเวณที่เป็นตอนต้นของลำน้ำแต่ที่บริเวณปลายของลำน้ำจะมีความหลากหลายของชนิดมากกว่า การกระจายของไดอะตอมจะมีความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางโครงสร้าง รูปร่างของไดอะตอม และขนาดของแม่น้ำ โดยจะพบไดอะตอมในกลุ่มของ *Achnanthes* และ *Eunotia* และพวกที่สามารถยึดเกาะกับ substrate ได้มากบริเวณตอนต้นของลำน้ำ แต่จะพบพวกที่เป็นเส้นสายและพวกที่มีรูปร่างกลม (centric diatoms) บริเวณปลายของลำน้ำ

Pfister (1992) ทำการศึกษา phytobenthos communities จากลำธารตามธรรมชาติที่ไหลเร็วบนภูเขาสองสายคือ ลำธาร Isar ใน Northern Calcareous Alps ลำธาร Gschnitzbach ใน Central Alps แคว้น Tyrol ประเทศออสเตรีย พบไดอะตอม 163 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ใน Family Naviculaceae และ Bacillariaceae ส่วนสกุลที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดคือ *Cymbella* 23 ชนิด *Navicula* 20 ชนิด *Nitzschia* 17 ชนิด และ *Achnanthes* 13 ชนิด ส่วนใหญ่ไดอะตอมที่พบเป็นกลุ่มที่อยู่ในแหล่งน้ำที่มีระดับสารอาหารต่ำ จากตัวอย่างของไดอะตอมที่เก็บมา ไดอะตอมเพียง 7 ใน 160 ชนิดเท่านั้นที่มี relative abundance มากกว่า 20 เปอร์เซนต์ ตัวอย่างไดอะตอมอย่างน้อย 1 ใน 90 ตัวอย่างได้แก่ *Achnanthes biasolettiana* Grunow, *Achnanthes minutissima* Kützing, *Ceratoneis arcus* Kützing, *Cymbella delicatula* Kützing, *Diatoma ehrenbergli* Kützing, *Gomphonema angustum* Agardh และ *Gomphonema olivaceum* var. *minutissimum* Hustedt

Silva-Benavides (1994) ศึกษาสาหร่ายพวก periphyton ในแม่น้ำ 2 สายคือ Rio Grand de Tarcoles basin ซึ่งเป็นแม่น้ำที่มีมลพิษปนเปื้อนอยู่ และ Rio Savegre basin ที่เป็นแม่น้ำที่ไม่ได้รับการปนเปื้อนจากมลพิษ ในประเทศ Costa Rica โดยได้ศึกษาไดอะตอมเป็นหลัก ซึ่งคาดว่าสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะได้รับผลกระทบจากการที่มีมลภาวะจากสารอินทรีย์มาปนเปื้อนและผลจากความแตกต่างทางด้าน

ความสูง (altitudinal differentiation) จากการวิจัยพวก benthic diatoms ใน Rio Grand de Tarcoles basin พบไดอะตอมทั้งหมด 95 ชนิด ส่วนใหญ่เป็น *Navicula* 25 ชนิด *Nitzschia* 17 ชนิด *Gomphonema* 10 ชนิด และ *Achnanthes* 9 ชนิด ไดอะตอมส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบได้ทั่วไป (cosmopolitan species) และมีชนิดที่พบได้ง่ายในเขตร้อนคือ *Fragilaria goulardi* และ *Gomphonema mexicanum* สำหรับผลการศึกษากลุ่มสิ่งมีชีวิตพวก epilithic diatom ในแม่น้ำทั้ง 2 สายพบไดอะตอมทั้งหมด 125 ชนิด โดยชนิดหลักได้แก่ *Navicula*, *Nitzschia*, *Achnanthes* และ *Gomphonema*

ชนิดที่พบมากในแม่น้ำ Rio Grand de Tarcoles basin คือ *Navicula goeppertiana*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp. aff. *pumilum*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia clausi*, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia seminulum* และ *Nitzschia schroeteri* var. *escambia* ซึ่งเป็นชนิดที่มีความทนทานสูง (high tolerant) ต่อสภาพมลพิษที่เป็นสารอินทรีย์ หรือสภาพ eutrophication และสภาพที่มีความขุ่นสูง ส่วนในแม่น้ำ Rio Savegre basin ชนิดเด่นคือ *Achnanthes minutissima*, *Cymbella sinuata*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Cocconeis placentula*, *Gomphonema rhombicum*, *Nitzschia fonticola*, *Fragilaria pinnata* และ *Achnanthes subhudsonis* ซึ่งเป็นชนิดที่พบในน้ำที่สะอาด มีปริมาณของไนโตรเจนต่ำและไม่มีสภาพมลพิษ พบไดอะตอมชนิด *Navicula cryptotenella*, *Navicula capitatoradiata*, *Fragilaria ulna* และ *Achnanthes* sp. aff. *ricula* กระจายอยู่มากในแม่น้ำทั้งสอง

Ormerod, *et al.* (1994) ได้ทำการศึกษาสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำได้แก่ ไดอะตอม ไบรโอไฟต์ และ macroinvertebrates โดยศึกษาการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ทำการศึกษาจากแม่น้ำ 2 แหล่งในประเทศเนปาล คือแม่น้ำ Langtang อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,200 - 3,590 เมตร และแม่น้ำ Likhu Khola สูงจากระดับน้ำทะเล 600 - 1,200 เมตร พบไดอะตอมในลำน้ำ Likhu Khola เกือบทั้งหมดเคลื่อนที่ได้ โดยไดอะตอมเหล่านี้จะอาศัยอยู่บริเวณดินเลนและทรายสกุลที่พบมากได้แก่ *Navicula* และ *Nitzschia* ซึ่งจะพบได้เป็นปรกติในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูง ส่วนบริเวณสูงจากระดับน้ำทะเลมากในแม่น้ำ Langtang จะพบสกุลที่ยึดเกาะได้ดีเช่น *Fragilaria* และ *Achnanthes* ซึ่งพวกนี้จะทนต่อความขุ่นสูงและกระแสน้ำที่ไหลแรงได้ดี

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์เก็บน้ำตัวอย่าง

1.1.1 อุปกรณ์เก็บน้ำเพื่อการวิเคราะห์

(1) ถังตักน้ำตัวอย่าง ขนาด 10 ลิตร

(2) ขวด BOD

(3) กระป๋องพลาสติกเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 2 และ 0.5 ลิตร

(4) ขันตักน้ำพลาสติก

1.1.2 อุปกรณ์เก็บน้ำเพื่อสำรวจชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช เบนทิคอัลจีและ macroalgae

(1) plankton net ขนาดของช่อง 10 μm

(2) ขวดสีชาขนาด 250 มิลลิลิตร

(3) กรวย

(4) แปรงสีฟัน

(5) ถุงพลาสติกขนาด 5″ X 7″

1.1.3 สารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืชได้แก่ Lugol 's solution

1.2 อุปกรณ์การวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1.2.1 pH meter

1.2.2 conductivity meter

1.2.3 turbidimeter Model 8391-35

1.2.4 อุปกรณ์ในการไตเตรต

1.2.5 velocity meter

1.2.6 altimeter

1.2.7 ตลับเมตร

1.2.8 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

1.3 อุปกรณ์การสำรวจชนิด ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี

1.3.1 กรวยและแปรงสีฟัน

1.3.2 กล้องจุลทรรศน์ชนิดถ่ายภาพได้

1.3.3 สไลด์ และ กระจกปิดสไลด์

1.3.4 ดิจิตอลไมโครปิเปต (digital micropipette)

1.3.5 เครื่องปั่น (centrifuge)

1.3.6 หนังสือที่ใช้ในการจัดจำแนกสาหร่าย เช่น

(1) Huber-Pestalozzi (1938) (2) Smith (1950)

(3) Prescott (1951) (4) Whitford and Schumacher (1969)

(5) Prescott (1970) (6) Foged (1971)

(7) Foged (1976) (8) Huber-Pestalozzi (1983)

2. สถานที่เก็บน้ำตัวอย่าง

ทำการสำรวจลำน้ำแม่สาตั้งแต่ต้นน้ำ บริเวณพื้นที่รับน้ำ ลงมาจนถึงบริเวณสวนพฤกษศาสตร์เพื่อที่จะทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามความสูงจากระดับน้ำทะเลและสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างที่จะมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 จุดดังนี้

จุดที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,075 เมตร

จุดที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร

จุดที่ 3 ปางช้างโป่งแยง ความสูงจากระดับน้ำทะเล 960 เมตร

จุดที่ 4 บ้านศรีม่วงคำ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 790 เมตร

จุดที่ 5 หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี ความสูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร

จุดที่ 6 สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 650 เมตร

3. ระยะเวลาในการวิจัย

รวมเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541 เก็บตัวอย่างฤดูละ 2 ครั้ง

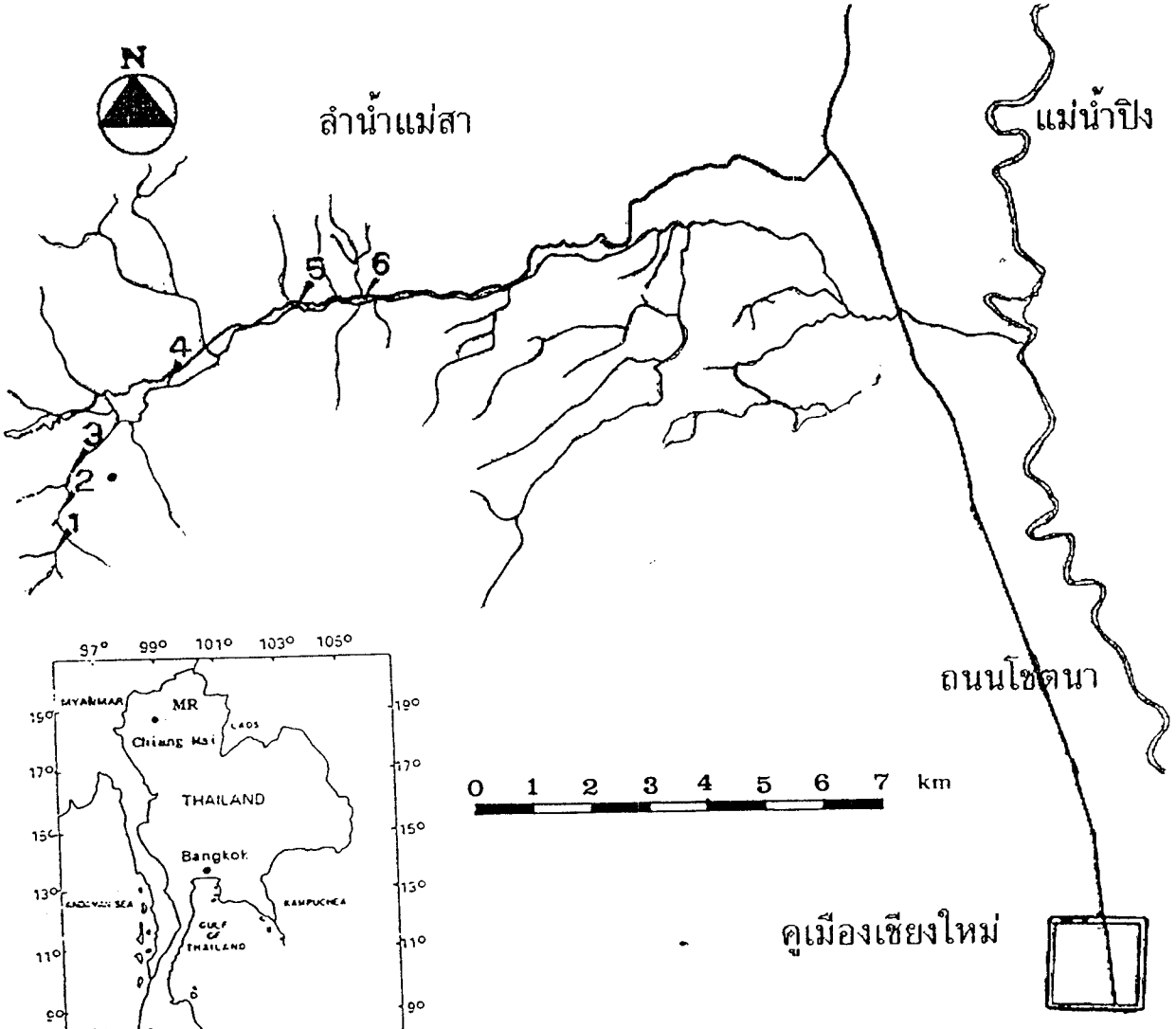
4. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

4.1 วิจัยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา

4.1.1 ศึกษาความลึกของแหล่งน้ำบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดโดยใช้ไม้เมตร

4.1.2 ศึกษาลักษณะของ substrate

4.1.3 วัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์



แผนที่ประเทศไทยแสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณอำเภอแม่ริม (MR)

จุดที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ
จุดที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ
จุดที่ 3 ปางช้างโป่งแยง
จุดที่ 4 บ้านศรีม่วงคำ
จุดที่ 5 หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี
จุดที่ 6 สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงลำน้ำแม่สาและจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด

4.1.4 วัดค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude)

4.1.5 วัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) โดยใช้ conductivity meter ชุด electrode kit

4.1.6 วัด pH ของน้ำโดยใช้ pH meter ชุด electrode kit

4.1.7 วัดปริมาณของแข็งที่ละลาย (total dissolved solids) โดยใช้ conductivity meter

4.2 เก็บตัวอย่างน้ำมาทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีที่ห้องปฏิบัติ

4.2.1 เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดโพลีเอทธิลีน มาทำการไตเตรตหาค่าความเป็นด่าง (alkalinity) โดยใช้วิธี phenolpthalein methyl orange indicator (APHA,1992)

4.2.2 เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดโพลีเอทธิลีนเพื่อนำมาวัดค่าความขุ่นโดยใช้ turbidimeter

4.2.3 เก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวดบีโอดีใส fixed ด้วย $MnSO_4$ และ Alkaline Iodide Azide (AIA) เก็บตัวอย่างไว้ในที่เย็นเพื่อรอนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธีไตเตรตโดยใช้ azide modification method (APHA,1992)

4.2.4 หาค่าปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)

4.2.5 นำไปวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ โดยวิธีของ Nusch (1980)

4.2.6 วิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร ไนเตรท-ไนโตรเจน โดยใช้วิธี cadmium reduction method (APHA, 1992)

4.2.7 วิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน โดยวิธี phenate method (APHA, 1992)

4.2.8 วิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร soluble reactive phosphate (SRP) โดยวิธี ascorbic acid method (APHA, 1992)

4.3 การศึกษาแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี

4.3.1 การศึกษาแพลงก์ตอนพืช

(1) เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช เพื่อนำไปวินิจฉัยชนิดและนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชโดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดความถี่ 10 ไมครอน กรองน้ำปริมาณเริ่มต้น 20 ลิตร ปล่อยให้น้ำไหลออกจากตาข่ายจนเหลือน้ำในตาข่ายประมาณ 100 มิลลิลิตร ถ่ายลงในขวดเก็บตัวอย่างที่มีสีชาแล้วเก็บรักษาด้วยน้ำยา ลูกอล 2 มิลลิลิตร

(2) วินิจฉัยชนิดของแพลงก์ตอนพืชจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตามที่กล่าวมาในข้อ 1.3.6

(3) นับจำนวนแพลงก์ตอนพืชโดยใช้วิธีตกตะกอนและศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ inverted microscope (Utermöhl,1958)

4.3.2 การศึกษาเบนทิคอัลจี

(1) สาหร่ายพวกที่เกาะอยู่บนหิน เพื่อนำมาวินิจฉัยชนิดและนับปริมาณโดยเลือกก้อนหินที่มีสีน้ำตาลเข้มหรือมีสีดำ จำนวน 6 ก้อน จากพื้นที่ต่าง ๆ ที่เห็นว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ขูดด้วยมีด แล้วปัดด้วยแปรงหรือใช้มือถู ชะด้วยน้ำให้ตัวอย่างที่ขูดออกมาไหลลงในภาชนะที่มีฝาปิด

(2) สาหร่ายพวกที่อยู่บริเวณท้องน้ำ โดยเลือก substrate ที่เป็นโคลนสีดำเนื้อละเอียดหรือสีน้ำตาลชอคโกแลต ค่อย ๆ เอาช้อนตักที่ผิวโคลนแล้วใส่ในภาชนะที่มีฝาปิด

(3) สาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสาย เก็บสาหร่ายที่เกาะอยู่บน substrate ชนิดต่าง ๆ ใส่ลงในถุงพลาสติก

(4) วินิจฉัยชนิดของเบนทิคอัลจีจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ส่วนไดอะตอมนำมาทำความสะอาด โดยกำจัดสารอินทรีย์และรงควัตถุอื่น ๆ ออกจากฝา (frustule) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Silva-Benavides (1994) โดยจะทำการต้มตัวอย่างกับกรด HCl หรือ HNO_3 เติมสารออกซิไดซ์คือ H_2O_2 หรือ $KMnO_4$ แล้วจึงนำตัวอย่างที่ ได้ทำความสะอาดแล้วมาทำการเตรียมสไลด์โดยใช้ Dirax เป็น mounting agent ต่อไป เพื่อให้มองเห็นลวดลายของฝาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้การวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง

(5) ทำการถ่ายรูปโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope และ scanning electron microscope เพื่อการวินิจฉัยถึงระดับชนิดต่อไป

4.3.3 ทำการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีที่มีรายงานว่ามีคุณค่าทางด้านโภชนาการการแพทย์และการเกษตร ทำการแบ่งเอาตัวอย่างจากการเก็บโดยตาข่ายแพลงก์ตอนมาทำการเลี้ยงบนอาหารวุ้นเช่น Jaworskii 's medium (JM) สำหรับแพลงก์ตอนพืช และ Diatom medium (DM) สำหรับไดอะตอม โดยใช้เทคนิคการ streak plate

4.3.4 วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Nusch, 1980 ดัดแปลงโดยยุวดีและฉมาภรณ์ (2538) (ภาคผนวก)

4.3.5 คำนวนหา biovolume ของแพลงก์ตอนพืชทุกชนิดโดยโปรแกรมสำเร็จรูป "phyto" โดย Dr. Eveline Pipp, Institute of Botany มหาวิทยาลัยอินสบรูกส์ ประเทศออสเตรีย

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของแพลงก์ตอนพืช การเปลี่ยนแปลงการกระจายของชนิด species composition ของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ตามสภาพระบบนิเวศที่เปลี่ยนไปในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้สถิติ ANOVA และ Correlation ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows

5. สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยและรวบรวมข้อมูล

5.1 หน่วยวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นที่ทำการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตรวจสอบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี

5.2 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นที่ทำการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

5.3 ลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างในการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

1. ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด

จากการสำรวจจุดเก็บตัวอย่างและออกเก็บตัวอย่างตามจุดเก็บตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 โดยทำการออกเก็บตัวอย่างฤดูละ 2 ครั้ง ได้ผลการศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์ และการศึกษา substrate ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ละติจูดที่ 18° 51′ 18″ N และลองกิจูด 98° 48′ 38″ E สูงจากระดับน้ำทะเล 1,075 เมตร จุดนี้ความเร็วของกระแสน้ำจะต่ำตลอดช่วงเวลาที่ทำการวิจัย ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 1.00 – 1.50 เมตร รอบ ๆ ของจุดเก็บตัวอย่างเป็นภูเขาที่ถูกบุกรุกเข้าไปเพื่อทำการเกษตรกรรม พืชเศรษฐกิจที่ปลูกได้แก่ กระหล่ำปลี สตอเบอรี่ หอมหัวใหญ่ เผือก และไม้ตัดดอก ลักษณะของพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ส่วนใหญ่จะเป็นกรวดและก้อนหินปะปนอยู่โดยทั่วไป ปริมาณน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ในฤดูร้อนจะมีน้อยมากเนื่องมาจากมีการนำน้ำไปใช้ในการเกษตรกรรมเป็นปริมาณมาก

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ละติจูดที่ 18° 51′ 44″ N และลองกิจูด 98° 48′ 42″ E สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร ที่ข้าง ๆ ของจุดเก็บตัวอย่างจะมีต้นไม้ขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก ทำให้จุดเก็บตัวอย่างนี้อยู่ภายใต้เงาของต้นไม้ ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 2.00 – 3.00 เมตร กระแสน้ำที่ไหลมาสู่จุดเก็บตัวอย่างนี้จะผ่านหมู่บ้านคือหมู่บ้านกองแหะ โดยที่บริเวณหมู่บ้านกองแหะจะมีการเชื่อมของลำน้ำสาขาเข้าสู่ลำน้ำแม่สาอยู่ 1 จุด ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 นี้ จะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายที่น่าสนใจอยู่หลายชนิด

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปางช้างโป่งแยง ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ละติจูดที่ 18° 52′ 11″ N และลองกิจูด 98° 48′ 49″ E สูงจากระดับน้ำทะเล 960 เมตร ลักษณะของพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ประกอบไปด้วยก้อนหินเป็นส่วนใหญ่และลำน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะแคบ โดยมีความกว้างประมาณ 1.00 – 1.50 เมตร ทำให้กระแสน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ไหลค่อนข้างเร็ว พื้นที่รอบ ๆ ของจุดเก็บตัวอย่างจะเป็นภูเขา ส่วนทางด้านซ้ายของลำน้ำจะเป็นที่ตั้งของปางช้างโป่งแยง ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่ นักท่องเที่ยวนิยมนั่งช้างท่องเที่ยวชมทัศนีย์ภาพรอบ ๆ ปางช้าง และชมการแสดง

ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว

หมู่บ้านกองแหะ

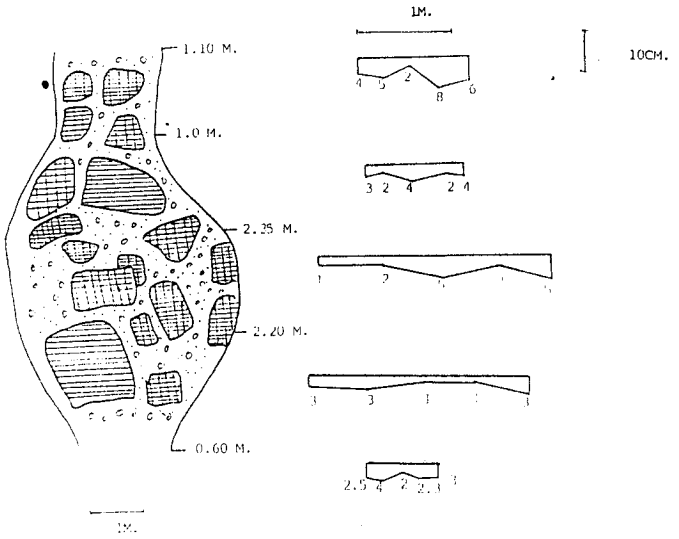
ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว

สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ

ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว

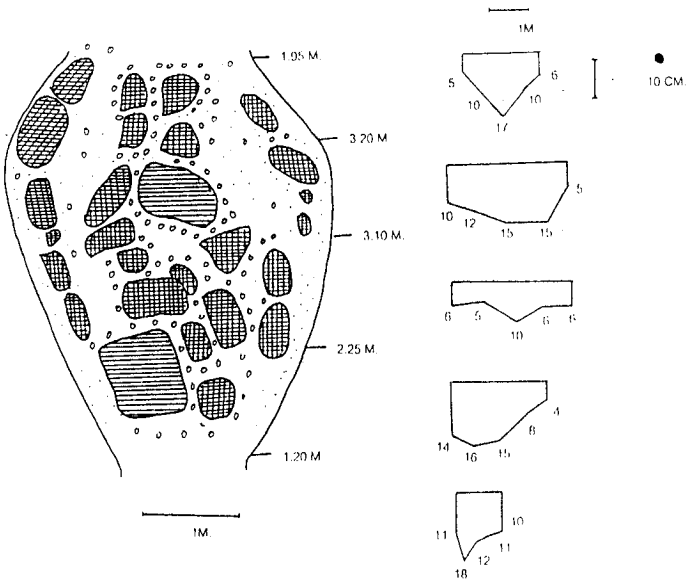
ปางช้างโป่งแยง

ภาพที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1-3 (หมู่บ้านกองแหะ สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ และปางช้างโป่งแยง) เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ฤดู



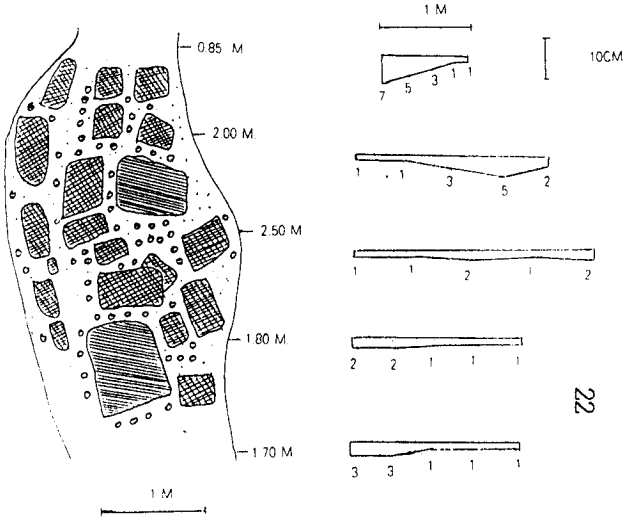
ฤดูร้อน

Bedrock	10%
Boulder	50%
Gravel	20%
Sand and Silt	20%



ฤดูฝน

Bedrock	10%
Boulder	50%
Gravel	20%
Sand and Silt	20%

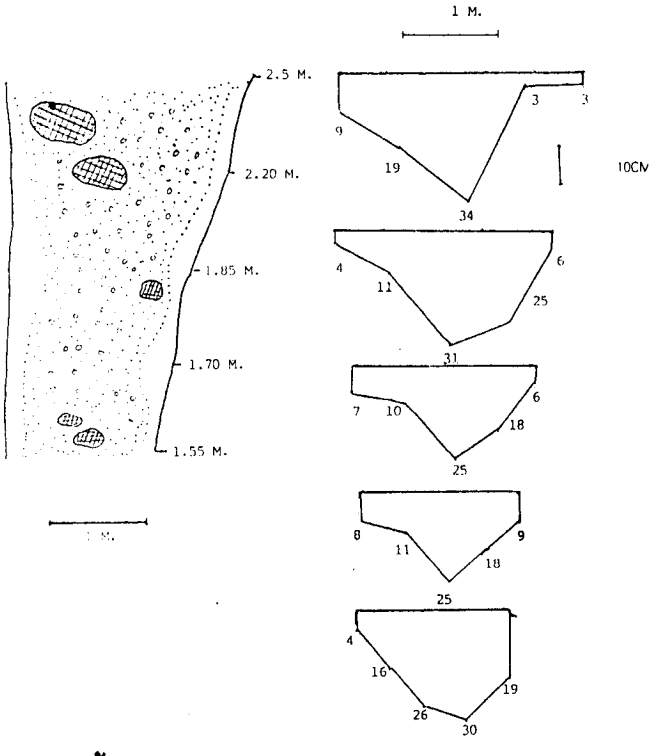


ฤดูหนาว

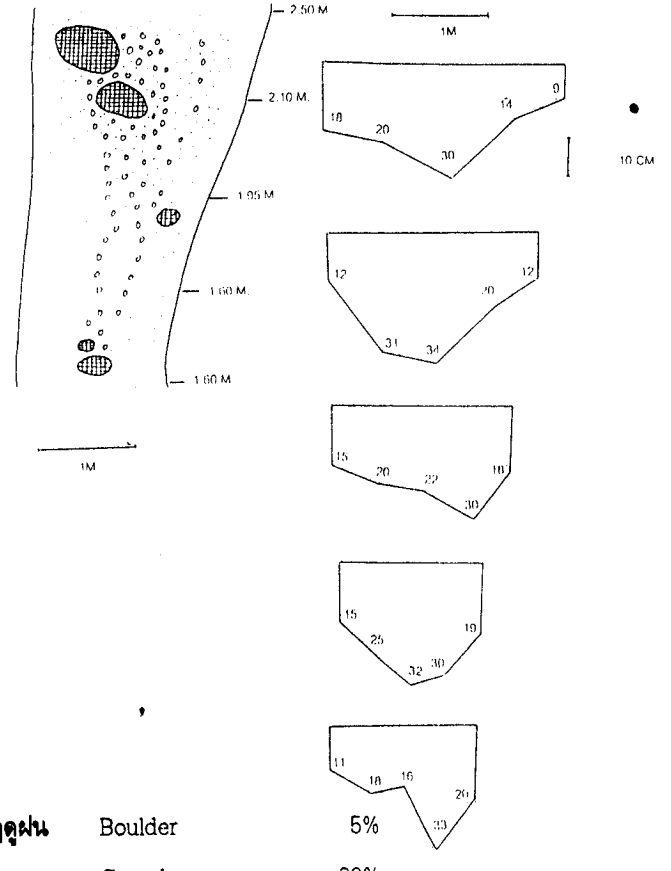
Bedrock	10%
Boulder	50%
Gravel	20%
Sand and Silt	20%

Bedrock Boulder Gravel Sand and Silt Clay

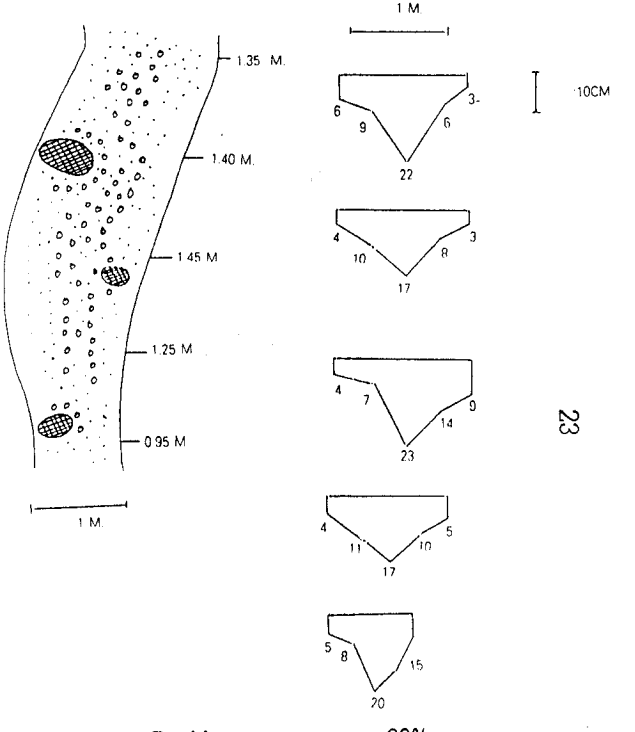
ภาพที่ 3 substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (หมู่บ้านกองแหะ) ทั้ง 3 ฤดู มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541



ฤดูร้อน		
	Boulder	5%
	Gravel	30%
	Sand and Silt	40%
	Clay	25%

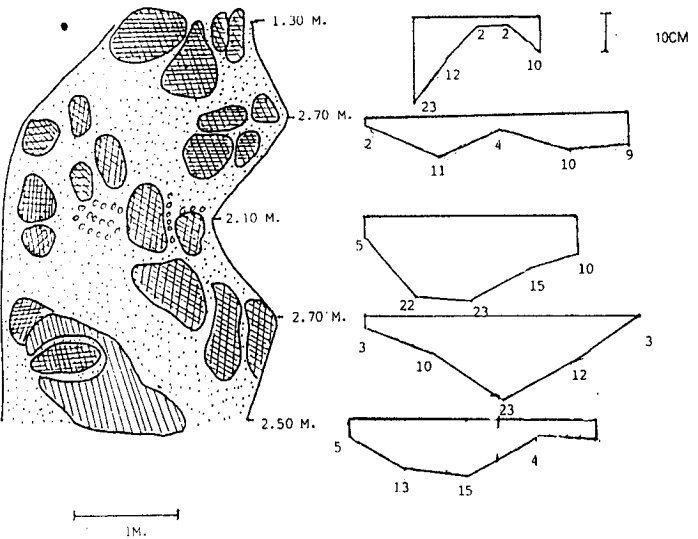


ฤดูฝน		
	Boulder	5%
	Gravel	20%
	Sand and Silt	75%

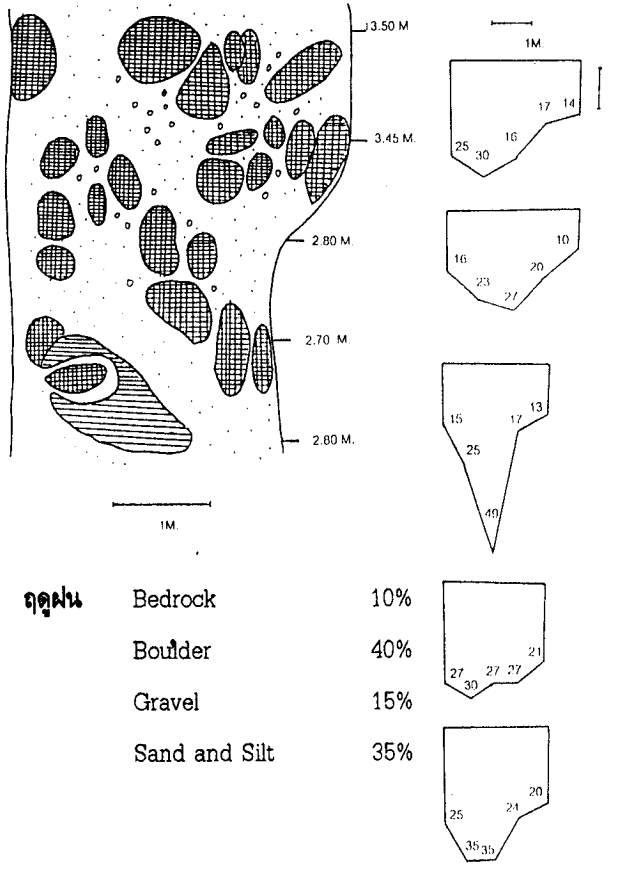


ฤดูหนาว		
	Boulder	30%
	Gravel	30%
	Sand and Silt	65%

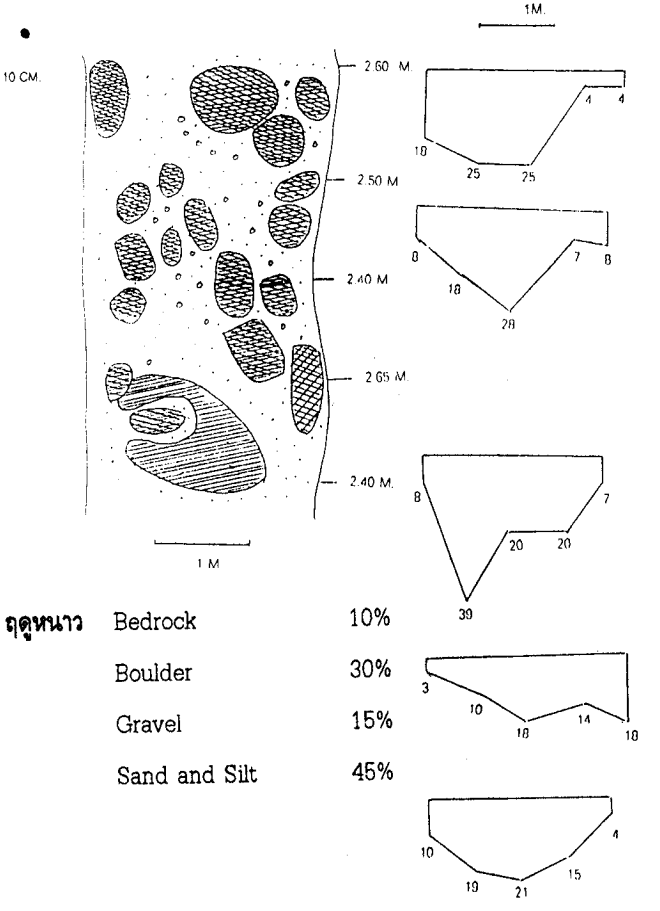
ภาพที่ 4 substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ) ทั้ง 3 ฤดู มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541



ฤดูร้อน		
	Bedrock	10%
	Boulder	40%
	Gravel	5%
	Sand and Silt	45%



ฤดูฝน		
	Bedrock	10%
	Boulder	40%
	Gravel	15%
	Sand and Silt	35%



ฤดูหนาว		
	Bedrock	10%
	Boulder	30%
	Gravel	15%
	Sand and Silt	45%

ภาพที่ 5 substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ปางช้างโป่งแยง) ทั้ง 3 ฤดู มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541

ของช้าง บ่อยครั้งที่ขบวนช้างของนักท่องเที่ยวเดินลุยในลำน้ำแม่สา นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำในการทำความสะอาดตัวช้างอีกด้วย อีกทั้งมูลของช้างยังปนเปื้อนลงในลำน้ำนี้อีกด้วย

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บ้านศรีม่วงคำ ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ละติจูดที่ 18° 53′ 04″ N และลองกิจูด 98° 49′ 49″ E สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร น้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะไหลผ่านพื้นที่ทำการเกษตรกรรม ตลอดทั้ง 2 ข้างของลำน้ำมีการปลูกพืชผักตามฤดูกาลเช่น ถั่วต่าง ๆ ไม้ตัดดอกและสตอเบอรี่ เป็นต้น จุดเก็บตัวอย่างนี้จะอยู่ใต้เงาของต้นไม้ทำให้บดบังแสงแดดที่ส่องลงมาไปบางส่วน ลักษณะของพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยก้อนหินและก้อนกรวด ลำน้ำในจุดนี้มีความกว้างประมาณ 6.00 – 7.50 เมตร ในช่วงฤดูฝนจุดเก็บตัวอย่างนี้จะถูกปกคลุมไปด้วยหญ้าและไม้พุ่มขนาดเล็กจนมิด

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ละติจูดที่ 18° 53′ 48″ N และลองกิจูด 98° 51′ 10″ E สูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร รอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างนี้จะถูกปกคลุมไปด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่ สลับด้วยดงของป่ากล้วย ทางฝั่งซ้ายของจุดเก็บตัวอย่างจะเป็นที่ตั้งของหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี และที่ตลิ่งทางด้านนี้จะเป็นที่ทิ้งขยะของหน่วยจัดการต้นน้ำ ในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะพบว่าค่าความเป็นด่างจะมีค่าสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ตลอดช่วงที่ได้ทำการวิจัย โดยลำน้ำจะมีความกว้างประมาณ 7.00 – 8.00 เมตร ลักษณะของพื้นท้องน้ำส่วนใหญ่จะเป็นทรายและมีก้อนหินขนาดใหญ่

