BRT 542037

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดเล็ก และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิด ในอ่างเก็บน้ำขนาดแม่ตัดสมบูรณ์ชล

พรศิริ ตุ้ยารักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ธันวาคม 2544

โครงการ BRT ชั้น 15 อาคารมหานครยิบซั่ม
539/2 ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

21 มี.ค. 2545

21 มิ.ย. 2545

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิด ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

พรศิริ ตู้ลารักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ธันวาคม 2544

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิด ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

พรศิริ ตู้ลารักษ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร

.....กรรมการ
อาจารย์ ดร. อำนาจ โรจนไพบูลย์

.....กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิรทธิ์ สีตะสุวรรณ

28 ธันวาคม 2544

© ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ ชี้แนะแนวทางตลอดจนหาทุนสนับสนุนและตรวจแก้ไขจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อำนาจ โรจนไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาที่ดีและกรุณาสละเวลาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริทธิ์ สีตะสุวรรณ ที่แนะนำตรวจสอบวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งต่อคุณตาพ่วง – คุณยายพัน ธรรมโชติ คุณพ่อดำรงพล – คุณแม่กนกอร - คุณสรภณ ตู้ลารักษ์ คุณป้าเอื้อมพร พยนตรภาค คุณแม่ดวงใจ ขวัญซ้าย และคุณจำรูญ ศรีชัยชนะ ที่เป็นทั้งกำลังกายกำลังใจและกำลังทรัพย์ในการศึกษาด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งต่ออาจารย์อดิศักดิ์ จูมวงษ์ จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้ซึ่งให้แนวทางการศึกษารวมทั้งคำแนะนำที่ดีและเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. พันทวี มาไพโรจน์ รองศาสตราจารย์ ดร. อารยา จาติเสถียร ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์และคำแนะในการวิเคราะห์ทางสถิติ ขอขอบพระคุณ Dr. Stephen Elliott ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขบทคัดย่อ

ขอขอบคุณ คุณปิยะ แสงอรุณ เจ้าหน้างานส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณธนู มะระยงค์ คุณกฤติกา ณ เชียงใหม่ คุณวิเวท สิทธิเทพ คุณคุณากร บุญใส คุณจงกล พรมยะ คุณธำรงค์ ปรุงเกียรติ คุณกานดา ค้ำชู คุณธนพล อยู่เย็น คุณวุฒินันท์ ศิริรัตนวรางกูร คุณทวีเดช ไชยนาพงษ์ คุณวนิดา เขมะนุเชษฐ์ คุณอรรถพร นิชพันธ์ คุณนันท์ชลี กิมภากร คุณอินทิรา ปรุงเกียรติ คุณขจรเกียรติ แซ่ตัน คุณตรัยธนา เชาวนปรีชา และ คุณณวนาฏ ศุขสุนทร รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือทั้งแรงกายและกำลังใจ จนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542037

พรศิริ ตู้ลารักษ์

BRT 542034

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายยึดเกาะและสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

ชื่อผู้เขียน นางสาวพรศิริ ตู้ลารักษ์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร ประธานกรรมการ
อาจารย์ ดร. อำนาจ โรจนไพบูลย์ กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริทธิ์ สีตะสุวรรณ กรรมการ

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2542 ถึง กันยายน พ.ศ. 2543 โดยทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะเดือนละครั้ง จากจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด ส่วนสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชทำการเก็บตัวอย่างทุก 4 เดือน ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะรวมทั้งหมด 6 ดิวิชัน 71 สกุล 107 ชนิด คือ ดิวิชัน Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta จัดเป็นแพลงก์ตอนพืช 6 ดิวิชัน 53 สกุล 68 ชนิด โดยพบดิวิชัน Chlorophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด แพลงก์ตอนพืชที่พบปริมาณมากอยู่ในดิวิชัน Cyanophyta โดยพบ *Cylindrospermopsis raciboskii* (Wolosz.) Seenayya&Subba. และ *Lyngbya limnetica* Lemmermann. เป็นชนิดเด่น สาหร่ายยึดเกาะพบทั้งหมด 3 ดิวิชัน 32 สกุล 52 ชนิด คือ Cyanophyta, Chlorophyta และ Chrysophyta สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอมซึ่งสกุลที่พบบ่อยได้แก่ *Navicula*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Fragilaria* และ *Gomphonema* รองลงมาเป็นสาหร่ายพวกเส้นสายสกุลที่พบสม่ำเสมอได้แก่ *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Scytonema*, *Oedogonium*, *Spirogyra* และ *Stigeoclonium*

ส่วนสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) และปลากระมัง (*Puntioplites protozsron*) พบทั้งหมด 6 ดิวิชัน 54 สกุล 78 ชนิด สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ *Navicula*, *Achnanthes*, *Fragilaria*, *Cyclotella*, *Trachelomonas*, *Staurastrum* และ *Peridinium* ซึ่งปลาจะกินสาหร่ายโดยไม่จำเพาะเจาะจงต่อชนิดและพบว่าจำนวนชนิดของสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลากินพืชมีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่พบในอ่างเก็บน้ำ (r = 0.633 และ 0.703)

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ มีค่าดังนี้ ความลึกของน้ำ 26.77- 38.83 เมตร, ความโปร่งใสของน้ำ 1.58-2.94 เมตร, อุณหภูมิน้ำ 23.83 - 30.83 °C, pH 6.52 - 8.62, Alkalinity 52.33 — 58.17 mg/l as $CaCO_3$, Conductivity 96.33 — 102.70 µS/cm, TDS 48.17— 51.35 mg/l, DO 2.80 — 9.13 mg/l, BOD_5 0.40 — 2.47 mg/l, COD 9.33 — 26.28 mg/l, TKN 0.70 — 9.43 mg/l และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 1.97 — 20.72 x 10^{-3} µg/l

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะกับคุณภาพน้ำพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta จะแปรผันตามอุณหภูมิน้ำ (r = 0.540) แต่แปรผกผันกับปริมาณ COD (r = -0.566) และ TKN (r = -0.515) ส่วนปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Chlorophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta จะแปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (r = 0.505, 0.626 และ 0.671) และปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Euglenophyta จะแปรผันตามปริมาณ COD (r = 0.556) และ TKN (r = 0.683) แต่แปรผกผันกับปริมาณ DO (r = -0.513) จากการประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลโดยใช้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สามารถจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารน้อยมาก (ultraoligotrophic status) และหากจัดลำดับคุณภาพน้ำตามคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) สามารถจัดอยู่ในประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีสามารถใช้ในการอุปโภคบริโภคได้แต่ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน

Thesis Title Biodiversity of Phytoplankton and Benthic Algae as well as Correlation as Food in Some Herbivorous Fish Species in the Reservoir of Mae Ngat Somboonchol Dam

Author Miss Pornsiri Tularak

M.S. Biology

Examining Committee

Assistant Prof. Dr. Siripen Traichaiyaporn	Chairperson
Dr. Amnat Rojanapaibul	Member
Assistant Prof. Dr. Narit Sitasuwan	Member

Abstract

Biodiversity of phytoplankton and benthic algae as well as correlation as food in some herbivorous fish species in the reservoir of Mae Ngat Somboonchol dam was studied from October 1999 to September 2000. Phytoplankton and benthic algae were collected once a month from three stations. Algae extracted from herbivorous fishes stomachs were examined once every four months. One hundred and seven species of algae were recorded. They could be classified into 6 divisions and 71 genera: Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta and Cryptophyta. Phytoplankton belonged to 6 divisions, 53 genera and 68 species the Division Chlorophyta was the best represented, but the dominant species of phytoplankton were *Cylindrospermopsis raciboskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba and *Lyngbya limnetica* Lemmermann in the Division Cyanophyta. Three divisions, including 32 genera and 52 species of benthic algae were recorded: Cyanophyta,

Chlorophyta and Chrysophyta. The majority of the benthic algae were diatoms and the most common genera were *Navicula, Achnathes, Cymbella, Fragilaria* and *Gomphonema*. Common species of filamentous algae included *Lyngbya, Oscillatoria, Scytonema, Oedogonium, Spirogyra* and *Stigeoclonium*. Algae extracted from fish stomachs (*Henicorhynchus siamensis* and *Puntioplites protozsron*) represented 6 divisions, including 54 genera and 78 species. The most commonly found genera in fish stomachs were *Navicula, Achnanthes, Fragilaria, Cyclotella, Trachelomonas, Staurastrum* and *Peridinium*. Therefore fishes ate algae in the water without specification to algal species. The number species of algae in fish stomachs were positively correlated with number species of phytoplankton and benthic algae in water (r = 0.633 and 0.703)

Water quality parameters recorded were follows ; water depth, 26.77 — 38.83 meters ; secchi depth, 1.58 — 2.94 meters ; water temperature, 23.83 — 30.83 ^{o}C ; pH, 6.52 — 8.62 ; alkalinity, 52.33 — 58.17 mg/l as $CaCO_3$; conductivity, 96.33 — 102.70 µS/cm ; TDS, 48.17 — 51.35 mg/l ; DO, 2.80 —9.13 mg/l ; BOD_5, 0.40 — 2.47 mg/l ; COD, 9.33 — 26.28 mg/l ; TKN, 0.70 — 9.43 mg/l and Chlorophyll — a, 1.97 — 20.72 x 10^{-3} µg/l.

Statistical analysis showed that the Division Cyanophyta was positively correlated with temperature (r = 0.540) but negatively correlated with COD (r = -0.566) and TKN (r = -0.515), whereas the Divisions Chlorophyta, Pyrrophyta and Cryptophyta were positively correlated with Chlorophyll — a (r = 0.505, 0.626 and 0.671) and the Division Euglenophyta was positively correlated with COD (r = 0.556) and TKN (r = 0.683) but negatively correlated with DO (r = -0.513). Assessment of water quality in the reservoir of Mae Ngat Somboonchol dam by chlorophyll — a indicated an ultraoligotrophic status and assessment of water quality by National Environment Committee Announcement (1994) indicated that it was in the second category and good quality, suitable for consumption and use after proper treatment.

สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญตาราง	ฌ
สารบาญภาพ	ฑ
อักษรย่อ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	19
บทที่ 4 ผลการวิจัย	25
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	82
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	91
เอกสารอ้างอิง	93
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ และสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารปลากินพืช ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล	104
ภาคผนวก ข คุณภาพน้ำทางกายภาพ — เคมี และชีวภาพ ในแต่ละเดือน และแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล	110
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแพลงก์ตอนพืช สาหร่าย ยึดเกาะ สาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารปลากินพืช และคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล	112
ภาคผนวก ง ปริมาณน้ำฝนในอ่างเก็บเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 — กันยายน 2543)	126
ภาคผนวก จ มาตรฐานคุณภาพน้ำ	128
ประวัติผู้เขียน	134

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ชนิดแพลงก์ตอนพืช ในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	41
2	ชนิดสาหร่ายยึดเกาะในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	47
3	ชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	50
4	ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำทางกายภาพ – เคมีและชีวภาพ โดยการเปรียบเทียบในแต่ละเดือน ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	55
5	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะและสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	64
6	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพ – เคมีและชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	69
7	ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำทางกายภาพ – เคมีและชีวภาพ โดยการเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	71
8	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำทางกายภาพ - เคมีและชีวภาพในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	79
9	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของชนิดสาหร่ายยึดเกาะกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	81

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
20	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Kruskal Wallis ในการเปรียบเทียบจำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	114
21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	115
22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	115
23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	116
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	116
25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Chrysophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	117
26	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	117
27	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cryptophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	118

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
28	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะกับสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืช ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	118
29	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความลึกของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	119
30	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความโปร่งใสของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	119
31	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิอากาศในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	120
32	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	120
33	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรดด่างของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	121
34	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นด่างของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	121
35	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	122

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
36	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าของแข็งที่ละลายในน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	122
37	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	123
38	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	123
39	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมีของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	124
40	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TKN ของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	124
41	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)	125
42	ปริมาณน้ำฝนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)	127
43	การจัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำโดยใช้ปริมาณฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจนรวม คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง	129
44	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	130
45	การจัดชั้นน้ำตามระดับของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ – เคมี และชีวภาพบางประการ และกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช	133

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
1	แผนที่แสดงอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลและจุดเก็บตัวอย่าง	24
2	Division Cyanophyta	26
3	Division Chlorophyta	30
4	Division Euglenophyta	35
5	Division Chrysophyta	36
6	Division Pyrrophyta	40
7	Division Cryptophyta	40
8	จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชใน Division ต่าง ๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	44
9	จำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะใน Division ต่าง ๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	49
10	ปริมาณโดยเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	54
11	ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	56
12	ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบของชนิดสาหร่ายยึดเกาะ (species composition) ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	60
13	จำนวนชนิดของสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชใน Division ต่าง ๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	61
14	ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบของชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	62
15	จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะและสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชใน Division ต่าง ๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	63

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
16	ความลึกของน้ำ (water depth), ความโปร่งใสของน้ำ (secchi depth) และอุณหภูมิน้ำ (water temperature) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	70
17	ความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	73
18	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD_5) และปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	75
19	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณ TKN ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	77
20	ความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta, Chlorophyta Pyrrophyta และ Cryptophyta กับคุณภาพน้ำ (อุณหภูมิน้ำ, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี, ปริมาณ TKN และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)	80

อักษรย่อ

°C	=	องศาเซลเซียส
FAA	=	Formalin – Acetic acid - Alcohol
m	=	เมตร
mg/l	=	มิลลิกรัมต่อลิตร
mg/l as $CaCO_3$	=	มิลลิกรัมต่อลิตร แอส แคลเซียมคาร์บอเนต
µg/l	=	ไมโครกรัมต่อลิตร
µm	=	ไมโครเมตร
µS/cm	=	ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจากอดีต โดยดูจากการค้นพบสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ที่เป็นพืชและสัตว์ อาจเป็นเพราะมนุษย์มีการพึ่งพาธรรมชาติมากขึ้นและประกอบกับสภาพแวดล้อมที่ถูกทำลายลงไปเรื่อยๆทำให้สิ่งมีชีวิตมีปริมาณลดน้อยลงความสนใจที่มีต่อทรัพยากรจึงมีมากขึ้น น้ำถือเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มนุษย์ใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และกิจกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมขั้นพื้นฐาน เช่น การชลประทาน การเกษตร การประมง การอุตสาหกรรม การผลิตพลังงาน การคมนาคมและการท่องเที่ยว นับว่าน้ำเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าจึงควรมีการศึกษาและติดตามตรวจสอบอยู่เสมอ ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การศึกษาทางด้านกายภาพและเคมี ในการวิเคราะห์สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและใช้เวลาน้อยแต่ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง จึงมีการศึกษาคุณภาพน้ำอีกวิธีหนึ่งคือการศึกษาทางด้านชีวภาพ โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เช่น สาหร่ายพวกแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) สาหร่ายยึดเกาะ (benthic algae) แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) สัตว์หน้าดิน (benthos) และปลา (fish) เป็นต้น ซึ่งการตรวจสอบสามารถทำได้ในช่วงเวลาที่กว้างและไม่มีผลเสียต่อสภาพแวดล้อมที่สำคัญคือประหยัดค่าใช้จ่าย จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาอีกวิธีหนึ่ง

อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ตั้งอยู่ที่ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ อยู่ที่พิกัด 47 Q 044 -185 ระวาง 4847 III ละติจูด 19° 09′ 29″ N ลองติจูด 99° 02′ 23″ E สร้างโดยการกั้นลำน้ำแม่งัดซึ่งเป็นสาขาสำคัญของแม่น้ำปิง มีต้นกำเนิดอยู่ที่อำเภอพร้าว ความยาวของเขื่อนประมาณ 94 กิโลเมตร สันเขื่อนเป็นแกนดินเหนียวมีความยาว 1,950 เมตร สูง 59 เมตร สามารถกักเก็บน้ำได้ 265 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นอ่างเก็บที่มีการใช้ประโยชน์หลายด้านด้วยกัน เช่น ทางด้านการชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การเกษตรกรรม การประมง และ การทำน้ำประปา นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจโดยมีกิจการแพท่องเที่ยวมีการจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มสำหรับนักท่องเที่ยว ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในอ่าง เก็บน้ำ จึงควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอยู่เสมอเพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

สาหร่ายมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ กล่าวคือ เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นของห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารหรือเป็นอาหารเบื้องต้นของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในน้ำ สาหร่ายดำรงชีวิตหลายรูปแบบทั้งที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ เรียกว่า แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) หรือพวกยึดเกาะทั้งที่เกาะบนหิน , ไม้ หรือ ดินเลน เรียกรวมกันว่า สาหร่ายยึดเกาะ (benthic algae) การแพร่กระจายของสาหร่ายขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพและเคมี เช่น อุณหภูมิ ฤดูกาล ความเข้มแสง ความเร็วของกระแสน้ำ และปริมาณสารอาหาร โดยพบว่าในเขตอบอุ่นช่วงฤดูหนาวจะพบสาหร่ายพวกไดอะตอม (diatom) และสาหร่ายสีเขียว (green algae) เป็นจำนวนมาก ส่วนในฤดูร้อนจะพบสาหร่ายสีเขียวมากที่สุดและปลายฤดูร้อนต้นฤดูฝนจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) เป็นจำนวนมาก (Wetzel, 1983) และพบว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญของสาหร่ายในเขตอบอุ่นและไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดในเขตร้อน (Anton *et al*., 1995) การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำสามารถทำได้โดยการดูโครงสร้างและองค์ประกอบของชุมชนสาหร่าย การแพร่กระจายและความถี่ที่พบสาหร่าย เช่น แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีมีปริมาณสารอาหารน้อย (oligotrophic status) มักจะพบ *Synechococcus*, *Staurastrum*, *Staurodesmus* , *Dinobryon* แหล่งน้ำที่มีคุณภาพปานกลางมีปริมาณสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) พบ *Cyclotella*, *Tabellaria*, *Peridinium*, *Ceratium*, *Oocystis* และแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก (eutrophic status) พบ *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Fragilaria*, *Asterionella* และ *Euglena* (ศิริเพ็ญ, 2537 ; Hammer, 1975 ; Mason, 1996) ดังนั้นชนิดและปริมาณของสาหร่ายที่พบจึงเป็นดัชนีบอกสภาพของแหล่งน้ำได้ นอกจากนี้สาหร่ายยังมีความสำคัญและสัมพันธ์อย่างยิ่งต่อสัตว์น้ำในห่วงโซ่อาหาร มีการศึกษาชลธีวิทยาและทรัพยากรในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบว่าอาหารของสัตว์น้ำมีปริมาณน้อยโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ปลาที่จับได้ส่วนใหญ่เป็นปลากินเนื้อจึงน่าเป็นห่วงวงจรชีวิตของสัตว์น้ำและระบบนิเวศน์ในอ่างเก็บน้ำ (ทัศนีย์ และคณะ, 2532) จึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายที่แพร่กระจายในแหล่งน้ำและที่เป็นอาหารของปลาเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรประมงให้มีประสิทธิภาพที่ดีต่อไปในอนาคต