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ละติจูดที่ 18° 53′ 51″ N และลองกิจูด 98° 51′ 50″ E สูงจากระดับน้ำทะเล 650 เมตร จุดเก็บตัวอย่างนี้จะอยู่บริเวณด้านหน้าของสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พื้นที่ทางฝั่งขวาของจุดเก็บตัวอย่างนี้จะเป็นสวนหย่อมและแปลงปลูกไม้ดอกและต้นไม้ชนิดต่าง ๆ ของสวนพฤกษศาสตร์ ถัดไปจะเป็นพื้นที่พื้นที่ที่กำลังได้รับการปรับแต่ง เพื่อสร้างเป็นแปลงทดลองและโรงเพาะเลี้ยงสำหรับพืชหลายชนิด ส่วนทางฝั่งซ้ายของจุดเก็บตัวอย่างจะเป็นถนน ลักษณะของพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ส่วนใหญ่จะเป็นก้อนหินขนาดใหญ่และกรวด ลำน้ำมีความกว้างประมาณ 3.00 – 4.00 เมตร ถัดจากจุดเก็บตัวอย่างนี้ขึ้นไปจะมีทางระบายน้ำจากสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ลงสู่ลำน้ำแม่สา ในบางครั้งพบว่าน้ำที่ถูกระบายออกมาจะมีกลิ่นของยาฆ่าแมลงด้วย

ฤดูร้อน

ฤดูฝน

ฤดูหนาว

บ้านศรีม่วงคำ

ฤดูร้อน

ฤดูฝน

ฤดูหนาว

หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี

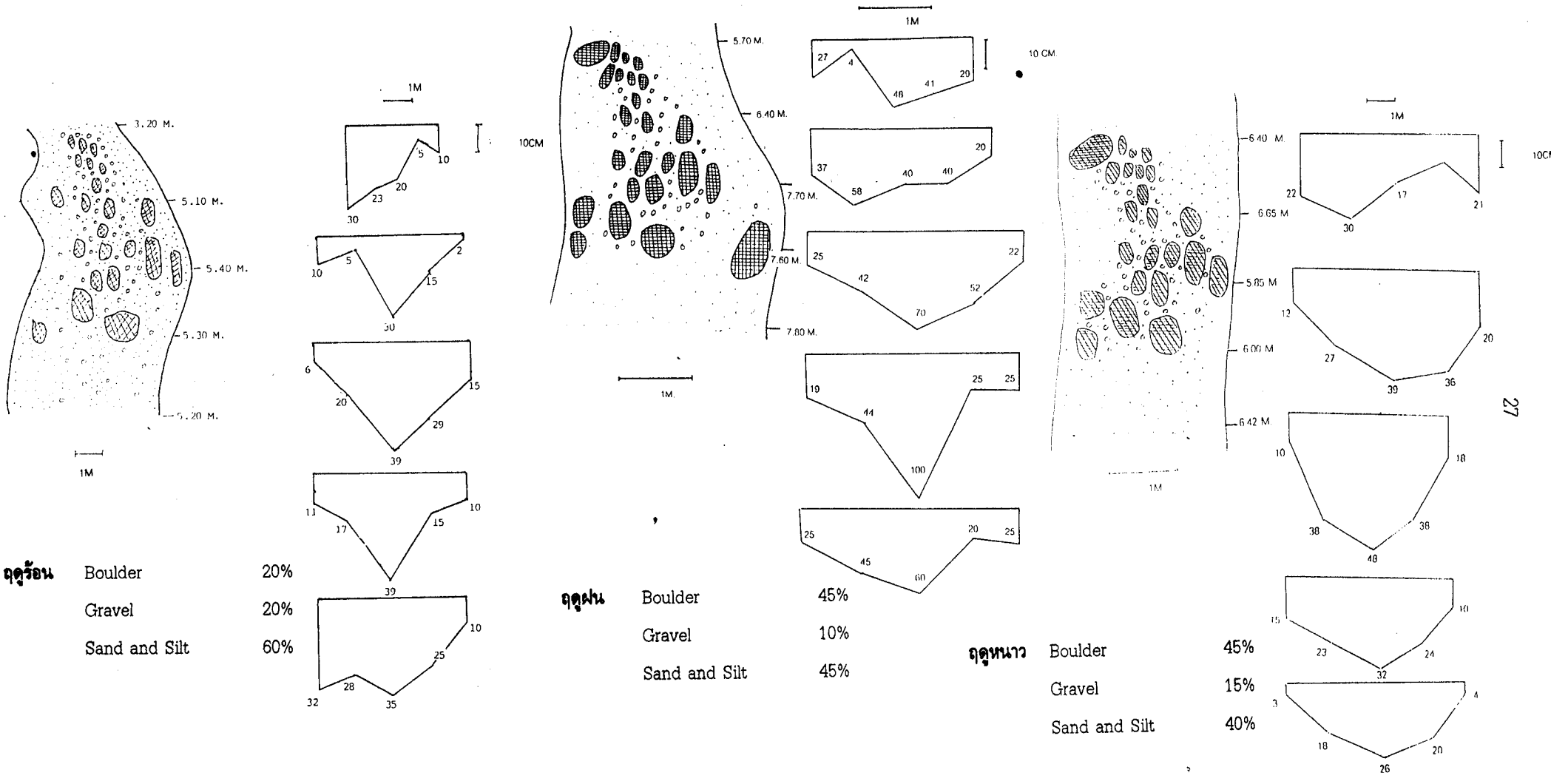
ฤดูร้อน

ฤดูฝน

ฤดูหนาว

สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

ภาพที่ 6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4-6 (บ้านศรีม่วงคำ หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี และสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์) เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ฤดู ฤดูร้อน



ฤดูร้อน

Boulder	20%
Gravel	20%
Sand and Silt	60%

ฤดูฝน

Boulder	45%
Gravel	10%
Sand and Silt	45%

ฤดูหนาว

Boulder	45%
Gravel	15%
Sand and Silt	40%

ภาพที่ 7 substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บ้านศรีม่วงคำ) ทั้ง 3 ฤดู มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541

ฤดูร้อน

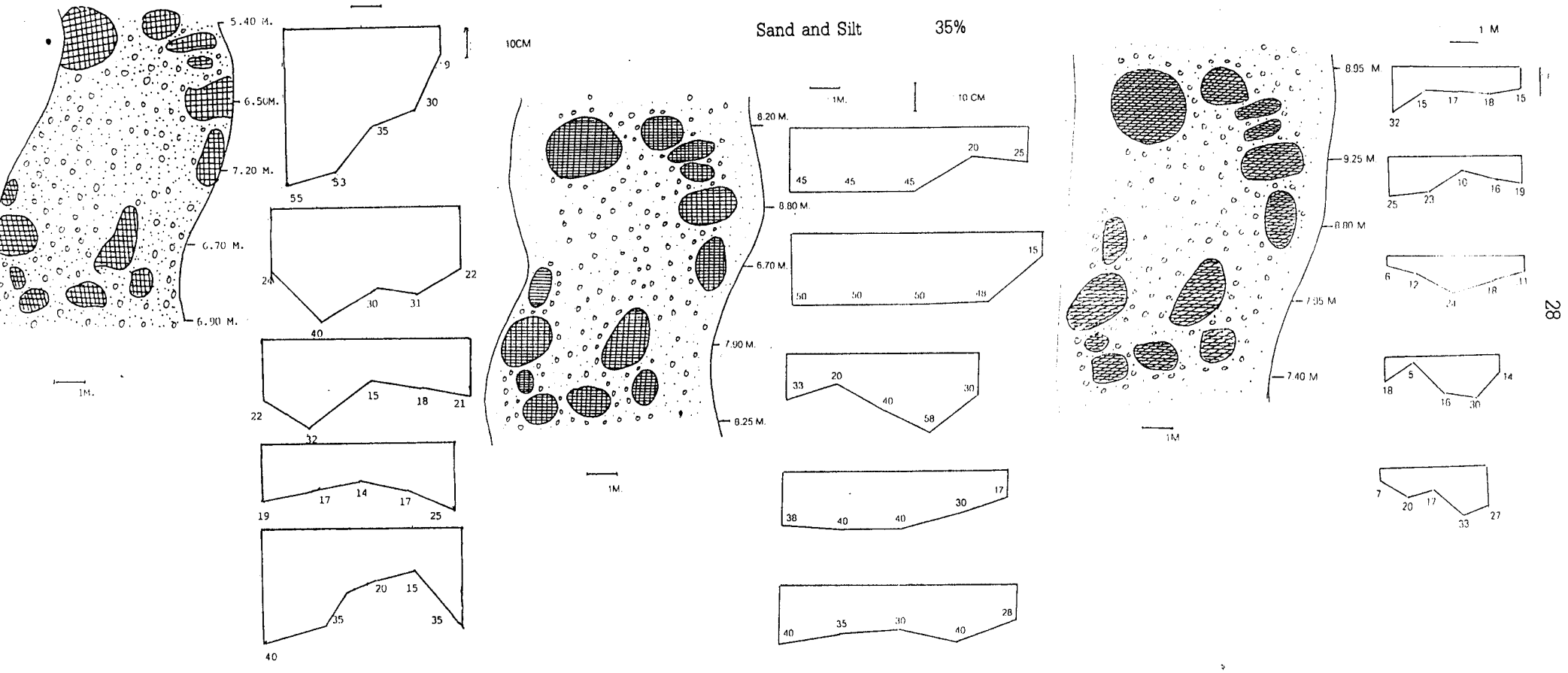
Boulder	25%
Gravel	40%
Sand and Silt	35%

ฤดูฝน

Boulder	25%
Gravel	40%
Sand and Silt	35%

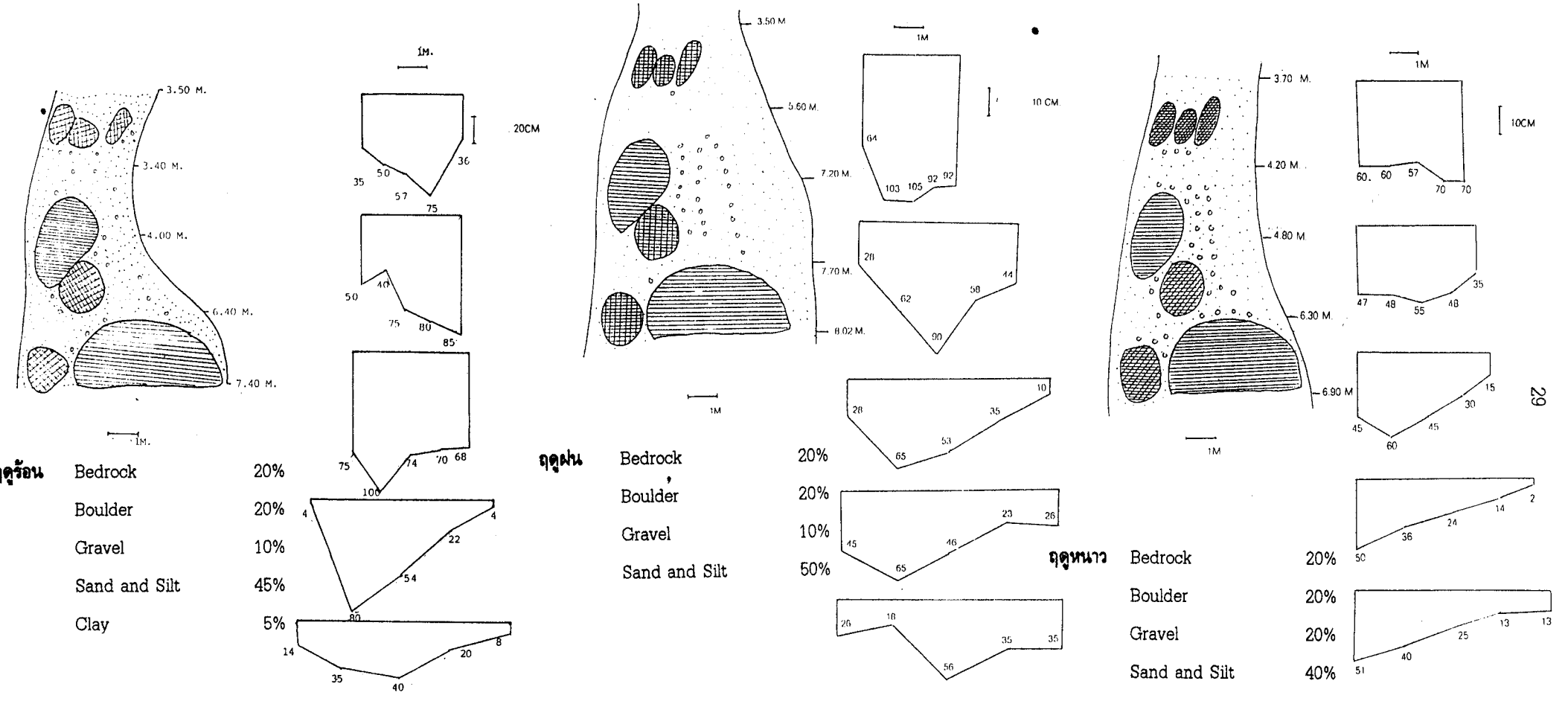
ฤดูหนาว

Boulder	25%
Gravel	35%
Sand and Silt	55%



28

ภาพที่ 8 substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี) ทั้ง 3 ฤดู มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541



ฤดูร้อน		
	Bedrock	20%
	Boulder	20%
	Gravel	10%
	Sand and Silt	45%
	Clay	5%

ฤดูฝน		
	Bedrock	20%
	Boulder	20%
	Gravel	10%
	Sand and Silt	50%

ฤดูหนาว		
	Bedrock	20%
	Boulder	20%
	Gravel	20%
	Sand and Silt	40%

ภาพที่ 9 substrate ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์) ทั้ง 3 ฤดู มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541

2. ชนิด จำนวนและปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่สา ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

โดยจะแยกกล่าวรายละเอียดแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณหมู่บ้านกองแหะ จะพบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 61 ชนิด ซึ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่พบจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด โดยเป็นแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ใน Division Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Pyrrhophyta และ Euglenophyta ซึ่งแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะอยู่ใน Division Bacillariophyta สำหรับแพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่น ได้แก่ *Eunotia* sp., *Gymnodinium* sp., *Pseudanabaena* sp., *Fragilaria* sp. 2, และ *Gomphonema* sp. 1 เมื่อนำแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างคือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว มาหาปริมาตรชีวภาพ พบว่ามีค่าเท่ากับ 21.57, 40.66 และ 48.83 $mm^3.m^{-3}$ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (หมู่บ้านกองแหะ) ในฤดูร้อน ฝน และหนาว มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume ($mm^3.m^{-3}$)**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Achnanthes sp. 1	101	1,046	-	0.92	9.53	-
Achnanthes sp. 3	-	-	700	-	-	1.37
Amphora libyca Ehrenberg	-	262	-	-	1.45	-
Anabeana sp. 1	-	262	-	-	0.07	-
Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen	404	-	-	0.84	-	-
Ceratium hirundinella (O.F.M.)Schrank	101	-	-	2.47	-	-
Closterium sp.	-	-	350	-	-	7.42
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve	-	262	-	-	3.45	-
Cymbella sp. 1	-	785	-	-	0.67	-
Cymbella sp. 2	-	262	-	-	0.06	-
Cymbella sp. 3	101	-	-	0.02	-	-
Cymbella sp. 4	101	-	-	0.12	-	-
Cymbella sp. 6	-	-	350	-	-	0.14
Epithemia sp.	808	-	-	2.58	-	-
Euglena sp. 1	-	262	-	-	3.18	-
Eunotia sp.	707	6,538	-	0.07	0.64	-
Fragilaria sp. 1	202	523	1,050	0.06	0.16	0.33
Fragilaria sp. 2	404	1,046	-	0.18	0.46	-
Fragilaria sp. 3	101	-	2,450	0.27	-	6.61

S = ฤดูร้อน R = ฤดูฝน W = ฤดูหนาว

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Phytoplankton species	Quantity (no. of cell.l^{-1})			Biovolume (mm^3.m^{-3})		
	S	R	W	S	R	W
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	202	262	-	2.12	2.74	-
Frustulia sp.	101	785	-	0.40	3.08	-
Gomphonema augur Ehrenberg	-	523	-	-	1.06	-
Gomphonema sp. 1	202	1,046	1,400	0.17	0.86	1.15
Gomphonema sp. 2	101	262	-	0.16	0.41	-
Gomphonema sp. 4	101	-	-	0.05	-	-
Gomphonema sp. 5	202	-	-	0.42	-	-
Gomphonema sp. 6	-	-	700	-	-	0.27
Gymnodinium sp.	1,515	2,092	-	2.14	2.96	-
Gyrosigma sp. 1	-	262	-	-	0.32	-
Melosira sp.	101	-	-	0.03	-	-
Navicula sp. 1	-	1,046	-	-	0.41	-
Navicula sp. 2	202	523	1,400	0.10	0.25	0.66
Navicula sp. 3	202	523	-	0.10	0.25	-
Navicula sp. 4	-	523	-	-	0.45	-
Navicula sp. 5	-	262	-	-	0.08	-
Navicula sp. 6	101	-	-	0.03	-	-
Navicula sp. 7	303	-	-	0.12	-	-
Navicula sp. 8	202	-	-	0.05	-	-
Navicula sp. 10	-	-	4,200	-	-	2.06
Neidium sp. 1	101	523	1,400	0.22	1.12	3.00
Nitzschia linearis W. Smith	303	262	2,100	0.25	0.21	1.72
Nitzschia sp. 1	101	262	-	0.01	0.02	-
Nitzschia sp. 5	101	-	2,100	0.08	-	1.65
Pediastrum duplex Meyen	202	262	-	0.52	0.68	-
Pediastrum simplex (Meyen) Lemm.	303	-	-	0.36	-	-
Peridiniopsis cunningtonii Lemm.	101	523	-	0.09	0.44	-
Peridinium sp.	404	-	-	0.88	-	-
Phacus pisciformis Klebs	202	-	-	0.33	-	-
Pinnularia sp. 1	-	523	2,800	-	2.57	13.74
Pinnularia sp. 2	101	262	-	0.22	0.56	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Phytoplankton species	Quantity (no. of cell.l^{-1})			Biovolume (mm^3.m^{-3})		
	S	R	W	S	R	W
Pseudanbena sp.	-	1,308	-	-	0.05	-
Rhoicosphenia sp.	101	262	-	0.13	0.33	-
Scenedesmus sp.	-	-	350	-	-	0.03
Stauroneis smithii Grunow	-	-	350	-	-	0.09
Surirella capronii Brébisson	202	262	-	1.48	1.92	-
Surirella sp. 1	101	-	-	0.76	-	-
Surirella sp. 2	101	-	-	1.03	-	-
Surirella sp. 3	101	-	-	1.17	-	-
Surirella sp. 4	101	-	-	0.48	-	-
Surirella sp. 7	-	-	700	-	-	8.59
Trachelomonas volvocina Ehrenberg	202	262	-	0.18	0.24	-
Total phytoplankton (cells.l^{-1})	**9,393**	**24,058**	**22,400**			
Total biovolume (mm^3.m^{-3})				**21.57**	**40.66**	**48.83**

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณสะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ จะพบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 57 ชนิด ในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะพบจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชมาก รองจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 โดยเป็นแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ใน Division Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Pyrrhophyta และ Euglenophyta แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนี้ ก็ยังอยู่ใน Division Bacillariophyta เช่นเดิม สำหรับแพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นได้แก่ *Fragilaria* sp. 3, *Melosira varians* Agardh, *Navicula* sp. 7, *Pinnularia* sp. 2, และ *Fragilaria* sp. 1 เมื่อนำแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างคือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว มาหาปริมาตรชีวภาพ พบว่ามีค่าเท่ากับ 7.45, 28.77 และ 72.68 mm^3.m^{-3} (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ) ในฤดูร้อน ฝน และหนาว มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume (mm^3.m^{-3})**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Achnanthes sp. 2	-	251	210	-	0.23	0.19
Achnanthes sp. 3	-	-	420	-	-	0.82
Amphora libyca Ehrenberg	242	-	-	1.34	-	-
Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen	242	-	-	0.50	-	-
Cymbella sp. 1	-	1,004	-	-	0.85	-
Cymbella sp. 3	242	502	-	0.04	0.08	-
Cymbella sp. 6	-	-	210	-	-	0.08
Diplonesis sp.	-	-	210	-	-	0.34
Epithemia sp.	-	-	210	-	-	0.67
Euglena sp. 3	-	-	210	-	-	5.36
Euglena sp. 4	-	251	-	-	0.37	-
Eunotia sp.	-	502	-	-	0.05	-
Fragilaria sp. 1	483	753	1,050	0.15	0.23	0.33
Fragilaria sp. 2	-	502	210	-	0.22	0.09
Fragilaria sp. 3	-	-	7,770	-	-	20.97
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	-	-	630	-	-	6.60
Frustulia sp.	-	1,255	420	-	4.93	1.65
Gomphonema augur Ehrenberg	242	-	-	0.49	-	-
Gomphonema constrictum Ehrenberg	-	-	420	-	-	0.82
Gomphonema sp. 1	483	-	-	0.40	-	-
Gomphonema sp. 2	-	251	-	-	0.39	-
Gomphonema sp. 3	-	251	210	-	0.52	0.43
Gomphonema sp. 4	242	-	-	0.12	-	-
Gomphonema sp. 5	242	-	-	0.50	-	-
Gonium sp.	-	-	210	-	-	0.03
Gymnodinium sp.	-	251	-	-	0.35	-
Melosira sp.	242	-	-	0.08	-	-
Melosira varians Agardh	-	-	3,990	-	-	19.34
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	-	-	210	-	-	0.06
Navicula sp. 1	-	753	1,050	-	0.30	0.41

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Phytoplankton species	Quantity (no. of cell.l^{-1})			Biovolume (mm^3.m^{-3})		
	S	R	W	S	R	W
Navicula sp. 2	-	1,506	420	-	0.71	0.20
Navicula sp. 3	242	2,008	2,940	0.11	0.95	1.38
Navicula sp. 4	-	1,004	-	-	0.87	-
Navicula sp. 6	-	251	-	-	0.07	-
Navicula sp. 7	242	-	-	0.09	-	-
Navicula sp. 8	242	-	-	0.06	-	-
Navicula sp. 13	-	-	420	-	-	0.10
Neidium sp. 1	-	251	420	-	0.54	0.90
Nitzschia linearis W. Smith	242	-	420	0.20	-	0.34
Nitzschia sp. 1	-	3,765	630	-	0.24	0.04
Nitzschia sp. 2	-	251	-	-	0.25	-
Nitzschia sp. 3	-	251	-	-	1.58	-
Nitzschia sp. 4	-	251	-	-	0.11	-
Nitzschia sp. 5	242	251	420	0.19	0.20	0.33
Nitzschia sp. 6	-	-	210	-	-	0.01
Oscillatoria sp. 2	-	-	210	-	-	0.01
Pinnularia sp. 1	-	-	630	-	-	3.09
Pinnularia sp. 2	-	2,510	1,050	-	5.42	2.27
Pseudanbena sp.	-	-	210	-	-	0.01
Rhopalodia sp.	242	251	420	0.37	0.38	0.64
Staurastrum sp.	-	502	-	-	0.63	-
Stauroneis smithii Grunow	-	251	-	-	0.07	-
Surirella capronii Brébisson	242	-	-	1.77	-	-
Surirella sp. 1	-	753	-	-	5.68	-
Surirella sp. 2	-	251	-	-	2.57	-
Surirella sp. 4	242	-	-	1.14	-	-
Surirella sp. 7	-	-	420	-	-	5.15
Total phytoplankton (cells.l^{-1})	**4,589**	**20,833**	**26,460**			
Total biovolume (mm^3.m^{-3})				**7.54**	**28.77**	**72.68**

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปางช้างโป่งแยง จะพบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 48 ชนิด โดยเป็นแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ใน Division Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Pyrrhophyta และ Euglenophyta แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนี้ จะอยู่ใน Division Bacillariophyta เช่นเดิม แพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นได้แก่ *Fragilaria* sp. 3, *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Fragilaria* sp. 1 และ *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck เมื่อนำแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างคือ ฤดูร้อน ฝน และหนาว มาหาปริมาตรชีวภาพ พบว่ามีค่าเท่ากับ 33.18, 34.16 และ 197.82 $mm^3.m^{-3}$ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (บริเวณปางช้างโป่งแยง)

- ในฤดูร้อน ฝน และหนาว มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume ($mm^3.m^{-3}$)**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Achnanthes sp. 1	-	534	702	-	4.86	6.39
Anabeana sp. 2	260	-	-	0.24	-	-
Ankistrodesmus sp.	-	534	-	-	0.07	-
Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen	260	-	-	0.54	-	-
Closterium sp.	-	-	351	-	-	7.44
Cocconeis placentula Ehrenberg	520	534	-	0.56	0.57	-
Cymbella sp. 1	-	-	351	-	-	0.30
Cymbella sp. 3	260	-	702	0.04	-	0.12
Cymbella sp. 4	-	267	-	-	0.31	-
Cymbella sp. 5	260	-	-	0.25	-	-
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	520	-	2,457	2.67	-	12.59
Epithemia sp.	260	801	702	0.83	2.56	2.24
Euglena sp. 2	-	267	-	-	4.16	-
Fragilaria sp. 1	-	-	2,808	-	-	0.87
Fragilaria sp. 2	1,040	-	351	0.46	-	0.15
Fragilaria sp. 3	260	534	19,656	0.70	1.44	53.05
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	-	-	3,510	-	-	36.75
Frustulia sp.	-	1,068	351	-	4.19	1.38
Gomphonema sp. 1	260	534	1,053	0.21	0.44	0.86
Gomphonema sp. 4	260	534	702	0.13	0.26	0.34
Gomphonema sp. 6	260	-	-	0.10	-	-

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume (mm^3.m^{-3})**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Gomphonema sp. 7	260	-	-	0.49	-	-
Gymnodinium sp.	-	534	-	-	0.75	-
Gyrosigma sp. 1	-	267	351	-	0.33	0.43
Gyrosigma sp. 2	-	-	351	-	-	0.46
Melosira varians Agardh	2,600	-	12,285	12.60	-	59.56
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	260	-	351	0.08	-	0.11
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	-	267	-	-	0.57	-
Navicula sp. 3	260	534	1,404	0.12	0.25	0.66
Navicula sp. 6	-	267	-	-	0.07	-
Navicula sp. 7	260	-	-	0.10	-	-
Navicula sp. 9	-	-	351	-	-	0.17
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith	-	-	1,755	-	-	1.44
Nitzschia sp. 1	260	267	1,053	0.02	0.02	0.07
Nitzschia sp. 3	260	-	-	1.63	-	-
Oscillatoria sp. 1	260	-	-	0.05	-	-
Peridinium sp.	-	5,073	-	-	11.00	-
Phacus pisciformis Klebs	520	-	-	0.86	-	-
Pinnularia sp. 2	260	801	702	0.56	1.73	1.52
Pinnularia sp. 3	-	-	351	-	-	3.10
Rhoicosphenia sp.	520	267	702	0.66	0.34	0.90
Staurastrum sp.	-	-	351	-	-	0.44
Surirella capronii Brébisson	520	-	351	3.81	-	2.57
Surirella sp. 1	260	-	-	1.96	-	-
Surirella sp. 2	-	-	351	-	-	3.60
Surirella sp. 3	260	-	-	3.02	-	-
Surirella sp. 5	-	-	351	-	-	0.31
Trachelomonas volvocina Ehrenberg	520	267	-	0.47	0.24	-
Total phytoplankton (cells.l^{-1})	**11,700**	**14,151**	**54,756**			
Total biovolume (mm^3.m^{-3})				**33.18**	**34.16**	**197.82**

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณบ้านศรีม่วงคำ จะพบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 45 ชนิด โดยเป็นแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ใน 4 Divisions ได้แก่ Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta และ Euglenophyta แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนี้ จะอยู่ใน Division Bacillariophyta เช่นเดิม ส่วนแพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นก็คือ *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Fragilaria* sp. 2, *Navicula* sp. 6, *Fragilaria* sp. 1 และ *Gomphonema* sp. 1 เมื่อนำแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างคือ ฤดูร้อน ฝน และหนาว มาหาปริมาตรชีวภาพ พบว่ามีค่าเท่ากับ 25.10, 10.47 และ 50.10 $mm^3.m^{-3}$ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บ้านศรีม่วงคำ) ในฤดู

- ร้อน ฝน และหนาว มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume ($mm^3.m^{-3}$)**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Achnanthes sp. 1	-	-	349	-	-	3.18
Amphora libyca Ehrenberg	243	-	-	1.35	-	-
Anabeana sp. 2	-	-	349	-	-	0.10
Ankistrodesmus sp.	243	207	-	0.03	0.03	-
Cocconeis placentula Ehrenberg	729	-	349	0.78	-	0.37
Cymbella sp. 1	-	207	349	-	0.18	0.30
Cymbella sp. 3	486	-	-	0.08	-	-
Cymbella sp. 4	-	-	349	-	-	0.41
Cymbella sp. 5	-	-	349	-	-	0.34
Cymbella sp. 6	-	-	349	-	-	0.14
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	-	-	349	-	-	1.79
Epithemia sp.	486	-	-	1.55	-	-
Euglena sp. 2	-	207	-	-	3.22	-
Fragilaria sp. 1	243	-	1,396	0.08	-	0.43
Fragilaria sp. 2	972	413	2,443	0.43	0.18	1.08
Fragilaria sp. 3	243	-	349	0.66	-	0.94
Fragilaria ulna Nitzsch) Lange-Bertalot	-	207	2,792	-	2.16	29.24
Frustulia sp.	-	207	698	-	0.81	2.74
Gomphonema sp. 1	972	207	698	0.80	0.17	0.57
Gomphonema sp. 4	729	-	349	0.36	-	0.17
Gomphonema sp. 5	-	207	-	-	0.43	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume (mm^3.m^{-3})**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Gomphonema sp. 7	486	-	-	0.92	-	-
Gyrosigma sp. 1	243	-	-	0.30	-	-
Gyrosigma sp. 2	243	207	-	0.32	0.27	-
Melosira sp.	243	-	-	0.08	-	-
Melosira varians Agardh	1,701	-	-	8.25	-	-
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	243	-	349	0.07	-	0.11
Navicula sp. 1	-	413	-	-	0.16	-
Navicula sp. 2	-	413	1,745	-	0.19	0.82
Navicula sp. 3	243	207	698	0.11	0.10	0.33
Navicula sp. 7	-	-	349	-	-	0.14
Navicula sp. 8	243	207	698	0.06	0.05	0.16
Navicula sp. 9	729	-	-	0.36	-	-
Navicula sp. 10	-	-	698	-	-	0.34
Navicula sp. 12	-	207	349	-	0.15	0.25
Nitzschia linearis W. Smith	486	-	349	0.40	-	0.29
Nitzschia sp. 1	-	207	349	-	0.01	0.02
Nitzschia sp. 5	243	207	349	0.19	0.16	0.27
Peridinium sp.	-	620	-	-	1.34	-
Pinnularia sp. 2	243	207	698	0.52	0.45	1.51
Pseudanbena sp.	-	207	349	-	0.01	0.01
Scenedesmus sp.	-	413	-	-	0.04	-
Surirella capronii Brébisson	243	-	-	1.78	-	-
Surirella sp. 3	486	-	349	5.64	-	4.05
Trachelomonas volvocina Ehrenberg	-	413	-	-	0.37	-
Total phytoplankton (cells.l^{-1})	**11,421**	**5,782**	**18,846**			
Total biovolume (mm^3.m^{-3})				**25.10**	**10.47**	**50.10**

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี จะพบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 49 ชนิด โดยเป็นแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ใน 4 Divisions ได้แก่ Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta และ Pyrrhophyta แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนี้ จะอยู่ใน Division Bacillariophyta แพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นก็คือ *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria* sp. 3, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Navicula* sp. 7, และ *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot เมื่อนำแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างคือ ฤดูร้อน ฝน และหนาว มาหาปริมาตรชีวภาพ พบว่ามีค่าเท่ากับ 16.04, 28.81 และ 545.55 $mm^3.m^{-3}$ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี) ในฤดูร้อน ฝน และหนาว มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume ($mm^3.m^{-3}$)**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Achnanthes sp. 1	-	-	419	-	-	3.81
Anabeana sp. 2	-	-	419	-	-	0.38
Ankistrodesmus sp.	-	261	-	-	0.03	-
Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen	206	-	837	0.43	-	1.74
Ceratium hirundinella (O.F.M.)Schrank	-	261	-	-	6.38	-
Cocconeis placentula Ehrenberg	206	-	419	0.22	-	0.45
Cymbella sp. 1	-	-	419	-	-	0.36
Cymbella sp. 2	206	-	-	0.05	-	-
Cymbella sp. 3	206	-	-	0.03	-	-
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	-	261	837	-	1.34	4.29
Fragilaria sp. 1	-	-	1,256	-	-	0.39
Fragilaria sp. 2	411	-	-	0.18	-	-
Fragilaria sp. 3	411	782	26,784	1.11	2.11	72.29
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	411	782	3,767	4.30	8.18	39.44
Gomphonema sp. 1	206	-	-	0.17	-	-
Gomphonema sp. 4	206	-	419	0.10	-	0.21
Gomphonema sp. 6	-	-	419	-	-	0.16
Gomphonema sp. 8	-	261	-	-	0.84	-
Gyrosigma sp. 1	206	-	419	0.25	-	0.51
Gyrosigma sp. 2	-	261	-	-	0.34	-
Lyngbya sp.	-	-	419	-	-	0.01

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume (mm^3.m^{-3})**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Melosira varians Agardh	617	261	81,608	2.99	1.26	395.63
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	-	521	2,511	-	0.16	0.76
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	-	261	837	-	0.55	1.77
Navicula sp. 2	206	-	837	0.10	-	0.39
Navicula sp. 3	206	261	2,511	0.10	0.12	1.18
Navicula sp. 5	206	-	-	0.06	-	-
Navicula sp. 6	206	-	-	0.05	-	-
Navicula sp. 8	206	-	-	0.05	-	-
Navicula sp. 9	206	-	-	0.10	-	-
Navicula sp. 10	-	261	419	-	0.13	0.21
Navicula sp. 12	-	261	-	-	0.19	-
Neidium sp. 1	-	261	419	-	0.56	0.90
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith	206	-	-	0.17	-	-
Nitzschia sp. 1	206	-	419	0.01	-	0.03
Nitzschia sp. 4	-	-	837	-	-	0.36
Nitzschia sp. 5	-	-	1,256	-	-	0.99
Nitzschia sp. 6	-	261	-	-	0.01	-
Peridinium sp.	-	782	-	-	1.69	-
Pinnularia sp. 2	1,439	-	837	3.11	-	1.81
Pinnularia sp. 3	-	521	-	-	4.60	-
Rhoicosphenia sp.	411	-	837	0.52	-	1.07
Scenedesmus javanesis Chod.	-	261	-	-	0.08	-
Surirella capronii Brébisson	-	-	419	-	-	3.07
Surirella sp. 1	-	-	419	-	-	3.16
Surirella sp. 2	-	-	419	-	-	4.29
Surirella sp. 4	411	-	-	1.94	-	-
Surirella sp. 5	-	261	419	-	0.23	0.37
Surirella sp. 6	-	-	837	-	-	5.55
Total phytoplankton (cells.l^{-1})	**7,193**	**7,034**	**132,665**			
Total biovolume (mm^3.m^{-3})				**16.04**	**28.81**	**545.55**

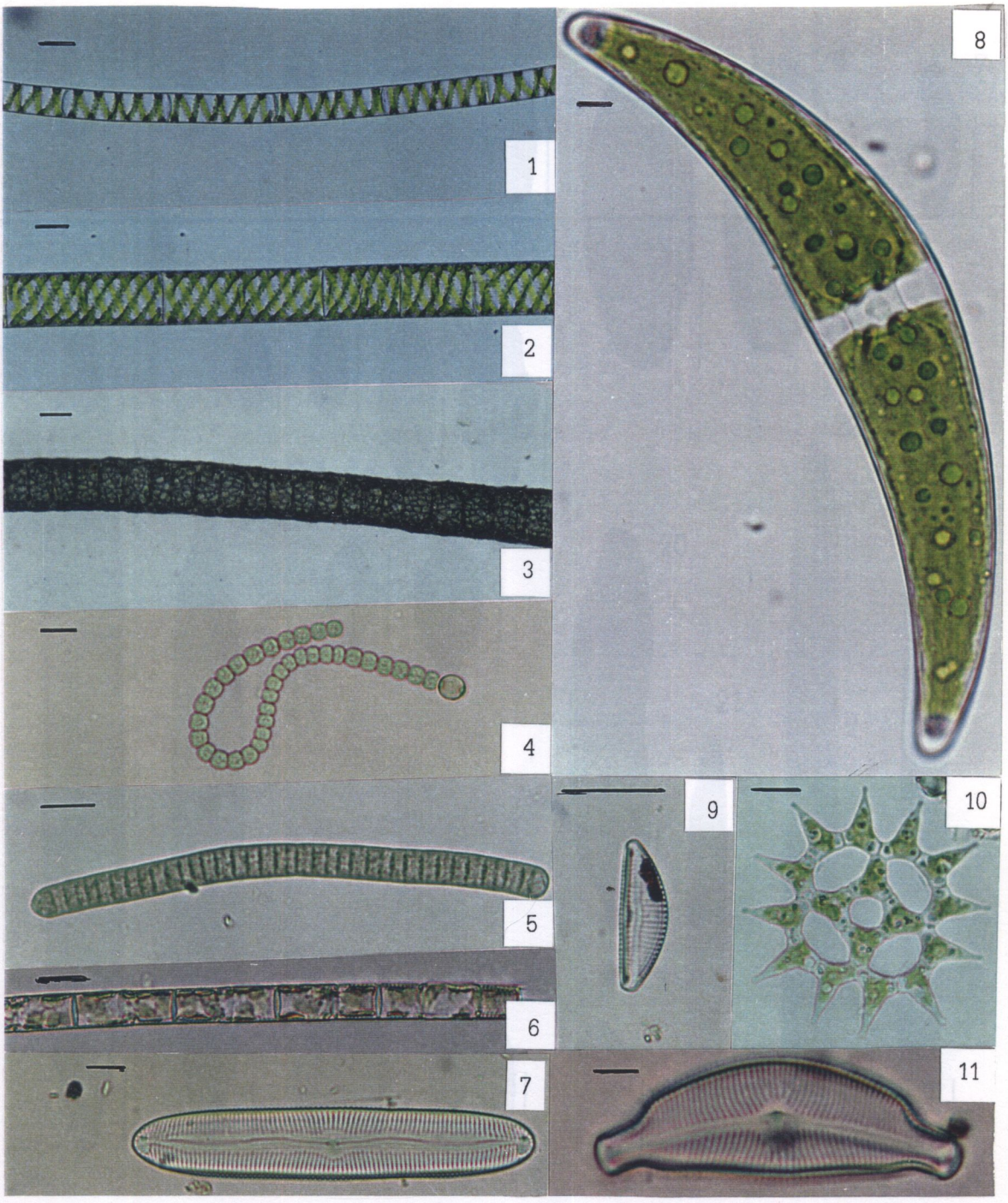
จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณสวนพฤษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จะพบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 49 ชนิด โดยเป็นแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ใน 3 Divisions ได้แก่ Bacillariophyta, Cyanophyta, และ Euglenophyta แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนี้ จะอยู่ใน Division Bacillariophyta สำหรับแพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นก็คือ *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria* sp. 3, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Navicula* sp. 7, และ *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenbergเมื่อนำแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างคือ ฤดูร้อน ฝน และหนาว มาหาปริมาตรชีวภาพ จะมีค่าเท่ากับ 30.59, 4.04 และ 926.84 $mm^3.m^{-3}$ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ชนิด จำนวนและปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (บริเวณสวนพฤษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์) ในฤดูร้อน ฝน และหนาว มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Phytoplankton species	**Quantity (no. of cell.l^{-1})**			**Biovolume ($mm^3.m^{-3}$)**		
	S	**R**	**W**	**S**	**R**	**W**
Anabeana sp. 2	-	212	-	-	0.19	-
Bacillaria sp.	-	-	398	-	-	0.42
Cocconeis placentula Ehrenberg	-	-	1,988	-	-	2.12
Cymbella sp. 1	261	212	1,193	0.22	0.18	1.01
Cymbella sp. 2	-	-	398	-	-	0.10
Cymbella sp. 3	-	-	1,193	-	-	0.20
Cymbella sp. 4	-	-	795	-	-	0.94
Cymbella sp. 5	-	-	1,988	-	-	1.92
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	-	-	3,975	-	-	20.38
Fragilaria sp. 1	-	-	1,988	-	-	0.62
Fragilaria sp. 2	1,044	-	-	0.46	-	-
Fragilaria sp. 3	-	-	27,825	-	-	75.10
Fragilaria ulna	261	212	8,348	2.73	2.21	87.41
Frustulia sp.	-	-	1,590	-	-	6.24
Gomphonema constrictum Ehrenberg	-	212	398	-	0.42	0.78
Gomphonema sp. 1	1,305	-	2,385	1.07	-	1.95
Gyrosigma sp. 1	-	212	795	-	0.26	0.97
Gyrosigma sp. 2	-	-	398	-	-	0.52
Melosira sp.	-	-	398	-	-	0.13
Melosira varians Agardh	2,871	-	134,753	13.92	-	653.28
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	-	-	5,168	-	-	10.96