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชควบคู่กับการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ-เคมี ทำให้ทราบองค์ประกอบของชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่พบในแต่ละฤดูกาลซึ่งผันแปรตามสภาพแวดล้อม และความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ-เคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยข้อมูลที่ศึกษาได้ในส่วนของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะจะเป็นประโยชน์ในการบอกสภาพของ

แหล่งน้ำ และสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชจะเป็นประโยชน์ทางด้านการประมง ส่วนข้อมูลคุณภาพน้ำสามารถเป็นประโยชน์ในการจัดการคุณภาพน้ำในการทำน้ำประปา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล
2. เพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่เป็นอาหารของปลากินพืชบางชนิด เพื่อใช้เป็นข้อมูลเสริมในการศึกษาสหสัมพันธ์เชิงอาหารของปลากินพืชบางชนิด
3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำ ทางด้านกายภาพและเคมีบางประการ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ

บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว (unicellular) หรือหลายเซลล์ ลักษณะอาจเป็นเส้นสาย (filament) หรือ เป็นกลุ่ม (colony) ไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง รวมเรียกทั้งหมดว่า ทัลลัส (thallus) โดยทั่วไปสาหร่ายขึ้นอยู่ในน้ำ บางกลุ่มขึ้นในที่ชื้นในดิน บนพืช และบนสัตว์ เนื่องจากสาหร่ายมีขนาดต่าง ๆ กัน และการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน การจัดแบ่งประเภทของสาหร่ายจึงมีหลายรูปแบบหากจัดตามการดำรงชีวิตแบ่งได้เป็น สาหร่ายพวกที่ไม่มีที่ยึดเกาะ (unattached หรือ suspended form) การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่ต้องอาศัยกระแสน้ำและกระแสลมพัดพาจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เรียกอีกอย่างว่า แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และสาหร่ายยึดเกาะ (attached algae หรือ benthic algae) อาจยึดเกาะกับพืช บนดิน หรือบนสัตว์ จึงสามารถเรียกสาหร่ายยึดเกาะตามที่อยู่อาศัย โดยจำแนกออกเป็น Epipelic algae หมายถึงสาหร่ายที่เจริญอยู่บนและในเลน Epiphytic algae หมายถึงสาหร่ายที่เจริญอยู่บนพืช Epilithic algae หมายถึง สาหร่ายที่เจริญอยู่ บนหิน และ Aufwuchs หมายถึง กลุ่มสิ่งมีชีวิตซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวพวกเส้นสายและไดอะตอมโดยมีโคลนปกคลุมอยู่จนมองเห็นเป็นเมือกโคลนและมีสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดอยู่รวมกัน (ศิริเพ็ญ , 2537 ; Round, 1973 ; Round, 1979 ; Stevenson *et al.*, 1996)

ในการจำแนกชนิดสาหร่ายต้องอาศัยลักษณะต่างๆ อาทิเช่น รงควัตถุภายในเซลล์, ชนิดของอาหารสะสม, องค์ประกอบของผนังเซลล์, จำนวน ลักษณะ และตำแหน่งของแฟลกเจลลัม, วงจรชีวิต และ การสืบพันธุ์ (กาญจนภาชน์, 2527 ; อักษร, 2529 ; ลัดดา, 2542 ; Boney,1975) จึงจัดหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะตาม Bold and Wynne (1978) ได้เป็น 9 Divisions ดังนี้

Division Cyanophyta : สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae)

Division Chlorophyta : สาหร่ายสีเขียว (green algae)

Division Euglenophyta : ยูกลีนอยด์ (euglenoids)

Division Chrysophyta : สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง (yellow-brown algae)

Division Pyrrophyta : ไดโนแฟลกเจลเลทส์ (dinoflagellates)

Division Cryptophyta : คริพโตโมแนดส์ (cryptomonads)

Division Phaeophyta : สาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae)

Division Rhodophyta : สาหร่ายสีแดง (red algae)

Division Charophyta : สาหร่ายไฟ (stoneworts)

สาหร่ายเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิในห่วงโซ่อาหารทั้งในลำธาร ทะเลสาบ และพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland) รวมทั้งในทะเลและมหาสมุทร สาหร่ายสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสงโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการเปลี่ยนสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ที่สลับซับซ้อน โดยอัตราเร็วของการสังเคราะห์แสงขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง ความลึก อุณหภูมิ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และแอมโมเนีย (Round, 1973 ; Hammer, 1975 ; Golman and Horne, 1983 ; Stevenson *et al.*, 1996) ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสาหร่าย ได้แก่ ฤดูกาล ความเข้มแสง อุณหภูมิ ชนิดของสาหร่าย และปริมาณสารอาหาร โดยพบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความชุกชุมหรือปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งในเขตร้อนแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในช่วงฤดูร้อน (Darley, 1982 ; Smith, 1950 ; Lackey, 1979 ; Reynolds, 1984) โดยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบริเวณผิวน้ำและสาหร่ายสีเขียวพบทุกระดับชั้นน้ำ (ประเทือง, 2534 ; นันทนา, 2539) และพบว่าความเร็วของกระแสน้ำ ชนิดของวัสดุยึดเกาะ และจำนวนผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายยึดเกาะ (Frost *et al.*, 1998 ; Munn, 1998) สามารถพบสาหร่ายยึดเกาะในลำธาร แม่น้ำ ทะเลสาบ และบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งในบริเวณที่แสงส่องถึงสาหร่ายยึดเกาะที่พบมักเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม และสาหร่ายสีแดง (Goldsborough, 1993 ; Greene *et al.*, 1997)

จากการศึกษาสาหร่ายยึดเกาะในแม่น้ำ Wye และแม่น้ำอีก 3 สายที่ไหลมารวมกันในประเทศอังกฤษ พบว่าสาหร่ายยึดเกาะเจริญได้ดีบนวัสดุที่อ่อนนุ่มมากกว่าวัสดุที่แข็งและการที่วัสดุยึดเกาะมีพื้นที่ว่างมากจำนวนสาหร่ายที่ยึดเกาะก็จะมากด้วย นอกจากนี้ระยะเวลาที่วัสดุจมอยู่ในน้ำและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมก็มีผลต่อจำนวนของสาหร่ายเช่นกัน (Antoine and Benson – Evans, 1986a ; 1986b)

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ (diversity of phytoplankton and benthic algae)

การศึกษาความหลายหลายของแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทยพบว่ามีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น การศึกษาในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย (oligo-mesotrophic status) ได้แก่ อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว แพลงก์ตอนพืชที่พบมากได้แก่ *Dinobryon divergens* Imhof., *Planktolyngbya limnetica* Lemmermann , *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs, *Rhodomonas* sp., *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg และ *Cryptomonas* sp. (หทัยทิพย์, 2539 ; Peerapornpisal *et al*., 1999b) การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยพบ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba และ *Lyngbya limnetica* Lemmermann. เป็นชนิดเด่นแต่แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบอยู่ใน Division Chlorophyta รองลงมาคือ Division Chrysophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta ตามลำดับ (ธำรงค์, 2542 ; นันท์ชลี และศิริเพ็ญ, 2543 ; Tularak *et al*., 2000) มีรายงานการศึกษาสาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสมิดส์และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยพบ *Cosmarium monliforme* (Turp.) Ralfs. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวที่มักพบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารต่ำ (คมสัน, 2543) และพบ *Nostoc*, *Calothrix*, *Anabaena* และ *Hapalosiphon* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ (ทวีเดช และคณะ, 2543) การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 divisions ได้แก่ Cyanophyta, Chlorophyta และ Chromophyta แพลงก์ตอนพืชที่พบมากได้แก่ *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Eudorina*, *Scenedesmus*, *Trachelomonas*, *Pediastrum*, *Peridinium*, *Surirella*, *Synedra* และ *Ceratium* (คฑาวุธ, 2542) กล่าวได้ว่าแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารน้อยถึงปานกลางมักมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมาก

ส่วนแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารมาก (eutrophic status) แพลงก์ตอนพืชที่พบมีความหลากหลายน้อย อาทิเช่น การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพไทย-เยอรมัน แพลงก์ตอนพืชที่พบ ได้แก่ Division Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta โดยพบ *Oscillatoria* และ *Chlorella* เป็นชนิดเด่น (Traichaiyaporn and Liangkrilas, 1997) จากรายงานการศึกษาสาหร่ายในคูเมืองเชียงใหม่ พบสาหร่ายทั้งหมด 6 divisions ส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ *Euglena*, *Cryptomonas*, *Trachelomonas*, *Rhodomonas*, *Phacus*, *Oscillatoria*, *Chroococcus*, *Cymbella* และ *Navicula* (ถาวร, 2538 ; ธเนศ, 2539 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543) การศึกษาสาหร่ายในคลองแม่ข่า พบสาหร่าย

ทั้งหมด 5 divisions โดยพบ *Oscillatoria* เป็นชนิดเด่นและพบอย่างสม่ำเสมอทั้งที่เป็นแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ (วุฒินันท์ และ ศิริเพ็ญ, 2543) และการศึกษาสาหร่ายในห้วยแม่หยวก อ่างแก้ว และคูเมืองเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Euglenophyta และ Pyrrophyta โดยพบแพลงก์ตอนพืชที่มีแนวโน้มในการใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำเสียได้แก่ *Cryptomonas*, *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Closterium*, *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus* และ *Cyclotella* (Mapairoj *et al.*, 1998 ; Traichaiyaporn and Boonsai, 1998)

ผลการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในต่างประเทศ เช่น การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ Sulejow ประเทศโปแลนด์ พบ *Asterionella Formosa*, *Cyclotella kuetzingiana* และ *Fragilaria pinnata* อยู่บริเวณผิวน้ำและพบ *Melosira granulata*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. astraea* var. *minutulus*, *Fragilaria crotonensis*, *Aphanizomenon flos–aquae* และ *Microcystis aeruginosa* อยู่ระดับกลางน้ำ (mid depth) (Rakowska[1] and Rakowska[2], 1992) และในอ่างเก็บน้ำ Jeziorsko ซึ่งอยู่ตอนกลางของประเทศโปแลนด์ แพลงก์ตอนพืชที่พบมากเป็นพวกไดอะตอม ได้แก่ *Asterionella formosa* Hass., *Aulacoseira granulata* (Her.) Simonsen, *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz., *Melosira granulata* var. *angustissima* Muller, *Stephanodiscus hantzschii* Grun., และ *Synedra ulna* (Nitzsch) Her. ซึ่งเป็นไดอะตอมส่วนสาหร่ายสีเขียวได้แก่ *Chlorella vulgaris* Beijer., *Coelastrum microporum* Näg., *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. และ *Staurastrum* sp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้แก่ *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs และ *Microcystis aeruginosa* Kütz. และยังพบ euglenophytes, dinophytes และ cryptophytes ในปริมาณที่น้อย (Galicka and Kruk, 1999)

รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในประเทศซาอุดิอาระเบีย พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 107 species ได้แก่ Cyanophyta 37 species, Bacillariophyta 34 species, Chlorophyta 29 species, Euglenophyta 6 species และ Pyrrophyta 1 species แพลงก์ตอนพืชสกุลที่พบมาก ได้แก่ *Oscillatoria* (14 species), *Spirogyra* (8 species), *Navicula* (7 species), *Nitzschia* (7 species), *Gloeocapsa* และ *Euglena* อย่างละ 4 species และยังพบ *Merismopedia elegans*, *Oscillatoria amphibia* และ *O. tenus* (Naggar, 1994) แพลงก์ตอนพืชที่พบสม่ำเสมอในทะเลสาบ Gulshan ประเทศบังคลาเทศ ได้แก่ *Cryptomonas ovata* Ehr., *Rhodomonas lacustris* Pascher และ *Crucigenia rectangularis* (Näg.) Gay (Khondker *et al.*, 1995) และการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในบ่อ Enan และ El-Abbassa ประเทศ

อียิปต์ พบ *Scenedesmus, Anabaena, Cylindrospermum, Oscillatoria, Amphora* และ *Nitzschia* อย่างสม่ำเสมอ โดยพบไดอะตอมเป็นชนิดเด่นทั้ง 2 แหล่งน้ำ (El-Ayouty *et al.*, 1999)

การศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายยึดเกาะในแหล่งน้ำนิ่งในประเทศไทยมีน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาในแม่น้ำและลำธาร เช่น การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะในลำน้ำแม่สา พบว่าส่วนใหญ่เป็นไดอะตอมใน Order Pennales ได้แก่ *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Achnanthes minutissima* Kützing, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg และ *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg (ตรัย, 2541 ; ประเสริฐ, 2541) และพบสาหร่ายยึดเกาะขนาดใหญ่พวกสาหร่ายสีเขียว ได้แก่ *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra, Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing และพบสาหร่ายสีแดง ได้แก่ *Batrachospermum macrosporum* Montague, *Batrachospermum vugum* Agardh, *Nemalionopsis shawii* Skuja และ *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague (ทัตพร, 2543)

การศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมในลำธารแม่แจ่ม พบว่าในน้ำที่มีสารอาหารน้อย (oligotrophic status) จะพบ *Compsopogon coerulues* (Balbis) Montague (Rhodophyceae) และ *Chamaesiphon guitleri* Luther (Cyanophyceae) และน้ำมีสารอาหารน้อยถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status) พบ *Cladophora glomerata* Kützting (Chlorophyceae) ส่วนน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) พบ *Stigeoclonium lubricum* (Dilw.) Kütz (Chlorophyceae) และ *Oscillatoria limnosa* Agardh (Cyanophyceae) ในส่วนของไดอะตอมที่พบเป็นชนิดเด่น ได้แก่ *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Gyrosigma scalproides* (Rabenhotst) Cleve, *Navicula cryptocephala* Lange-Bertalot และ *N. viridula* (Kützting) Ehrenberg var. *viridula* (พิษณุ และคณะ, 2543) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสาหร่ายยึดเกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล สาหร่ายส่วนใหญ่ที่พบเป็นไดอะตอม ชนิดที่พบบ่อย ได้แก่ *Navicula, Synedra, Achnanthes, Gomphonema* รองลงมาเป็นสาหร่ายพวกเส้นสาย ได้แก่ *Spirogyra, Anabaena* และ *Oscillatoria* (พรศิริ และศิริเพ็ญ , 2542)

การศึกษาสาหร่ายยึดเกาะในต่างประเทศ อาทิเช่น การศึกษาในแม่น้ำ Ely ประเทศอังกฤษ พบว่าปริมาณสาหร่ายยึดเกาะมีมากในฤดูใบไม้ผลิและน้อยลงในฤดูฝนและฤดูร้อน โดยพบไดอะตอม chlorophytes และ myxophytes ในฤดูใบไม้ผลิ ชนิดสาหร่ายยึดเกาะที่พบ

มาก ได้แก่ *Achnanthes lanceclata, A. Linearis, Gomphonema pavulum, Navicula avenacea, N. cryptocephala, Nitzschia palea, Surirella ovata, Synedra ulna, Chlamydomonas* และ *Cladaphora fracta* (Esho and Benson - Evans, 1984) รายงานการศึกษาสาหร่ายยึดเกาะในทะเลสาบ Dhanmondi ประเทศบังคลาเทศ พบ *Nitzschia palca* และ *Navicula cuspidate* เป็นชนิดเด่น (Khondker and Rahim, 1993)

สาหร่ายยึดเกาะที่พบในแม่น้ำบนเทือกเขา Tyrol ซึ่งอยู่ตอนเหนือของประเทศอิตาลี พบสาหร่ายทั้งหมด 168 species ส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม ใน Order Pennales คือ Naviculaceae และ Bacillariaceae ที่พบมากได้แก่ *Cymbella, Navicula, Nitzschia* และ *Achnanthes* ซึ่งสาหร่ายที่พบส่วนใหญ่นี้มักอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์น้อย (Pfister, 1992)

มีรายงานการศึกษาสาหร่ายยึดเกาะในลำธารบนภูเขา Cascade Mountain Range ในรัฐ Oregon ประเทศสหรัฐอเมริกา พบจำนวนชนิดของสาหร่ายที่เกาะบนไม้มีมากกว่าสาหร่ายที่เกาะบนหิน สาหร่ายที่พบมากบนไม้ ได้แก่ *Ceratoneis arcus* Grun., *Cymbella minuta* Hilseex Rabh., *Zygnema* และพบ *Achnanthes lanceolata* (Brob) Grun. ปริมาณมากบนหิน (Sabater *et al.*, 1998)