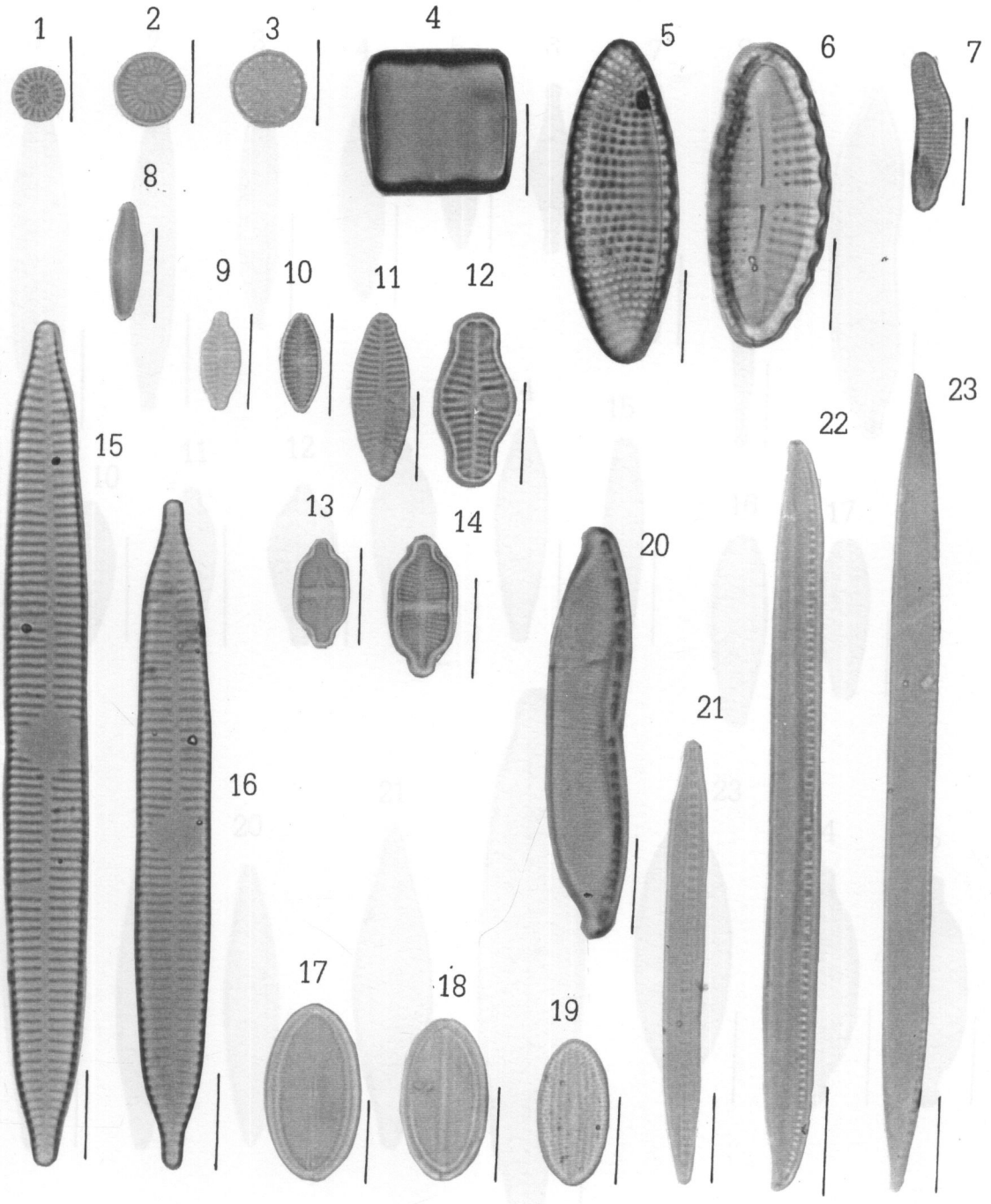
ตารางที่ 6 (ต่อ)

Phytoplankton species	Quantity (no. of cell.l^{-1})			Biovolume (mm^3.m^{-3})		
	S	R	W	S	R	W
Navicula sp. 1	-	-	398	-	-	0.16
Navicula sp. 2	522	-	-	0.25	-	-
Navicula sp. 3	522	-	6,758	0.25	-	3.18
Navicula sp. 6	261	212	-	0.07	0.06	-
Navicula sp. 7	-	-	398	-	-	0.16
Navicula sp. 8	261	-	-	0.06	-	-
Navicula sp. 9	261	-	-	0.13	-	-
Navicula sp. 10	261	-	-	0.13	-	-
Navicula sp. 11	261	-	-	0.20	-	-
Navicula sp. 12	-	212	-	-	0.15	-
Neidium sp. 1	-	-	398	-	-	0.85
Neidium sp. 2	-	-	795	-	-	24.97
Nitzschia linearis W. Smith	522	-	3,180	0.43	-	2.60
Nitzschia sp. 1	-	212	1,193	-	0.01	0.08
Nitzschia sp. 4	-	212	-	-	0.09	-
Nitzschia sp. 5	1,044	-	4,373	0.82	-	3.43
Nitzschia sp. 7	-	-	398	-	-	0.42
Nitzschia sp. 8	-	-	398	-	-	0.16
Oscillatoria sp. 1	-	-	795	-	-	0.16
Phacus pisciformis Klebs	261	-	398	0.43	-	0.66
Pinnularia sp. 2	1,305	212	3,975	2.82	0.46	8.58
Pinnularia sp. 3	-	-	398	-	-	3.51
Pinnularia sp. 4	-	-	398	-	-	0.27
Pseudanbena sp.	-	212	-	-	0.01	-
Rhoicosphenia sp.	261	-	-	0.33	-	-
Surirella capronii Brébisson	522	-	398	3.83	-	2.91
Surirella sp. 2	-	-	398	-	-	4.07
Surirella sp. 4	522	-	1,193	2.46	-	5.62
Total phytoplankton (cells.l^{-1})	**12,528**	**2,327**	**222,203**			
Total biovolume (mm^3.m^{-3})				**30.59**	**4.04**	**926.84**



แผ่นภาพที่ 1 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (1,2 - *Spirogyra* spp., 3 - *Ceramium* sp., 4 - *Anabaena* sp., 5 - *Oscillatoria* sp., 6 - *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen, 7 - *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg, 8 - *Closterium* sp., 9 - *Cymbella* sp., 10 - *Pediastrum simplex* (Meyen) Lemm., 11 - *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck)

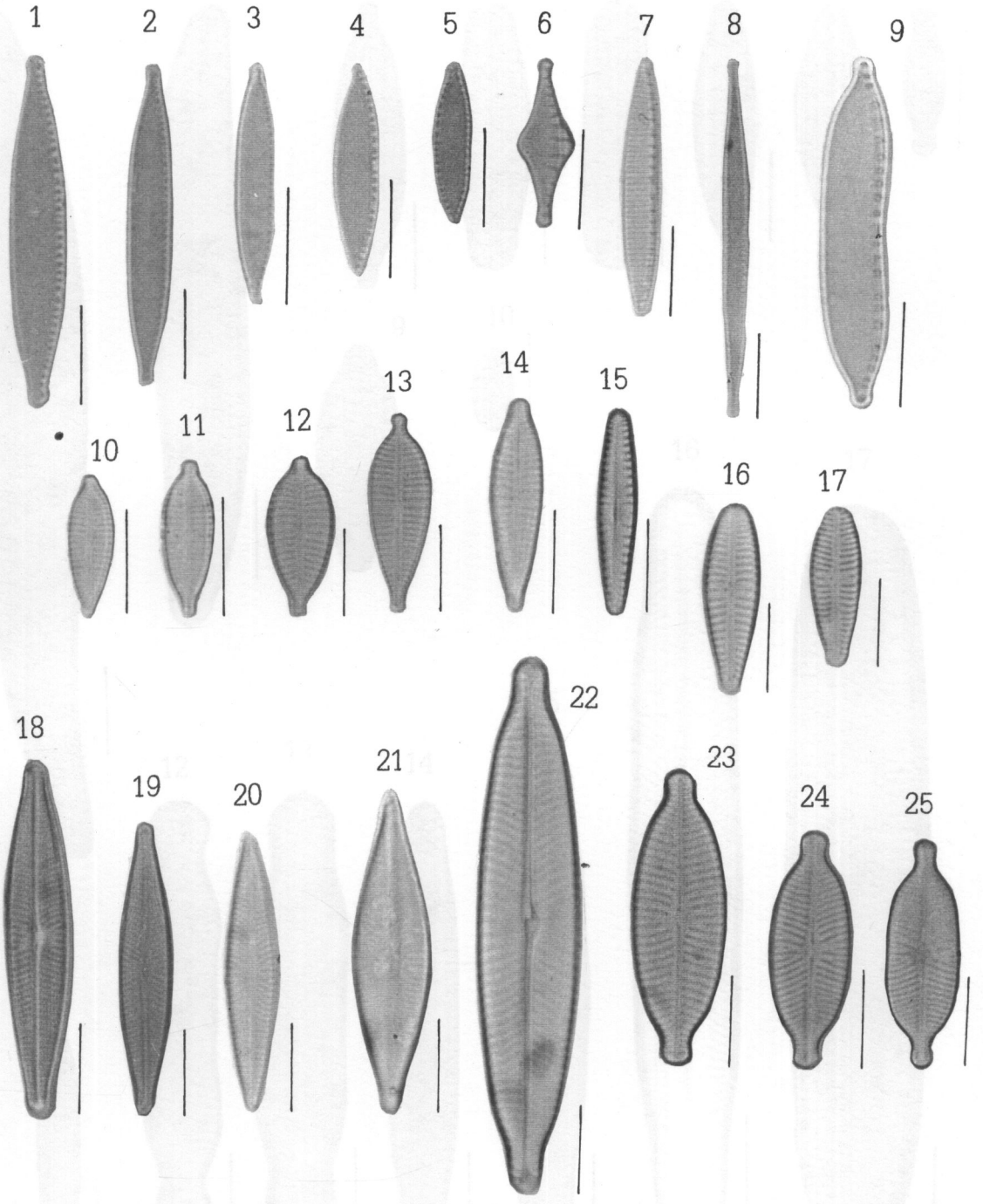
สเกล = 10 μm



แผ่นภาพที่ 2 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ

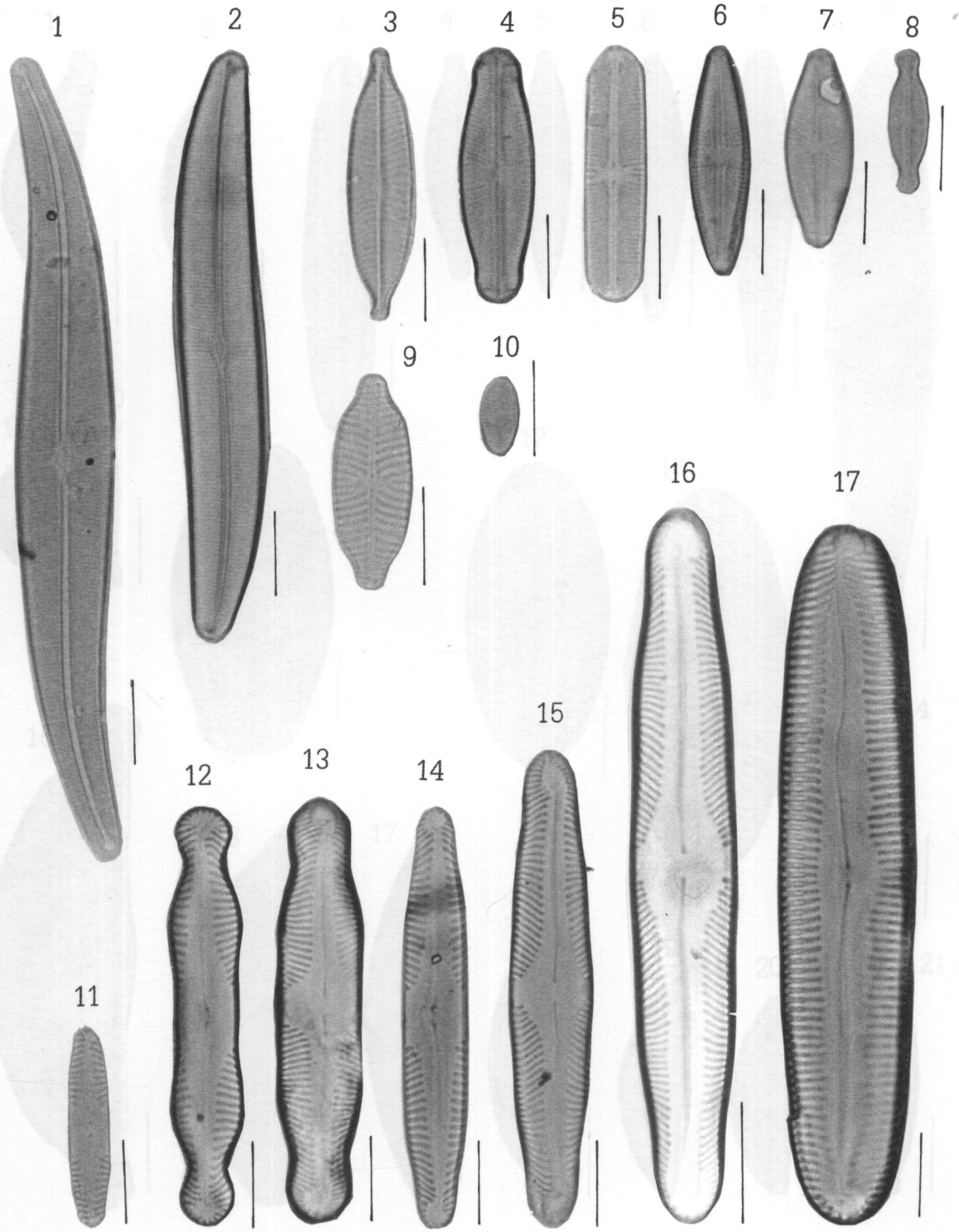
1,2 - *Cyclotella* spp., 3 - *Stephanodiscus* sp., 4 - *Melosira varians*, 5,6 - *Achnanthes crenulata*, 7 - *Eunotia* sp., 8 - *Achnanthes minutissima*, 9-12 - *Achnanthes lanceolata*, 13,14 - *Achnanthes exigua*, 15,16 - *Fragilaria ulna*, 17-19 - *Cocconeis placentula*, 20 - *Nitzchia dubia*, 21 - *Bacillaria* sp., 22 - *Nitzchia linearis*, 23 - *Nitzchia* sp.

สเกล = 10 μm



แผ่นภาพที่ 3 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)
1-8 - *Nitzchia* sp., 9 - *Hantzchia amphioxys*, 10-12 - *Gomphonema* spp., 13,14 - *Gomphonema parvulum*, 15-17 - *Gomphonema* spp., 18-20 - *Navicula cryptocephala*, 21 - *Navicula trivialis*, 22 - *Navicula viridula*, 23-25 - *Navicula* spp.

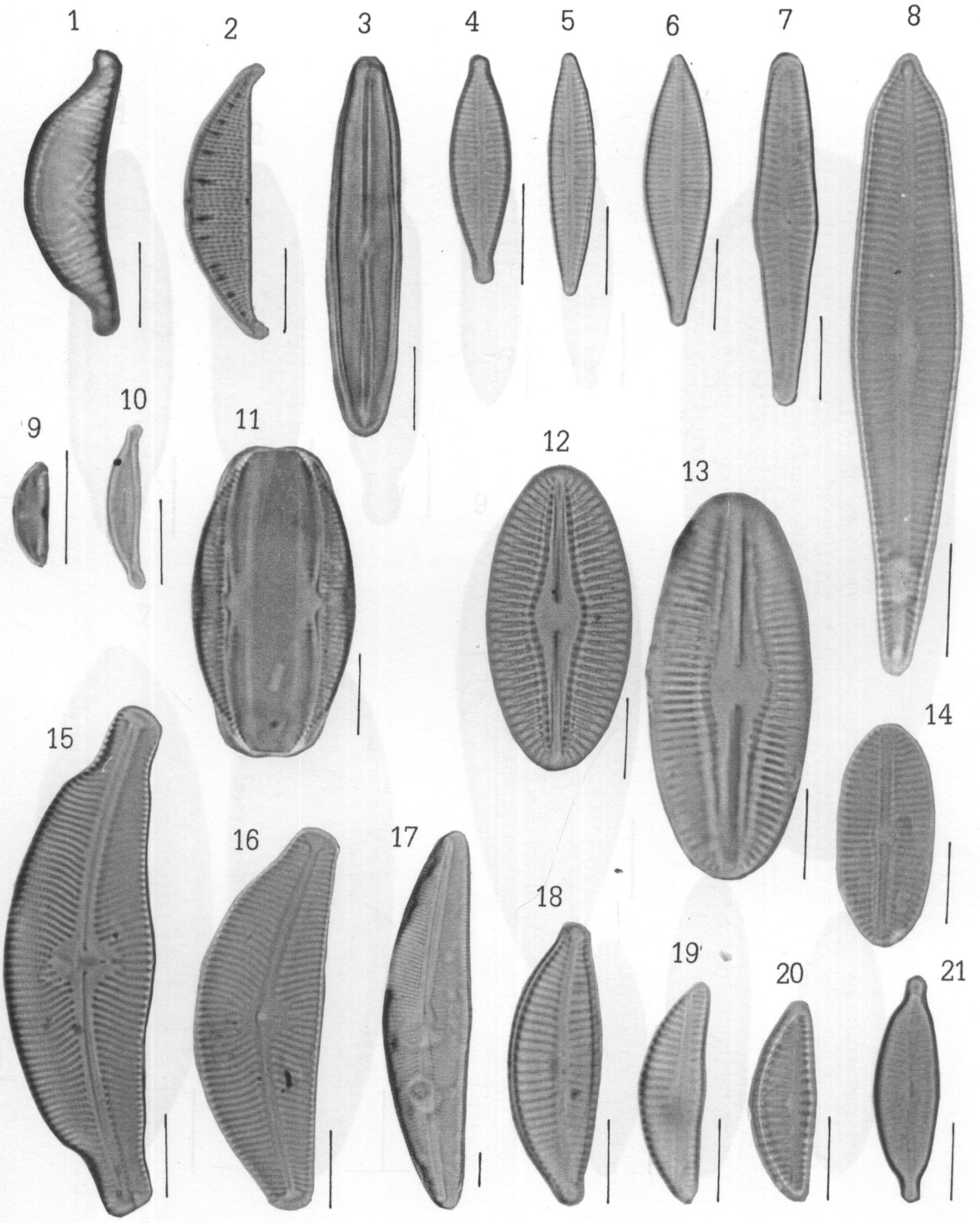
สเกล = 10 μm



แผ่นภาพที่ 4 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)

1- *Gyrosigma Kützing*, 2 - *Gyrosigma scalproides*, 3-7 - *Navicula* spp., 8 - *Navicula disjuncta*, 9 - *Navicula exigua*, 10 - *Cocconeis* sp., 11 - *Pinnularia* sp., 12,13 - *Pinnularia mesolepta*, 14-16 - *Pinnularia* spp., 17 - *Pinnularia viridis*

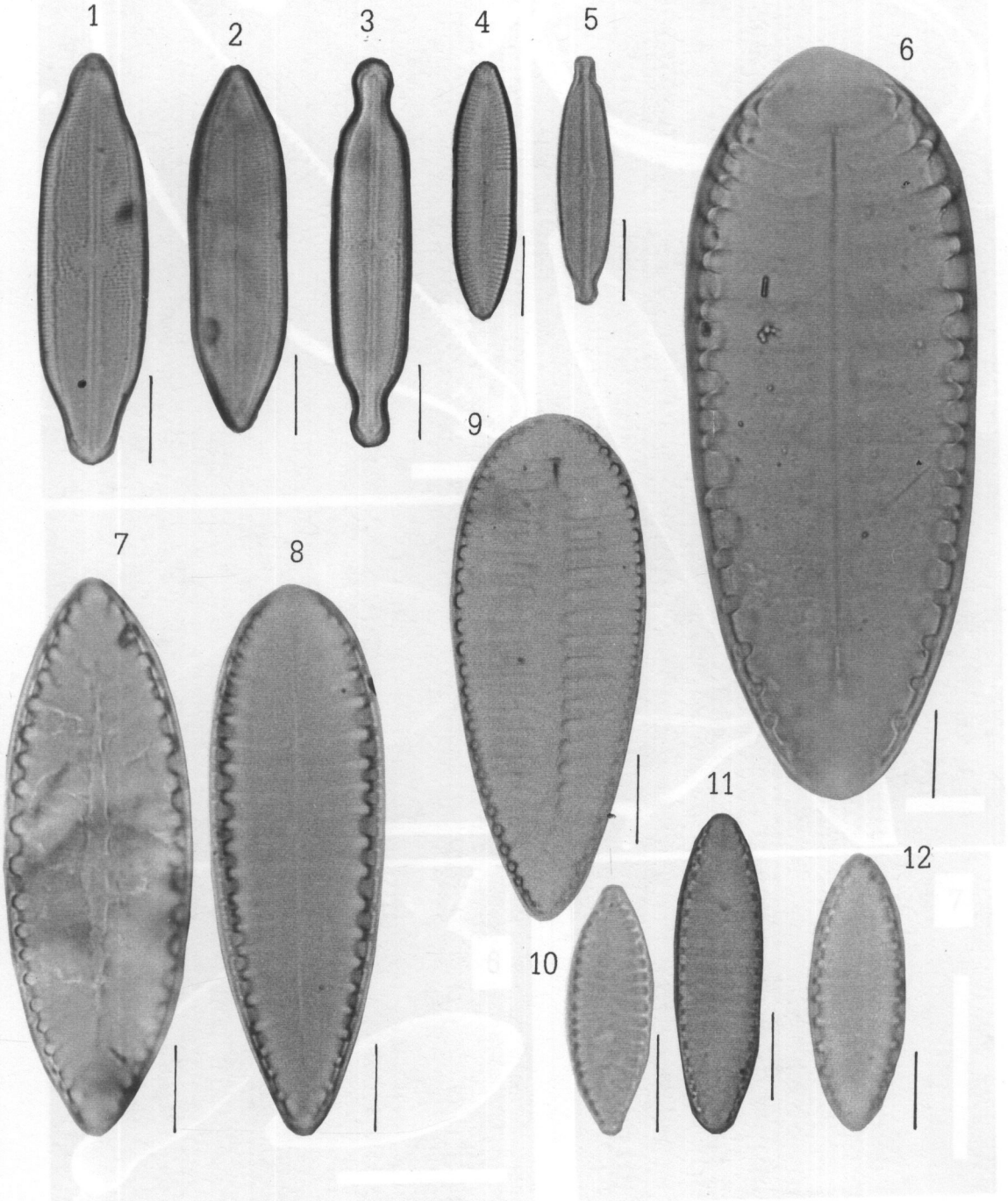
สเกล = 10 μm



แผ่นภาพที่ 5 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)

1,2 - *Epithemia* spp., 3 - *Frustulia vulgaris*, 4-6 - *Gomphonema* spp., 7- *Gomphonema subclavatum*, 8 - *Gomphonema gracile*, 9 - *Amphora* sp., 10 - *Amphora montana*, 11 - *Amphora ovalis*, 12-14 - *Diploneis* spp., 15,16 - *Cymbella tumida*, 17-20 *Cymbella* spp., 21 - *Cymbella naviculiformis*

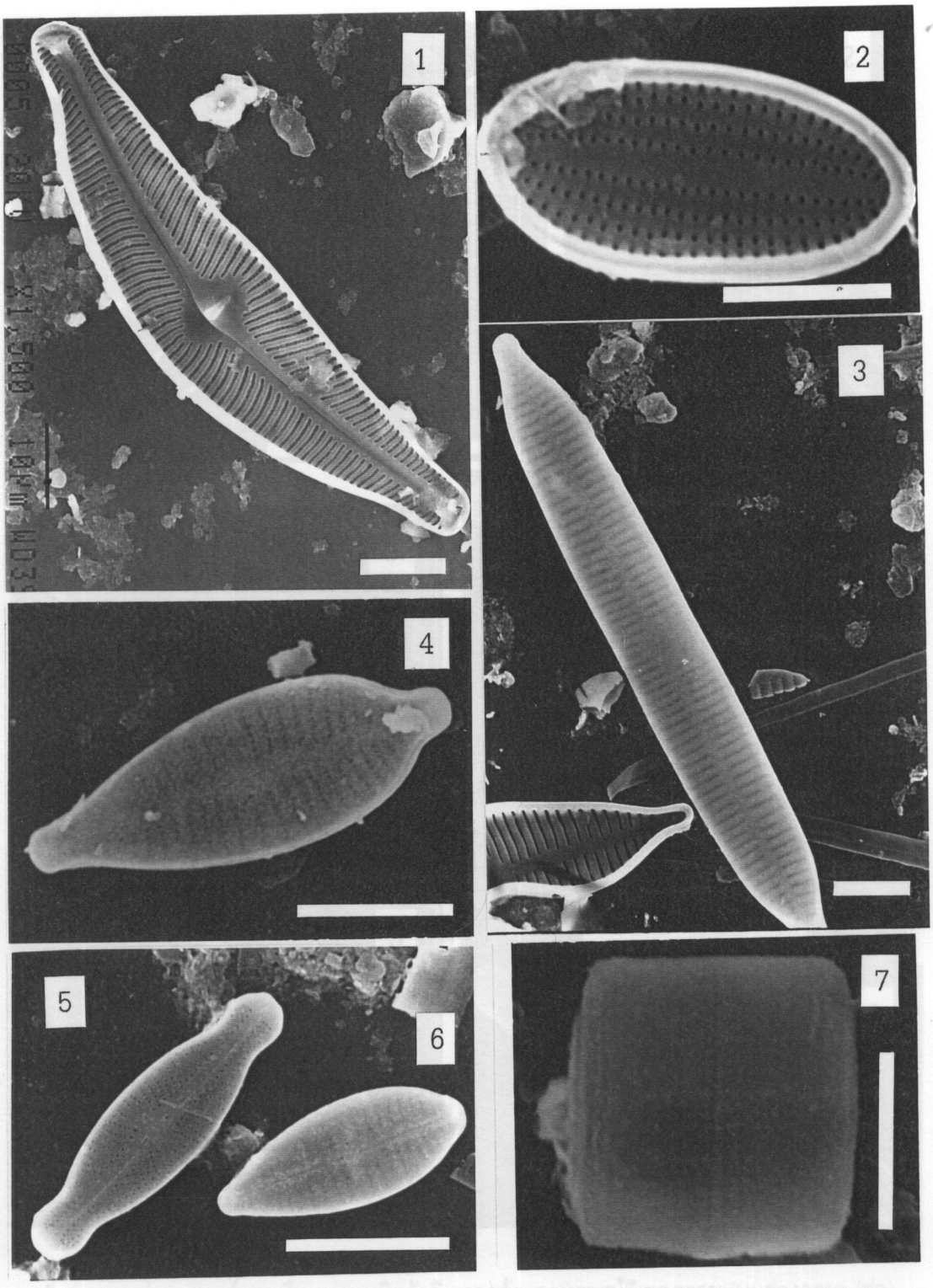
สเกล = 10 μm



แผ่นภาพที่ 6 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (ต่อ)

1-3 - *Neidium* spp., 4 - *Caloneis lauta*, 5 - *Stauroneis* sp., 6-12 - *Surirella* spp.

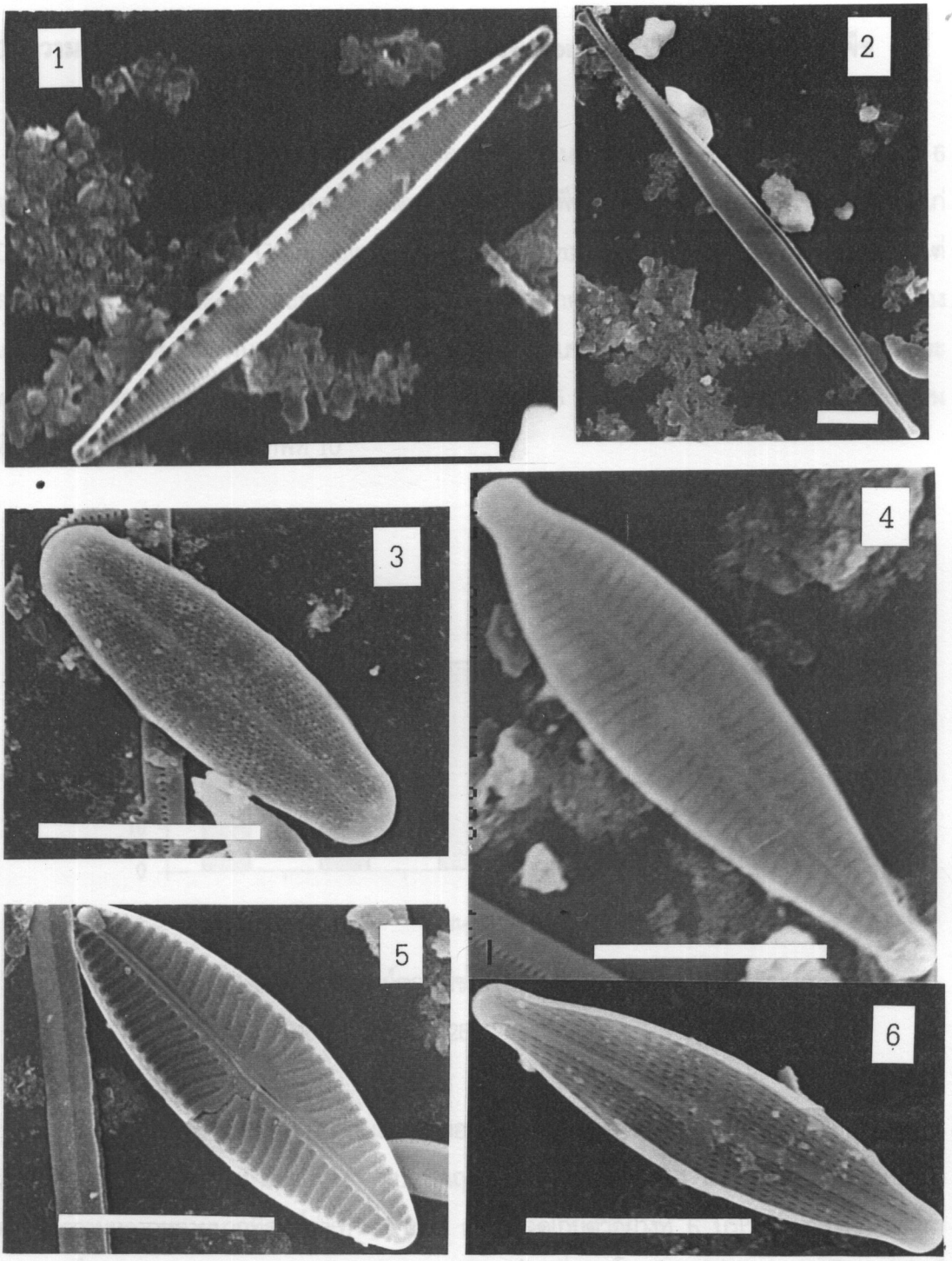
สเกล = 10 µm



แผ่นภาพที่ 7 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด

1 - *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, 2 - *Cocconeis placentula* Ehrenberg, 3 - *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, 4 - *Gomphonema augur* Ehrenberg, 5 - *Navicula disjuncta* Hustedt, 6 - *Gomphonema* sp., 7 - *Melosira varians* Agardh

สเกล = 10 μm

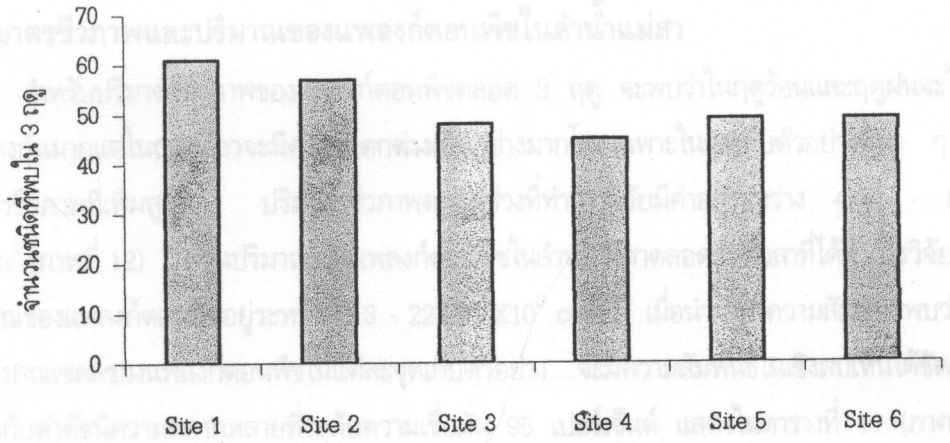


แผ่นภาพที่ 8 ภาพถ่ายแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (ต่อ)
1 - *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, 2 - *Nitzschia acicularis* Smith, 3 - *Navicula pupula* Kützing, 4 - *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grun., 5,6 - *Navicula* spp.

สเกล = 10 μm

3. ความหลากหลายและดัชนีความหลากหลาย (Shannon index) ของแพลงก์ตอนพืช ในลำน้ำแม่สา ในแต่ละฤดู

จากการศึกษาถึงความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในช่วงเวลา 3 ฤดู จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ในลำน้ำแม่สาดังกล่าว พบว่ามีจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชอยู่ 102 ชนิด ใน 5 Divisions ได้แก่ Division Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Pyrrhophyta และ Euglenophyta ซึ่งในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างและในแต่ละฤดูจะพบจำนวนชนิดที่แตกต่างกันไป โดยในฤดูร้อนจะมีชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด พบเพียง 62 ชนิด ส่วนในฤดูฝนจะพบชนิดของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้นโดยจะพบอยู่ 73 ชนิด และจะพบมากที่สุดในฤดูหนาว มีจำนวนถึง 75 ชนิด สำหรับจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บแสดงไว้ในภาพที่ 10

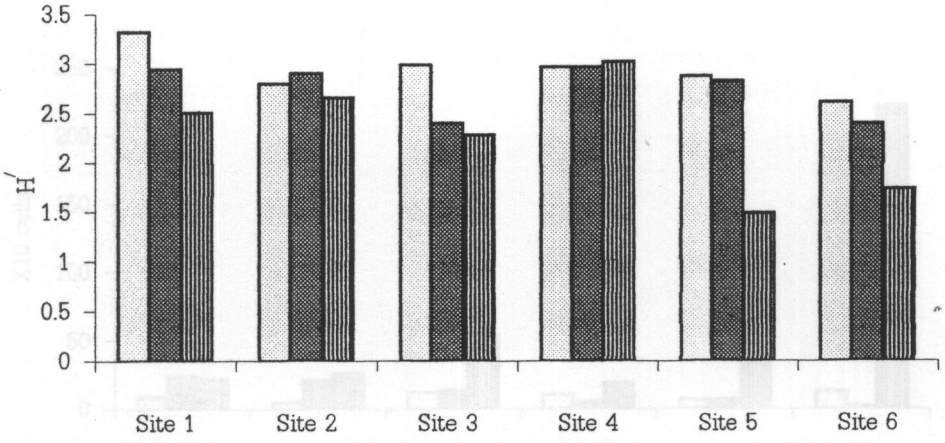


ภาพที่ 10 จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

สำหรับดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่สาตลอดช่วงระยะเวลา 3 ฤดู ในช่วงเดือนมีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541 พบว่าในฤดูร้อนจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณหมู่บ้านกองแหะจะมีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 3.32 ส่วนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมีในฤดูหนาว จะพบว่าค่าดัชนีความหลากหลายจะน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.49 เมื่อนำค่าดัชนีความหลากหลายที่ได้ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างและในแต่ละฤดูมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายที่ได้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดู ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูร้อนค่าดัชนีความหลากหลายจะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ* กับจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 17 (ภาคผนวก) (ภาพที่ 11)

---

* ความสัมพันธ์ในเชิงลบ หมายถึงเมื่อตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งมีค่ามากขึ้น ค่าของตัวแปรอีกตัวจะมีค่าลดลง

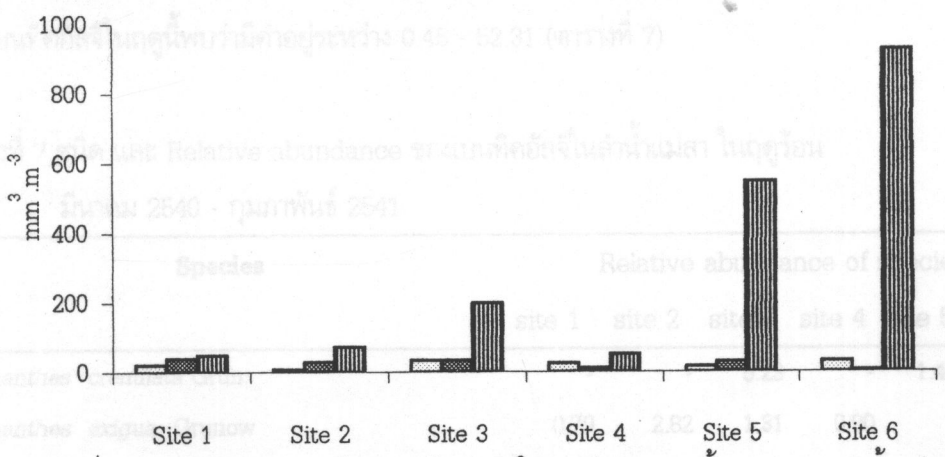


ภาพที่ 11 ค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

ฤดูร้อน ฤดูฝน ฤดูหนาว

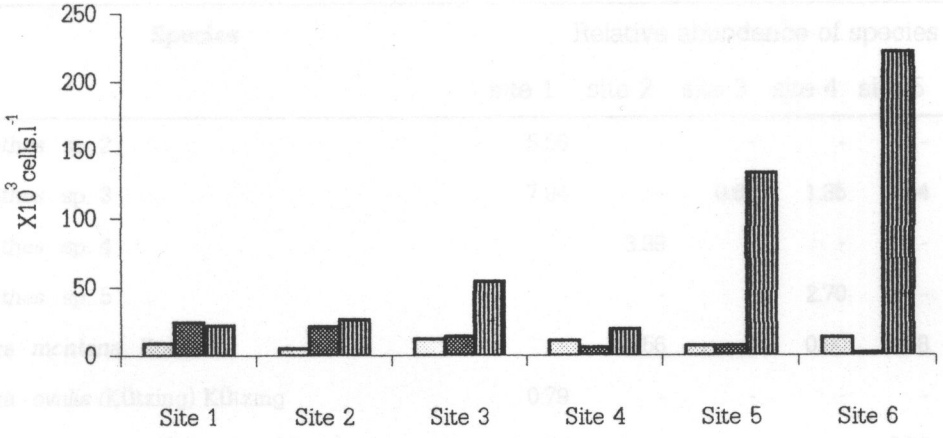
4. ปริมาตรชีวภาพและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่สา

สำหรับปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชตลอด 3 ฤดู จะพบว่าในฤดูร้อนและฤดูฝนจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากแต่ในฤดูหนาวจะมีความแตกต่างเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในจุดเก็บตัวอย่างท้าย ๆ จะมีปริมาตรชีวภาพที่เพิ่มสูงขึ้น ปริมาตรชีวภาพตลอดช่วงที่ทำการวิจัยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.04 - 926.84 $mm^3.m^{-3}$ (ภาพที่ 12) ส่วนปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่สาตลอดช่วงเวลาที่ได้ทำการวิจัย พบว่ามีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชอยู่ระหว่าง 2.3 - 222.2 $X10^3$ $cells.l^{-1}$ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูร้อนปริมาณเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง จะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบเห็นได้ชัดกว่าฤดูกาลอื่นกับค่าดัชนีความหลากหลายที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 17 (ภาคผนวก) แต่จะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก* กับจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืช ทั้ง 3 ฤดูที่ได้ทำการวิจัย (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 12 ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

* ความสัมพันธ์ในเชิงบวก หมายถึงเมื่อตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งมีค่ามากขึ้น ค่าของตัวแปรอีกตัวจะมีค่ามากตาม



• ภาพที่ 13 ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

5. ชนิด และ Relative abundance ของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา ในแต่ละฤดู

โดยจะแยกกล่าวรายละเอียดแต่ละฤดูดังต่อไปนี้

ฤดูร้อน เป็นฤดูแรกที่ได้ทำการวิจัยถึงความหลากหลายของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา โดยเบนทิคอัลจีที่พบส่วนใหญ่จะเป็นไดอะตอม แต่ก็มีบางส่วนที่เป็น macroalgae ฤดูร้อนนี้จะพบเบนทิคอัลจีได้น้อยชนิดที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดที่พบในฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งในฤดูนี้จะพบไดอะตอมอยู่ทั้งหมด 84 ชนิด ชนิดที่เด่นได้แก่ *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Gomphonema subclavatum* Grun. และ *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg ส่วนค่า Relative abundance ของเบนทิคอัลจีในฤดูนี้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.45 - 52.31 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ชนิด และ Relative abundance ของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา ในฤดูร้อน มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Achnanthes crenulata Grun.	-	-	5.23	-	1.44	-
Achnanthes exigua Grunow	0.79	2.82	1.31	0.90	-	-
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow	2.38	2.26	.31	0.90	1.44	2.78
Achnanthes minutissima Kützing	5.56	2.26	1.31	2.25	2.87	-
Achnanthes sp. 1	3.17	-	-	-	-	-

* Relative abundance = หมายถึงเปอร์เซนต์ของจำนวน individual ในแต่ละชนิดต่อจำนวน individual ทั้งหมด

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Achnanthes sp. 2	5.56	-	-	-	-	-
Achnanthes sp. 3	7.94	-	0.65	1.35	1.44	3.24
Achnanthes sp. 4	-	3.39	-	-	-	0.46
Achnanthes sp. 5	-	-	-	2.70	-	-
Amphora montana Krasske	-	0.56	-	0.90	0.48	-
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	0.79	-	-	-	-	-
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	-	-	-	-	0.96	-
Caloneis bacillum (Grun.) Cleve	-	-	-	0.45	-	-
Cocconeis placentula Ehrenberg	-	-	5.88	29.73	38.28	52.31
Cyclotella stelligera (Cleve & Grunow) Van Heurck	-	-	-	-	-	1.39
Cyclotella sp. 1	0.79	-	1.31	-	-	-
Cymbella naviculiformis (Auersw.) Cleve	-	0.56	-	-	-	-
Cymbella silesiaca Bleisch	-	-	0.65	0.45	-	0.46
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	-	-	3.27	0.45	0.48	2.31
Cymbella turgidula Grunow	-	-	0.65	0.45	0.96	0.46
Diploneis litoralis (Donk.) Cleve	-	-	-	0.45	-	-
Diploneis subovalis Cleve	-	-	-	-	0.48	-
Epithemia sp.	-	-	-	-	0.48	-
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange - Bertalot	0.79	1.13	3.27	6.76	4.78	3.24
Fragilaria ulna var. *acus* (Kutz.) Lange-Bertalot	-	-	0.65	-	-	-
Fragilaria sp. 1	-	-	-	2.25	0.96	0.46
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	0.79	2.82	-	0.45	0.48	1.85
Gomphonema augur Ehrenberg	0.79	0.56	-	0.45	-	0.46
Gomphonema clevei Fricke	9.52	-	-	0.90	0.48	-
Gomphonema gracile Ehrenberg	0.79	-	-	-	0.48	0.46
Gomphonema lanceolatum Ehrenberg	-	-	1.31	-	1.44	-
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh	-	-	7.84	0.45	-	-
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing	5.56	3.39	1.31	0.45	-	0.46
Gomphonema subclavatum Grun.	-	-	11.11	-	0.48	-
Gomphonema carolinense Hagelstein	-	-	1.96	0.45	-	-
Gomphonema sp. 1	0.79	-	2.61	-	0.48	-
Gomphonema sp. 2	-	-	-	1.35	2.87	0.93

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Gyrosigma kützing (Grun.) Cleve	-	4.52	0.65	-	-	-
Gyrosigma scalproides (Rabh.) Cleve	-	2.26	0.65	0.45	-	1.39
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grun.	-	-	-	0.45	-	-
Melosira varians Agardh	-	-	1.31	1.80	2.39	6.48
Navicula benalensis Grun.	0.79	1.13	-	-	-	-
Navicula bengalensis Grun.	-	-	-	0.90	-	-
Navicula capitatoradiata Germain	-	-	0.65	0.90	0.48	-
Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot	-	-	-	0.90	0.48	0.46
Navicula cryptocephala Kützing	25.40	6.78	5.88	5.41	1.91	0.93
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	-	6.21	5.88	3.15	5.26	7.41
Navicula disjuncta Hustedt	-	1.13	1.96	-	2.39	0.46
Navicula exigua (Greg.) Grun.	5.56	1.13	-	-	-	-
Navicula geileri Hust.	-	0.56	-	0.45	-	-
Navicula menisculus Schum.	-	-	-	0.45	-	-
Navicula pupula Kützing	-	2.26	-	3.15	0.48	-
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	0.79	7.34	2.61	9.46	11.48	2.31
Navicula sp. 1	4.76	-	1.31	-	-	-
Navicula sp. 2	0.79	-	-	-	-	-
Navicula sp. 3	-	-	-	0.45	-	-
Navicula sp. 4	-	1.13	0.65	1.80	2.39	-
Navicula sp. 5	-	-	1.31	0.45	-	0.46
Navicula sp. 6	-	-	-	0.45	-	1.39
Navicula sp. 7	-	-	-	1.35	1.91	0.93
Navicula sp. 8	-	-	-	4.50	1.44	0.93
Navicula sp. 9	-	-	-	0.90	0.48	0.46
Navicula sp. 10	-	-	-	4.05	1.44	0.46
Navicula sp. 11	-	-	-	-	0.48	0.46
Neidium iridis (Ehr.) Cleve	-	0.56	-	-	-	-
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow	-	0.56	-	0.90	0.96	-
Nitzschia fonticola Grunow	-	-	-	0.45	-	-
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith	1.59	19.21	15.03	0.45	1.44	3.24
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow	1.59	0.56	-	-	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Nitzschia sp. 1	2.38	2.26	0.65	0.45	-	0.46
Nitzschia sp. 2	0.79	0.56	-	-	-	-
Nitzschia sp. 3	3.97	2.26	-	0.90	1.44	0.46
Nitzschia sp. 5	-	3.39	1.31	0.90	0.48	-
Pinnularia borealis Ehrenberg	-	-	-	-	0.96	-
Pinnularia interrupta W. Smith	3.97	3.39	1.31	-	-	-
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg	-	1.69	3.92	-	-	-
Pinnularia sp. 1	-	3.39	-	-	-	-
Pinnularia sp. 2	-	1.13	-	-	-	-
Pleurosigma angulatum (Quelcett) Smith	-	-	0.65	-	-	-
Rhopalodia novae-zealaniae Hustedt	0.79	0.56	-	-	-	-
Stauroneis kriegeri Patr.	-	1.13	-	-	-	-
Surirella celebesiana Hust.	-	-	1.96	-	-	-
Surirella sp. 1	0.79	3.39	0.65	-	-	-
Surirella sp. 2	-	1.69	-	-	-	-

ฤดูฝน เป็นฤดูที่ไม่พบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายอยู่เลย แต่ก็ยังพบเบนทิคอัลจีอยู่ โดยทั้งหมดจะเป็นไดอะตอม ฤดูฝนนี้จะพบเบนทิคอัลจีในปริมาณที่มากกว่าฤดูร้อนแต่ก็ยังน้อยกว่าฤดูหนาว ซึ่งในฤดูนี้จะพบ ไดอะตอมอยู่ทั้งหมด 88 ชนิด ชนิดที่เด่นได้แก่ *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange - Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg และ *Navicula* sp. 5 และ ส่วนค่า Relative abundance ของ เบนทิคอัลจีในฤดูนี้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.43 - 37.83 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ชนิด และ Relative abundance of species ของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา ในฤดูฝน มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Achnanthes crenulata Grun.	-	-	0.69	-	-	-
Achnanthes exigua Grunow	-	4.15	0.69	-	-	-
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow	0.97	0.92	4.14	0.43	0.83	0.75
Achnanthes minutissima Kützing	2.43	1.38	-	2.17	1.67	0.75
Achnanthes sp. 1	0.97	0.46	-	-	-	-
Achnanthes sp. 2	0.49	-	-	-	-	-
Achnanthes sp. 3	3.40	0.46	8.97	5.22	1.67	-
Amphora montana Krasske	-	5.53	3.45	2.17	0.83	3.76
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	-	0.46	-	-	-	-
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	-	-	-	-	2.50	-
Caloneis bacillum (Grun.) Cleve	-	0.92	-	-	-	-
Cocconeis hustedtii Krasske	2.43	0.92	-	-	-	0.75
Cocconeis placentula Ehrenberg	-	2.30	1.38	-	3.33	3.01
Cyclotella stelligera (Cleve & Grunow) Van Heurck	-	0.46	-	-	0.83	1.50
Cyclotella sp. 1	-	-	-	-	-	0.75
Cymbella naviculiformis (Auersw.) Cleve	0.49	-	0.69	-	-	-
Cymbella silesiaca Bleisch	-	-	-	-	-	0.75
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	-	-	0.69	3.04	1.67	1.50
Cymbella turgidula Grunow	-	-	-	-	-	0.75
Diploneis subovalis Cleve	-	0.46	1.38	-	-	-
Epithemia sp.	-	0.92	0.69	-	-	-
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange - Bertalot	0.49	9.22	9.66	37.83	4.17	6.77
Fragilaria ulna var. *acus* (Kutz.) Lange-Bertalot	0.49	0.46	-	-	-	-
Fragilaria sp. 1	-	-	-	-	2.50	-
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	1.46	0.46	1.38	-	-	-
Gomphonema augur Ehrenberg	0.49	-	1.38	5.65	-	-
Gomphonema clevei Fricke	3.40	-	1.38	0.43	-	-
Gomphonema gracile Ehrenberg	2.43	-	-	1.74	-	-
Gomphonema krasskei Meister	0.49	-	-	-	-	-

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Gomphonema lanceolatum Ehrenberg	-	2.76	-	1.74	-	-
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh	-	-	1.38	-	-	-
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing	1.94	3.23	2.07	6.09	0.83	-
Gomphonema carolinense Hagelstein	-	3.23	2.07	3.04	-	-
Gomphonema sp. 1	1.46	-	0.69	-	-	-
Gomphonema sp. 2	-	-	-	1.74	2.50	2.26
Gyrosigma kützing (Grun.) Cleve	-	0.46	-	-	-	1.50
Gyrosigma scalproides (Rabh.) Cleve	-	1.84	0.69	-	-	7.52
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grun.	0.97	0.46	0.69	-	-	-
Melosira varians Agardh	-	4.15	0.69	17.39	34.17	13.53
Navicula bengalensis Grun.	0.97	0.46	-	-	-	-
Navicula capitatoradiata Germain	1.94	-	-	0.43	-	-
Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot	-	1.84	1.38	-	0.83	-
Navicula cryptocephala Kützing	21.36	9.22	8.97	1.74	-	-
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	-	3.23	-	-	5.00	6.02
Navicula disjuncta Hustedt	-	1.38	3.45	0.87	2.50	1.50
Navicula exigua (Greg.) Grun.	1.46	5.07	0.69	-	-	-
Navicula geileri Hust.	0.97	-	-	-	-	-
Navicula menisculus Schum.	-	-	-	-	0.83	-
Navicula pupula Kützing	0.97	2.76	0.69	-	-	1.50
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	5.34	7.83	4.83	2.17	2.50	6.02
Navicula wittrockii (Lagerst.) A. Cleve-Euler	-	-	-	-	3.33	0.75
Navicula sp. 1	3.40	-	-	-	-	0.75
Navicula sp. 2	1.94	0.46	-	-	-	1.50
Navicula sp. 3	0.49	-	-	-	-	-
Navicula sp. 4	3.40	0.46	3.45	0.87	2.50	2.26
Navicula sp. 5	-	-	10.34	0.87	0.83	3.01
Navicula sp. 6	-	-	1.38	0.87	1.67	1.50
Navicula sp. 7	-	-	1.38	-	7.50	6.02
Navicula sp. 8	-	-	-	0.43	0.83	0.75
Navicula sp. 9	-	-	-	-	3.33	1.50
Navicula sp. 10	-	-	-	-	2.50	3.76

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Navicula sp. 12	-	-	-	-	-	1.50
Neidium iridis (Ehr.) Cleve	0.97	0.92	-	-	-	-
Neidium oblique-striatum A. Schmidt	-	0.46	-	-	-	-
Nitzschia acicularis (Kutz.) W. Smith	-	-	-	-	2.50	-
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow	0.97	-	-	-	0.83	1.50
Nitzschia fonticola Grunow	-	-	0.69	0.43	-	-
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith	11.65	3.23	4.14	-	-	3.01
Nitzschia nana Grun.	-	0.46	-	-	-	-
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow	2.91	-	-	-	-	-
Nitzschia sp. 1	-	0.92	2.76	-	-	1.50
Nitzschia sp. 2	1.46	-	-	-	-	-
Nitzschia sp. 3	1.46	0.92	2.07	0.87	1.67	4.51
Nitzschia sp. 4	2.43	1.38	-	0.43	-	-
Nitzschia sp. 5	4.85	5.07	3.45	0.43	2.50	0.75
Nitzschia sp. 6	-	-	0.69	-	-	-
Pinnularia borealis Ehrenberg	-	-	0.69	-	-	-
Pinnularia interrupta W. Smith	1.46	-	0.69	-	-	-
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg	1.94	2.30	0.69	-	-	0.75
Pinnularia sp. 1	1.94	1.84	-	-	-	-
Pinnularia sp. 2	0.49	0.46	-	-	-	-
Rhopalodia novae-zealaniae Hustedt	-	0.46	-	-	-	-
Stauroneis anceps Ehrenberg	-	-	0.69	-	0.83	-
Stauroneis kriegeri Patr.	-	0.46	0.69	-	-	-
Stauroneis smithii Grunow	-	1.84	0.69	-	-	-
Surirella celebesiana Hust.	-	-	0.69	0.87	-	1.50
Surirella sp. 1	0.49	0.46	-	-	-	-
Surirella sp. 3	-	0.46	-	-	-	2.26

ฤดูหนาว เป็นฤดูที่พบเบนทิคอัลจีมากกว่าฤดูอื่นๆ โดยส่วนใหญ่จะเป็นสาหร่ายพวกไดอะตอม ซึ่งในฤดูนี้จะพบ ไดอะตอมอยู่ทั้งหมด 89 ชนิด ชนิดที่เด่นได้แก่ *Nitzschia* sp. 5, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange - Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Achnanthes minutissima* Kützing, และ *Navicula cryptocephala* Kützing ส่วนค่า Relative abundance ของเบนทิคอัลจีในฤดูนี้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.42 - 23.08 (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ชนิด และ Relative abundance of species ของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา ในฤดูหนาว มีนาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Achnanthes crenulata Grun.	-	-	0.78	1.30	-	-
Achnanthes exigua Grunow	0.42	2.86	0.78	0.43	-	-
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow	0.42	0.95	-	3.46	-	6.50
Achnanthes minutissima Kützing	19.92	-	1.55	1.30	-	1.50
Achnanthes sp. 3	-	-	-	1.73	1.40	1.50
Achnanthes sp. 4	4.24	1.90	-	-	-	-
Amphora montana Krasske	0.85	4.76	1.55	0.87	0.70	1.50
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	-	-	-	-	-	1.00
Caloneis bacillum (Grun.) Cleve	-	-	-	0.43	0.70	-
Cocconeis hustedtii Krasske	5.08	0.95	-	-	-	-
Cocconeis placentula Ehrenberg	0.42	1.90	6.20	3.03	1.40	9.50
Cyclotella stelligera (Cleve & Grunow) Van Heurck	-	-	-	-	-	4.50
Cyclotella sp. 1	-	-	-	-	-	0.50
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve	0.42	-	-	-	-	-
Cymbella silesiaca Bleisch	-	-	0.78	0.87	-	2.00
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	-	-	3.10	0.43	0.70	0.50
Cymbella turgidula Grunow	-	-	-	-	2.10	-
Diploneis litoralis (Donk.) Cleve	-	-	-	0.43	0.70	-
Epithemia sp.	0.85	-	-	0.43	-	-
Eunotia sp.	0.85	1.90	-	0.43	-	-
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange - Bertalot	-	3.81	10.85	16.02	11.89	2.00
Fragilaria ulna var. *acus* (Kutz.) Lange-Bertalot	2.54	0.95	1.55	-	-	-
Fragilaria sp. 1	-	-	3.88	0.87	0.70	-

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	0.85	4.76	-	1.73	-	0.50
Gomphonema augur Ehrenberg	-	-	-	-	3.50	-
Gomphonema clevei Fricke	2.54	2.86	-	0.43	-	-
Gomphonema gracile Ehrenberg	1.69	-	-	-	0.70	-
Gomphonema lanceolatum Ehrenberg	-	0.95	1.55	-	-	-
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh	-	-	1.55	-	0.70	1.00
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing	6.36	5.71	1.55	1.30	0.70	1.00
Gomphonema subclavatum Grun.	-	-	0.78	-	-	-
Gomphonema carolinense Hagelstein	-	0.95	4.65	-	-	1.00
Gomphonema sp. 1	2.12	-	1.55	-	-	-
Gomphonema sp. 2	-	-	-	1.30	-	2.00
Gomphonema sp. 3	-	-	-	-	-	1.00
Gyrosigma kützing (Grun.) Cleve	-	0.95	4.65	-	-	1.00
Gyrosigma scalproides (Rabh.) Cleve	0.42	1.90	-	0.87	2.80	1.00
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grun.	-	2.86	0.78	-	-	0.50
Melosira varians Agardh	-	2.86	2.33	13.42	3.50	11.50
Navicula bengalensis Grun.	-	-	-	0.43	-	-
Navicula capitatoradiata Germain	-	-	-	0.43	-	-
Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot	0.85	2.86	0.78	1.73	0.70	1.00
Navicula cryptocephala Kützing	9.75	8.57	4.65	3.03	2.80	1.50
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	0.42	2.86	0.78	1.73	1.40	11.00
Navicula disjuncta Hustedt	2.97	-	-	1.73	0.70	0.50
Navicula exigua (Greg.) Grun.	4.24	3.81	-	-	-	-
Navicula geileri Hust.	0.85	-	-	-	-	-
Navicula pupula Kützing	2.12	-	0.78	1.73	-	1.00
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	8.05	6.67	8.53	16.88	13.29	6.00
Navicula wittrockii (Lagerst.) A. Cleve-Euler	-	-	0.78	-	-	1.50
Navicula sp. 1	1.27	-	-	-	-	-
Navicula sp. 2	-	2.86	0.78	-	2.10	-
Navicula sp. 4	-	-	2.33	3.03	1.40	2.00
Navicula sp. 5	-	6.67	6.98	0.43	1.40	0.50
Navicula sp. 6	-	-	2.33	2.16	-	-

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Navicula sp. 7	-	-	.43	0.43	2.10	9.50
Navicula sp. 9	-	-	-	1.73	-	0.50
Navicula sp. 10	-	-	-	1.73	2.80	3.00
Navicula sp. 12	-	-	-	-	0.70	3.50
Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	0.50
Neidium iridis (Ehr.) Cleve	0.42	-	-	-	-	-
Neidium oblique-striatum A. Schmidt	-	-	-	0.43	-	-
Nitzschia acicularis (Kutz.) W. Smith	-	-	-	-	3.50	0.50
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow	-	-	-	1.30	-	0.50
Nitzschia dubia W. Smith	-	-	-	-	0.70	-
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith	3.81	7.62	6.20	0.87	-	1.50
Nitzschia nana Grun.	0.42	-	-	-	-	-
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow	0.85	-	-	0.43	-	-
Nitzschia sp. 1	0.85	-	1.55	0.43	1.40	-
Nitzschia sp. 2	0.42	-	-	-	-	-
Nitzschia sp. 3	0.42	-	-	1.73	6.99	1.00
Nitzschia sp. 4	1.69	-	-	0.43	-	-
Nitzschia sp. 5	.24	1.90	3.10	3.03	23.08	1.00
Nitzschia sp. 7	-	-	1.55	-	-	-
Nitzschia sp. 8	-	-	-	-	-	0.50
Pinnularia borealis Ehrenberg	-	-	-	-	-	0.50
Pinnularia interrupta W. Smith	1.69	0.95	-	0.43	0.70	-
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg	0.42	0.95	0.78	-	-	-
Pinnularia sp. 1	2.54	3.81	-	0.87	-	-
Pinnularia sp. 2	-	0.95	-	-	-	-
Pinnularia sp. 3	-	-	-	-	0.70	-
Rhoicosphenia sp.	-	-	0.78	-	-	-
Stauroneis anceps Ehrenberg	-	0.95	0.78	0.43	0.70	-
Stauroneis kriegeri Patr.	0.85	-	0.78	-	-	-
Stauroneis smithii Grunow	-	3.81	-	-	-	-
Surirella celebesiana Hust.	-	0.95	-	0.87	-	1.00
Surirella sp. 1	0.42	-	-	-	0.70	-

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Species	Relative abundance of species					
	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Surirella sp. 2	0.42	-	-	-	-	-
Surirella sp. 3	-	-	-	0.43	-	-

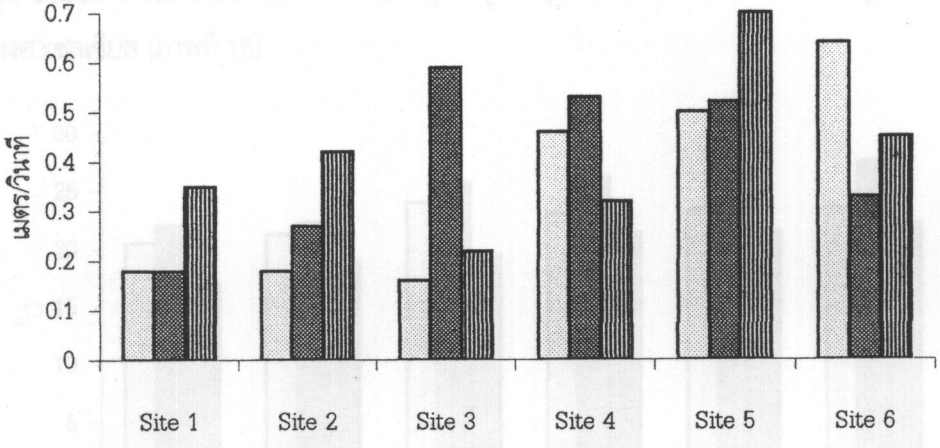
6. ความหลากหลายของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา

จากการศึกษาความหลากหลายของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร ในช่วงระหว่างเดือน มีนาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 พบเบนทิคอัลจีชนิดที่เป็นไดอะตอมทั้งหมด 106 ชนิด ส่วนใหญ่อยู่ใน Order Pennales ได้แก่ *Navicula* 25 ชนิด *Nitzschia* 15 ชนิด *Gomphonema* 12 ชนิด และ *Achnanthes* 9 ชนิด สำหรับเบนทิคอัลจีชนิดเด่นคือ *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange - Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith และ *Navicula cryptocephala* Kützing

7. คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ

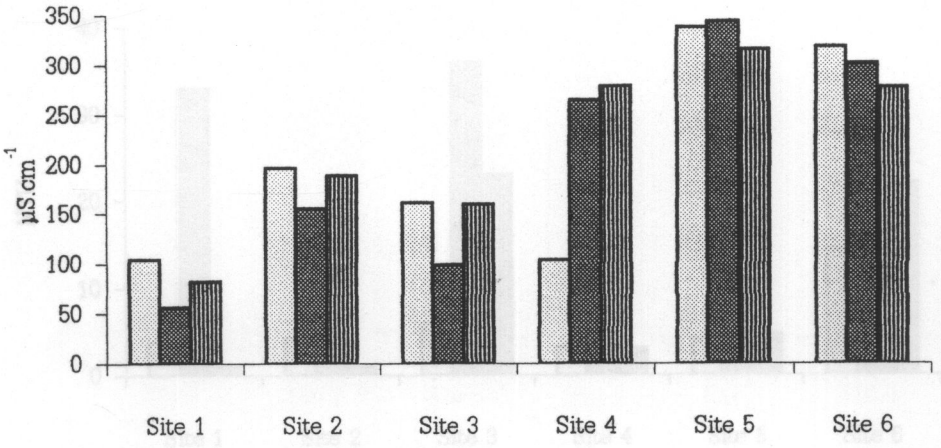
7.1 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

ความเร็วของกระแสน้ำ (velocity) จะพบว่ากระแสน้ำจะมีแนวโน้มที่จะไหลเร็วขึ้นในจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ท้าย ๆ ของลำน้ำแม่สา โดยในฤดูหนาวกระแสน้ำจะมีอัตราไหลได้เร็วที่สุด รองลงมาก็จะเป็นเป็นฤดูฝน และในฤดูร้อนจะมีความเร็วของกระแสน้ำน้อยที่สุด (ภาพที่ 14)



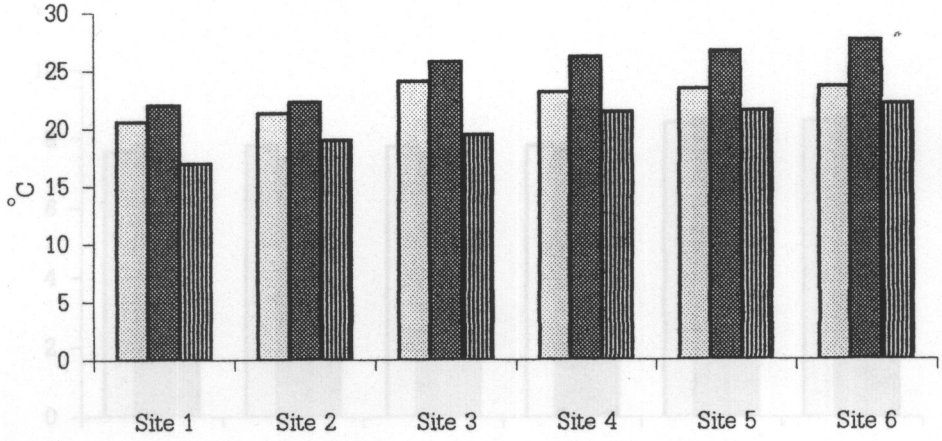
ภาพที่ 14 ความเร็วของกระแสน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ที่ได้ทำการวัดในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ตลอด 3 ฤดู พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 56.6 - 344 $\mu S.cm^{-1}$ โดยค่าการนำไฟฟ้าจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในจุดเก็บตัวอย่างหลัง ๆ ซึ่งลักษณะของการเพิ่มขึ้นในลักษณะนี้จะพบได้ทั้ง 3 ฤดูที่ได้ทำการศึกษา สำหรับจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 คือ บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี จะวัดค่าการนำไฟฟ้าได้สูงที่สุดในทุกฤดูตลอดที่ทำการศึกษา เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูร้อนและหนาวจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าความเป็นกรดด่างที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 17, 19 (ภาคผนวก) (ภาพที่ 15)



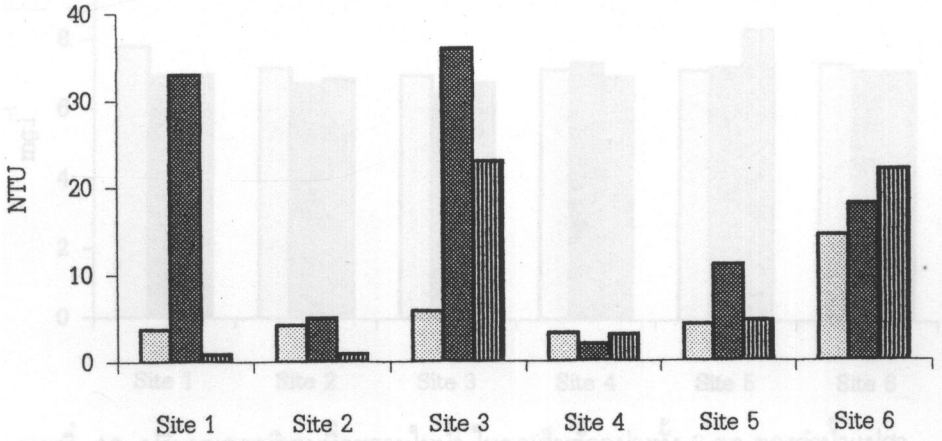
ภาพที่ 15 ค่าการนำไฟฟ้าในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จาก 3 ฤดูที่ได้ทำการศึกษานั้น พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยจุดเก็บที่ 1 ฤดูหนาวจะมีค่าต่ำที่สุด ส่วนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ฤดูฝนจะมีค่าสูงที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว จะพบว่าอุณหภูมิในจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดจะมีค่าอยู่ระหว่าง 17.0 - 27.6 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 อุณหภูมิในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

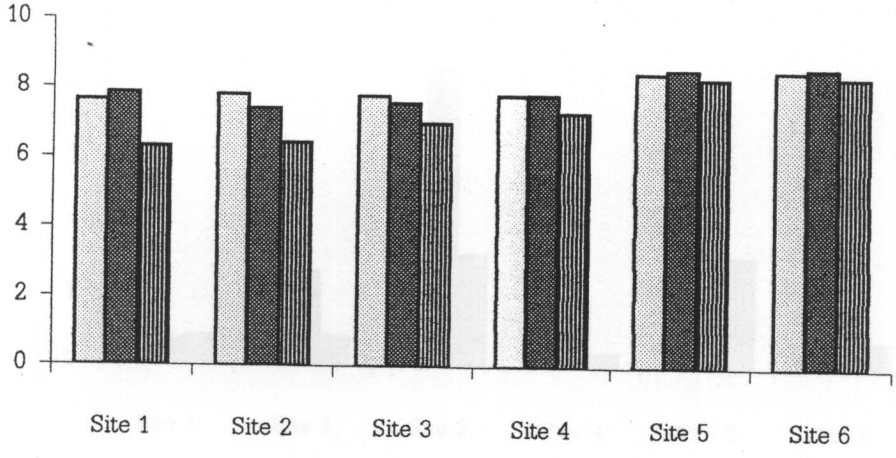
ความขุ่น (turbidity) พบว่าจะมีค่าสูงในฤดูฝน โดยเฉพาะในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปางช้างโป่งแยงจะมีค่าความขุ่นเท่ากับ 36 NTU ส่วนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณหมู่บ้านกองแหะในฤดูหนาวจะมีค่าความขุ่นน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.89 NTU เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูฝนจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงไว้ในตารางที่ 18 (ภาคผนวก) (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 ความขุ่นในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

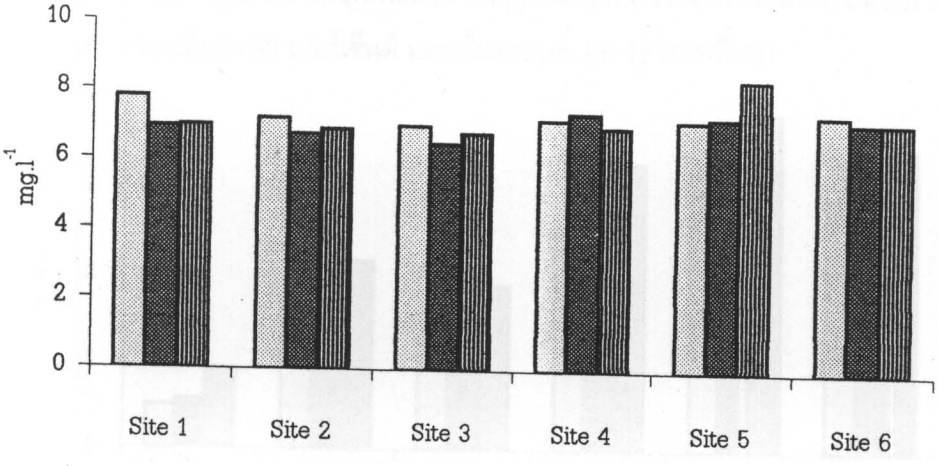
7.2 คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) จะพบว่าแต่ละจุดเก็บตัวอย่างจะมีค่าความเป็นกรดด่างที่แตกต่างกันไป เมื่อพิจารณาจะพบได้ว่าทั้ง 6 จุดเก็บตัวอย่าง จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณหมู่บ้านกองแหะ ฤดูฝน จะมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยที่สุดคือ 6.33 ส่วนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ฤดูฝนจะมีค่าสูงที่สุดคือ 8.64 (ภาพที่ 18)



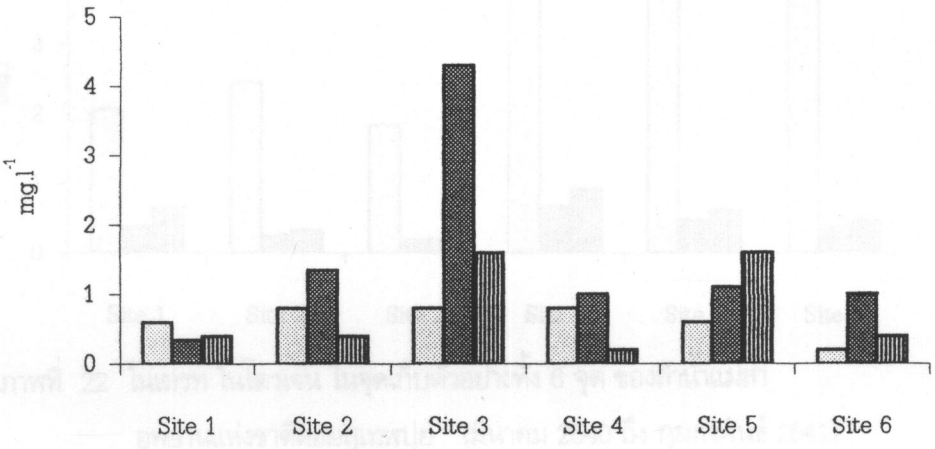
ภาพที่ 18 ค่าความเป็นกรดด่างในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) พบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่ค่อยแตกต่างกันของค่า DO โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จะมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่น้อยที่สุดคือ 6.5 $mg.l^{-1}$ ในฤดูฝน ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมีจะมีค่า DO สูงที่สุดคือ 8.4 $mg.l^{-1}$ ในฤดูหนาว (ภาพที่ 19)



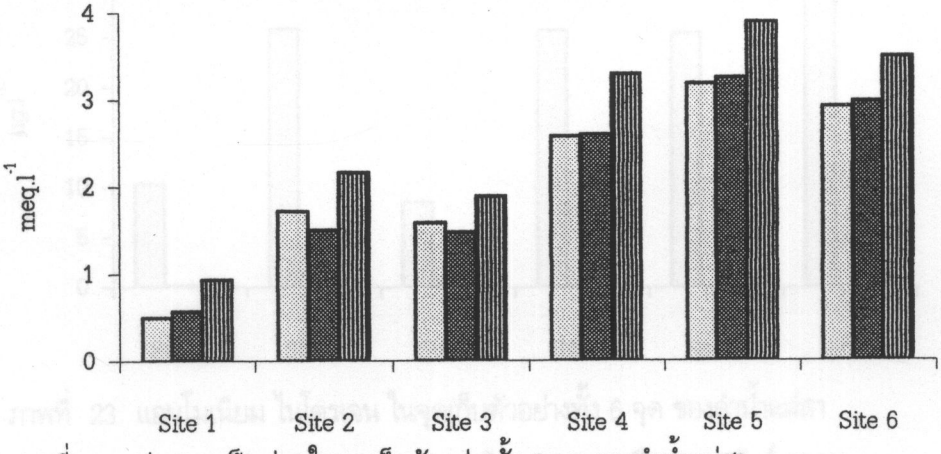
ภาพที่ 19 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

ค่า BOD ของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุดของลำน้ำแม่สา ตลอดช่วง 3 ฤดู เมื่อพิจารณาจะเห็นได้ว่าจะมีค่า BOD ใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วงระหว่าง 0.20-1.60 $mg.l^{-1}$ ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 คือบริเวณปางช้างโป่งแยง ในช่วงฤดูฝน โดยจะมีค่าของ BOD แตกต่างจากจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ เป็นอย่างมากโดยจะมีค่าเท่ากับ 4.30 $mg.l^{-1}$ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูหนาวจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณ SRP ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 18 (ภาคผนวก) (ภาพที่ 20)



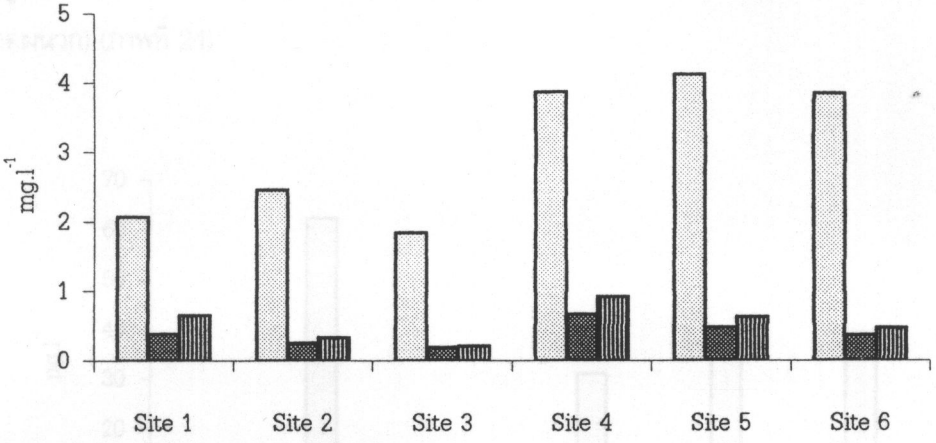
ภาพที่ 20 BOD ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) จะพบว่าค่าความเป็นด่างในช่วงฤดูหนาวจะมากกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาว จากการวิเคราะห์จะพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 - 3.89 $meq.l^{-1}$ โดยในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณหมู่บ้านกองแหะฤดูร้อนจะพบค่าความเป็นด่างน้อยที่สุด และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยตีหมีในฤดูหนาวจะมีค่าสูงที่สุด จากค่าที่วิเคราะห์ได้ดังกล่าว พบว่ามีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ท้าย ๆ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูฝนและหนาวจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้าที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 18, 19 (ภาพที่ 21)



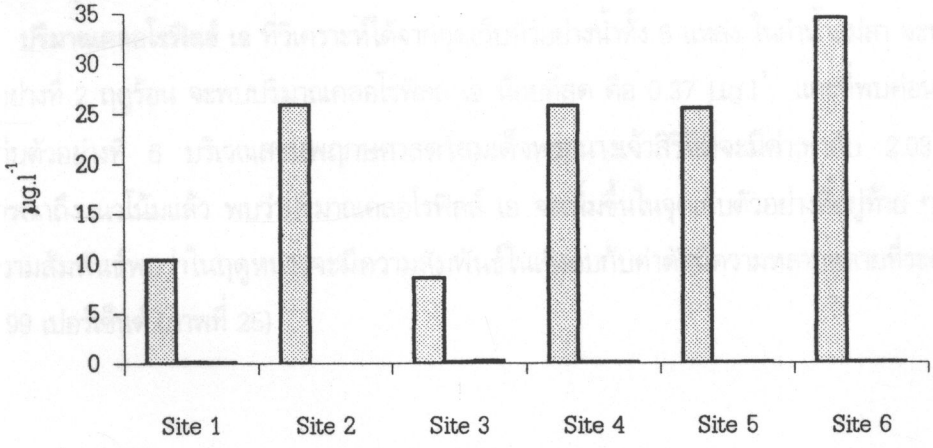
ภาพที่ 21 ค่าความเป็นด่าง ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

ไนเตรท ไนโตรเจน (nitrate nitrogen) มีค่าค่อนข้างสูงในฤดูร้อนในทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยในฤดูนี้จะมีปริมาณของไนเตรท ไนโตรเจน อยู่ระหว่าง 1.85 - 4.12 $mg.l^{-1}$ ส่วนในฤดูฝนและฤดูหนาวจะมีปริมาณของไนเตรท ไนโตรเจนที่ต่ำกว่าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.19 - 0.21 $mg.l^{-1}$ (ภาพที่ 22)



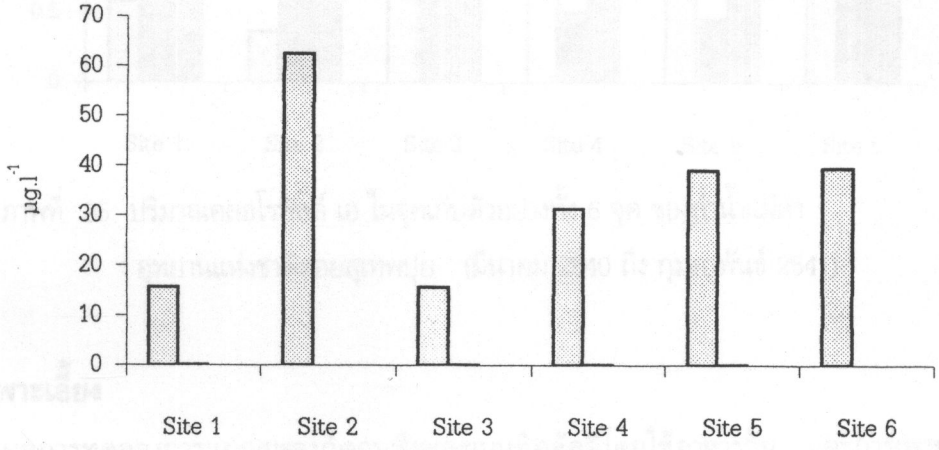
ภาพที่ 22 ไนเตรท ไนโตรเจน ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

แอมโมเนียม ไนโตรเจน (ammonium nitrogen) มีค่าค่อนข้างสูงในฤดูร้อนในทุกจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วิเคราะห์ได้ในฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งในฤดูนี้จะมีปริมาณของแอมโมเนียม ไนโตรเจน อยู่ระหว่าง 8.60 - 34.50 $\mu g.l^{-1}$ ส่วนในฤดูฝนและฤดูหนาวจะมีปริมาณของแอมโมเนียม ไนโตรเจนที่ต่ำกว่าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.015 - 0.180 $\mu g.l^{-1}$ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูร้อนจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณไนเตรท ไนโตรเจนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 17 (ภาคผนวก) (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 แอมโมเนียม ไนโตรเจน ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

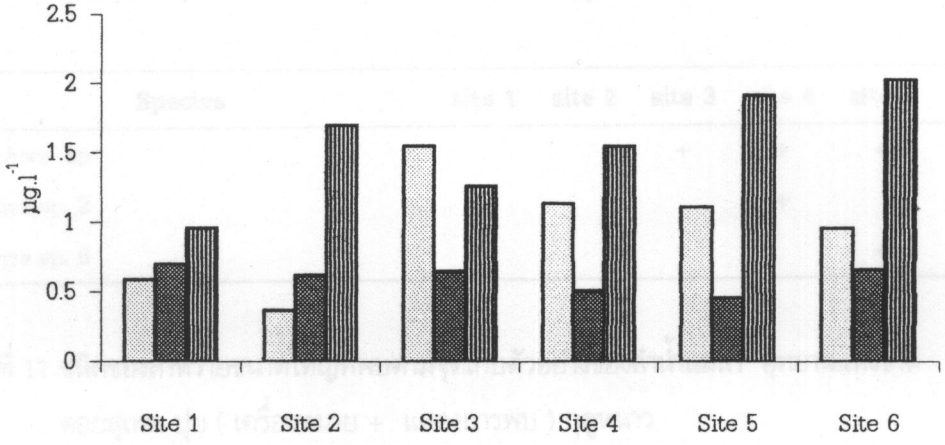
ปริมาณ SRP มีค่าค่อนข้างสูงในฤดูร้อนในทุกจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วิเคราะห์ได้ในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยในฤดูนี้จะมีปริมาณ SRP อยู่ระหว่าง 15.60 - 62.50 $\mu g.l^{-1}$ ส่วนในฤดูฝนและฤดูหนาวจะมีปริมาณ SRP ที่ต่ำกว่าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.017 - 0.142 $\mu g.l^{-1}$ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูฝนจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่า BOD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 18 (ภาคผนวก) (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 SRP ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

7.3 คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่วิเคราะห์ได้จากจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 6 แหล่ง ในลำน้ำแม่สา จะพบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ฤดูร้อน จะพบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ น้อยที่สุด คือ 0.37 $\mu g.l^{-1}$ และที่พบค่อนข้างมาก คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์จะมีค่าเท่ากับ 2.03 $\mu g.l^{-1}$ เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มแล้ว พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จะเพิ่มขึ้นในจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ท้าย ๆ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์พบว่าในฤดูหนาวจะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าดัชนีความหลากหลายที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย (มีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541)

8. การเพาะเลี้ยง

ผลการทดลองการแยกแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีโดยใช้อาหารวุ้น และการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีโดยใช้อาหารเลี้ยงแบบเหลว โดยใช้สูตรอาหาร Jaworskii 's medium สำหรับแพลงก์ตอนพืชและ Diatom medium สำหรับไดอะตอม สามารถที่จะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชและไดอะตอมบางชนิดได้ เช่น *Anabaena* sp., *Oscillatoria* sp., *Navicula* sp., *Fragilaria* sp., *Melosira* sp., *Chlorella* sp. และ *Scenedesmus* sp.

9. สาหร่ายขนาดใหญ่ที่สำรวจพบ

พบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายได้แก่ *Spirogyra* spp. (6 ชนิด), *Cladophora* sp., *Ceramium* sp., *Gloeotrichia echinulata* (J. E. Smith) P. Richler, *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lag. และ *Rhizoclonium* sp. ดังตารางที่ 10 และ 11

ตารางที่ 10 ชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบตามจุดเก็บตัวอย่างของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย (เครื่องหมาย + แสดงการพบ) ฤดูร้อน

Species	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Cladophora sp.			+	+	+	+
Spirogyra sp. 2				+		
Spirogyra sp. 6					+	

ตารางที่ 11 ชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบตามจุดเก็บตัวอย่างของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย (เครื่องหมาย + แสดงการพบ) ฤดูหนาว

Species	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
Cladophora sp.		+				
Ceramium sp.		+				
Gloeotrichia echinulata (J. E. Smith) P. Richler		+				
Hydrodictyon reticulatum (L.) Lag.		+				
Rhizoclonium sp.		+				
Spirogyra sp. 1	+	+				
Spirogyra sp. 2				+		
Spirogyra sp. 3				+		
Spirogyra sp. 4				+		
Spirogyra sp. 5					+	

หมายเหตุ : ฤดูฝนไม่พบสาหร่ายขนาดใหญ่ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด

10. คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 6 จุดเก็บตัวอย่าง

จากมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) และ Trophic index (Van Dam, *et al.* 1994) สามารถจัดประเภทของแหล่งน้ำทั้ง 6 แหล่งได้ดังนี้

ตารางที่ 12 คุณภาพน้ำลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จัดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ฤดู	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
ร้อน	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2
ฝน	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2
หนาว	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 2

ตารางที่ 13 คุณภาพน้ำลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จัดตาม Trophic index

ฤดู	site 1	site 2	site 3	site 4	site 5	site 6
ร้อน	Meso-Eutrophic	Eutrophic	Meso-Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic
ฝน	Meso-Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic
หนาว	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัย

1. แพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร โดยทำการศึกษา 6 จุดเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 3 ฤดู คือฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ระหว่างเดือนมีนาคม 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541 พบจำนวนและชนิดของแพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูและในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นไดอะตอม ซึ่งจะสอดคล้องกับงานของ Hynes (1970) ที่ได้ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศน้ำไหล ซึ่งจะพบว่าในน้ำไหลจะมีแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์แต่มีจำนวนน้อย และจะพบแพลงก์ตอนพืชในปริมาณที่มากกว่า ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นไดอะตอม สำหรับแพลงก์ตอนพืชที่พบจากจุดเก็บตัวอย่างในลำน้ำแม่สาส่วนใหญ่ก็เป็นไดอะตอมเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ในลำน้ำแม่สาตอนต้นจะพบจำนวนชนิดของไดอะตอมมีปริมาณมาก ซึ่งจะสอดคล้องกับงานของ Molloy (1992) ที่กล่าวทำนองเดียวกันไว้ว่าจำนวนของไดอะตอมจะมีมากบริเวณที่เป็นตอนต้นลำน้ำแต่จะให้ผลไม่ตรงกับที่ Hynes (1970) ได้รายงานไว้ที่ว่าบริเวณปลายของลำน้ำจะมีความหลากหลายของชนิดที่มากกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าดัชนีความหลากหลายที่ได้จากลำน้ำแม่สาในตอนต้นของลำน้ำจะมีค่าที่มากกว่าบริเวณปลายน้ำ จากข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้น่าจะเกิดมาจากความแตกต่างกันในเรื่องความยาวของลำน้ำ โดยที่ลำน้ำแม่สาจะมีความยาวเพียง 26 กิโลเมตร แต่ลำน้ำ Kentucky ที่ Molloy ได้ทำการศึกษามีความยาวถึง 400 กิโลเมตร ซึ่งจะแตกต่างกันมากทำให้แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มต่าง ๆ มีโอกาสเจริญเติบโตได้มากกว่า ลำน้ำที่มีระยะทางสั้น ๆ เหมือนในลำน้ำแม่สานี้

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่วิเคราะห์ได้จากแพลงก์ตอนพืชจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 6 แหล่ง ในลำน้ำแม่สา จะพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.37 - 2.03 $\mu g.l^{-1}$ เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้ม จะพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จะเพิ่มขึ้นในจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ท้าย ๆ จากปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ ที่มีค่าน้อยเช่นนี้อาจเป็นเพราะการเก็บตัวอย่างในลำน้ำแม่สา ซึ่งมีการไหลของกระแสน้ำอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีการพบแพลงก์ตอนพืชที่น้อยส่งผลให้เมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ก็เลยวิเคราะห์ได้น้อย เมื่อนำมาเทียบกับที่วิเคราะห์ได้ในน้ำนิ่ง จากการที่พบไดอะตอมเป็นจำนวนมากในลำน้ำแม่สา และจากการที่ไดอะตอมจะมี Xanthophyll เป็นองค์ประกอบของเซลล์ในปริมาณที่มากกว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์ ก็ทำให้ผลการวิเคราะห์ปริมาณของคลอโรฟิลล์ได้น้อยตามไปด้วย

สำหรับปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชตลอด 3 ฤดู จะพบว่าในฤดูร้อนและฤดูฝนจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากแต่ในฤดูหนาวจะมีความแตกต่างเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในจุดเก็บตัวอย่างท้าย ๆ จะมีปริมาตรชีวภาพที่เพิ่มสูงขึ้น ปริมาตรชีวภาพตลอดช่วงที่ทำการวิจัยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.04 - 926.84

$mm^3.m^{-3}$ ที่มีค่าน้อยอาจเป็นเพราะมีจำนวนของแพลงก์ตอนพืชที่น้อยและส่วนมากจะเป็นไดอะตอมทำให้ไม่มีความหลากหลายในด้านชนิดเหมือนในระบบนิเวศที่เป็นน้ำนิ่ง

2. เบนทิคอัลจี

จากการศึกษาความหลากหลายของเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร ในช่วงระหว่างเดือน มีนาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 พบเบนทิคอัลจีชนิดที่เป็นไดอะตอมทั้งหมด 106 ชนิด โดยสกุลที่พบมากที่สุดคือ *Navicula* 25 ชนิด รองลงมาได้แก่ *Nitzschia* จำนวน 15 ชนิด จากสกุลของเบนทิคอัลจีที่พบมากดังกล่าวจะสอดคล้องกับงานของ Silva-Benavides (1994) ที่ได้ทำการศึกษาไดอะตอมกลุ่มที่เกาะอยู่บนก้อนหิน จากแม่น้ำ 2 สาย โดยสายหนึ่งจะได้รับการปนเปื้อนจากสารอาหารในปริมาณที่มาก ส่วนอีกสายหนึ่งจะไม่ได้รับการปนเปื้อน ในประเทศ Costa Rica โดยสกุลที่พบมากก็ได้แก่ *Navicula* 32 ชนิด และมีสกุลที่พบรองลงมาก็คือ *Nitzschia* 25 ชนิด ซึ่งจะเห็นได้ว่าสกุลที่พบจากแม่น้ำทั้ง 2 สายจะมีความคล้ายกันกับที่พบในลำน้ำแม่สา นอกจากนี้เบนทิคอัลจีชนิดที่เด่นในลำน้ำแม่สานี้ก็สอดคล้องกับงานของ Ormerod, *et al.* (1994) ที่ได้ทำการศึกษาในแม่น้ำ Likhu Khola ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 600 ถึง 1,200 เมตร ในประเทศเนปาล ซึ่งสกุลที่พบว่าเป็นสกุลที่พบมากก็ได้แก่ *Navicula* และ *Nitzschia* ด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้เบนทิคอัลจีบางชนิดที่พบในลำน้ำแม่สายังสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำได้ โดยพบเบนทิคอัลจีที่บ่งชี้คุณภาพน้ำดีได้แก่ *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith และ *Achnanthes minutissima* Kützing ซึ่งพบบริเวณต้นน้ำ ซึ่งจะได้รับการยืนยันจากงานของ Silva-Benavides ในปี 1994 และ Van Dam, *et al.* ในปี 1994 ส่วนที่บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดีได้แก่ *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg และ *Cymbella silesiaca* Bleisch ซึ่งจะสอดคล้องกับการรายงานของ Silva-Benavides ในปี 1994 Van Dam, *et al.* ในปี 1994 และ Patrick ในปี 1977

สำหรับการศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนและเบนทิคอัลจี ซึ่งบางส่วนจะเป็นไดอะตอม ก็มีการศึกษามาบ้างแล้วในประเทศไทย ซึ่งจากการรวบรวมรายชื่อของแพลงก์ตอนและเบนทิคอัลจี จากรายงานการวิจัยของ Lewmanomont, *et al.* ในปี 1995 พบว่าในกลุ่มของไดอะตอมมีจำนวนทั้งหมด 46 สกุล 385 ชนิด 144 varieties และ 43 forms เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชนิดของเบนทิคอัลจีที่พบในลำน้ำแม่สาจะมีอยู่ 38 ชนิดที่สอดคล้องกับที่ได้รับการรวบรวมเอาไว้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแพลงก์ตอนและเบนทิคอัลจีในกลุ่มที่เป็นไดอะตอมยังมีความหลากหลายของชนิดอยู่ เนื่องจากพบที่ลำน้ำแม่สาเพียง 10 เปอร์เซนต์เท่านั้น นั่นก็แสดงว่าในพื้นที่อื่น ๆ ยังมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนและเบนทิคอัลจีชนิดที่เป็นไดอะตอมอยู่มาก

ตรัย ในปี 2541 ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 330 ถึง 550 เมตร พบแพลงก์ตอนพืชอยู่ 87 ชนิด และเบนทิคอัลจีอยู่ 172 ชนิด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้พบจำนวนแพลงก์ตอนพืชมีจำนวนชนิดที่มากกว่าแต่สำหรับเบนทิคอัลจีพบจำนวนชนิดน้อยกว่า ผลที่ได้ต่างกันนี้น่าจะเกิดจากความแตกต่างกันของจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน

3. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

ค่าการนำไฟฟ้า เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณประจุบวกและประจุลบในน้ำ แหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารต่ำจะมีประจุต่าง ๆ อยู่น้อย ดังนั้นค่าการนำไฟฟ้าจึงค่อนข้างต่ำตามไปด้วย กรรณิการ์ (2525) กล่าวว่า การวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิของน้ำในขณะที่ทำการวัด ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นค่าเฉพาะของอิออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของอิออนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ดังนั้นค่าการนำไฟฟ้าจะไม่บอกให้ทราบชนิดของสารในน้ำ บอกเพียงแต่การลดหรือเพิ่มของอิออนที่ละลายอยู่ในน้ำเท่านั้น ค่าการนำไฟฟ้าทั้ง 6 จุดเก็บตัวอย่างตลอด 3 ฤดู จะมีค่าอยู่ระหว่าง 56.6 - 344 $\mu s.cm^{-1}$ จากค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้พบว่ามีค่าที่มากเป็นบางครั้ง เมื่อเทียบกับค่าการนำไฟฟ้าของแหล่งน้ำปรกติซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 150 - 300 $\mu s.cm^{-1}$ (ชาญณรงค์, 2532) ดังนั้นอาจจะประเมินได้ว่า ในแหล่งน้ำทั้ง 6 จุดจะมีการปนเปื้อนจากสารอาหารที่มากน้อยแตกต่างกันไป

อุณหภูมิ ในช่วงที่ทำการวิจัยอุณหภูมิของแหล่งน้ำอยู่ในช่วง 17.0 - 27.6 °C ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญของไดอะตอม โดยไดอะตอมจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 20.0 - 28.0 °C (Welch, 1952) จากการที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละจุดเก็บน่าจะเกิดมาจากช่วงเวลาที่ทำการจัดเก็บแตกต่างกันเพราะในจุดเก็บแรก ๆ จะเก็บในช่วงเช้าส่วนจุดเก็บตัวอย่างหลัง ๆ จะทำการเก็บในช่วงบ่าย ซึ่งผลของปริมาณแสงแดดที่แตกต่างกันก็จะให้ความร้อนที่แตกต่างกันด้วย ทำให้ในตอนบ่ายจะร้อนกว่าในช่วงเช้า

ความเป็นกรดด่าง ของน้ำตัวอย่างทั้ง 6 จุดเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ระหว่าง 6.33 - 8.64 พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติเมื่อเทียบกับแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปที่มีความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 6.00 - 9.00 (Goldman and Horne, 1983) สภาพแหล่งน้ำที่มีความเป็นกลางหรือด่างเล็กน้อยจัดได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่อยู่ในระดับ mesotrophic (Wetzel, 1983) ซึ่งมีความเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตสัตว์น้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 มีค่าอยู่ระหว่าง 6.50 - 8.40 $mg.l^{-1}$ ซึ่งก็เป็นปริมาณออกซิเจนที่พบได้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำธรรมชาติจะมีค่ามากกว่า 6.00 $mg.l^{-1}$ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ค่า DO มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำเป็นอย่างยิ่งหาก DO ต่ำกว่า 5.00 $mg.l^{-1}$ เป็นเวลานานสัตว์น้ำจะเจริญเติบโตช้าและไม่สามารถ

ขยายพันธุ์ได้ดี (มั่นสิน, 2538) และถ้ามีต่ำกว่า 3.00 $mg.l^{-1}$ จะถึงจุดวิกฤติที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตาย (นันทนา, 2536)

BOD จะบอกถึงสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินกำหนดว่า น้ำที่มีคุณภาพที่จะนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยต้องผ่านกระบวนการบำบัดโดยทั่วไปก่อน จะต้องมีค่า BOD อยู่ประมาณไม่เกิน 1.50 $mg.l^{-1}$ และในลำน้ำแม่สาที่ทำการเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ พบว่ามีค่า BOD อยู่ระหว่าง 0.20 - 1.60 $mg.l^{-1}$ ซึ่งยังจัดอยู่ในประเภทที่นำมาใช้ทำน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคได้ เช่น ชั้นคุณภาพน้ำจะอยู่ในระดับที่ 2 - 3 (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) แต่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ในฤดูฝนมี BOD สูงสุด 4.30 $mg.l^{-1}$ แสดงว่าในแหล่งน้ำนี้ มีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ซึ่งสามารถจัดระดับคุณภาพน้ำเป็นแหล่งน้ำประเภท 4 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ไนเตรท ไนโตรเจน พบว่าในฤดูร้อนจะมีปริมาณของไนเตรท ไนโตรเจน สูงที่สุดคือมีค่าอยู่ระหว่าง 1.85 - 4.12 $mg.l^{-1}$ ซึ่งก็จัดว่าเป็นระดับปรกติของแหล่งน้ำในธรรมชาติ โดยไนเตรท ไนโตรเจนในน้ำธรรมชาติมีปริมาณค่อนข้างต่ำ มักจะมีความเข้มข้นไม่เกิน 5.00 $mg.l^{-1}$ และบ่อยครั้งที่น้อยกว่า 1.00 $mg.l^{-1}$ (นันทนา, 2536) ปริมาณของไนเตรท ไนโตรเจนในฤดูร้อนจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณของแอมโมเนียม ไนโตรเจน ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีการปนเปื้อนของสารประกอบไนโตรเจนทั้งสองตัวนี้อยู่อย่างสม่ำเสมอ เลยทำให้พบปริมาณของสารประกอบทั้งสองในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

แอมโมเนียม ไนโตรเจน พบว่าในฤดูร้อนมีปริมาณของแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงที่สุดมีค่าอยู่ระหว่าง 8.60 - 34.50 $\mu g.l^{-1}$ ซึ่งจะเป็นค่าปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนที่พบปกติในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยในน้ำตามธรรมชาติจะมีปริมาณน้อยกว่า 1.00 $mg.l^{-1}$ ซึ่งจัดว่าเป็นสภาพที่ไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เพราะถ้ามีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงจะทำให้ pH ของแหล่งน้ำสูงขึ้นก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นได้ (นันทนา, 2536)

SRP ปริมาณของ SRP หรือออร์โธฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้จาก 6 จุดเก็บตัวอย่างพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.017 - 62.50 $\mu g.l^{-1}$ ซึ่งจัดว่าเป็นคุณภาพน้ำที่มีมลภาวะอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ eutrophication ในแหล่งน้ำขึ้นได้ เพราะว่าค่าที่วิเคราะห์ได้จะสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่กำหนดให้มีออร์โธฟอสเฟต 0.01 - 0.03 $mg.l^{-1}$ และคุณภาพเฉลี่ยของแหล่งน้ำในประเทศไทยจะมีออร์โธฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.10 - 0.50 $mg.l^{-1}$ (ณรงค์, 2525)

เมื่อทำการเทียบคุณภาพน้ำที่ได้จากการใช้ trophic index และมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินพบว่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการใช้ trophic index จะให้คุณภาพที่ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเกิดจาก trophic index จะใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะบ่งบอกคุณภาพของแหล่งน้ำโดยรวมได้ดีกว่าการใช้ลักษณะทางกายภาพและเคมีเพราะคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจะบ่งบอกคุณภาพตอนที่ทำการเก็บตัวอย่างเท่านั้น ไม่ได้บอกผลของคุณภาพน้ำโดยรวมเหมือนกับการใช้สิ่งมีชีวิตตัดสิน เพราะฉะนั้นการบอกคุณภาพน้ำที่ดีกว่า อาจเกิดจากการเก็บตัวอย่างได้กระทำในช่วงที่น้ำมีคุณภาพที่ค่อนข้างดีก็ได้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลคือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 หมู่บ้านกองแหะสูง 1,075 เมตร จุดที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะสูง 1,000 เมตร จุดที่ 3 ปางช้างโป่งแยงสูง 960 เมตร จุดที่ 4 บ้านศรีม่วงคำสูง 790 เมตร จุดที่ 5 หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมีสูง 700 เมตร และจุดเก็บที่ 6 บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์สูง 650 เมตร ตลอด 3 ฤดูที่ผ่านมา พบความหลากหลายของชนิดและจำนวนหรือความมากน้อยของสิ่งมีชีวิตตลอดจนคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สาดังต่อไปนี้

ฤดูร้อน เป็นฤดูแรกของการวิจัยพบเบนทิคอัลจี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไดอะตอมแต่ก็มีบางส่วนที่เป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสาย โดยพบเบนทิคอัลจีจำนวนทั้งหมด 84 ชนิด พบไดอะตอมมีจำนวนชนิดน้อยกว่าฤดูอื่น ๆ ชนิดเด่นและพบบ่อย ๆ ในหลายจุดเก็บตัวอย่างคือ ชนิดที่เด่นได้แก่ *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Gomphonema subclavatum* Grun. และ *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg ส่วนค่า Relative abundance ของเบนทิคอัลจีในฤดูนี้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.45 - 52.31 และสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายที่พบเห็นบ่อย ๆ ก็คือ *Cladophora* sp. และ *Spirogyra* spp.

ส่วนแพลงก์ตอนพืชจะพบปริมาณน้อยที่สุดในฤดูนี้โดยพบอยู่ 62 ชนิด โดยชนิดเด่นในฤดูร้อนนี้คือ *Gomphonema* sp., *Cymbella* sp. 3, *Melosira varians* Agardh, *Navicula* sp. 7 และ *Surirella capronii* Brébisson ผลจากการวิจัยคุณภาพน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับฤดูอื่น ๆ โดยเฉพาะในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 และ 6 บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมีและบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พบปริมาณของสารอาหารคือไนเตรทไนโตรเจนปริมาณสูง นอกจากนี้ยังพบว่าความเป็นกรดด่างและความเป็นด่างก็มีค่าสูงด้วยเช่นกัน

ฤดูฝน ในฤดูนี้พบแพลงก์ตอนพืชอยู่ 73 ชนิด โดยชนิดที่พบมากและเป็นชนิดเด่นคือ *Navicula* sp. 7, *Nitzschia* sp. 1, *Pinnularia* sp. 2 และ *Fragilaria ulna* (Nitz.) Lange-Bertalot ส่วนไดอะตอมพบทั้งหมด 88 ชนิด ชนิดที่เด่นได้แก่ *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange - Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg และ *Navicula* sp. 5 เมื่อหาค่า Relative abundance of species ของเบนทิคอัลจีในฤดูนี้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.43 - 37.83 ส่วนผลการศึกษาคุณภาพน้ำ พบว่าในฤดูนี้คุณภาพน้ำค่อนข้างดีกว่าในฤดูร้อน แต่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 คือบริเวณปางช้างโป่งแยง BOD จะมีค่าสูง ส่วนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 และ 6 จะมีค่าความเป็นกรดด่างและความเป็นด่างสูงด้วย

ฤดูหนาว ฤดูนี้พบว่าแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 2 ฤดูที่ผ่านมา โดยพบอยู่ 75 species ที่เป็นชนิดเด่นได้แก่ *Fragilaria* sp.1, *Fragilaria* sp. 3, *Fragilaria ulna* (Nitz.) Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh และ *Pinnularia* sp. 2 ส่วนไดอะตอมในฤดูนี้พบทั้งหมด 89 ชนิด สาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายส่วนใหญ่ก็ยังเป็น *Spirogyra* spp. อยู่เช่นเดิมแต่ในฤดูนี้ได้พบ *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lag. ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้ไม่ค่อยพบเห็นได้ทั่วไป ส่วนเบนทิคอัลจีชนิดที่เป็นไดอะตอมนั้นชนิดเด่นและพบได้ในหลายจุดเก็บตัวอย่างได้แก่ *Nitzschia* sp. 5, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange - Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Achnanthes minutissima* Kützing, และ *Navicula cryptocephala* Kützing ส่วนค่า Relative abundance of species ของเบนทิคอัลจีในฤดูนี้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.42 - 23.08 เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพน้ำในฤดูนี้จะพบว่ามีคุณภาพที่ดีกว่าฤดูก่อน ๆ ที่ได้ทำการศึกษามา แต่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 และ 6 ก็ยังพบความเป็นกรด-ด่าง และความเป็นด่างที่สูงอยู่เช่นเดิม

ในการศึกษาสิ่งมีชีวิตเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ โดยทั่วไปแล้วในแหล่งน้ำไหลเช่นในลำน้ำแม่สานั้น สิ่งมีชีวิตที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ดีที่สุดคือเบนทิคอัลจี ส่วนแพลงก์ตอนพืชก็อาจเป็นข้อมูลเสริมได้เช่นกัน ในงานวิจัยนี้พบเบนทิคอัลจี ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ดังนี้ พบเบนทิคอัลจีที่บ่งชี้คุณภาพน้ำดีได้แก่ *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith และ *Achnanthes minutissima* Kützing ซึ่งพบบริเวณต้นน้ำ ส่วนที่บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดีได้แก่ *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg และ *Cymbella silesiaca* Bleisch ซึ่งพบบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารจากภายนอก

การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของลำน้ำแม่สาพบว่ามีการปนเปื้อนของสารอาหารจากบริเวณรับน้ำที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ชุมชนขนาดใหญ่และเล็ก และพื้นที่ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว จากการใช้เบนทิคอัลจีในการศึกษา trophic index เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ พบว่าน้ำในลำน้ำแม่สาอยู่ในระดับ Mesotrophic ถึง Eutrophic

ส่วนการเก็บรวบรวมสายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืชที่มีคุณประโยชน์นั้น ในขณะนี้สามารถที่จะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชบางชนิดได้ เช่น *Anabaena* sp., *Oscillatoria* sp., *Navicula* sp., *Fragilaria* sp., *Melosira* sp., *Chlorella* sp. และ *Scenedesmus* sp. สำหรับการเก็บรวบรวมแพลงก์ตอนพืชที่แยกจนบริสุทธิ์ให้อยู่ในรูป freeze dried culture นั้นไม่สามารถทำได้ในขณะนี้เนื่องจากความขัดข้องของเครื่องมือ Lyophilizer จึงเก็บแพลงก์ตอนพืชที่แยกได้ไว้ในรูป algae agar ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. เคมีของน้ำโสโครกและการวิเคราะห์. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. กรุงเทพมหานคร.

จงจินต์ ศิวะศิลป์. 2524. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เจียมจิตร บุญสม. 2535. ความลับของสาหร่ายเกลียวทอง : ผลการศึกษาโรคที่นายแพทย์ชาวญี่ปุ่นค้นพบ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร.

ชาญณรงค์ แก้วเล็ก. 2532. การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำชี. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. มลพิษสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

ตรัย เป็กทอง. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 330 ถึง 550 เมตร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2536. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537). 2537. มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ. ฝ่ายแหล่งน้ำจืดและฝ่ายแหล่งน้ำทะเล กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2534. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ผกาวรรณ จุฬ้ามณี. 2534. ผลกระทบของการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำต่อศักยภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์ในอ่างเก็บน้ำ บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด เชียงใหม่. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. 2536. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ เล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2538. สาหร่าย : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสาหร่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีเขียว. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล และฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร. 2538. คู่มือปฏิบัติการสาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. แพลงก์ตอนพืช. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร.

สมิท บุญเคลือบ. 2517.การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตธนบุรีและบางขุนเทียน กรุงเทพ ฯ. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพ ฯ.

อาภารัตน์ มหาขันธ์. 2539. สารพิษจากสาหร่ายในแหล่งน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน, หน้า 39-53.

อิสระ ทับสีสด. 2522. การสำรวจและการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวที่พบในแหล่งน้ำบางแห่งในเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิสัย วงศ์สายปิ่น. 2534. สาหร่ายเซลล์เดียว : สารอาหารจากแสงตะวัน. สำนักพิมพ์รวมทรรศน์ กรุงเทพมหานคร

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพมหานคร.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2525. คุณภาพน้ำกับกำลังการผลิตของบ่อปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Barber , H. G. and E. Y. Haworth. 1981. A Guide to the Morphology of the Diatom Frustule. The Freshwater Biological Association, Scientist Publication, Kendal.

Boney, A. D. 1975. Phytoplankton. The Institute of Biology Studies in Biology. Edward Arnold Limited, London.

Brook, A. J. 1971. The Phytoplankton of Minnesota Lakes a Preliminary Survey. Water Resources Research Center, Minnesota.

Chapman , V. J. and D. J. Chapman. 1973. The Algae. The Macimillan Press Ltd., London.

Darley, W.M. 1982. Algal Biology : A Physiological Approach. Blackwell Scientific Publication, U.K.

Fogg, G. E. 1971. Algal Cultures and Phytoplankton Ecology. The University of Wisconsin Press, London.

Foged, N. 1971. Freshwater Diatoms in Thailand. Nova Hedwigia, 22 : 267 - 368.

Foged, N. 1976. Freshwater Diatoms in Srilanka (Ceylon). Bibliotheca Phycologica, 19(23) : 7 - 113.

Goldman, C. R. and A. J. Horne. 1983. Limnology. McGrow-Hill BookCompany, New York.

Goulden, P. D., W. J. Travery and G. Kerr. 1970. Detergent Phosphate and Water Pollution. Inland Water Branch, Departnemt of Energy, Mines and Research, Ottawa.

Grundy, R. D. 1971. Strategies for Control of Man-made Eutrophication. Environ. Sci. & Technol. 5(12) : 1184 - 1190.

Huber-Pestalozzi, G. 1938. Das Phytoplankton des Süßwassers : Blaualgen, Bakterien, Pilze. 1. Teil. E. Schweizerbart' sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers : Crytophyceae, Chlorophyceae, 3. Teil. E. Schweizerbart' sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool University Press, Liverpool.

Lewmanomont, K. ; L. Wongrat and C. Suprnwanid. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bankok.

Molloy, J. M. 1992. Diatom Communities along Stream Longitudinal Gradients. Freshwater Biology, 28 : 59 - 69.

Nusch, E. A. E. 1980. Comparision of Different Methods for Chlorophyll and Phaeopigment Determination. Arch. Hydrobiol, 14: 14-36.

Ormerod, S. J. ; S. D. Rundle. ; S. M. Wilkinson. ; G. P. Daly. ; K. M. Dale and I. Juttner. 1994. Altitudinal Trends in the Diatoms, Bryophytes, Macroinvertebrates and Fish 1995. of a Napalese River System. Freshwater Biology, 32 : 309 - 322.

Palmer, M. C. 1977. Algae and Water Pollution. Municipal Environment Research Lab, Cincinnati, Ohio.

Patrick, R. 1977. Ecology of Fresh Water Diatoms-Diatom Communities. University of California Press, Berkeley.

Pfister , V. P. 1992. Phytobenthos Communities from 2 Tyrolean Mountain Streams. Arbeitsgemeinschaft Limnologie , Telfs , Österreich.

Philip, S. 1986. A Biology of the Algae. Wm.C.Brown Publishers, Dubuque, Iowa.

Prescott, G. W. 1951. Algae of the Western Great Lake Area. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Prescott, G.W. 1970. How to Know the Freshwater Algae. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Round, F.E. 1973. The Biology of the Algae., Affiliated Publishers. Macmillan Ltd., London.

Round, F. E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge University Press, London.

Shannon, C. E. and E. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.

Smith, G. M. 1950. The Freshwater Algae of the United Stales. McGraw-Hill Book Company Inc. New York.

Silva-Benavides, A. M. 1994. Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica **(Río Grande de Tárcoles Basin, R. Savegre basin)** with Special Reference to Diatoms, Organic Pollution and Altitudinal Differentiation. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Stevenson, R. J. ; L. B. Max and L. L. Rex. 1996. Algal Ecology Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press Inc., San Diego, California.

Sze, P. 1975. Possible Effect of lower Phosphorus Concentration on the Phytoplankton in Onondage Lake, New York. Phycologia, 14(4) : 197 - 204.

Van Dam, H. ; A. Mertens and J. Sinkeldam. 1994. A Coded Checklist and Ecological Indicator Values of Freshwater Diatoms From The Natherlands. Natherlands Journal of Aquatic Ecology, 28(1) : 117 - 133.

Watchawong , O. 1996. Quantitative Survey and Habitat Assessment of Macroinvertebrates to Assess Water Quality in Running Water. Master of Science in Environmental Risk Assessment for Tropical Ecosystem , Faculty of Science , Chiang Mai University.

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

Wetzel, R. E. 1983 . Limnology. Saunders College Publishing. Philadelphia.

Whitford, L. A. and G.J. Schumacher. 1969. A manual of the Freshwater Algae in North Carolina. The North Carolina Agricultural Experiment Station, North Carolina.

Whitton, B. A. and G. K. Martyn. 1995. Use of Algae and Other Plants for Monitoring Rivers. Australian Journal of Ecology , 20 : 45 - 56.

ภาคผนวก

ตารางที่ 14 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูร้อน

จุดเก็บที่	altitude	Velocity	Conduc	pH	Temp	DO	BOD	Alkali	Turbidity	Nitrate	Ammo	SRP	Diversity	Biovolum	chloro a
Site 1	1075	0.18	104.5	7.64	20.6	7.8	0.6	0.5	3.7	2.07	10.4	15.6	3.32131	21.57	0.59
Site 2	1000	0.18	196.4	7.82	21.3	7.2	0.8	1.72	4.2	2.461	25.9	62.5	2.798317	7.54	0.37
Site 3	960	0.16	161.5	7.79	24.1	7	0.8	1.58	5.8	1.845	8.6	15.6	2.986911	33.18	1.55
Site 4	790	0.46	104.1	7.81	23.1	7.2	0.8	2.58	3.2	3.87	25.8	31.3	2.966516	25.1	1.14
Site 5	700	0.5	338	8.48	23.4	7.2	0.6	3.18	4.2	4.124	25.5	39	2.873827	16.04	1.11
Site 6	650	0.64	319	8.56	23.6	7.4	0.2	2.92	14.4	3.844	34.5	39.5	2.610929	30.59	0.96

ตารางที่ 15 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูฝน

จุดเก็บที่	Velocity	Conduc	pH	Temp	DO	BOD	Alkali	Turbidity	Nitrate	Ammo	SRP	Diversity	Biovolum	chloro a
Site 1	0.18	56.6	7.86	22	6.95	0.35	0.57	33	0.383	0.167	0.085	2.94551	40.66	0.7
Site 2	0.27	155.7	7.41	22.3	6.75	1.35	1.5	5	0.252	0.015	0.048	2.905552	28.77	0.62
Site 3	0.59	98.9	7.58	25.8	6.5	4.3	1.48	36	0.189	0.18	0.07	2.401578	34.16	0.65
Site 4	0.53	265	7.83	26.2	7.4	1	2.6	2	0.669	0.092	0.142	2.96643	10.47	0.51
Site 5	0.52	344	8.59	26.7	7.3	1.1	3.25	11	0.475	0.067	0.14	2.826814	28.81	0.46
Site 6	0.33	302	8.64	27.6	7.2	1	2.98	18	0.368	0.092	0.04	2.397595	4.04	0.66

ตารางที่ 16 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูหนาว

จุดเก็บที่	Velocity	Conduc	pH	Temp	DO	BOD	Alkali	Turbidity	Nitrate	Ammo	SRP	Diversity	Biovolum	chloro a
Site 1	0.35	82.5	6.33	17	7	0.4	0.93	0.89	0.656	0.125	0.017	2.50783	0.96	22
Site 2	0.42	189.1	6.44	19	6.9	0.4	2.16	0.92	0.331	0.02	0.048	2.658606	1.7	26
Site 3	0.22	159.9	7.01	19.5	6.8	1.6	1.89	23	0.206	0.265	0.034	2.282924	1.26	54
Site 4	0.32	279	7.32	21.4	7	0.2	3.29	3	0.925	0.12	0.022	3.022928	1.55	19
Site 5	0.7	316	8.32	21.5	8.4	1.6	3.89	4.6	0.631	0.089	0.024	1.48962	1.92	133
Site 6	0.64	319	8.56	23.6	7.4	0.2	2.92	14.4	3.844	34.5	39.5	2.610929	30.59	0.96

ตารางที่ 17 สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูร้อน

		ALKALINITY	AMMONIUM	BIOVOLUM	BOD	CHLOROPHY	CONDUC	DIVERSITY	DO	NITRATE	No. CELLS	pH	SRP	TEMP	TURBIDITY	VELOSITY
Pearson Correlation	ALKALINITY	1.000	.785	.669	-.348	.358	.726	-.502	-.491	.901*	.658	.826*	.416	.690	.378	.858*
	AMMONIUM	.785	1.000	.616	-.515	.221	.619	.270	-.118	.813*	.612	.712	.726	.217	.513	.808
	BIOVOLUM	.669	.616	1.000	-.879*	.211	.875*	-.835*	-.018	.580	1.000**	.943**	.171	.535	.860*	.791
	BOD	-.348	-.515	-.879*	1.000	.076	-.632	.652	-.434	-.427	-.885*	-.741	-.034	-.169	-.867*	-.691
	CHLOROPHY	.358	-.221	.211	.076	1.000	.085	-.243	-.579	.143	.202	.184	-.555	.884*	.114	.215
	CONDUC	.726	.619	.875*	-.632	.085	1.000	-.903*	-.198	.583	.872*	.951**	.438	.441	.575	.648
	DIVERSITY	-.502	-.270	-.835*	.652	-.243	-.903*	1.000	.035	-.380	-.836*	-.853*	-.046	-.436	-.523	-.501
	DO	-.491	-.118	-.018	-.434	-.579	-.198	.035	1.000	-.128	-.007	-.132	-.256	-.700	.067	-.028
	NITRATE	.901*	.813*	.580	-.427	.143	.583	-.380	-.128	1.000	.572	.750	.344	.418	.276	.929**
	No. CELLS	.658	.612	1.000**	-.885*	.202	.872*	-.836*	-.007	.572	1.000	.940**	.168	.525	.863*	.785
	pH	.826*	.712	.943**	-.741	.184	.951**	-.853*	-.132	.750	.940**	1.000	.326	.534	.663	.845*
	SRP	.416	.726	.171	-.034	-.555	.438	-.046	-.256	.344	.168	.326	1.000	-.160	.105	.211
	TEMP	.690	.217	.535	-.169	.884*	.441	-.436	-.700	.418	.525	.534	-.160	1.000	.412	.513
	TURBIDITY	.378	.513	.860*	-.867*	.114	.575	-.523	.067	.276	.863*	.663	.105	.412	1.000	.593
	VELOSITY	.858*	.808	.791	-.691	.215	.648	-.501	-.028	.929**	.785	.845*	.211	.513	.593	1.000
Sig. (2-tailed)	ALKALINITY	.	.064	.147	.500	.486	.102	.310	.322	.014	.155	.043	.412	.129	.460	.029
	AMMONIUM	.064	.	.193	.295	.674	.190	.604	.823	.049	.197	.113	.102	.680	.298	.052
	BIOVOLUM	.147	.193	.	.021	.689	.023	.038	.972	.227	.000	.005	.747	.274	.028	.061
	BOD	.500	.295	.021	.	.887	.178	.160	.389	.399	.019	.092	.949	.749	.025	.128
	CHLOROPHY	.486	.674	.689	.887	.	.873	.643	.229	.787	.701	.726	.253	.019	.830	.682
	CONDUC	.102	.190	.023	.178	.873	.	.014	.706	.224	.023	.004	.385	.381	.233	.164
	DIVERSITY	.310	.604	.038	.160	.643	.014	.	.947	.457	.038	.031	.932	.387	.287	.312
	DO	.322	.823	.972	.389	.229	.706	.947	.	.810	.989	.803	.625	.122	.900	.958
	NITRATE	.014	.049	.227	.399	.787	.224	.457	.810	.	.236	.086	.505	.409	.596	.007
	No. CELLS	.155	.197	.000	.019	.701	.023	.038	.989	.236	.	.005	.750	.286	.027	.064
	pH	.043	.113	.005	.092	.726	.004	.031	.803	.086	.005	.	.529	.275	.151	.034
	SRP	.412	.102	.747	.949	.253	.385	.932	.625	.505	.750	.529	.	.763	.843	.688
	TEMP	.129	.680	.274	.749	.019	.381	.387	.122	.409	.285	.275	.763	.	.417	.298
	TURBIDITY	.460	.298	.028	.025	.830	.233	.287	.900	.596	.027	.151	.843	.417	.	.215
	VELOSITY	.029	.052	.061	.128	.682	.164	.312	.958	.007	.064	.034	.688	.298	.215	.

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ 18 สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูฝน

		ALKALINITY	AMMONIUM	BIOVOLUM	BOD	CHLOROPHY	CONDUC	DIVERSITY	DO	NITRATE	No CELLS	pH	SRP	TEMP	TURBIDITY	VELOSITY
Pearson Correlation	ALKALINITY	1.000	-.462	-.722	-.141	-.707	.983**	-.192	.697	.491	-.924**	.738	.419	.859*	-.571	.508
	AMMONIUM	-.462	1.000	.369	.415	.470	-.554	-.342	-.343	-.183	.178	-.099	-.285	.006	.882*	.136
	BIOVOLUM	-.722	.369	1.000	.235	.235	-.708	.234	-.613	-.475	.829*	-.465	-.141	-.685	.547	-.183
	BOD	-.141	.415	.235	1.000	.149	-.309	-.631	-.709	-.583	.007	-.386	-.617	.211	.458	.624
	CHLOROPHY	-.707	.470	.235	.149	1.000	-.728	-.390	-.622	-.653	.504	-.313	-.782	-.446	.675	-.607
	CONDUC	.983**	-.554	-.708	-.309	-.728	1.000	-.050	.780	.560	-.866*	.759	.518	.765	-.652	.379
	DIVERSITY	-.192	-.342	.234	-.631	-.390	-.050	1.000	.379	.564	.388	-.267	.735	-.544	-.499	-.281
	DO	.697	-.343	-.613	-.709	-.622	.780	.379	1.000	.906*	-.638	.673	.824*	.469	-.602	.077
	NITRATE	.491	-.183	-.475	-.583	-.653	.560	.564	.906*	1.000	-.480	.354	.896*	.325	-.574	.208
	No. CELLS	-.924**	.178	.829*	.007	.504	-.866*	.388	-.638	-.480	1.000	-.709	-.262	-.964**	.366	-.563
	pH	.738	-.099	-.465	-.386	-.313	.759	-.267	.673	.354	-.709	1.000	.335	.681	-.093	.075
	SRP	.419	-.285	-.141	-.617	-.782	.518	.735	.824*	.896*	-.262	.335	1.000	.133	-.566	.159
	TEMP	.859*	.006	-.685	.211	-.446	.765	-.544	.469	.325	-.964**	.681	.133	1.000	-.156	.683
	TURBIDITY	-.571	.882*	.547	.458	.675	-.652	-.499	-.602	-.574	.366	-.093	-.566	-.156	1.000	-.093
	VELOSITY	.508	.136	-.183	.624	-.607	.379	-.281	.077	.208	-.563	.075	.159	.683	-.093	1.000
Sig. (2-tailed)	ALKALINITY	.	.356	.105	.789	.116	.000	.716	.124	.322	.008	.094	.408	.028	.237	.303
	AMMONIUM	.356	.	.472	.414	.347	.254	.506	.506	.729	.736	.852	.585	.990	.020	.797
	BIOVOLUM	.105	.472	.	.655	.654	.115	.655	.195	.341	.041	.353	.790	.133	.261	.729
	BOD	.789	.414	.655	.	.778	.551	.179	.115	.225	.990	.450	.192	.688	.361	.185
	CHLOROPHY	.116	.347	.654	.778	.	.101	.445	.187	.160	.308	.546	.066	.375	.141	.201
	CONDUC	.000	.254	.115	.551	.101	.	.924	.067	.248	.026	.080	.293	.077	.161	.459
	DIVERSITY	.716	.506	.655	.179	.445	.924	.	.458	.244	.447	.609	.096	.264	.314	.589
	DO	.124	.506	.195	.115	.187	.067	.458	.	.013	.173	.143	.044	.348	.206	.885
	NITRATE	.322	.729	.341	.225	.160	.248	.244	.013	.	.336	.491	.016	.529	.233	.693
	No. CELLS	.008	.736	.041	.990	.308	.026	.447	.173	.336	.	.115	.616	.002	.475	.245
	pH	.094	.852	.353	.450	.546	.080	.609	.143	.491	.115	.	.517	.137	.860	.888
	SRP	.408	.585	.790	.192	.066	.293	.096	.044	.016	.616	.517	.	.802	.241	.764
	TEMP	.028	.990	.133	.688	.375	.077	.264	.348	.529	.002	.137	.802	.	.768	.135
	TURBIDITY	.237	.020	.261	.361	.141	.161	.314	.206	.233	.475	.860	.241	.768	.	.861
	VELOSITY	.303	.797	.729	.185	.201	.459	.589	.885	.693	.245	.888	.764	.135	.861	.

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตารางที่ 19 สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในฤดูหนาว

		ALKALINITY	AMMONIUM	BIOVOLUM	BOD	CHLOROPHY	CONDUC	DIVERSITY	DO	NITRATE	No. CELLS	pH	SRP	TEMP	TURBIDITY	VELOSITY
Pearson Correlation	ALKALINITY	1.000	-.254	.023	.147	.885*	.997**	-.724	.001	.313	.113	.890*	.267	.962**	.150	.625
	AMMONIUM	-.254	1.000	.832*	.511	.469	-.275	.300	.780	-.281	.693	-.006	.578	-.069	.670	-.584
	BIOVOLUM	.023	.832*	1.000	.159	-.170	-.012	.011	.446	-.057	.974**	.304	.337	.254	.793	-.502
	BOD	.147	.511	.159	1.000	.040	.128	-.001	.916*	-.433	-.030	.301	.971**	.117	.368	.260
	CHLOROPHY	.885*	-.469	-.170	.040	1.000	.876*	-.923**	-.127	-.006	-.056	.789	.130	.845*	.194	.660
	CONDUC	.997**	-.275	-.012	.128	.876*	1.000	-.715	-.016	.332	.080	.856*	.239	.955**	.108	.609
	DIVERSITY	-.724	.300	.011	-.001	-.923**	-.715	1.000	.034	.278	-.101	-.654	-.093	-.773	-.435	-.361
	DO	.001	.780	.446	.916*	-.127	-.016	.034	1.000	-.525	.259	.177	.913*	.076	.592	-.125
	NITRATE	.313	-.281	-.057	-.433	-.006	.332	.278	-.525	1.000	.040	.163	-.372	.225	-.559	.202
	No. CELLS	.113	.693	.974**	-.030	-.056	.080	-.101	.259	.040	1.000	.356	.171	.349	.760	-.480
	pH	.890*	-.006	.304	.301	.789	.856*	-.654	.177	.163	.356	1.000	.475	.895*	.431	.607
	SRP	.267	.578	.337	.971**	.130	.239	-.093	.913*	-.372	.171	.475	1.000	.273	.514	.266
	TEMP	.962**	-.069	.254	.117	.845*	.955**	-.773	.076	.225	.349	.895*	.273	1.000	.370	.415
	TURBIDITY	.150	.670	.793	.368	.194	.108	-.435	.592	-.559	.760	.431	.514	.370	1.000	-.288
	VELOSITY	.625	-.584	-.502	.260	.660	.609	-.361	-.125	.202	-.480	.607	.266	.415	-.288	1.000
Sig. (2-tailed)	ALKALINITY	.	.627	.966	.782	.019	.000	.104	.999	.545	.832	.017	.608	.002	.777	.185
	AMMONIUM	.627	.	.040	.300	.348	.598	.564	.067	.590	.127	.991	.230	.896	.146	.224
	BIOVOLUM	.966	.040	.	.764	.747	.982	.984	.375	.915	.001	.559	.514	.627	.060	.310
	BOD	.782	.300	.764	.	.941	.809	.999	.010	.392	.955	.562	.001	.826	.473	.619
	CHLOROPHY	.019	.348	.747	.941	.	.022	.009	.811	.991	.916	.062	.806	.034	.713	.153
	CONDUC	.000	.598	.982	.809	.022	.	.110	.977	.520	.881	.030	.649	.003	.839	.200
	DIVERSITY	.104	.564	.984	.999	.009	.110	.	.948	.593	.848	.159	.860	.072	.389	.482
	DO	.999	.067	.375	.010	.811	.977	.948	.	.285	.620	.737	.011	.886	.216	.813
	NITRATE	.545	.590	.915	.392	.991	.520	.593	.285	.	.941	.758	.468	.669	.249	.701
	No. CELLS	.832	.127	.001	.916	.916	.881	.848	.620	.941	.	.489	.746	.497	.000	.335
	pH	.017	.991	.559	.562	.062	.030	.159	.737	.758	.489	.	.341	.016	.393	.202
	SRP	.608	.230	.514	.001	.806	.649	.860	.011	.468	.746	.341	.	.601	.297	.610
	TEMP	.002	.896	.627	.826	.034	.003	.072	.886	.669	.497	.016	.601	.	.471	.413
	TURBIDITY	.777	.146	.060	.473	.713	.839	.389	.216	.249	.000	.393	.297	.471	.	.580
	VELOSITY	.185	.224	.310	.619	.153	.200	.482	.813	.701	.335	.202	.610	.413	.580	.

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ 20 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามใช้ประโยชน์				
				ประเภท				
				1	2	3	4	5
1.	สี กลิ่นและรส		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2.	อุณหภูมิ		°ซ	ธ	ธ[/]	ธ[/]	ธ[/]	-
3.	ความเป็กรดเป็นด่าง (pH)		-	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย (DO)	P 20	มก./ล.	ธ	≮ 6.0	≮ 4.0	≮ 2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P 80	"	ธ	≯ 1.5	≯ 2.0	≯ 4.0	-
6.	แบคทีเรียกลุ่มโคลีฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	ธ	≯ 5,000	≯ 20,000	-	-
7.	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Faecal Coliform Bacteria)	P 80	"	ธ	≯ 1000	≯ 4000	-	-
8.	ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		5.0	-
9.	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตเจน		"	ธ	"		0.5	-
10.	ฟีนอล (Phenols)		"	ธ	"		0.005	-
11.	ทองแดง (Cu)		"	ธ	"		0.1	-
12.	นิคเกิล (Ni)		"	ธ	"		0.1	-
13.	แมงกานีส (Mn)		"	ธ	"		1.0	-
14	สังกะสี (Zn)		"	ธ	"		1.0	-
15	แคดเมียม (Cd)		"	ธ	"		0.005* 0.05**	-
16.	โคเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)		"	ธ	"		0.05	-
17.	ตะกั่ว (Pb)		"	ธ	"		0.05	-
18.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	ธ	"		0.05	-
19.	สารหนู (As)		"	ธ	"		0.01	-
20.	ไซยาไนด์ (Cyanide)		"	ธ	"		0.005	-
21.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอเรล/ล.	ธ	"		0.1	-
	- ค่ารังสีเบตา (Beta)		"	ธ	"		1.0	-
22.	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Tatal Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	ธ	"		0.05	-

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามใช้ประโยชน์				
				ประเภท				
				1	2	3	4	5
23.	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		1.0	-
24.	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha BHC)			ธ	"		0.02	-
25.	ดิลดริน (Dieldrin)			ธ	"		0.1	-
26.	อัลดริน (Aldrin)			ธ	"		0.1	-
27.	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)			ธ	"		0.2	-
28.	เอนดริน (Endrin)			ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

หมายเหตุ

1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 - 4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติและแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ/ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร

≤ ไม่น้อยกว่า ≥ ไม่มากกว่า

\- ไม่ได้กำหนด

°ซ องศาเซลเซียล

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. = มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แบ่งประเภทของแหล่งน้ำผิวดินเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

คลอโรฟิลล์ เอ (Nusch, 1980 ดัดแปลงโดย ยุวดีและฉมาภรณ์, 2538)

1. นำน้ำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษ GF/C ปริมาตร 1,000 ml

2. นำกระดาษกรองมาบดแล้วเติม ethanal 90% ที่อุณหภูมิ 78°C 10 ml เก็บในขวดสีชา เก็บในตู้เย็น 6-24 ชั่วโมง

3. นำมากรองด้วยกระดาษ Whatman No.1 พยายามอย่าให้โดนแสง เติม ethanol 90% อุณหภูมิห้องธรรมดา ปริมาตร 20 ml

4. นำสารละลายในข้อ 3. ไปวัดค่า absorbance ที่ wave length 665 นาโนมิเตอร์ โดยใช้ ethanol 90% เป็น reference ใช้ cuvett ขนาด 4 ซม.

5. เติม 0.06 ml 2 N HCl ทิ้งไว้ 30 นาที

6. นำไปวัดค่า absorbance อีกครั้ง

7. นำค่า absorbance ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากสูตร

$$\text{Chlorophyll a } (\mu g/l) = \frac{29.6 \times (A-B) \times v}{V \times 1}$$

A = ค่า absorbance ก่อนเติมกรด HCl V = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง

B = ค่า absorbance หลังเติมกรด HCl l = ขนาดของความยาวของ cuvette

v = ปริมาตรของ ethanol

Diversity index (Shannon and Weaver, 1949)

$$\text{Shannon Index} = H' = -\sum_{i=1}^{S} (ni/n) \ln (ni/n)$$

ni = จำนวนที่พบในแต่ละชนิด

n = จำนวนที่พบทั้งหมด

Trophic index (Van Dam, *et al.* 1994)

(T) Trophic state

Species	Sample index
1 oligotraphentic	1.0 - 1.5 oligotrophic
2 oligo-mesotraphentic	1.5 - 2.5 oligo-mesotrophic
3 mesotraphentic	2.5 - 3.5 mesotrophic
4 meso-eutratraphentic	3.5 - 4.5 meso-eutrophic
5 eutratraphentic	4.5 - 5.5 eutrophic
6 hypereutraphentic	5.5 - 6.0 hypereutrophic
7 indifferent	

$$\text{Sample index} = \frac{\sum \text{Rel. Abund. X Index}}{\sum \text{Rel. Abund.}}$$

$$\text{Rel. Abund.} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ในแต่ละชนิด X 100}}{\text{จำนวนเซลล์รวมทั้งหมดทุกชนิด}}$$

วิธีการคำนวน

1. บวก Rel.Abund. ของไดอะตอมแต่ละชนิดในตัวอย่างของเรา ที่มีรายชื่ออยู่ในตาราง checklist (ตารางที่ 21) ยกเว้น ไดอะตอมชนิดที่ได้คะแนนเท่ากัน 7 และที่ไม่สามารถวินิจฉัยลงถึงระดับชนิด ไม่ต้องนำมาบวก
2. นำค่า Rel. Abund. ของไดอะตอมแต่ละชนิดมาคูณกับ index ของตัวไดอะตอมที่หาได้จาก column (T)
3. นำผลคูณจากทุกชนิดในข้อ 2. มารวมกัน
4. จากนั้นก็นำผลที่ได้จากข้อ 3. หารด้วย ผลที่ได้จากข้อ 1.
5. ผลที่ได้จากข้อ 4. ก็นำไปเทียบช่วงกับ Sample index ก็จะทำให้ทราบได้ว่าแหล่งน้ำมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร

ตารางที่ 21 รายชื่อของไดอะตอมที่ใช้ให้คะแนนระดับของ Trophic state

(Van Dam *et al.*, 1994)

V	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
								ACANSPEC	Acanthoceras Honigmann
1	5	1	-	1	1	5	1	ACANZACH	zachariasii (Brun) Simons.
								ACHNSPEC	Achnanthes Bory
-	2	1	2	2	1	3	3	ACHNALTA	altaica (Poretz.) Cleve-E.
-	-	4	-	-	-	-	-	ACHNAMOE	amoena Hust.
-	4	1	2	2	1	3	3	ACHNAUpa	austriaca var. paralleia Krasske
-	4	2	-	-	-	3	-	ACHNBIAS	biasolettiana Grun. (Lectotypus)
1	3	2	1	1	1	3	4	ACHNBIOR	bioretii Germain
-	4	2	2	2	2	4	1	ACHNCLEV	clevei Grun.
-	4	2	2	2	2	4	1	ACHNCLro	var. rostrata Hust.
1	3	1	1	1	1	2	5	ACHNCOAR	coarctata (Bréb.) Grun.
1	3	1	1	2	1	7	1	ACHNCONS	conspicua A. Mayer
-	3	1	1	1	1	1	1	ACHNDAON	daonensis Lange-B.
-	3	2	1	1	1	1	1	ACHNDAUI	daui Foged
1	5	4	-	-	-	-	-	ACHNDELI	delicatula (Kütz.) Grun.
-	5	4	-	-	-	-	-	ACHNDEen	ssp. engelbrechtii (Choln.) Lange-B.
1	5	2	-	-	-	1	-	ACHNDEha	ssp. hauckiana (Grun.) Lange-B.
-	5	4	-	-	-	-	-	ACHNDEse	ssp. septentrionalis (Østr.) Lange-B.
-	-	-	-	-	-	7	-	ACHNDISP	disper Cleve
1	4	2	2	1	2	7	3	ACHNEXIG	exigua Grun.
-	4	2	2	1	2	7	3	ACHNEXco	var. constricta (Torka) Hust.
1	4	2	2	1	2	7	3	ACHNEXhe	var. heterovalva Krasske
-	5	2	1	1	1	2	-	ACHNEXIL	exilis Kütz.
1	3	1	1	1	1	1	3	ACHNFLEX	flexella (Kütz.) Brun
-	3	1	1	1	1	1	3	ACHNFLal	var. alpestris Brun
-	2	1	1	2	1	2	3	ACHNGRAN	grana Hohn & Hellerman
-	-	1	-	-	-	-	-	ACHNGRIS	grischuna Wuthrich
-	5	-	-	-	-	-	-	ACHNHAel	var. elliptica Schulz
-	4	1	2	2	1	3	3	ACHNHELV	helvetica (Hust.) Lange-B.
-	-	-	-	-	-	4	-	ACHNHOLS	holsatica Hust.
1	4	2	2	2	4	3	6	ACHNHUNG	hungarica (Grun.) Grun.
-	-	2	-	-	-	-	-	ACHNINFL	inflata (Kütz.) Grun.
1	4	2	1	2	1	2	-	ACHNJOUR	joursacense Hérib.
-	2	1	1	1	1	1	-	ACHNKRAN	kranzii Lange-B.
-	3	1	1	1	1	1	3	ACHNKRYO	kryophila Petersen
-	3	1	1	1	1	1	3	ACHNLAEV	laevis Østr.
1	4	2	2	3	3	5	3	ACHNLANC	lanceolata (Bréb.) Grun.
-	-	-	-	-	-	-	-	ACHNLAve	f. ventricosa Hust.
-	4	2	-	-	3	-	-	ACHNLAel	var. elliptica Cleve sensu Straub
1	4	2	2	3	3	7	3	ACHNLAha	var. haynaldii (Schaarschm.) Cleve
-	3	1	-	-	1	-	-	ACHNLAbi	ssp. biporoma (Hohn & Hellermann) Lange-B.
-	4	2	2	3	4	7	-	ACHNLAfr	ssp. frequentissima Lange-B.
-	4	2	-	-	4	-	-	ACHNLAma	var. magna (Straub) Lange-B.
-	4	2	-	-	-	1	-	ACHNLArb	ssp. robusta (Hust.) Lange-B.
1	4	2	2	3	3	5	3	ACHNLArs	ssp. rostrata (Østr.) Lange-B.
-	2	2	1	1	1	1	4	ACHNLAPI	lapidosa Krasske
-	3	1	1	1	1	1	3	ACHNLATE	laterostrata Hust.
-	3	2	-	-	-	2	-	ACHNLAUE	lauenburgiana Hust.
-	-	-	-	-	-	-	-	ACHNLEMM	lemmermannii Hust.
-	3	1	1	1	1	1	3	ACHNLEVA	levanderi Hust.
-	3	-	-	-	-	-	-	ACHNLINE	linearis (W. Sm.) Grun. sensu auct. nonnull.
1	4	4	1	-	-	5	-	ACHNLINK	linkei Hust.
-	2	1	1	1	1	1	4	ACHNLUTH	lutheri Hust.
-	2	1	1	1	1	1	4	ACHNMARG	marginulata Grun.
1	3	2	2	1	2	7	3	ACHNMINU	minutissima Kütz.
1	4	2	-	-	1	-	-	ACHNMIaf	var. affinis (Grun.) Lange-B.
1	4	2	-	-	-	1	-	ACHNMIgr	var. gracillima (Meist.) Lange-B.
-	3	2	-	-	1	-	-	ACHNMIja	var. jackii (Rabenh.) Lange-B.
-	3	2	-	-	-	-	-	ACHNMIsc	var. scotica (Carter) Lange-B.
-	3	1	1	1	1	1	4	ACHNMONT	montana Krasske
-	3	2	1	1	1	1	3	ACHNOBLO	oblongella Østr.
-	3	1	1	1	1	2	1	ACHNOEST	oestrupii (Cleve-E.) Hust.
1	4	4	-	-	-	5	3	ACHNPARV	parvula Kütz.
1	3	1	1	2	1	2	2	ACHNPERA	peragallii Brun et Hérib.
-	3	1	1	1	1	1	-	ACHNPETE	petersenii Hust.
-	4	2	1	1	1	4	-	ACHNPLOE	ploenensis Hust.
-	-	-	-	-	-	-	-	ACHNPLge	var. gessneri (Hust.) Lange-B.
-	3	1	1	1	1	1	-	ACHNPSSW	pseudoswazi Carter
-	3	2	1	1	1	1	-	ACHNPUSI	pusilla (Grun.) De Toni
-	3	1	1	1	1	1	-	ACHNRECH	rechtensis Leclercq
-	4	1	1	1	1	2	-	ACHNROSE	rosenstockii Lange-B.
-	3	1	1	1	1	1	-	ACHNROSS	rossii Hust.
-	4	2	1	1	1	1	4	ACHNRUTO	rupestoides Hohn
-	3	1	1	1	1	1	4	ACHNRUTR	rupestris Krasske
-	2	1	1	1	1	2	1	ACHNSUAT	subatomoides (Hust.) Lange-B. & Archib.
-	-	-	-	-	-	-	-	ACHNSUSA	subsalsa Petersen
-	3	1	1	1	1	1	2	ACHNSUCH	suchlandtii Hust.
-	3	3	-	2	1	-	-	ACHNTHER	thermalis (Rabenh.) Schoenfeld
-	2	1	1	1	1	2	2	ACHNVENT	ventralis (Krasske) Lange-B.
-	2	1	1	1	1	1	-	ACHNVEcr	var. crassa (Reimer) Lange-B.
								ACCYSPEC	Actinocyclus Ehrenb.
1	4	3	2	3	3	5	1	ACCYNORM	normanii (Gregory) Hust.
1	4	3	2	3	3	5	1	ACCYNOsu	morphotype subsalsus
								AMPLSPEC	Amphipleura Kütz.
-	2	1	1	-	1	-	3	AMPLKRIE	kriegeriana (Krasske) Hust.
1	4	2	2	2	4	2	2	AMPLPELL	pellucida (Kütz.) Kütz.
1	4	4	-	-	-	-	2	AMPLRUTI	rutilans (Trentepohl) Cleve

V	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
								AMRASPEC	Amphora Ehrenb.
-	-	-	-	-	-	-	-	AMRAAEQU	aequalis Krammer
-	-	4	-	-	-	-	-	AMRAAUST	australiensis John
1	4	2	2	3	3	5	3	AMRACOFF	coffeaeformis (Ag.) Kutz.
1	-	4	-	-	-	5	3	AMRACOMM	commutata Grun.
-	4	2	2	2	2	5	1	AMRACOPU	copulata (Kutz.) Schoeman & Archib.
-	-	-	-	-	-	-	-	AMRADELI	delicatissima Krasske
-	-	1	-	-	1	-	-	AMRAFOGE	fogediana Krammer
-	-	2	-	-	-	1	-	AMRAINAR	inariensis Krammer
-	4	2	2	1	2	5	4	AMRAMONT	montana Krasske
1	3	1	1	1	1	3	4	AMRANORM	normanii Rabenh.
1	4	2	2	2	2	5	1	AMRAOVAL	ovalis (Kutz.) Kutz.
1	4	2	2	2	2	5	3	AMRAPEDI	pediculus (Kütz.) Grun.
1	5	-	-	-	-	-	-	AMRATHUN	thumensis (A. Mayer) Cleve-E.
1	5	3	2	3	4	5	3	AMRAVENE	veneta Kütz.
-	-	-	-	-	-	-	-	AMRAVEca	var. capitata Haworth
								ANOMSPEC	Anomoeoneis Pfitz.
-	2	1	1	2	1	1	3	ANOMBRAC	brachysira (Breb.) Grun.
1	1	1	1	2	1	1	2	ANOMSERI	serians (Bréb.) Cleve
1	5	3	2	4	3	5	3	ANOMSPHA	sphaerophora (Ehrenb.) Pfitz.
-	-	4	-	-	-	-	-	ANOMSPco	f. costata (Kütz.) Schmid
-	-	4	-	-	-	-	-	ANOMSPsc	f. sculpta (Ehrenb.) Krammer
-	2	2	-	-	-	1	3	ANOMSTYR	styriaca (Grun.) Hust.
1	4	2	1	2	1	2	2	ANOMVITR	vitrea (Grun.) Ross
-	3	1	1	1	1	3	2	ANOMVIla	f. lanceolata (A. Mayer) Fabri
								ASRISPEC	Asterionella Hass.
1	4	2	2	2	2	4	1	ASRIFORM	formosa Hass.
-	4	2	2	2	2	4	1	ASRIFOac	var. acaroides Lemm.
-	-	-	-	-	-	-	-	ASRIRALF	ralfsii W. Sm.
								AUSESPEC	Aulacoseira Thwaites
-	2	1	1	1	1	1	1	AUSEALPI	alpigena (Grun.) Krammer
1	4	2	2	3	2	5	1	AUSEAMBI	ambigua (Grun.) Simons.
-	3	1	1	1	1	1	2	AUSECREN	crenulata (Ehrenb.) Thwaites
-	2	1	1	1	1	1	1	AUSEDIST	distans (Ehrenb.) Simons.
-	2	1	1	1	1	1	3	AUSEDIni	var. nivalis (W. Sm.) Haworth
1	4	2	2	3	2	5	1	AUSEGRAN	granulata (Ehrenb.) Simons.
1	4	2	2	3	2	5	1	AUSEGtcu	morphotype curvata
1	4	2	2	3	2	5	1	AUSEGRgu	var. angustissima (O. Müll.) Simons.
1	3	1	2	2	2	7	1	AUSEISLA	islandica (O. Müll.) Simons.
-	3	1	2	2	2	7	1	AUSEISHe	morphotype helvetica
1	3	2	2	2	2	4	3	AUSEITAL	italica (Ehrenb.) Simons.
-	3	2	2	-	2	4	3	AUSEITte	var. tenuissima (Grun.) Simons.
1	-	1	-	-	-	-	-	AUSELIRA	lirata (Ehrenb.) Ross
-	-	1	-	-	-	-	2	AUSEMUZZ	muzzanensis (Meist.) Krammer
-	-	-	-	-	-	-	-	AUSEPERG	pergalora (Østr.) Haworth
-	2	1	1	1	1	1	2	AUSEPFAF	pfaffiana (Reinsch) Krammer
-	2	1	1	1	1	2	1	AUSESUAR	subarctica (O. Müll.) Haworth
								BALASPEC	Bacillaria Gmelin
1	5	4	2	4	3	5	3	BALAPARA	paradoxa Gmelin
								BREBSPEC	Brebissonia Grun.
1	-	4	-	-	-	-	-	BREBBOEC	boeckii (Ehrenb.) Grun.
								CANESPEC	Caloneis Cleve
-	-	1	-	-	-	-	5	CANEAERO	aerophila Bock
-	4	2	1	1	1	3	3	CANEALPE	alpestris (Grun.) Cleve
1	4	3	2	3	3	5	3	CANEAMPH	amphisbaena (Bory) Cleve
1	4	4	2	3	3	5	3	CANEAMsu	f. subsalina (Donk.) V.d. Werff & Huls
1	4	2	1	2	2	4	2	CANEBACI	bacillum (Grun.) Cleve
-	-	-	-	-	-	-	-	CANEBUDE	budensis (Grun.) Krammer
-	-	1	1	1	1	1	-	CANELAUT	lauta Carter & Bailey-Watts
-	3	1	1	1	1	2	4	CANELEPT	leptosoma (Grun.) Krammer
1	3	1	-	-	-	-	4	CANEMOLA	molaris (Grun.) Krammer
1	4	3	-	-	-	5	-	CANEPERM	permagna (J.W. Bail.) Cleve
-	3	1	1	1	1	3	4	CANEPULC	pulchra Messikommer
1	5	2	1	2	1	3	2	CANESCHU	schumanniana (Grun.) Cleve
1	5	2	1	2	1	3	2	CANESCbi	var. biconstricta (Grun.) Reichelt
1	5	2	1	2	1	3	2	CANESCla	var. lancettula Hust.
1	4	2	1	2	1	4	1	CANESILI	silicula (Ehrenb.) Cleve
-	-	2	-	-	-	-	-	CANESIcu	var. curta (Grun.) Cleve
-	-	2	-	-	-	-	-	CANESImo	var. limosa (Kütz.) VanLand.
-	-	2	-	-	-	-	-	CANESImi	var. minuta (Grun.) Cleve
-	4	2	1	2	1	4	1	CANESItr	var. truncata (Grun.) Meist.
-	4	2	1	2	1	4	1	CANESItl	var. truncatula (Grun.) Cleve
-	-	2	-	-	-	-	-	CANESItu	var. tumida Hust.
-	-	1	-	-	-	-	-	CANESULI	sublinearis (Grun.) Krammer
-	3	2	1	1	1	3	4	CANETENU	tenuis (Gregory) Krammer
-	2	1	1	1	1	1	-	CANEUNDU	undulata (Gregory) Krammer
								CADISPEC	Campylodiscus Ehrenb.
1	5	4	-	-	2	5	3	CADIBICO	bicostatus W. Sm.
1	5	4	-	-	2	5	3	CADICLYP	clypeus Ehrenb.
1	-	4	-	-	-	-	3	CADIECHE	echeneis Ehrenb.
1	5	2	-	-	-	5	1	CADIHIBE	hibernicus Ehrenb.
1	5	2	-	-	1	4	1	CADINORI	noricus Ehrenb.
								CTROSPEC	Cheatoceros Ehrenb.
1	5	4	-	-	1	5	-	CTROMUEL	muelleri Lemm.
1	5	3	-	-	-	-	-	CTROORIE	orientalis Schiller
1	5	4	-	-	-	-	-	CTROSUTI	subtilis Cleve
1	5	4	-	-	-	-	-	CTROVIST	vistulae Apstein
1	5	4	-	-	-	-	-	CTROWIGH	wighamii Brightw.

ตารางที่ 21 (ต่อ)

U R H N O S T M	Acronym	Taxon
	CCNESPEC	Cocconeis Ehrenb.
· · 3 · · 1 · ·	CCNEDILU	disculus (Schum.) Cleve
· · 2 · · · · ·	CCNENEOD	neodiminuta Krammer
· 5 1 · · 1 · ·	CCNENEOT	neothumensis Krammer
1 4 3 2 2 2 5 1	CCNEPEDI	pediculus Ehrenb.
1 4 2 2 3 2 5 2	CCNEPLAC	placentula Ehrenb.
· 4 2 2 3 2 5 2	CCNEPLeu	var. euglypta (Ehrenb.) Grun.
· 4 2 2 3 2 5 2	CCNEPLin	var. intermedia (Hérib. & H. Perag.) Cleve
· 4 2 2 3 2 5 2	CCNEPLkl	var. klinoraphis Geitler
· 4 2 2 3 2 5 2	CCNEPLli	var. lineata (Ehrenb.) Van Heurck
· · 2 · · · · 3	CCNEPSTH	pseudothumensis Reichardt
· 5 · · · · · ·	CCNESCpa	scutellum var. parva (Grun.) Cleve
	CYPHSPEC	Cyclostephanos Round
1 5 3 2 2 3 5 1	CYPHDUBI	dubius (Fricke) Round
	CYTESPEC	Cyclotella (Kütz.) Bréb.
1 2 1 1 · 1 1 4	CYTEANTI	antiqua W. Sm.
●4 3 2 2 3 5 1	CYTEATOM	atomus Hust.
1 3 1 1 1 1 1 1	CYTEBODA	bodanica Eul.
· · · · · · · 1	CYTEBOaf	var. affinis (Grun.) Cleve-E.
· · · · · · · ·	CYTECHAE	chaetoceras Lemm.
· 3 2 · · · · 1	CYTECOME	comensis Grun.
· 4 2 · 1 · · 1	CYTEDIST	distinguenda Hust.
· · · · · · · ·	CYTEGLOM	glomerata Bachm.
· · 1 · · · · ·	CYTEIRIS	iris Brun & Hérib.
1 4 3 3 5 4 5 2	CYTEMENE	meneghiniana Kütz.
1 6 1 1 1 1 4 1	CYTEOCEL	ocellata Pant.
1 3 2 2 3 3 5 1	CYTEPSST	pseudostelligera Hust.
1 · · · · · · ·	CYTEPSdi	f. diminuta Manguin
· · 1 · · · · ·	CYTEQUAD	quadrijuncta (Schroter) Keissler
1 4 2 1 2 2 5 1	CYTERADI	radiosa (Grun.) Lemm.
1 · 2 · · · · 1	CYTESTEL	stelligera (Cleve & Grun.) Van Heurck
· · · · · · · ·	CYTESTte	var. tenuis Hust.
1 4 4 · · · · 2	CYTESTRI	striata (Kütz.) Grun.
· 4 4 · · · · 2	CYTESTam	var. ambigua Grun.
· 4 4 · · · · 1	CYTESTbi	var. bipunctata Fricke
	CYTHSPEC	Cylindrotheca Rabenh.
1 · 4 · 1 2 5 4	CYTHGRAC	gracilis (Bréb.) Grun.
	CYPLSPEC	Cymatopleura W. Sm.
1 4 3 2 2 2 5 1	CYPLELLI	elliptica (Bréb.) W. Sm.
1 4 3 2 2 2 5 1	CYPLELco	var. constricta Grun.
1 4 3 2 2 2 5 1	CYPLELhi	var. hibernica (W. Sm.) Van Heurck
1 4 2 2 3 2 5 1	CYPLSOLE	solea (Bréb.) W. Sm.
· 4 2 2 3 2 5 1	CYPLSOre	var. regula (Ehrenb.) Grun.
	CYLASPEC	Cymbella Ag.
1 4 2 1 1 2 5 2	CYLAAFFI	affinis Kütz.
· 4 1 1 1 1 1 5	CYLAALPI	alpina Grun.
1 3 2 1 1 1 2 3	CYLAAMCE	amphicephala Näg.
· 3 2 1 1 1 1 3	CYLAAMhe	var. hercynica (A. Schmidt) Cleve
· 2 1 1 · 1 1 ·	CYLAAMOX	amphioxys (Kütz.) Cleve
1 3 1 1 1 1 1 3	CYLAANGU	angustata (W. Sm.) Cleve
1 4 2 1 1 1 7 ·	CYLAASPE	aspera (Ehrenb.) Cleve
· · · · · · · ·	CYLAASmi	var. minor (Van Heurck) Cleve
· 4 1 1 1 1 · 5	CYLABREN	brehmii Hust.
· · 2 · · 3 7 ·	CYLACAES	caespitosa (Kütz.) Brun
1 3 1 1 1 1 1 3	CYLACESA	cesatii (Rabenh.) Grun.
1 4 2 1 2 2 5 1	CYLACIST	cistula (Ehrenb.) Kirchn.
1 3 2 · · 1 · ·	CYLACUSP	cuspidata Kütz.
1 3 2 1 1 1 2 2	CYLACYMB	cymbiformis Ag.
· 3 2 1 1 1 2 2	CYLACYno	var. nonpunctata Fontell
· 4 1 1 1 1 1 3	CYLADELI	delicatula Kütz.
· · 1 1 1 1 1 ·	CYLADESC	descripta (Hust.) Krammer & Lange-B.
1 5 2 1 1 1 3 1	CYLAEHRE	ehrenbergii Kütz.
· · 1 1 1 1 2 3	CYLAFALA	falaisensis (Grun.) Krammer & Lange-B.
· · 1 · · · · ·	CYLAFAce	var. lanceola (Grun.) Krammer & Lange-B.
· 2 1 1 1 1 1 3	CYLAGAEU	geeumennii Meist.
1 2 1 1 1 1 2 3	CYLAGRAC	gracilis (Ehrenb.) Kütz.
1 2 1 1 1 1 1 2	CYLAHEBR	hebridica (Grun.) Cleve
· · · · · · · ·	CYLAHELM	helmckei Krammer
1 4 2 1 1 1 3 2	CYLAHELV	helvetica Kütz.
· 2 1 1 1 1 1 ·	CYLAHETE	heteropleura (Ehrenb.) Kütz.
· 4 2 1 1 1 2 3	CYLAHUST	hustedtii Krasske
· · 1 · · · · ·	CYLAHYBR	hybrida Grun.
· 3 1 1 1 1 1 3	CYLAINCE	incerta (Grun.) Cleve
· 4 2 · · 3 4 ·	CYLALACU	lacustris (Ag.) Cleve
1 4 2 1 1 2 7 1	CYLALANC	lanceolata (Ehrenb.) Kirchn.
· · 1 · · · 1 ·	CYLALAPP	lapponica Grun.
· · 2 · · · · ·	CYLALATA	lata Grun.
1 4 1 1 1 1 1 3	CYLALEPT	leptoceros (Ehrenb.) Kütz.
1 4 2 · · · · ·	CYLAMESI	mesiana Cholh.
1 4 2 1 1 1 4 3	CYLAMICE	microcephala Grun.
· 3 2 · · · · ·	CYLAMIMU	minuta Hilse ex Rabenh.
· 3 2 · · · · ·	CYLAMIse	var. semicircularis (Lagerst.) Foged
· · 1 1 1 · · ·	CYLANALA	naviculacea Grun.
1 3 2 2 2 2 5 2	CYLANALI	naviculiformis (Auersw.) Cleve
1 2 1 1 1 1 1 3	CYLANORV	norvegica Grun.
· 2 1 1 1 1 1 4	CYLAPERP	perpusilla A. Cleve
1 4 2 1 1 2 5 1	CYLAPROS	prostrata (Berkeley) Cleve
· · 1 · · · 3 ·	CYLAPROX	proxima Reimer
1 3 2 1 1 1 3 3	CYLAREIN	reinhardtii Grun.
1 3 2 2 3 3 7 1	CYLASILE	silesiaca Bleisch
· 4 1 1 1 1 1 4	CYLASIMI	similis Krasske

U R H N O S T M	Acronym	Taxon
· 3 2 2 1 2 3 3	CYLASINU	sinuata Gregory
1 3 1 1 1 1 2 3	CYLASUAE	subaequalis Grun.
· · 1 1 1 1 · ·	CYLASUCU	subcuspidata Krammer
1 4 2 1 1 1 4 1	CYLATUDA	tumida (Bréb.) Van Heurck
· 4 2 1 1 1 · 3	CYLATUDU	tumidula Grun.
	CYLOSPEC	Cymbellonitzschia Hust.
· 5 2 · · · 7 ·	CYLODILU	diluviana Hust.
	DENTSPEC	Denticula Kütz.
· · 2 · · · · 5	DENTELEG	elegans Kütz.
1 4 2 1 1 2 3 3	DENTKUET	kuetzingii Grun.
1 · 3 1 1 1 · 4	DENTSUTI	subtilis Grun.
1 4 1 1 1 1 3 3	DENTTENU	tenuis Kütz.
1 4 2 1 1 1 3 3	DENTTEcr	var. crassula (Nag.) Hust.
	DIATSPEC	Diatoma A.P. de Candolle?; Bory emend. Heib. nom. cons.
1 5 3 2 2 3 4 1	DIATEHRE	ehrenbergii Kütz.
· 4 3 2 3 3 5 1	DIATELac	var. actinastroides Krieger
· 4 1 1 1 1 · 2	DIATHYEN	hyemalis (Roth) Heib.
1 3 1 1 1 1 3 2	DIATMESO	mesodon (Ehrenb.) Kütz.
· · 3 · · · · ·	DIATHOov	ssp. ovalis (Fricke) Lange-B.
1 4 3 2 3 3 5 1	DIATTENU	tenuis Ag.
1 5 2 2 2 2 4 1	DIATVULG	vulgaris Bory
1 5 2 2 2 2 4 1	DIATVUbr	morphotype brevis
1 5 2 2 2 2 4 1	DIATVULI	morphotype linearis
1 5 2 2 2 2 4 1	DIATVUpr	morphotype producta
	DINESPEC	Diploneis Ehrenb.
1 4 2 1 1 1 3 3	DINEELLI	elliptica (Kütz.) Cleve
1 5 4 · · · · 3	DINEINTE	interrupta (Kütz.) Cleve
· · 1 · · 1 · ·	DINEMARG	marginestriata Hust.
· · 2 · · · · ·	DINEMAUL	mauleri (Brun) Cleve
· · 1 · · · · 5	DINEMINU	minuta Petersen
1 4 2 1 1 1 · 4	DINEOBLO	oblongella (Nag.) Cleve-E.
1 3 2 · · 2 · 3	DINEOCUL	oculata (Bréb.) Cleve
1 4 2 1 1 1 · 4	DINEOVAL	ovalis (Hilse) Cleve
· · · · · · · ·	DINEPARM	parma Cleve
· 3 2 1 1 1 3 4	DINEPETE	petersenii Hust.
· 4 2 1 1 1 3 3	DINEPUEL	puella (Schum.) Cleve
· 5 · · · · · ·	DINESMdi	smithii var. dilatata (M. Perag.) Terry
· 5 · · · · · ·	DINESMpu	smithii var. pumila (Grun.) Hust.
	ELLESPEC	Ellerbeckia Crawford
1 4 1 1 1 1 1 4	ELLEAREN	arenaria (Moore) Crawford
	ENTOSPEC	Entomoneis Ehrenb.
1 3 3 1 1 1 2 1	ENTOORNA	ornata (J.W. Bail.) Reimer
1 3 3 · · 1 · ·	ENTOPALU	paludosa (W. Sm.) Reimer
	EPITSPEC	Epithemia Bréb.
1 5 2 1 2 2 4 2	EPITADNA	adnata (Kütz.) Bréb.
1 4 2 · · 1 3 3	EPITARGU	argus (Ehrenb.) Kutz.
· 4 1 · · 1 3 4	EPITARal	var. alpestris (W. Sm.) Grun.
· 4 2 · · · · ·	EPITFRIC	frickei Krammer
1 4 1 1 1 · · 3	EPITGOEP	goeppertiana Hilse
1 5 2 1 2 2 5 2	EPITSORE	sorex Kütz.
1 5 2 1 2 2 4 3	EPITTURG	turgida (Ehrenb.) Kütz.
· 5 2 1 2 2 4 3	EPITTUgr	var. granulata (Ehrenb.) Brun
	EUTISPEC	Eunotia Ehrenb.
1 2 1 1 · 1 2 ·	EUTIARLU	arcubus (Grun.) Lange-B. & Nörpel
1 3 1 1 · 1 2 3	EUTIARCU	arcus Ehrenb.
· 3 1 1 · 1 2 3	EUTIARbi	var. bidens Grun.
1 6 2 2 2 2 7 3	EUTIBILU	biluneris (Ehrenb.) Mills
· 2 2 · · · · ·	EUTIBILI	var. linearis (Okuno) Lange-B. & Nörpel
· 2 2 2 2 1 2 4	EUTIBImu	var. mucophila Lange-B., Nörpel & Alles[6]
· · 1 · · · · ·	EUTICIRC	circumborealis Lange-B. & Nörpel
· 2 1 1 1 1 1 3	EUTIDENT	denticulata (Bréb.) Rabenh.
1 2 1 1 1 1 1 4	EUTIDIDO	didon Ehrenb.
· 2 1 1 1 1 1 3	EUTIELEG	elegans Østr.
1 1 2 2 2 3 7 3	EUTIEXIG	exigua (Bréb.) Rabenh. non sensu Hust. pro parte[6]
· 1 1 · · · · ·	EUTIEXbi	var. bidens Hust.
· 2 1 1 · 1 · ·	EUTIEXtr	var. tridentula Østr.
1 2 1 1 1 1 2 2	EUTIFABA	faba Ehrenb.
1 2 1 1 1 1 1 4	EUTIFALL	fallax A. Cleve
· 2 1 1 1 1 1 4	EUTIFAgr	var. groenlandica (Grun.) Lange-B. & Nörpel
· 2 1 1 1 1 2 3	EUTIFLEX	flexuosa (Bréb.) Kütz. non sensu auct. nonnull.[6]
1 2 2 1 1 1 3 2	EUTIFORM	formica Ehrenb.
1 2 1 1 1 1 2 3	EUTIGLAC	glacialis Meist.
· · 1 · · · · ·	EUTIIATR	istriensis Foged
· 2 1 · · · · 3	EUTIINPL	implicata Nörpel, Lange-B. & Alles[6]
1 2 1 1 1 1 1 2	EUTIINCI	incisa Gregory
· 2 1 · · · 1 3	EUTIINTE	intermedia (Krasske) Nörpel & Lange-B.
· 2 1 · · · · ·	EUTIKOCH	kocheliensis O. Müll.
· 2 1 1 1 1 1 4	EUTIMEIS	meisteri Hust.
· 2 1 1 1 1 1 4	EUTIMICE	microcephala Krasske
1 2 1 · · 1 · 4	EUTIMINO	minor (Kütz.) Grun.
1 2 1 1 1 1 1 2	EUTIMONO	monodon Ehrenb.
1 2 1 1 1 1 1 3	EUTIMOBi	var. bidens (Gregory) Hust.
· 2 1 1 1 1 1 3	EUTIMAEG	naegelii Migula

ตารางที่ 21 (ต่อ)

V	R	H	N	O	S	T	H	Acronym	Taxon
									Eunotia (continued)
-	2	1	1	-	1	1	-	EUTINYMA	nymanniana Grun. sensu Hust. pro parte
-	1	1	1	1	1	1	4	EUTIPALU	paludosa Grun.
-	1	1	1	1	1	1	4	EUTIPAtr	var. trinacria (Krasske) Norpel
1	2	1	1	1	1	1	2	EUTIPARA	paralleia Ehrenb.
1	2	1	2	1	2	3	3	EUTIPECT	pectinalis (Dillw.?, O.F. Mull.? Kütz.) Rabenh. non sensu Hust., non sensu Germain & nec sensu auct. nonnull.
1	2	1	2	1	2	1	3	EUTIPEun	var. undulata (Ralfs) Rabenh.
1	2	1	1	1	1	2	3	EUTIPRAE	praerupta Ehrenb.
-	2	1	1	1	1	2	3	EUTIPRbd	var. bidens Grun.
-	2	1	1	1	1	1	4	EUTIPRbg	var. bigibba (Kütz.) Grun.
-	2	1	1	1	1	2	3	EUTIPSPE	pseudopectinalis Hust.
1	2	1	1	1	1	1	3	EUTIRHOM	rhomboidea Hust.
-	2	1	1	1	1	1	3	EUTISEPT	septentrionalis Østr.
-	2	1	1	1	1	1	3	EUTISERR	serra Ehrenb.
-	2	1	1	1	1	1	3	EUTISEdi	var. diadema (Ehrenb.) Petr.
-	2	1	1	1	1	1	3	EUTISEte	var. tetraodon (Ehrenb.) Norpel
105	1	2	1	2	1	3		EUTISOLE	soleirolii (Kütz.) Rabenh.
-	-	1	1	-	1	1	-	EUTISTEI	steineckii Petersen
-	1	1	1	1	1	1	3	EUTISUAR	subarcuatoides Alles, Nörpel & Lange-B. [a]
-	2	1	1	1	1	2	3	EUTISUDE	sudetica O. Müll.
-	2	1	1	1	1	1	3	EUTITENE	tenella (Grun.) Hust. sensu Petersen [b]
-	2	1	1	1	1	2	3	EUTIVENE	veneris (Kütz.) De Toni
								FRAGSPEC	Fragilaria Lyngb.
-	2	1	-	-	-	-	-	FRAGACID	acidoclinata Lange-B. & Hofmann
1	4	2	1	1	2	2	3	FRAGARCU	arcus (Ehrenb.) Cleve
-	4	2	2	2	2	6	1	FRAGBERO	berolinensis (Lemm.) Lange-B.
-	3	2	1	1	2	7	1	FRAGBICA	bicapitata A. Mayer
1	4	2	-	-	-	5	-	FRAGBICE	biceps (Kütz.) Lange-B.
1	4	2	1	1	2	5	2	FRAGBIDE	bidens Heib.
1	4	2	1	1	1	7	2	FRAGBREV	brevistriata Grun.
-	4	2	1	1	1	7	2	FRAGBRin	var. inflata (Pant.) Hust.
1	3	2	-	-	2	3	-	FRAGCAPU	capucina Desm.
-	-	-	-	-	-	-	-	FRAGCAdf	group distans/fragilarioides
-	4	2	-	-	1	2	-	FRAGCAam	var. amphicephala (Grun.) Lange-B.
-	4	2	-	-	-	-	-	FRAGCAau	var. austriaca (Grun.) Lange-B.
-	3	2	-	-	3	5	-	FRAGCAca	var. capitellata (Grun.) Lange-B. s.l.
-	3	2	1	1	1	2	-	FRAGCAgr	var. gracilis (Østr.) Hust.
1	4	2	-	-	-	-	-	FRAGCAme	var. mesolepta (Rabenh.) Rabenh.
1	3	2	-	-	-	2	-	FRAGCAru	var. ruspens (Kütz.) Lange-B.
1	4	2	2	3	3	5	3	FRAGCAve	var. vaucheriae (Kütz.) Lange-B.
-	2	1	1	-	1	1	2	FRAGCOTA	constricta Ehrenb.
1	4	2	1	1	2	4	1	FRAGCOEN	construens (Ehrenb.) Grun.
1	4	2	2	1	1	4	2	FRAGCObi	f. binodis (Ehrenb.) Hust.
1	4	2	2	1	1	4	1	FRAGCOex	f. exigua (W. Sm.) Hust.
-	4	3	2	1	1	4	1	FRAGCOsu	f. subsalina (Hust.) Hust.
1	4	2	2	1	2	4	1	FRAGCOve	f. venter (Ehrenb.) Hust.
-	4	2	-	-	-	-	-	FRAGCOtr	var. triundulata (Reichelt) Hartz & Østr.
1	4	2	2	2	2	3	1	FRAGCROT	crotonensis Kitt.
-	3	2	-	-	-	3	1	FRAGDELI	delicatissima (W. Sm.) Lange-B.
1	4	2	1	1	1	5	1	FRAGDILA	dilatata (Bréb.) Lange-B.
-	4	2	1	1	2	4	1	FRAGELLI	elliptica Schum.
-	3	1	1	1	1	1	2	FRAGEXIG	exigua Grun. non (W. Sm.) Lemm.
-	4	2	1	1	1	3	3	FRAGFAME	famelica (Kütz.) Lange-B.
-	4	3	-	-	-	-	2	FRAGFALi	var. littoralis (Germain) Lange-B.
1	4	4	2	3	3	5	3	FRAGFASC	fasciculata (Ag.) Lange-B. sensu lato
1	-	-	-	-	-	-	-	FRAGHEID	heidenii Østr.
-	-	-	-	-	-	-	-	FRAGNEsu	var. sublinearis Manguin
1	4	2	1	1	1	-	1	FRAGISTV	istvanffyi Pant.
1	4	2	-	-	-	-	2	FRAGLAPP	lapponica Grun.
-	4	2	1	1	1	4	2	FRAGLEPT	leptostauron (Ehrenb.) Hust.
-	4	2	-	-	-	-	2	FRAGLEdu	var. dubia (Grun.) Hust.
-	3	1	1	1	1	2	2	FRAGNANA	nanana Lange-B.
-	-	1	1	1	1	-	-	FRAGNEOP	neoproducta Lange-B.
-	2	1	1	1	1	2	-	FRAGOLDE	oldenburgiana Hust.
1	4	2	1	1	2	4	2	FRAGPARA	parasitica (W. Sm.) Grun.
1	4	2	1	1	2	4	2	FRAGPAsu	var. subconstricta Grun.
1	4	2	2	1	2	7	3	FRAGPINN	pinnata Ehrenb.
-	4	2	1	1	1	4	2	FRAGPIsu	f. subsolitaris (Grun.) A. Mayer
-	-	2	3	3	5	3		FRAGPULC	pulchella (Ralfs) Lange-B.
1	3	2	1	1	1	4	1	FRAGREIC	reicheltii (Voigt) Lange-B.
1	5	4	-	-	-	-	-	FRAGSCHU	schultzii Brockmann
-	4	3	1	2	2	-	2	FRAGSUSA	subsalina (Grun.) Lange-B.
-	2	1	1	1	1	2	2	FRAGTENE	tenera (W. Sm.) Lange-B.
1	4	2	2	3	4	7	2	FRAGULNA	ulna (Nitzsch) Lange-B.
1	4	2	2	2	2	7	1	FRAGULan	group angustissima
1	4	2	2	2	3	5	2	FRAGULac	var. acus (Kütz.) Lange-B.
1	4	2	-	-	2	5	1	FRAGULda	var. danica (Kütz.) Lange-B.
-	4	2	-	3	3	5	2	FRAGULox	var. oxyrhynchus (Kütz.) Lange-B.
1	3	1	1	1	1	2	3	FRAGVIRE	virescens Ralfs
-	3	1	-	-	-	-	-	FRAGVIca	var. capitata Østr.
								FRUSSPEC	Frustulia Rabenh.
-	4	-	-	-	-	-	3	FRUSCREU	creuzburgensis (Krasske) Hust.
1	2	1	1	1	1	1	2	FRUSRHOM	rhomboides (Ehrenb.) De Toni
-	2	1	1	1	1	1	3	FRUSRHam	var. amphipleuroides (Grun.) De Toni
-	1	1	1	1	1	1	3	FRUSRHcr	var. crassinervia (Bréb.) Ross
1	1	1	1	1	1	1	3	FRUSRHsa	var. saxonica (Rabenh.) De Toni
-	2	1	1	1	1	1	2	FRUSRHvi	var. viridula (Bréb.) Cleve
1	4	2	2	1	2	4	3	FRUSVULG	vulgaris (Thwaites) De Toni
-	3	2	-	-	1	2	2	FRUSWEIN	weinholdii Hust.

V	R	H	N	O	S	T	H	Acronym	Taxon
								GOMESPEC	Gomphonema Ag.
1	4	2	1	2	2	5	2	GOMEACUM	acuminatum Ehrenb.
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMEACUT	acutivesiculum (O. Müll.) Cleve-E.
-	4	2	1	1	2	3	3	GOMEAFFI	affine Kütz.
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMEAncy	angustatum var. cymbelloides Fusey
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMEAMli	angustatum var. linearis Hust.
-	4	2	1	1	1	1	-	GOMEANGU	angustum Ag.
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMEANJA	anjae Lange-B. & Reichardt
1	4	2	1	1	2	4	1	GOMEAUGU	augur Ehrenb.
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMEAUtu	var. turris (Ehrenb.) Lange-B.
1	3	1	-	-	-	1	-	GOMEBOHE	bohemicum Reichelt & Fricke
-	3	1	1	1	1	4	2	GOMECLAV	clavatum Ehrenb. [c]
1	4	2	1	1	2	4	3	GOMEDICH	dichotomum Kütz. [c]
1	3	2	1	1	1	3	3	GOMEGRAC	gracile Ehrenb.
-	3	2	-	-	-	-	-	GOMEGRna	var. naviculoides (W. Sm.) Grun.
-	-	2	-	-	-	-	-	GOMEINSI	insigne Gregory
-	-	1	1	1	1	1	-	GOMELAGE	lagerheimii A. Cleve
-	4	2	1	1	1	1	3	GOMELATE	lateripunctatum Reichardt & Lange-B. [c]
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMELING	linguliformae Lange-B. & Reichardt
1	4	2	2	2	2	5	3	GOMEMIPU	micropus Kütz.
-	3	2	-	-	2	5	-	GOMEMINU	minutum (Ag.) Ag.
-	3	1	1	1	1	3	3	GOMEMONT	montanum Schum.
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMEMOsu	var. subcicum Grun.
1	5	2	2	2	2	5	1	GOMEOLIV	olivaceum (Hornemann) Bréb.
-	5	2	2	2	2	-	3	GOMEOLca	var. calcareum (Cleve) Cleve
-	3	1	1	1	1	2	3	GOMEOLmi	var. c utissimum Hust.
-	3	1	1	1	1	3	3	GOMEOLol	var. olivaceoides (Hust.) Lange-B.
1	3	2	3	4	4	5	3	GOMEPARV	parvulum (Kütz.) Kütz.
-	3	2	-	-	5	6	-	GOMEPAsa	f. saprophilum Lange-B. & Reichardt
-	3	1	1	1	1	1	-	GOMEPAes	var. exilissimum Grun.
-	3	-	-	-	-	-	-	GOMEPAmi	var. micropus (Kütz.) Cleve
-	2	1	1	1	1	1	-	GOMEPApa	var. parvulius Lange-B. & Reichardt
-	3	2	2	1	2	2	3	GOMEPROD	productum (Grun.) Lange-B.
-	3	2	-	-	3	5	-	GOMEPSAU	pseudoaugur Lange-B.
-	-	2	-	-	-	7	-	GOMEPUMI	pumilum (Grun.) Reichardt & Lange-B. [c]
-	4	2	-	-	2	3	3	GOMESARC	sarcophagus Gregory
1	3	2	1	1	2	2	3	GOMESUCL	subclavatum Grun.
-	-	-	-	-	-	-	-	GOMESUgr	var. gracilis (Hust.) Freng.
-	3	1	1	1	1	2	2	GOMESUTI	subtile Ehrenb.
1	4	2	1	1	1	2	3	GOMETERG	tergestinum (Grun.) Fricke
1	4	2	1	1	2	4	2	GOMETRUN	truncatum Ehrenb.
-	-	1	1	1	1	1	-	GOMEVENT	ventricosum Gregory
-	4	2	1	1	2	4	3	GOMEVIBR	vibrio Ehrenb.
								GYSISPEC	Gyrosigma Hass.
1	5	2	2	3	2	5	2	GYSIACUM	acuminatum (Kütz.) Rabenh.
-	5	3	-	-	-	-	-	GYSIACbr	var. brebissonii (Grun.) Cleve
1	5	2	2	3	2	5	1	GYSIATTE	attenuatum (Kütz.) Rabenh.
1	-	4	-	-	-	5	-	GYSIBALT	balticum (Ehrenb.) Rabenh.
1	-	3	-	-	-	-	-	GYSIEXIM	eximium (Thwaites) Boyer
-	4	2	2	1	2	5	3	GYSIOBTU	obtusatum Sullivan & Wormley
1	4	3	-	-	1	4	-	GYSIPEIS	peisonis (Grun.) Hust.
-	4	3	1	1	2	5	-	GYSISCIO	sciotoense Sullivan & Wormley
1	5	4	-	-	-	5	3	GYSIWANS	wansbeckii (Donk.) Cleve
								NANTSPEC	Nantzschia Grun.
1	3	2	2	2	3	7	4	NANTAMPH	amphioxys (Ehrenb.) Grun.
1	2	2	2	2	3	7	4	NANTAMca	f. capitata O. Müll.
-	3	2	-	-	-	-	4	NANTAMma	var. major Grun.
-	-	2	-	-	-	-	4	NANTAMvi	var. vivax Grun.
1	2	1	1	1	1	1	-	NANTELON	elongata (Hantzsch) Grun.
1	3	3	-	-	-	-	-	NANTSPTA	spectabilis (Ehrenb.) Hust.
								LICMSPEC	Licmophora Ag.
-	-	4	-	-	-	-	-	LICMHYAL	hyalina (Kütz.) Grun.
-	-	4	-	-	-	-	-	LICMNUBE	nubecula (Kütz.) Grun.
								NAGLSPEC	Nagloia Thwaites
1	4	4	-	-	-	-	3	NAGLBRAU	braunii Grun.
1	4	4	-	-	-	-	3	NAGLELLI	elliptica (Ag.) Cleve
1	4	3	-	-	-	-	3	NAGLELda	var. dansei (Thwaites) Cleve
1	5	4	-	-	-	-	-	NAGLEXIG	exigua Lewis
-	4	2	-	-	-	5	3	NAGLGREV	grevillei W. Sm.
-	4	4	-	-	2	-	3	NAGLSMIT	smithii Thwaites
1	4	3	1	1	1	5	3	NAGLSMla	var. lacustris Grun.
								NELOSPEC	Neidium Ag.
1	4	4	1	-	2	5	3	NELOLINE	lineata (Dillw.) Ag.
1	4	2	3	3	3	5	2	NELOVARI	variens Ag.
								NEDISPEC	Meridion Ag.
1	4	2	2	2	2	7	1	NEDICIRC	circulare (Grev.) Ag.
1	4	2	2	2	2	7	2	NEDICIco	var. constricta (Ralfs) Van Heurck
								NAVISPEC	Navicula Bory
-	3	2	1	1	1	3	-	NAVIABSO	absoluta Hust.
-	4	2	4	5	5	6	2	NAVIACCO	accomoda Hust.
-	3	2	-	-	-	-	3	NAVIAGRE	agrestis Hust.
1	4	1	1	1	1	1	1	NAVIAMER	americana Ehrenb.
1	4	2	1	1	1	2	3	NAVIAMPH	amphibola Cleve
-	2	1	1	1	1	1	2	NAVIANGU	angusta Grun.
-	-	-	-	-	-	-	-	NAVIARAT	arata (Grun.) De Toni non sensu Hust.
-	4	2	-	1	-	-	4	NAVIASEL	asellus Weinhold ex Hust.
-	4	2	4	2	4	6	4	NAVIATOM	atomus (Kütz.) Grun.
-	3	2	3	1	3	6	4	NAVIATex	var. excelsa (Krasske) Lange-B.
-	4	2	3	4	4	5	3	NAVIATpe	var. permitis (Hust.) Lange-B.
-	-	2	-	-	-	-	5	NAVIATre	var. recondita (Hust.) Lange-B.
1	4	2	1	2	2	4	2	NAVIBACI	bacillum Ehrenb.

ตารางที่ 21 (ต่อ)

W	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
									Navicula (continued)
·	3	·	1	1	·	·	4	NAVIBREK	brekkaensis Petersen
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIBRbr	var. brekkaensoides (Bock) Lange-B.
·	3	1	1	·	1	·	4	NAVIBROC	brockmannii Hust.
·	3	1	1	1	1	3	5	NAVIBRYO	bryophila Petersen
1	4	2	2	3	3	4	3	NAVICATA	capitata Ehrenb.
1	4	2	2	3	2	4	3	NAVICAhu	var. hungarica (Grun.) Ross
·	4	2	·	·	·	·	3	NAVICAlu	var. luenеburgensis (Grun.) Patr.
·	4	2	2	3	3	5	1	NAVICATO	capitatoradiata Germain
·	·	2	·	·	·	7	·	NAVICARI	cari Ehrenb.
1	4	2	2	3	3	5	4	NAVICINC	cincta (Ehrenb.) Ralfs
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVICITR	citrus Krasske
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVICLOI	clementioides Hust.
1	4	3	2	1	2	4	3	NAVICLEM	clementis Grun.
·	3	1	1	1	1	2	3	NAVICOCC	coccon eiformis Gregory ex Grev.
1	4	3	2	1	2	5	·	NAVICOHN	cohnii (Hilse) Lange-B.
·	·	1	·	·	·	1	·	NAVICONC	concentrica Carter
·	3	3	3	3	3	5	3	NAVICONF	confervacea (Kütz.) Grun.
·	·	1	·	·	1	·	·	NAVICOsy	var. symmetrica Hust.
1	4	2	2	1	2	7	4	NAVICONT	contenta Grun.
·	4	2	·	·	2	·	2	NAVICOST	costulata Grun.
1	3	2	2	3	3	7	2	NAVICRCE	cryptocephala Kütz.
·	4	2	·	·	2	7	2	NAVICRTE	cryptotenella Lange-B.
1	4	2	2	3	3	5	1	NAVICUSP	cuspidata (Kütz.) Kütz.
·	4	2	1	·	1	4	3	NAVIDECU	decussis Östr.
·	4	1	·	·	·	1	·	NAVIDENS	densilineolata (Lange-B.) Lange-B.
·	2	1	·	1	·	2	3	NAVIDIFF	difficillima Hust.
1	4	4	·	·	·	·	3	NAVIDIGI	digitoradiata (Gregory) Ralfs
·	3	2	1	1	1	4	3	NAVIDISJ	disjuncta Hust.
1	4	4	·	·	·	5	3	NAVIELEG	elegans W. Sm.
1	4	2	2	2	2	5	3	NAVIELGI	elginensis (Gregory) Ralfs
·	4	2	2	2	2	5	3	NAVIELcu	var. cuneata (N. Heller ex Foged) Lange-B.
·	4	3	·	·	·	5	2	NAVIERIF	erifuga Lange-B.
·	3	2	1	1	1	3	4	NAVIEVAN	evanida Hust.
1	4	1	1	1	2	5	2	NAVIEXIG	exigua (Gregory) Grun.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIEXIL	exilis Kütz.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIEXPL	explanata Hust.
1	1	1	1	1	1	1	4	NAVIFEST	festiva Krasske
·	3	2	2	1	2	·	4	NAVIFOLI	fossalis Krasske
·	3	2	·	·	·	·	4	NAVIFOob	var. obsidialis (Hust.) Lange-B.
·	·	·	·	·	·	·	4	NAVIFOLO	fossaloides Hust.
·	·	·	·	·	·	·	5	NAVIGALL	gallica (W. Sm.) Lagerst.
·	3	2	1	1	1	1	5	NAVIGApe	var. perpusilla (Grun.) Lange-B.
1	4	2	2	2	2	5	1	NAVIGAST	gastrum (Ehrenb.) Kütz.
·	4	2	·	·	1	5	1	NAVIGAsi	var. signata Hust.
·	4	3	·	·	·	5	3	NAVIGENU	genuastriata Hust.
·	2	·	·	·	·	·	·	NAVIGERL	gerloffii Schimanski
·	3	2	·	·	·	·	5	NAVIGIBB	gibbula Cleve
·	·	·	·	·	1	·	·	NAVIGLOB	globulifera Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIGLro	var. robusta Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIGLOM	glomus Carter
·	4	2	3	4	4	5	3	NAVIGOEP	goeppertiana (Bleisch) H.L. Sm.
1	5	2	1	1	2	5	2	NAVIGRAC	gracilοides A. Mayer sensu Hust. & auct. nonnull.
1	4	3	2	4	3	5	3	NAVIGREG	gregaria Donk.
1	4	4	2	2	3	5	2	NAVIHALA	halophila (Grun.) Cleve
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIHAte	f. tenuirostris Hust.
·	2	·	·	1	·	·	4	NAVIHAMB	hambergii Hust.
·	·	1	·	·	·	·	4	NAVIHARD	harderi Hust.
·	2	1	1	1	1	2	·	NAVIHEIM	heimansioides Lange-B.
·	·	·	·	·	1	·	·	NAVIHELE	helensis Schulz
·	2	1	·	1	·	·	4	NAVIHUST	hustedtii Krasske
·	·	1	·	1	2	·	4	NAVIIGac	ignota var. acceptata (Hust.) Lange-B.
·	3	1	1	1	1	·	4	NAVIIGpa	ignota var. palustris (Hust.) Lund
·	2	1	·	·	·	·	4	NAVIINDI	indifferens Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIINGE	ingenua Hust.
·	3	1	1	1	1	3	4	NAVIINSO	insociabilis Krasske
1	3	3	2	3	3	5	2	NAVIINTE	integra (W. Sm.) Ralfs
·	2	2	1	1	1	2	·	NAVIJAER	jaernefeltii Hust.
·	·	2	·	·	2	·	3	NAVIJOUB	joubaudii Germain
·	4	2	·	1	1	·	4	NAVIKOTS	kotschyi Grun. non sensu Hust.
·	2	1	1	1	2	4	·	NAVIKRAS	krasskei Hust.
·	3	2	·	·	5	·	·	NAVILAMO	lacunolacinlata Lange-B. & Bonik
1	3	1	1	·	1	·	·	NAVILATR	lacustris Gregory
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVILAET	laeta A. Mayer
1	3	1	1	1	1	3	2	NAVILAEV	laevissima Kütz.
1	4	3	2	3	3	5	3	NAVILAMC	lanceolata (Ag.) Ehrenb. non sensu Kütz. nec sensu Hust.
·	2	1	1	1	1	·	4	NAVILAPI	lapidosa Krasske
·	4	2	·	1	1	·	·	NAVILAST	laterostrata Hust.
·	4	2	·	·	1	·	·	NAVILENZ	lenzii Hust.
·	2	1	1	1	1	2	3	NAVILEPT	leptostriata E.G. Jørg.
·	·	3	·	·	·	·	3	NAVILESM	lesmonensis Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVILOvi	longicephala var. vilaplenii Lange-B. & Sabater
·	4	2	2	2	2	5	3	NAVILUND	lundii Reichardt
·	·	2	·	·	·	·	1	NAVIMARG	margalithii Lange-B.
·	3	1	·	·	·	·	·	NAVIMECO	mediocomvexa Hust.
·	2	1	1	1	1	1	4	NAVIMECR	mediocris Krasske
1	4	2	2	3	3	5	2	NAVIMELU	menisculus Schum.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIMEgr	var. grunowii Lange-B.
·	4	2	·	·	2	·	·	NAVIMEup	var. upsaliensis Grun.
·	4	3	·	·	·	5	2	NAVIMEUS	meniscus Schum.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIMICA	microcari Lange-B.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIMIDI	microdigitoradiata Lange-B.
·	1	1	1	·	1	·	·	NAVIMIPU	micropunctata (Germain) Kobayasi & Nagumo

W	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
·	4	2	3	4	4	5	3	NAVIMINI	minima Grun.
·	4	1	·	·	2	1	4	NAVIMILA	minuscula Grun.
·	4	2	3	3	4	5	3	NAVIMImu	var. muralis (Grun.) Lange-B.
·	·	2	4	4	4	5	2	NAVIMILO	minusculoides Hust.
·	4	1	·	·	1	·	2	NAVIMODI	modica Hust.
·	4	2	3	4	4	5	3	NAVIMOLE	molestiformis Hust.
·	4	2	3	2	3	5	3	NAVIMONO	monoculata Hust.
·	4	2	·	·	·	·	·	NAVIMOom	var. omissa (Hust.) Lange-B.
1	3	3	2	1	3	5	4	NAVIMUTI	mutica Kütz.
1	3	3	2	1	2	5	4	NAVIMUve	var. ventricosa (Kütz.) Cleve & Grun.
1	3	3	·	·	2	5	4	NAVINIVA	nivalis Ehrenb.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIOAHU	oahuensis (Hust.) Kramer
1	4	2	2	2	2	5	1	NAVIOBLO	oblonga (Kütz.) Kütz.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIOBSO	obsoleta Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIOCCU	occulta Krasske
·	·	2	·	·	1	·	·	NAVIOPPU	oppugnata Hust.
·	1	1	1	1	1	1	3	NAVIPARA	parasubtilissima Kobayasi & Nagumo
1	4	2	·	·	·	2	·	NAVIPELL	pelliculosa (Bréb. ex Kütz.) Hilse
1	4	4	·	·	·	5	·	NAVIPERE	peregrina (Ehrenb.) Kütz.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIPEel	var. elliptica Östr.
·	4	4	·	·	·	·	·	NAVIPEke	var. kefvingensis (Ehrenb.) Cleve
·	3	2	1	1	1	·	5	NAVIPLTA	placenta Ehrenb.
1	4	2	2	2	2	5	1	NAVIPLTU	placentula (Ehrenb.) Kütz.
1	3	3	2	3	2	5	3	NAVIPROT	protracta (Grun.) Cleve
1	3	3	·	·	·	·	·	NAVIPRsu	f. subcapitata (Wislouch & Poretz.) Hust.
·	3	2	·	·	·	·	·	NAVIPRel	var. elliptica Gallik
1	4	2	2	1	2	4	2	NAVIPSDA	pseudanglica Lange-B.
·	·	2	·	·	·	·	4	NAVIPSAR	pseudoarvensis Hust.
·	·	1	·	·	1	·	4	NAVIPSKO	pseudokotschyi Lange-B.
1	4	2	1	1	1	4	1	NAVIPSLA	pseudolanceolata Lange-B.
·	·	·	·	·	·	·	4	NAVIPSNI	pseudonivalis Bock
·	4	2	1	2	2	4	3	NAVIPSSC	pseudoscutiformis Hust.
1	5	2	1	1	1	4	1	NAVIPSTU	pseudotuscula Hust.
·	4	2	1	1	1	2	3	NAVIPSVE	pseudoventralis Hust.
1	3	2	2	3	3	4	2	NAVIPUPU	pupula Kütz.
1	4	2	2	3	2	4	3	NAVIPUca	f. capitata Hust.
·	·	·	·	·	·	·	3	NAVIPUro	f. rostrata Hust.
·	·	1	·	·	·	2	·	NAVIPUaq	var. aqueductae (Krasske) Hust.
·	4	2	·	·	·	4	2	NAVIPUel	var. elliptica Hust.
·	3	2	·	·	2	2	2	NAVIPUmu	var. mutata (Krasske) Hust.
1	3	2	2	3	3	4	2	NAVIPUre	var. rectangularis (Gregory) Cleve & Grun.
1	3	3	1	1	·	·	4	NAVIPUSI	pusilla W. Sm.
1	5	3	3	3	3	5	2	NAVIPYGM	pygmaea Kütz.
1	3	2	2	2	2	4	3	NAVIRADI	radiosa Kütz.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIRAFA	radiosafallax Lange-B.
·	4	3	·	·	3	5	3	NAVIRECE	recens (Lange-B.) Lange-B.
·	4	2	·	·	3	·	·	NAVIREIC	reichardtiana Lange-B.
1	5	2	2	2	2	5	2	NAVIREIN	reinhardtii (Grun.) Grun.
1	4	2	2	4	2	7	2	NAVIRHCE	rhynchocephala Kütz.
·	4	3	·	·	3	·	·	NAVIRHTE	rhynchotella Lange-B.
·	2	1	2	3	4	5	3	NAVIRIPA	riparia Hust.
1	3	4	2	2	2	5	1	NAVISAKA	salinarum Grun.
·	3	4	2	2	2	5	1	NAVISAmi	f. minima Kolbe
·	3	2	3	4	4	5	3	NAVISAPR	saprophila Lange-B. & Bonik
·	3	2	1	1	1	3	4	NAVISAXO	saxophila Bock ex Hust.
·	3	2	1	1	1	3	·	NAVISCHA	schadei Krasske
1	4	2	1	1	1	3	1	NAVISCHO	schoenfeldii Hust.
·	4	3	·	1	2	5	3	NAVISCHR	schroeteri A. Meist.
1	5	2	·	·	1	5	2	NAVISCUT	scutelloides W. Sm.
·	3	2	·	·	1	1	4	NAVISEME	semen Ehrenb.
·	4	1	·	·	·	·	2	NAVISELO	seminuloides Hust.
·	3	2	3	4	4	5	3	NAVISELU	seminulum Grun.
·	·	2	·	·	·	·	·	NAVISIMI	similis Krasske
1	4	3	2	2	2	5	3	NAVISLES	slesvicensis Grun.
·	2	1	1	1	1	1	4	NAVISOEN	soehrensis Krasske
·	2	1	1	1	1	1	4	NAVISOhe	var. hessiaca (Krasske) Lange-B.
·	2	1	1	1	1	1	4	NAVISOmu	var. muscicola (Petersen) Krasske
·	5	2	·	·	·	·	2	NAVISTRI	striolata (Grun.) Lange-B.
·	4	2	·	1	·	·	4	NAVISTRO	stroemii Hust.
·	·	·	·	·	·	·	4	NAVISUAD	subadnata Hust.
·	3	2	1	1	1	4	3	NAVISUNA	subhamulata Grun.
·	4	2	4	4	4	5	3	NAVISUMI	subminuscula Manguin
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVISURA	submuralis Hust.
·	·	2	·	·	·	·	4	NAVISUCI	submuscicola Krasske
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVISUPL	subplacentula Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVISURH	subrhynchocephala Hust.
·	4	2	·	·	1	·	·	NAVISURO	subrotundata Hust.
1	1	1	1	1	1	1	3	NAVISUTI	subtilissima Cleve sensu Kobayasi & Nagumo non sensu Hust.
·	4	2	1	1	1	5	4	NAVITELO	tenelloides Hust.
·	5	·	·	·	·	·	3	NAVITERA	tenera Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVITRIC	triconfusa VanLand.
·	2	1	·	·	·	·	4	NAVITRID	tridentula Krasske
1	4	2	2	2	2	5	3	NAVITRIP	tripunctata (O.F. Müll.) Bory
1	4	4	·	·	·	5	3	NAVITRsc	var. schizonemoides (Van Heurck) Patr.
·	4	3	2	3	3	5	3	NAVITRIV	trivialis Lange-B.
1	5	2	·	·	2	7	1	NAVITUSC	tuscula Ehrenb. non sensu Grun.
·	5	2	·	·	·	·	·	NAVITUmi	f. minor Hust.
·	3	2	·	·	1	3	·	NAVIUTER	utermoehlii Hust.
·	4	2	·	·	·	5	·	NAVIVAND	vandamii Schoeman
·	2	1	1	1	1	1	4	NAVIVARI	variostriata Krasske
·	·	·	·	·	·	·	4	NAVIVAUC	vaucheriae Petersen non sensu Hust.
·	4	3	2	4	4	5	3	NAVIVENE	veneta Kütz.
·	3	1	·	1	·	·	·	NAVIVENT	ventraloconfusa Lange-B.
1	4	2	2	2	3	5	1	NAVIVIRI	viridula (Kütz.) Ehrenb.
1	4	2	2	2	2	5	2	NAVIVIro	var. rostellata (Kütz.) Cleve

ตารางที่ 21 (ต่อ)

U	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
									Navicula (continued)
·	4	2	·	·	·	2	2	NAVIVITA	vitabunda Hust.
·	3	1	·	·	1	3	·	NAVIVITI	vitiosa Schimanski
1	4	2	1	1	1	4	1	NAVIVULP	vulpina Kutz.
·	·	·	·	·	·	·	·	NAVIWELL	wellneri Lange-B.
·	4	2	·	·	·	·	4	NAVIWIES	wiesneri Lange-B.
·	4	2	·	·	·	2	·	NAVIWILD	wildii Lange-B.
									Neidium Pfitz.
1	3	2	1	1	1	4	1	NEIDAFFI	affine (Ehrenb.) Pfitz.
·	2	1	1	1	1	1	3	NEIDAFlo	var. longiceps (Gregory) Cleve
·	2	1	·	·	1	1	3	NEIDALPI	alpinum Hust.
·	1	1	·	·	1	1	3	NEIDALqu	var. quadripunctatum (Hust.) Hamilton
1	3	2	·	·	·	2	3	NEIDAMPL	ampliatum (Ehrenb.) Krammer
·	3	2	1	1	1	4	3	NEIDBINO	binodis (Ehrenb.) Hust.
·	3	1	1	1	1	1	3	NEIDBISU	bisulcatum (Lagerst.) Cleve
·	·	·	·	·	·	·	·	NEIDBIba	var. baicalensis (Skvortz. & Meyer) Reimer
·	●	1	·	·	·	·	·	NEIDBIam	var. subampliatum Krammer
·	2	1	1	1	1	1	·	NEIDCART	carteri Krammer
1	1	1	1	1	1	1	1	NEIDDENS	densestriatum (Østr.) Krammer
1	3	2	1	1	2	4	1	NEIDDUBI	dubium (Ehrenb.) Cleve
·	2	2	·	·	·	·	·	NEIDHERC	hercynicum A. Mayer non sensu Germain
1	3	2	1	1	2	3	1	NEIDIRID	iridis (Ehrenb.) Cleve
·	·	·	·	·	·	·	·	NEIDIRco	f. conspicua A. Mayer ex Hust.
·	·	2	·	·	·	·	·	NEIDOPUL	opulentum Hust.
1	·	·	1	·	·	·	·	NEIDPROD	productum (W. Sm.) Cleve
									Nitzschia Hass.
1	4	2	4	4	3	5	1	NITZACIC	acicularis (Kütz.) W. Sm.
·	3	1	1	1	2	3	3	NITZACID	acidoclinata Lange-B.
1	4	2	2	2	2	5	1	NITZACUL	acula Hantzsch
·	·	4	·	·	·	·	·	NITZAGNI	agnita Hust.
·	·	1	1	1	1	1	·	NITZALPI	alpina Hust. emend. Lange-B.
1	4	2	3	3	3	5	3	NITZAMPH	amphibia Grun.
1	3	2	1	1	1	3	1	NITZANTA	angustata (W. Sm.) Grun.
·	4	3	·	·	·	5	1	NITZANTU	angustatula Lange-B.
·	4	2	·	·	3	6	1	NITZANTI	angustiforaminata Lange-B.
·	3	2	2	2	2	5	·	NITZARCH	archibaldii Lange-B.
·	5	4	3	4	3	·	·	NITZAURA	aurariae Cholin.
·	4	2	·	·	·	·	3	NITZBACI	bacillum Hust.
1	·	3	·	·	2	·	·	NITZBEHR	behrei Hust.
1	5	4	·	·	·	5	3	NITZBILO	bilobata W. Sm.
·	4	2	·	3	·	·	·	NITZBREM	bremensis Hust.
·	3	3	·	3	2	5	3	NITZBREV	brevissima Grun.
·	·	1	1	1	1	·	4	NITZBRYO	bryophila (Hust.) Hust.
·	·	3	·	·	·	5	·	NITZCALI	calida Grun.
·	4	4	·	·	4	6	3	NITZCAsf	capitellata group subarcuata/frequens
·	4	4	·	·	5	6	3	NITZCAts	capitellata group tenuirostris/subcapitellata
1	4	4	·	·	·	5	2	NITZCIRC	circumsuta (J.W. Bail.) Grun.
·	4	4	2	2	3	5	3	NITZCLAU	clausii Hantzsch
1	4	2	4	3	4	5	4	NITZCONI	communis Rabenh.
1	·	4	·	·	·	·	·	NITZCOTA	commutata Grun. non sensu Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZCOTO	commutatoides Lange-B.
1	4	4	2	3	3	5	2	NITZCONS	constricta (Kütz.) Ralfs non (Gregory) Grun.
·	4	2	2	1	3	·	4	NITZDEBI	debilis (Arn.) Grun. non Pant.
1	4	2	2	2	2	4	3	NITZDISS	dissipata (Kütz.) Grun.
·	4	2	·	·	·	·	·	NITZDIme	var. media (Hantzsch) Grun.
·	·	2	·	·	·	5	·	NITZDRAV	dravelliensis Coste & Ricard
1	3	3	2	2	2	5	2	NITZDUBI	dubia W. Sm. (Typus) non W. Sm. pro parte
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZDUla	var. latestriata Østr.
·	4	4	·	·	·	·	·	NITZELLI	elliptica Hust.
·	2	2	·	·	·	·	3	NITZEPdi	epithemioides var. disputata (Carter) Lange-B.
1	·	4	·	·	·	·	·	NITZFASC	fasciculata (Grun.) Grun.
1	4	4	3	3	3	5	3	NITZFILI	filiformis (W. Sm.) Van Heurck
·	3	2	·	·	1	·	3	NITZFLEX	flexa Schum.
1	4	2	2	2	2	4	1	NITZFONT	fonticola Grun. non sensu Hust.
·	4	2	·	·	·	·	·	NITZFOpe	var. pelagica Hust.
·	4	2	·	·	2	·	2	NITZFOSS	fossilis (Grun.) Grun.
1	4	3	4	3	2	5	3	NITZFRUS	frustulum (Kütz.) Grun.
·	·	3	·	·	·	5	·	NITZFRbu	var. bulnheimiana (Rabenh.) Grun.
1	3	2	·	2	3	5	1	NITZFRUT	fruticosa Hust.
·	4	2	·	·	2	5	·	NITZGRFO	gracilliformis Lange-B. & Simons.
1	3	1	·	2	2	3	1	NITZGRAC	gracilis Hantzsch
1	3	1	1	1	1	3	4	NITZHANT	hantzschiana Rabenh.
·	4	2	·	·	2	·	·	NITZHEUF	heufleriana Grun. non sensu Hust.
·	3	2	1	1	1	3	·	NITZHOMB	homburgiensis Lange-B.
1	4	3	2	4	3	5	1	NITZHUNG	hungarica Grun.
·	·	4	·	·	·	·	·	NITZINNI	incognita Legler & Krasske non Krasske
·	4	3	3	3	3	5	3	NITZINSP	inconspicua Grun. pro parte (Lectotypus)
·	3	2	·	·	2	5	1	NITZINTE	intermedia Hantzsch
·	4	2	1	1	1	3	·	NITZLACU	lacuum Lange-B.
1	4	4	·	·	·	5	3	NITZLANC	lanceolata W. Sm.
·	·	4	·	·	·	·	·	NITZLAmi	var. minor Grun.
1	4	3	2	3	3	5	1	NITZLEVI	levidensis (W. Sm.) Grun.
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZLEsa	group salinarum
·	4	3	2	3	3	5	1	NITZLEto	group victoriae
1	4	2	2	2	2	4	3	NITZLINE	linearis (Ag.) W. Sm.
·	3	2	·	1	2	·	1	NITZLIte	var. tenuis (W. Sm.) Grun.
·	4	4	·	3	·	5	3	NITZLITT	littoralis Grun. non sensu Hust.
·	·	4	·	·	·	·	·	NITZLORE	lorenziana Grun.
·	4	2	4	3	3	5	1	NITZMICE	microcephala Grun.
1	3	2	·	1	2	3	3	NITZNANA	nana Grun.

U	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
1	3	2	4	4	5	6	3	NITZPALE	paleа (Kütz.) W. Sm.
·	3	1	·	·	1	1	3	NITZPAdb	group debilis
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZPAmi	group minuta
·	3	2	·	·	·	·	·	NITZPAte	group tenuirostris
·	4	2	4	3	3	5	2	NITZPACE	paleacea (Grun.) Grun.
·	1	2	2	2	2	7	3	NITZPAAE	paleaeformis Hust.
1	2	1	1	1	1	2	4	NITZPALU	palustris Hust.
1	·	3	·	·	2	·	4	NITZPARV	parvula W. Sm.
·	4	2	1	1	1	2	3	NITZPERM	perminuta (Grun.) M. Peragallo
1	3	2	·	·	·	5	4	NITZPSFO	pseudofonticola Hust.
·	·	2	·	·	1	·	·	NITZPURA	pura Hust.
1	3	2	2	2	2	7	3	NITZPUSI	pusilla Grun. emend. Lange-B.
1	4	2	2	2	2	7	1	NITZRECC	recta Hantzsch
·	·	2	·	·	·	·	·	NITZROSE	rosenstockii Lange-B.
1	4	3	·	·	·	5	2	NITZSCLA	scalaris (Ehrenb.) W. Sm.
1	4	4	2	3	3	5	2	NITZSINA	sigma (Kütz.) W. Sm.
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZSIdi	var. dimidata Grun.
·	·	4	·	·	·	·	·	NITZSIin	var. intercedens Grun.
·	·	4	·	·	·	·	·	NITZSIre	var. rigida (Kütz.) Grun.
·	·	4	·	·	·	·	·	NITZSIru	var. rigidula (H. & M. Peragallo) Grun.
·	·	4	·	·	·	4	·	NITZSIsi	var. sigmatella Grun.
1	4	2	2	3	2	5	2	NITZSIMO	sigmoidea (Nitzsch) W. Sm.
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZSILI	silicula Archib.
1	4	2	1	1	2	3	3	NITZSINU	sinuata (Thwaites?) Grun.
·	4	2	1	1	2	4	4	NITZSIde	var. delognei (Grun.) Lange-B.
1	3	1	1	1	2	3	3	NITZSIta	var. tabellaria (Grun.) Grun.
·	3	2	2	2	2	5	1	NITZSOBI	sociabilis Hust.
·	·	3	·	·	·	5	·	NITZSOLI	solita Hust.
1	4	2	1	1	2	7	2	NITZSUAC	subcicularis Hust.
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZSUCO	subcommunis Hust.
1	2	2	·	·	·	·	·	NITZSUTI	subtilis Grun.
·	3	2	3	2	3	5	4	NITZSUPR	supralitorea Lange-B.
·	3	2	·	1	·	·	4	NITZTERR	terrestris (Petersen) Hust.
·	4	·	·	·	·	·	·	NITZTHER	thermaloides Hust.
1	4	3	2	3	3	5	3	NITZTRYB	tryblionella Hantzsch
·	4	3	·	·	·	·	·	NITZTRsu	var. subsalina (O'Meara) Grun.
·	·	·	·	·	·	·	·	NITZTUBI	tubicola Grun.
·	4	3	3	4	5	6	2	NITZTUga	group gandersheimiensis
1	3	2	4	5	5	6	3	NITZUMBO	umbonata (Ehrenb.) Lange-B.
·	4	·	·	1	·	·	4	NITZVAST	valdestriata Aleem & Hust.
1	4	2	4	2	2	7	2	NITZVERM	vermicularis (Kütz.) Hantzsch
1	4	4	·	·	·	5	2	NITZVITR	vitrea Norman
·	4	4	·	·	·	·	4	NITZVIsa	group salinarum
									Perospec Peronia Bréb. & Arn. ex Kitt.
·	2	1	1	1	1	2	3	PEROFIBU	fibula (Bréb.) Ross
									Pinnspec Pinnularia Ehrenb.
·	2	2	·	4	2	6	4	PINNACOR	acoricola Hust.
1	3	1	·	3	1	2	3	PINNACRO	acrosphaeria Rabenh.
1	2	1	·	·	1	1	3	PINNALPI	alpina W. Sm.
1	2	1	1	1	1	2	4	PINNAPPE	appendiculata (Ag.) Cleve
1	3	2	2	1	2	2	4	PINNBORE	borealis Ehrenb.
·	·	2	·	·	·	·	·	PINNBOta	var. rectangularis Carlson
·	·	1	·	·	·	·	·	PINNBRAN	brandelii Cleve
·	1	1	·	·	1	1	·	PINNBRAU	braunii (Grun.) Cleve
·	2	1	·	·	1	1	2	PINNBRam	var. amphicephala (A. Mayer) Hust.
·	2	1	·	·	1	1	2	PINNBREV	brevicostata Cleve
1	2	1	·	·	1	1	3	PINNCARD	cardinalis (Ehrenb.) W. Sm.
1	2	1	·	3	1	1	3	PINNDACT	dactylus Ehrenb.
1	3	1	·	·	1	1	3	PINNDIVE	divergens W. Sm.
·	2	1	·	·	·	1	4	PINNDITI	divergentissima (Grun.) Cleve
·	2	1	·	·	1	3	3	PINNESOX	esox Ehrenb.
·	·	1	·	·	·	1	·	PINNESgr	var. gracilescens Cleve-E.
1	3	1	·	1	1	3	3	PINNGENT	gentilis (Donk.) Cleve
1	3	2	2	3	3	7	2	PINNGIBB	gibba Ehrenb.
·	2	1	·	·	·	1	·	PINNGIli	var. linearis Hust.
·	3	1	·	·	·	·	·	PINNGIme	var. mesogongyla (Ehrenb.) Hust.
1	3	1	·	1	1	1	3	PINNHEMI	hemiptera (Kutz.) Rabenh.
·	3	1	·	·	1	1	·	PINNHEgr	var. groenlandica Foged
1	3	1	·	·	1	7	4	PINNINME	intermedia (Lagerst.) Cleve
1	3	1	1	1	1	2	3	PINNINRU	interrupta W. Sm.
1	3	3	·	·	1	·	3	PINNKRFO	krokiformis Krammer
·	3	1	·	·	1	·	3	PINNKROO	krookii (Grun.) Cleve
·	3	1	·	·	1	1	4	PINNLAGE	lagerstedtii (Cleve) Cleve-E.
·	2	1	·	1	1	1	5	PINNLATA	lata (Bréb.) W. Sm.
1	3	1	1	·	1	1	3	PINNLEGU	legumen (Ehrenb.) Ehrenb.
·	2	2	·	·	·	3	·	PINNLUND	lundii Hust.
1	3	2	2	2	2	4	2	PINNMAIO	maior (Kütz.) Rabenh.
·	·	·	·	·	·	·	·	PINNMAtr	var. transversa (A. Schmidt) Cleve
1	3	2	2	3	2	4	1	PINNMESO	mesolepta (Ehrenb.) W. Sm.
1	3	2	2	3	2	7	3	PINNMIST	microstauron (Ehrenb.) Cleve
1	·	1	·	·	·	1	3	PINNMIam	var. ambigua Meist.
·	3	2	·	3	4	5	4	PINNMIbr	var. brebissonii (Kütz.) A. Mayer
·	3	2	·	·	2	5	·	PINNNEGL	neglecta (A. Mayer) Berg
1	2	1	1	1	1	1	3	PINNNOBI	nobilis Ehrenb.
·	2	1	1	1	1	1	3	PINNNODO	nodosa (Ehrenb.) W. Sm.
·	3	2	1	1	1	·	4	PINNOBSC	obscura Krasske
·	3	2	·	·	2	·	·	PINNORIU	oriunda Krammer
·	2	1	1	3	1	1	2	PINNPOLY	polyonca (Bréb.) W. Sm.
1	3	1	·	·	·	1	3	PINNPULC	pulchra Østr.
·	3	1	·	1	·	1	3	PINNPUan	var. angusta (Cleve) Krammer
·	3	1	·	1	·	1	3	PINNRUPE	rupestris Hantzsch
1	2	1	1	1	1	1	4	PINNSTOM	stomatophora (Grun.) Cleve
·	2	1	1	1	1	2	3	PINNSTRE	streptoraphe Cleve
1	2	2	2	3	2	2	3	PINNSUCA	subcapitata Gregory
1	1	1	2	3	2	1	3	PINNSUhi	var. hilseana (Janisch) O. Müll.
·	1	1	1	1	2	7	4	PINNSUIN	subinterrupta Krammer & Schroeter

ตารางที่ 21 (ต่อ)

U	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
									Pinnularia (continued)
1	3	1	-	1	1	1	3	PINNSUSO	subsolaris (Grun.) Cleve
-	2	-	-	-	-	-	-	PINNSUIp	substomatophora var. 1 PIRLA[h]
-	2	1	-	-	1	2	4	PINNSUDE	sudetica (Hilse) H. Perag.
-	3	1	-	-	1	-	-	PINNTABE	tabellaria Ehrenb.
1	3	2	2	3	2	7	3	PINNVIRI	viridis (Nitzsch) Ehrenb.
								PLMASPEC	Pleurosigma W. Sm.
-	-	4	-	-	-	-	-	PLMADELI	delicatulum W. Sm.
-	-	2	-	-	-	-	-	PLMAOBSC	obscurum W. Sm.
1	4	4	-	-	1	-	-	PLMASALI	salinarum (Grun.) Grun.
								PLRASPEC	Pleurosira (Meneghini) Trevisan
1	5	4	-	-	1	5	3	PLRALAEV	laevis (Ehrenb.) Compere
								RZSOSPEC	Rhizosolenia Ehrenb. emend. Brightw.
1	3	1	1	1	1	3	1	RZSOERmo	eriensis var. morsa W. & G.S. West
1	4	1	1	1	1	4	1	RZSOLONG	longiseta Zacharias
1	-	4	-	-	-	-	1	RZSOMINI	minima Levander
								RHSPSPEC	Rhoicosphenia Grun.
1	4	2	2	2	2	5	2	RHSPABBR	abbreviata (Ag.) Lange-B.
								RHOPSPEC	Rhopalodia O. Müll.
-	4	3	-	-	-	-	-	RHOPBREB	brebissonii Krammer
1	5	2	1	3	2	5	3	RHOPGIBA	gibba (Ehrenb.) O. Müll.
-	5	1	1	1	1	1	3	RHOPGIpa	var. parallela (Grun.) H. & M. Perag.
1	4	3	-	1	-	-	3	RHOPGIBE	gibberula-group (Ehrenb.) O. Müll.[i]
1	-	4	-	-	1	-	3	RHOPMUSC	musculus (Kütz.) O. Müll.
								SIMOSPEC	Simonsenia Lange-B.
-	-	3	-	1	3	5	3	SIMODELO	delognei (Grun.) Lange-B.
								SKELSPEC	Skeletonema Grev.
-	4	3	2	2	2	6	1	SKELPOTA	potamos (Weber) Hasle
-	-	3	-	-	-	-	1	SKELSUSA	subsalsum (Cleve-E.) Bethge
								STNESPEC	Steuroneis Ehrenb.
1	4	1	-	-	1	-	3	STNEACUT	acuta W. Sm.
-	-	-	-	-	-	-	5	STNEAERO	aerophila Petersen
-	-	-	-	-	-	-	4	STNEAGRE	agrestis Petersen
1	3	2	2	2	2	4	2	STNEANCE	anceps Ehrenb.[j]
-	2	2	-	2	1	-	2	STNEANgr	var. gracilis (Ehrenb.) Brun
-	3	1	-	-	1	1	-	STNEANhy	var. hyalina Brun & H. Perag.
-	3	2	2	2	2	4	2	STNEANli	var. linearis (Ehrenb.) Brun
1	3	2	-	-	-	-	-	STNEANsi	var. siberica Grun.
-	3	1	-	1	1	-	4	STNEBORR	borrichii (Petersen) Lund
-	2	1	-	-	1	1	-	STNEJAVA	javanica (Grun.) Cleve
-	3	2	2	2	2	4	3	STNEKRIE	kriegeri Patr.
1	3	2	1	1	-	4	2	STNELEGU	legumen (Ehrenb.) Kutz.
-	3	1	1	1	1	1	4	STNEOBTU	obtusa Lagerst.
1	3	2	2	3	2	4	2	STNEPHOE	phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenb.
1	4	3	-	-	-	-	3	STNEPROD	producta Grun.
-	-	-	-	-	-	-	-	STNEPSSU	pseudosubobtusoides Germain
-	-	-	-	-	-	-	-	STNESCHI	schimanskii Krammer
1	4	2	2	1	2	7	3	STNESMIT	smithii Grun.
-	-	2	-	-	-	-	-	STNETACK	tackei (Hust.) Krammer & Lange-B.
-	3	2	2	1	2	7	4	STNETHER	thermicola (Petersen) Lund

U	R	H	N	O	S	T	M	Acronym	Taxon
								STBISPEC	Stenopterobia Breb.
-	2	1	-	-	-	-	-	STBIARCT	arctica Cleve-E.
1	2	1	1	1	1	1	2	STBICURV	curvula (W. Sm.) Krammer
-	2	1	1	1	1	1	1	STBIDELI	delicatissima (Lewis) Bréb.
-	2	1	1	1	1	1	2	STBIDENS	densestriata (Hust.) Krammer
								STDISPEC	Stephanodiscus Ehrenb.
-	-	2	-	-	3	5	1	STDIBIND	binderanus (Kütz.) Krieger
1	5	2	3	4	4	6	2	STDIHANT	hantzschii Grun.
-	5	2	2	3	3	6	2	STDIMINU	minutulus (Kütz.) Cleve & Moller
1	5	2	2	2	2	5	1	STDINEOA	neoastraea Håkansson & Hickel[k]
-	5	2	-	-	-	6	-	STDIPARV	parvus Stoermer & Håkansson
-	-	2	-	3	-	6	1	STDISUTI	subtilis (Van Goor) Cleve-E.
								SURISPEC	Surirella Turpin
1	4	4	-	-	2	5	3	SURIAMPH	amphioxys W. Sm.
-	4	2	2	2	2	5	3	SURIANGU	angusta Kütz.
1	4	2	-	-	1	5	2	SURIBIFR	bifrons Ehrenb.
-	4	2	-	-	-	-	2	SURIBIRO	birostrata Hust.
1	4	2	-	-	2	5	1	SURIBISE	biseriata Bréb.
-	4	3	-	-	-	-	-	SURIBREB	brebissonii Krammer & Lange-B.
1	4	2	2	3	3	5	3	SURIBRku	var. kuetzingii Krammer & Lange-B.
1	4	2	-	1	1	4	1	SURICAPR	capronii Bréb.
1	-	4	-	-	-	-	-	SURICONS	constricta W. Sm.
1	4	3	-	2	2	5	3	SURICRUM	crumena Bréb.
-	-	-	-	-	-	-	-	SURIDIDY	didyma Kütz.
1	3	2	-	1	1	4	1	SURIELEG	elegans Ehrenb.
-	3	2	-	-	-	3	2	SURIGRAC	gracilis Grun.
-	-	1	-	-	-	-	-	SURILAPP	lapponica A. Cleve
1	3	2	-	-	2	2	3	SURILINE	linearis W. Sm.
-	3	2	-	-	1	1	3	SURILIhe	var. helvetica (Brun) Meist.
1	4	2	-	3	3	5	3	SURIMINU	minuta Bréb.
1	4	4	2	4	3	5	3	SURIOVAL	ovalis Bréb.
-	2	2	1	1	1	1	-	SURIROBA	roba Leclercq
1	3	2	-	2	2	7	1	SURIROBU	robusta Ehrenb.
-	3	2	1	1	1	1	3	SURISPIR	spiralis Kütz.
-	4	2	-	2	2	4	2	SURISPLE	splendida (Ehrenb.) Kütz.
1	4	4	-	-	-	5	3	SURISTRI	striatula Turpin
-	-	3	-	-	-	-	-	SURISUSA	subsalsa W. Sm.
1	4	2	-	2	2	5	1	SURITENE	tenera Gregory
								TABESPEC	Tabellaria Ehrenb.
-	1	1	1	1	1	1	2	TABEBINA	binalis (Ehrenb.) Grun.
-	1	1	1	1	1	1	2	TABEBIel	var. elliptica Flower
1	3	1	1	1	2	2	-	TABEFENE	fenestrata (Lyngb.) Kütz.
1	2	1	1	1	2	3	3	TABEFLOC	flocculosa (Roth) Kütz.
-	1	1	1	1	1	1	2	TABEQUAD	quadriseptata Knudson
								TERPSPEC	Terpsinoe Ehrenb.
1	-	4	-	-	-	-	-	TERPAMER	americana (J.W. Bail.) Ralfs
1	-	3	-	-	-	-	3	TERPMUSI	musica Ehrenb.
								TECYSPEC	Tetracyclus Ralfs
-	-	1	-	-	-	-	-	TECYGLAN	glans (Ehrenb.) Mills[l]
								THSISPEC	Thalassiosira Cleve
1	-	4	-	-	-	-	1	THSIBALT	baltica (Grun.) Ostenf.
-	-	6	-	-	-	-	1	THSIBAbe	var. batava Van Goor
1	4	3	2	2	2	5	1	THSIBRAM	bramaputrae (Ehrenb.) Håkansson & Locker[m]
-	4	3	3	3	3	6	1	THSIPSNA	pseudonana Hasle & Heimdal
1	4	3	3	3	3	6	1	THSIWEIS	weissflogii (Grun.) Fryxell & Hasle

[a] according to ALLES et al. (1991)

[b] we disagree with ALLES et al. (1991) that this is a variety of E. exiguus (see also PETERSEN, 1950)

[c] according to REICHARDT and LANGE-BERTALOT (1991)

[d] according to KOBAYASI and NAGUMO (1988)

[e] P. interrupta and P. mesolepta have different ecological preferences and should not be merged, as has been done by KRAMMER and LANGE-BERTALOT (1986-1991)

[f] according to KRAMMER (1992)

[g] we prefer to maintain P. subcapitata var. hilsenea, in disagreement with KRAMMER and LANGE-BERTALOT (1986-1991), because it is ecologically different from the nominate variety

[h] according to CAMBURN et al. (1984-1986)

[i] many of the old records of R. gibberula refer to closely related species (KRAMMER and LANGE-BERTALOT, 1986-1991). We were not able to check a sufficient number of old records

[j] we have been more conservative than KRAMMER and LANGE-BERTALOT (1986-1991) in retaining varieties of S. anceps (see also STOERMER, 1978)

[k] this taxon has been recorded in The Netherlands as S. astraea (Ehrenb.) Grun. This has been split into S. neoastraea and S. rotula (Kütz.) Hendey. As the latter one is often found in estuaries (KRAMMER and LANGE-BERTALOT, 1986-1991) it probably occurs in The Netherlands

[l] the record by ABELEVEN (1853) should be verified, as this species has not been seen outside northern or Alpine areas by other authors (KRAMMER and LANGE-BERTALOT, 1986-1991)

[m] not listed by KRAMMER and LANGE-BERTALOT (1986-1991)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายประเสริฐ ไวยะกา
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2516
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียน ดอนชัยวิทยาคม จังหวัดเชียงราย เมื่อปี พ.ศ. 2531 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียน สามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย เมื่อปีการศึกษา 2534 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2538
ที่อยู่	91 หมู่ 2 บ้านสันกุด ตำบลป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000 (053) 673896