สหสัมพันธ์เชิงอาหารของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่มีต่อปลากินพืช

แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญทางด้านการประมงโดยเป็นอาหารที่ดีสำหรับสัตว์น้ำซึ่งโดยทั่วไปปลาที่มีขนาดเล็กหรือปลาวัยอ่อนมักจะกินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนเป็นอาหาร (บัญญัติ, 2533) ปลาสร้อยขาวเป็นปลากินแพลงก์ตอนพืชและซากอินทรีย์เป็นอาหารส่วนปลากระมังกินทั้งพืชและสัตว์ เช่น สาหร่าย แมลงน้ำ ลูกกุ้ง และลูกปลาขนาดเล็ก เป็นต้น (สวัสดิ์ ,2524 ; กรมประมง, 2540) อาหารที่ปลากินมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล วงจรชีวิต และชนิดของอาหาร รวมทั้งความแตกต่างของนิสัยการกินอาหารของปลา (Lagler, 1956) ในบรรดาสาหร่ายทั้งหมดสาหร่ายพวกที่มีหนวดจัดว่ามีคุณค่าอาหารสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ไดอะตอมและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แต่สาหร่ายสีเขียวพวกเส้นสายเป็นประเภทที่ย่อยยากที่สุด (ลัดดา, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

ลูกปลาตะเพียนขาว (larvae) กินแพลงก์ตอนพืชพวกสาหร่ายเซลล์เดียวและแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร เช่น พวก cyanophytes ได้แก่ *Nostoc, Spirulina, Oscillatoria, Phormidium, Rivularia, Anabaena* พวก chlorophytes ได้แก่ *Volvox, Chlorella, Spirogyra, Pediastrum, Cosmarium, Closterium, Botryococcus, Oocystis* พวก euglenoids ได้แก่ *Euglena* โดยพบในปริมาณมากและ พวก chrysophytes ได้แก่ *Melosira,*

Diatoma, Fragilaria, Navicula, Cymbella, Nitzschia (พินิจ และโยธิน, 2527 ; สุนีรัตน์, 2541) แพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของปลา Sinarapan (*Mistichthys luzonensis* , Smith) ได้แก่ *Botryococcus braunii* ซึ่งพบในปริมาณที่มาก รองลงมาคือ *Microcystis scripta, M. Incerta, Aphanocapsa rivularis, Protococcus viridis* และ *Chlorococcum humicola* (ศิริเพ็ญ, 2530) และสาหร่ายที่เป็นอาหารของปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ได้แก่ *Closterium, Spirogyra, Navicula, Nitzschia, Peridinium, Ceratium* และ *Oscillatoria* (ทัศนีย์ และคณะ, 2532) อย่างไรก็ตามแพลงก์ตอนพืชที่ปลากินเป็นอาหารจะแตกต่างกันไปตามชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขนาด และอายุของปลา รวมทั้งลักษณะนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกัน (วิมล, 2528)

ปัจจัยทางกายภาพ

สี (color)

โดยปกติแหล่งน้ำในธรรมชาติจะมีสีเหลืองจนถึงน้ำตาล เกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ (suspended solids) กับพื้นท้องน้ำและท้องฟ้า จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ สีปรากฏ (apparent color) และ สีจริง (true color) สีของน้ำอาจเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ชนิด ปริมาณ ความเข้มข้นของสารละลายและสารแขวนลอยรวมทั้งคุณภาพของแสงก็มีผลทำให้สีของน้ำเปลี่ยนไปได้เช่นกัน โดยทั่วไปถ้าน้ำมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลมักจะมีความอุดมสมบูรณ์และกำลังการผลิตสูง เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากส่วนแหล่งน้ำที่มีสีค่อนข้างเขียวมักจะมีกำลังการผลิตต่ำ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในน้ำหากมีในปริมาณมากก็สามารถทำให้น้ำปรากฏเป็นสีต่าง ๆ ได้ เช่น แพลงก์ตอนพืชและไดอะตอม ทำให้น้ำมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลทอง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทำให้น้ำมีสีเขียวเข้ม เช่น การ bloom ของ *Microcystis aeruginosa* แพลงก์ตอนพืชพวกไดโนแฟลกเจลเลทส์และแพลงก์ตอนสัตว์มักทำให้น้ำมีสีแดง (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528 ; นันทนา, 2539 ; ศิริเพ็ญ, 2543)

ความโปร่งใสของน้ำหรือการส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำ (transparency)

แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของสาหร่าย ปริมาณของแสงจะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ฤดูกาล และระดับความลึกของแหล่งน้ำ ค่าความโปร่งใสของน้ำเป็นค่าที่แสดงถึงขอบเขตของแสงที่สามารถส่องผ่านชั้นต่าง ๆ ของน้ำ ในแหล่งน้ำโดยทั่วไปมีค่าความโปร่งใสของน้ำ (secchi disc depth) อยู่ระหว่าง 30–60 เซนติเมตร

ซึ่งเป็นช่วงมีความเหมาะสมต่อการเจริญของสัตว์น้ำหากมีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีค่าความขุ่นมากเกินไปหรือมีตะกอนหรือแพลงก์ตอนอยู่มากแสงจะส่องผ่านลงไปได้น้อยอาจทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนได้ แต่ถ้าความโปร่งใสมีค่าสูงกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ ทำให้สภาพน้ำค่อนข้างใส แสงส่องผ่านลงไปได้ลึก ความลึกที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงมีค่าเป็น 2 เท่า ของ secchi disc depth และยังพบว่าแสงเป็นปัจจัยหลักช่วยให้ *Microcystis* มีปริมาณมากอย่างรวดเร็วในแม่น้ำ Nakdong ประเทศเกาหลีใต้ (ศิริเพ็ญ, 2543 ; Darley, 1982 ; Wetzel, 1983; Ha *et al.*, 1999)

อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมีอิทธิพลทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง สภาพภูมิประเทศ ความเข้มของแสง กระแสลม ความลึก และสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกิดจากการที่แสงส่องผ่านลงไปในน้ำและเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช โดยพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของไดอะตอมอยู่ที่ 15 – 25 °C แต่ใน Antarctic ไดอะตอมจะเจริญที่อุณหภูมิ 4 - 6 °C และจะไม่เจริญเติบโตหากอุณหภูมิสูงกว่า 7 - 12 °C และในเขตร้อนไดอะตอมจะไม่เจริญหากอุณหภูมิต่ำกว่า 17 °C และพบว่าสาหร่ายสีเขียวจะเจริญดีที่อุณหภูมิ 25 - 35 °C ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญดีที่อุณหภูมิสูง ประมาณ 30 - 35 °C หรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปแล้วแพลงก์ตอนพืชจะเจริญดีที่อุณหภูมิสูงมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิยังมีผลต่อการละลายของธาตุและก๊าซในน้ำโดยเฉพาะออกซิเจน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายในน้ำได้ลดลงรวมถึงการหมุนเวียนของธาตุต่าง ๆ การผสมกันของน้ำ และการเกิดการแบ่งชั้นน้ำ ซึ่งมีผลต่อองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชและสิ่งมีชีวิตในน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2538 ; นันทนา, 2539 ; Boney, 1975 ; Golman and Horne, 1983)

ปัจจัยทางเคมี

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ คือ ปริมาณของ Hydrogen ion (H^+) ที่มีอยู่ในน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำเป็นตัวควบคุมการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย เหล็กและ Trace elements อิออนต่าง ๆ ในสารละลายมีความสามารถในการ

นำกระแสไฟฟ้า น้ำมีการแตกตัวได้อิออนอยู่ในรูป H^+ ,OH^- ในกรณี H^+ และ OH^- มีอยู่ในปริมาณที่เท่ากัน น้ำนั้นจะมีคุณสมบัติเป็นกลาง (neutral) H^+ เป็นตัวบ่งบอกความเป็นกรดด่างของน้ำ ดังนั้นในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25 °C จะมี H^+ อยู่ 0.0000001 gm ในน้ำ 1 ลิตร หรือค่าเท่ากับ 1×10^{-7} หรือค่า pH scale เท่ากับ 7.0 ค่า pH scale เป็นเลขลำดับของ Negative logarithmic scale มีค่าตั้งแต่ 0 – 14.0 ซึ่งบอกระดับความเป็นกรดด่าง โดยค่าที่ต่ำกว่า 7 ถึง 0 จะแสดงความเป็นกรดและค่าที่มากกว่า 7.0 ถึง 14.0 จะแสดงความเป็นด่าง pH ของน้ำในธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 – 9.0 แต่ค่าที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตอยู่ในช่วง 6.0 – 8.0 ในช่วงที่มีการสังเคราะห์แสงมากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำจะลดลง แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำกลับสูงขึ้นทำให้ pH ของน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อพืชสังเคราะห์แสงไบคาร์บอเนตถูกดูดนำไปใช้ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำเพิ่มขึ้นได้กรดคาร์บอนิคและสลายต่อได้ไบคาร์บอเนตซึ่งเป็นการปรับปริมาณของไบคาร์บอเนตให้สมดุลอยู่ตลอดเวลา ในแหล่งน้ำที่เป็นกรดความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมักมีน้อยชนิดและลักษณะของแหล่งน้ำจะเป็น Oligotrophic status แพลงก์ตอนพืชที่พบได้แก่ *Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Stigonema* และ *Calothix* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนสาหร่ายสีเขียวมักจะพบ *Cylindorocystis*, *Cosmarium* และ desmis (Kleiven and Lande, 2000) ในแหล่งน้ำที่มี pH 6.0 – 6.5 พบไดอะตอม เช่น *Tebellaria*, *Diatoma*, *Eunotia*, *Frustulia* และ *Pinnularia* และพบสาหร่ายสีเขียว เช่น *Botryococcus braunii*, *Ceratium hirunndinella* และส่วนมากในน้ำ ที่มี pH 4.0 - 4.8 มักพบ *Dinobryon* sp. (จงจินต์, 2524 ; ศิริเพ็ญ, 2543 ; Round, 1973 ;)

ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) **และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ** (total dissolved solids)

ค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมากน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของอิออนที่อยู่ในน้ำและอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของอิออน นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝน สภาพภูมิประเทศ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำก็มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยเฉพาะหากมี pH สูงกว่า 9.0 และต่ำกว่า 5.0 เนื่องจากมีส่วนในการควบคุมการแตกตัวเป็นอิออนของสารประกอบต่าง ๆ สารอนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีและแตกตัวให้อิออนบวกและลบ เช่น กรดอนินทรีย์ ด่างและเกลือ ส่วนสารอินทรีย์จะไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า ดังนั้นค่า Conductivity จะมากน้อยก็ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอนินทรีย์ และของแข็งที่ละลายน้ำ (TDS) โดยค่า TDS คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ค่า TDS จะทำหน้าที่ควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับแพลงก์ตอนพืช ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่ว ๆ ไปมีค่า Conductivity

อยู่ระหว่าง 150.00 – 300.00 µS/cm. (ธงชัย และวิบูลย์ลักษณ์, 2540 ; มั่นสิน, 2540) ค่า Conductivity และ ค่า TDS ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบว่าอยู่ในช่วง 70.00 – 254.40 µS/cm. และ 48.17 – 62.50 mg/l ตามลำดับ (ธำรงค์, 2542 ; นันท์ชลี และ ศิริเพ็ญ, 2543 ; Tularak *et al.*, 2000)

ค่าความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity)

ค่าความเป็นด่างของน้ำ หมายถึง ความสามารถหรือคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำประกอบไปด้วยคาร์บอเนต ($CO_3^{=}$) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^{-}) และไฮดรอกไซด์ (OH^{-}) เป็นส่วนใหญ่ รวมไปถึงพวกบอเรต (borate) ซิลิเคต (silicate) ฟอสเฟต (phophate) และสารอินทรีย์ต่าง ๆ แต่มีจำนวนน้อย ค่าความเป็นด่างมีผลต่อค่า pH และค่าความกระด้างของน้ำ (hardness) ค่าความเป็นด่างของน้ำทำหน้าที่ควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของ pH เร็วเกินไป (buffering capacity) หากแหล่งน้ำมีความเป็นด่างต่ำ pH ของน้ำก็จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีความเป็นด่างแตกต่างกันไปตั้งแต่ 25.00 – 500.00 mg/l as $CaCO_3$ แหล่งน้ำที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากจะมีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง เกิดการเปลี่ยนแปลงจากไบคาร์บอเนตไปเป็นคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ ส่งผลให้ค่า pH ของน้ำสูงขึ้นถึง 10.0 – 11.0 ได้ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลมีค่าความเป็นด่างอยู่ที่ 44.70 - 64.00 mg/l as $CaCO_3$ และในเขื่อนแม่กวงอุดมธารามีค่าความเป็นด่างเท่ากับ 34.00 – 102.00 mg/l as $CaCO_3$ (ชลินดา, 2539 ; ธำรงค์ , 2542)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen : DO)

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อแหล่งน้ำ โดยเป็นตัวควบคุมการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำ อัตราการหายใจ อัตราการสังเคราะห์แสง ช่วงเวลาของวันและฤดูกาล ปริมาณเกลือแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ สิ่งมีชีวิตใช้ออกซิเจนในขบวนการหายใจและขบวนการย่อยสลายทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ในทางกลับกันปริมาณออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำส่วนใหญ่มาจากขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและสาหร่าย ฉะนั้นปริมาณออกซิเจนมักจะสูงสุดในเวลาบ่ายและต่ำสุดในเวลาใกล้รุ่ง หากในแหล่งน้ำมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงมากในตอนเช้ามืดอาจเกิดภาวะการขาดออกซิเจนได้ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำควรมีอย่างน้อย 5.00 mg/l แต่ไม่ต่ำกว่า 3.00 mg/l เพราะจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนยังใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ

ที่สำคัญอย่างหนึ่งด้วย (ไมตรีและ จารุวรรณ, 2528 ; นันทนา, 2539) ปริมาณออกซิเจนในคลองแม่ข่ามีค่าระหว่าง 3.40 – 7.00 mg/l ในคูเมืองเชียงใหม่มีค่าระหว่าง 0.50 - 12.80 mg/l และในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลมีค่าระหว่าง 2.73 – 9.07 mg/l (วุฒินันท์และศิริเพ็ญ 2543 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543 ; Tularak *et al*., 2000) ปริมาณออกซิเจนยังมีผลโดยตรงต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่าย โดยมักพบ *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Spirulina*, *Chlorella* และ *Euglena* ในแหล่งน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำ *Spirulina*, *Chlorella*, *Phormidium bohneri* มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (ธำรงค์, 2539 ; จงกล, 2543 ; Dumas *et al*., 1998)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand ; BOD)

BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้ภาวะที่มีออกซิเจน ค่า BOD จะบอกถึงความสกปรกของแหล่งน้ำ หากค่า BOD สูงมากแสดงว่าในน้ำมีอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายอยู่มากและถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายซึ่งต้องใช้ออกซิเจนมากจึงอาจทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนได้ ในการวิเคราะห์หาค่า BOD_5 เป็นการทดสอบทางชีววิทยาเพื่อหาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 $^{\circ}C$ ถ้าน้ำมีความสกปรกมากจำเป็นต้องทำให้ความสกปรกเจือจางลงอยู่ในระดับซึ่งสมมูลกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มจุลินทรีย์ในน้ำ ในการจำแนกประเภทของแหล่งน้ำโดยการใช้ค่า BOD (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) สามารถจำแนกเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ต้องมีค่า BOD น้อยกว่า 1.50 mg/l ประเภทที่ 2 ไม่เกิน 1.50 mg/l ประเภทที่ 3 ,4 และ 5 มีค่า BOD ไม่เกิน 2.00 mg/l, ไม่เกิน 4.00 mg/l และมากกว่า 4.00 mg/l ตามลำดับ ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำควรมีค่า BOD ไม่เกิน 20.00 mg/l (เปี่ยมศักดิ์, 2538 ; มั่นสิน, 2540 ; ธงชัยและวิบูลย์ลักษณ์, 2540) มีการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ซึ่งได้ทำการศึกษาตามระดับความลึกของแหล่งน้ำ พบค่า BOD 0 - 20.00 mg/l ที่ระดับความลึก 45 เมตรมีว่าค่า BOD สูงที่สุด และ BOD ในคลองแม่ข่าและคูเมืองเชียงใหม่มีค่าสูงสุดถึง 15.00 mg/l และ 12.80 mg/l ตามลำดับ จัดได้ว่าเป็นแหล่งน้ำเสีย (ธำรงค์ , 2542 ; นันท์ชลี และ ศิริเพ็ญ , 2543 ; วุฒินันท์ และ ศิริเพ็ญ 2543 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543)

ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (chemical oxygen demand ; COD)

ค่า COD คือ ปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในการออกซิไดซ์ (oxidize) สารอินทรีย์โดยปฏิกิริยาทางเคมีและเป็นการวัดค่าความสกปรกของแหล่งน้ำโดยใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ที่มีออกซิไดซิ่งเอเจนท์ (oxidizing agent) อย่างแรงภายใต้ภาวะที่เป็นกรดเข้มข้นและมีอุณหภูมิสูง หลักการของ COD จะคล้ายกับ BOD เพียงแต่ BOD ต้องใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ส่วน COD ใช้ออกซิไดซิ่งเอเจนท์ โดยปกติค่า COD จะมากกว่า BOD เนื่องจากสารอินทรีย์ถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยไม่ต้องอาศัยความสามารถในการดูดซึมทางชีวเคมีของสารเหล่านั้น เช่น กลูโคส และ ลิกนิน จะถูกออกซิไดซ์อย่างสมบูรณ์ทำให้ค่า COD สูงกว่า BOD (มั่นสิน, 2540 ; ธงชัยและวิบูลย์ลักษณ์, 2540) ค่า COD ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารามีค่าอยู่ระหว่าง 0.8.00 – 4.40 mg/l และ ค่า COD ในคลองแม่ข่าและคูเมืองเชียงใหม่พบมีค่าระหว่าง 64.00 – 1,088.00 mg/l และ 9.62 - 256.00 mg/l (ศิริ และคณะ, 2542 ; วุฒินันท์ และ ศิริเพ็ญ 2543 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543)

Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

TKN หมายถึงผลรวมของแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) ประกอบไปด้วยพวกที่ละลายน้ำ (dissolved organic N) และพวกที่ไม่ละลายน้ำ (particulated organic N) อินทรีย์ไนโตรเจนถือเป็นคลังสะสมของไนโตรเจนในน้ำและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนีย ไนเตรท และ ไนไตรท์ ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนในแหล่งน้ำทั่วไปมีค่าต่ำได้ถึง 200.00 – 300.00 µg/l และในน้ำทิ้งอาจสูงถึง 20.00 mg/l การหาค่า TKN มักทำโดยการเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียแล้วจึงวัดปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (มั่นสิน, 2540 ; ศิริเพ็ญ, 2543) Wetzel (1983) และ Lorraine and Vollenweider (1981) ได้ใช้ค่า Total nitrogen ในการบอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (trophic state) โดยใช้ควบคู่หรือแยกกับค่า Total phosphorus, Chlorophyll - a และ Secchi depth เป็นต้น โดยแหล่งน้ำที่เป็น Ultraoligotrophic status มีค่า Total nitrogen <1.00 - 250.00 $\mu g\ l^{-1}$, Oligromesotrophic status มีค่า 250.00 - 600.00 $\mu g\ l^{-1}$, Mesoeutrophic status มีค่า 500.00 - 1100.00 $\mu g\ l^{-1}$, Hypereutrophic status มีค่า 500.00 - 15000.00 $\mu g\ l^{-1}$, และ Dystrophic <1.00 - 500.00 $\mu g\ l^{-1}$

ปัจจัยทางชีวภาพ

คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll – a)

คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุหลักในการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช เป็นสารสีเขียวมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ คลอโรฟิลล์ เอ สามารถพบได้ในแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายทุกชนิด โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่พบในแพลงก์ตอนพืชมีประมาณ 0.5 – 1.5 % ของน้ำหนักแห้ง (นันทนา, 2539 ; ลัดดา, 2542 ; ศิริเพ็ญ, 2543) ในการศึกษาคุณภาพน้ำอ่างแก้วและเขื่อนแม่กวงอุดมธารา พบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าระหว่าง 4.00 – 79.00 µg/l และ 0 – 20.13 µg / l (ชลินดา, 2539 ; หทัยทิพย์ ,2539) การวัดปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ ทำให้ทราบถึงผลผลิตเบื้องต้นและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ สภาพแวดล้อมและปริมาณสารอาหารมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยพบว่าในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ระหว่าง 5.92 – 17.76 $x10^{-2}$ µg/l ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมากเนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารน้อย (ธำรงค์, 2542) แหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็น Ultraoligotrophic status มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.01-0.50 mg m^{-3} , Oligrotrophic status มีค่า 0.30 – 3.00 mg m^{-3} , Mesotrophic status มีค่า 2.00 – 15.00 mg m^{-3} , Eutrophic status มีค่า 10.00 – 500.00 mg m^{-3}, และ Dystrophic status มีค่า 0.10 – 10.00 mg m^{-3} (Wetzel, 1983) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดโดย Lorraine and Vollenweider (1981) ในการบอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดย Oligotrophic status มีค่า 0.30-4.50 mg m^{-3} , Mesotrophic status มีค่า 3.00–11.00 mg m^{-3} , Eutrophic status มีค่า 2.70–78.00 mg m^{-3} และ Hyper-eutrophic status มีค่า 100.00 - 150.00 mg m^{-3}

ความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับปัจจัยทางกายภาพและทางเคมี

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ พบว่าน้ำบริเวณที่มีมลภาวะมากจะตรวจพบแพลงก์ตอนพืชเพียง 11 species โดยพบ *Euglena*, *Phacus* และ *Chlorococcum* มีความหลากหลายของชนิดต่ำ แต่ละชนิดพบในปริมาณที่มาก โดยพบทั่วไปตลอดทั้งแหล่งน้ำและตลอดการศึกษา ส่วนชนิดอื่น เช่น *Chroococcus*, *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Navicula*, *Cyclotella*, *Pinnularia* และ *Gomphonema* พบในบางจุดเก็บตัวอย่างและบางฤดูกาล จากการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ Species diversity index พบว่าสภาพของคูเมืองเชียงใหม่บางช่วงมีสภาพเป็น Oligosaprobic

และบางช่วงมีสภาพเป็น α - mesosaprobic โดยขึ้นอยู่กับฤดูกาลและการระบายน้ำเข้าคูเมืองเชียงใหม่ (ธเนศ, 2539)

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา แพลงก์ตอนพืชพบ ได้แก่ *Microcystis aeruginosa* Kutz , *Peridinium cinctum* (Muller) Ehrenberg , *Ceratium hirundinella* Schrank. และ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba เป็นชนิดเด่น ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบเฉพาะเขตร้อน และเขตอบอุ่นที่มีอากาศค่อนข้างร้อน การเจริญของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 4 ชนิด มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารโดยเฉพาะ *M. aeruginosa.* ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสรวม และปริมาณน้ำ โดยเมื่อปริมาณน้ำลดลงฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้น จำนวน *M. aeruginosa.* ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย และ *C. raciborskii* มีการเจริญแปรผกผันกับปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ส่วน *P. cinctum* และ *C. hirundinella* มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสรวมโดยเฉพาะที่ระดับความลึก 5 เมตร ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด และโดยทั่วไปมักจะพบ *M. aeruginosa* ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก จึงสามารถจัดแหล่งน้ำได้เป็นประเภทที่ 2 ถึง 3 โดยใช้มาตรฐานน้ำผิวดินและหากจัดตามปริมาณสารอาหารได้เป็น Mesotrophic status ถึง Eutrophic status (ชลินดา, 2539 ; ปริญญา, 2540 ; Mason, 1996 ; Peerapornpisal *et al.*, 1999a)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว พบว่าปริมาตรชีวภาพ (biovolume) ของแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยมีค่าสูงสุดในฤดูฝนและลดลงในฤดูหนาว และมีน้อยที่สุดในฤดูร้อน ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชบริเวณที่แสงส่องถึง (photic zone) มีมากกว่าบริเวณที่แสงส่องไม่ถึง (aphotic zone) และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาตรชีวภาพ แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่น คือ *Planktolyngbya limnetica, Aulacoseira granulata, Euglena acus* และ *Trachelomonas volvocina* โดยเฉพาะ *Euglena acus* มีจำนวนมากในฤดูร้อนในขณะที่คุณภาพน้ำมีปริมาณสารอาหารมาก (โฉมยง, 2541)

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่าในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากอุณหภูมิ แสงสว่าง และความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำ โดยพบแพลงก์ตอนพืช class Bacillariophyceae และ class Chlorophyceae โดยเฉพาะชนิดที่มีรูปร่างกลมรีในแม่น้ำที่น้ำไหลเอื่อยและในแหล่งน้ำตื้น พบ *Oscillatoria, Anabaena, Eudorina, Pediastrum* และ *Melosira* แพลงก์ตอนพืชที่พบบางสกุลมีลักษณะไม่เหมือนกัน อาจเนื่องมาจากลักษณะของแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์และอุณหภูมิของแหล่งน้ำ (ศุภาวุธ, 2542)

ผลการศึกษาสหสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำตามระดับความลึก ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบว่าการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชขึ้นอยู่กับความเข้มแสง ซึ่งแปรผกผันกับระดับความลึก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเคมีโดยพบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์เชิงลบกับไนเตรท แอมโมเนียและฟอสเฟตฟอสฟอรัส และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า pH ในเกือบทุก Division ยกเว้น Euglenophyta นอกจากนี้ค่า DO และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช อาจกล่าวได้ว่าที่ระดับความลึกที่แสงส่องถึงค่าสารอาหารต่าง ๆ จะมีน้อยเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชมีการสังเคราะห์แสงทำให้ค่า DO เพิ่มขึ้นและมีการใช้สารอาหารในการเจริญเติบโตจึงทำให้ปริมาณสารอาหารน้อยลง แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่น คือ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba และ *Lyngbya limnetica* Lemmerman. (นันท์ชลี และ ศิริเพ็ญ, 2543)

การศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชในการประเมินคุณภาพน้ำใน อ่างเก็บน้ำ Roznow ซึ่งอยู่ตอนใต้ของประเทศโปแลนด์ ทำการศึกษาโดยการนำชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผ่านมา แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่นใน ค.ศ. 1940 ได้แก่ chrysophytes–dinoflagellates และ diatom–chlorophytes ใน ค.ศ. 1950 พบ diatom–dinoflagellates และ diatom–chrysophytes– dinoflagellates–cyanophytes ใน ค.ศ. 1960 พบ diatom–cryptophytes และใน ค.ศ. 1980 พบ cyanophytes-chlorophytes การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำสามารถบอกสภาวะของแหล่งน้ำได้แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทีละน้อยจะเห็นได้ว่าเมื่อทราบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชจะสะท้อนให้เห็นว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเริ่มมีสภาพเปลี่ยนไป (Bucka, 1986)

รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ Manton ในประเทศออสเตรเลีย พบว่าในช่วงฤดูร้อนน้ำในอ่างเก็บน้ำมีการผสมกันเพียงครั้งเดียวตลอดทั้งปี ทำให้แพลงก์ตอนพืชมีการผสมกัน แพลงก์ตอนพืชที่พบในช่วงนั้นเป็นพวกไดอะตอมโดยเฉพาะ *Aulacoseira granulata* เมื่อเวลาผ่านไปน้ำกลับสู่สภาพเดิมและมีการจมตัวลงของไดอะตอมก็จะพบ *Peridinium,* desmids, และ *Botryococcus* เป็นชนิดเด่นแทนไดอะตอม (Townsend and Luong-Van, 1998)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1.วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1.1 อุปกรณ์

- กรรไกรผ่าตัด (dissecting scissors)
- กรวยกรอง (funnel)
- กระดาษกรอง GF/C
- กระดาษกรอง Whatman
- กระดาษฟอยล์
- กระบอกตวง (measuring cylinder)
- กระป๋องพลาสติกเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 2 ลิตร
- กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ (compound microscope)
- กล้องถ่ายรูป (camera)
- แกลลอนน้ำมันเครื่อง
- ขวด บีโอดี (BOD bottle)
- ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask)
- ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask)
- ขวดเจลดาห์ล (kjeldahl flask)
- ครกบดสาร (pistol + mortar)
- เครื่องกรองสุญญากาศ (vacuum pump)
- เครื่องชั่งละเอียด (electrical balance)
- เครื่องดูดความชื้น (desiccators)
- เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (conductivity meter)
- เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
- เครื่องอังน้ำ (water bath)
- จานเลี้ยงเชื้อ (petridish)
- ช้อนตักสาร (spatula)
- ชุดย่อยและกลั่น (digestion and distillation set)

- เชือกไนลอน
- ตลับเมตร
- ตู้บ่ม (incubator)
- ตู้เย็น (refrigerator)
- เตาไฟฟ้า (hot plate)
- เตาอบแห้ง (hot air oven)
- แท่งแก้ว (glass rod)
- แท่นวางหลอด (cast aluminum)
- เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
- น้ำยาทาเล็บ
- บิวเรต (burette)
- บีกเกอร์ (beaker)
- ปากคีบ (forceps)
- ปิเปตต์ (pipette)
- แผ่นวัดความโปร่งใสของน้ำ (secchi disc)
- มีดผ่าตัด (dissecting knite)
- ลูกยางดูดสาร (pipette filler)
- สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer : spectronic-21)
- สไลด์ และ กระจกปิดสไลด์ (slide and cover slip)
- หลอดฝาเกลียว (tube with screw cap)
- หลอดยาพลาสติกขนาด 1 นิ้ว
- หลอดหยด (dropper)
- อุปกรณ์เก็บน้ำ (water samplers)

1.2 สารเคมีและสารละลาย

- Alkaline-iodide azide reagent
- Boric acid (H_3BO_3)
- Catalyst (fuka)
- Concentrated sulfuric acid (H_2SO_4) AR
- Crystal iodine (I_2)

- Ethyl alcohol
- Ferroin indicator solution
- Ferrous ammonium sulfate titrant (Fe $(NH_4)_2$ $(SO_4)_2.6H_2O$)
- Formalin
- Glacial acetic acid (CH_3COOH)
- Hydrochloric acid (HCl)
- Manganous sulfate solution ($MnSO_4$)
- Mercuric sulfate ($HgSO_4$)
- Methyl orange indicator
- Mixed indicator
- Phenolphthalein indicator
- Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$)
- Potassium iodide (KI)
- Silver sulfate (Ag_2SO_4)
- Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$)
- Sodium hydroxide (NaOH)
- Starch solution

2. แผนการดำเนินงานและวิธีการวิจัย

2.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จำนวน 3 จุด คือ

จุดที่ 1 หน้าเขื่อน (ละติจูด 19° 10′ 05″ N ลองติจูด 99° 03′ 02″ E)

จุดที่ 2 หน้าแพท่องเที่ยว (ละติจูด 19° 10′ 12″ N ลองติจูด 99° 04′ 25″ E)

จุดที่ 3 หลังแพท่องเที่ยว (ละติจูด 19° 09′ 56″ N ลองติจูด 99° 04′ 58″ E)

2.2 ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการ ดังนี้

1. สังเกตสี และ กลิ่นของน้ำ
2. บันทึกระดับน้ำ (ความลึก)
3. วัดความโปร่งใสของน้ำ โดยใช้ Secchi disc
4. วัดอุณหภูมิน้ำและอากาศ โดยใช้ Thermometer
5. วัด pH ของน้ำ โดยใช้ pH meter
6. วัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้ Conductivity meter
7. วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ โดยใช้ TDS meter

2.3 เก็บตัวอย่างน้ำมาศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านเคมีที่ห้องปฏิบัติการ

Parameter	วิธีการ	เอกสารอ้างอิง
DO	Azide Modification	ศิริเพ็ญ, 2543 ; APHA ,1998
BOD_5	Azide Modification	ศิริเพ็ญ, 2543 ; APHA ,1998
COD	Close Reflux	มั่นสิน, 2540
Alkalinity	Phenolphthalein methyl orange indicator	ศิริเพ็ญ, 2543 ; APHA ,1998
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen	มั่นสิน, 2540 ; Traichaiyaporn, 1985

2.4 ศึกษาแพลงก์ตอนพืช

1. นำตัวอย่างน้ำมาตกตะกอน โดยใช้น้ำยา Lugol's solution
2. วินิจฉัยชนิดของแพลงก์ตอนพืชโดยใช้หนังสือ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จงจินต์ (2542), กาญจนภาชน์ (2527), ลัดดา (2542), Smith (1950), Desikachary (1959), Prescott (1970), Tiffany and Britton (1971), Foged (1974), Prescott (1975)
3. นับจำนวนแพลงก์ตอนพืชโดยวิธี Drop microtransect (ศิริเพ็ญ, 2543)
4. ถ่ายรูปโดยใช้กล้องจุลทรรศ์ชนิด Compound microscope
5. วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอโดยวิธีของ Nusch (ยุวดีและฉมาภรณ์, 2538)

2.5 ศึกษาสาหร่ายยึดเกาะ

1. เก็บสาหร่ายยึดเกาะจากบริเวณทุ่นลอยและเชือกที่ผูกทุ่น ณ จุดเก็บตัวอย่าง โดยกำหนดพื้นที่ขนาดประมาณ 2 X 2 ตารางเซนติเมตร จากนั้นขูดด้วยมีดและเก็บตัวอย่างใส่ขวดพลาสติก จำนวน 40 ตัวอย่าง / ครั้ง
2. วินิจฉัยชนิดสาหร่ายยึดเกาะโดยใช้หนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จงจินต์ (2542), กาญจนภาชน์ (2527), ลัดดา (2542), Smith (1950), Desikachary (1959), Prescott (1970), Tiffany and Britton (1971), Foged (1974), Prescott (1975)
3. นับจำนวนสาหร่ายยึดเกาะโดยวิธี Drop microtransect (ศิริเพ็ญ, 2543)
4. ถ่ายรูปโดยใช้กล้องจุลทรรศ์ชนิด Compound microscope

2.6 ศึกษาสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืช

1. เก็บตัวอย่างปลา โดยว่าจ้างชาวประมงให้จับปลาครอบคลุมพื้นที่จุดเก็บตัวอย่าง
2. เลือกปลากินพืช 2 ชนิด คือ ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) และปลากระมัง (*Puntioplites protozsron*) เลือกปลาที่มีขนาดต่าง ๆ กัน (10-20 เซนติเมตร) ชนิดละ 30 ตัว
3. ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดปลา
4. ผ่าตัดเอากระเพาะอาหารและส่วนของลำไส้ ดองในน้ำยา FAA
5. วินิจฉัยชนิดสาหร่ายโดยใช้หนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จงจินต์ (2542), กาญจนภาชน์ (2527), ลัดดา (2542), Smith (1950), Desikachary (1959), Prescott (1970), Tiffany and Britton (1971), Foged (1974), Prescott (1975)
6. ทำการตรวจนับสาหร่ายในกระเพาะอาหารและส่วนของลำไส้ โดยวิธี Frequency of occurrence method (Laggler,1956)
7. ถ่ายรูปโดยใช้กล้องจุลทรรศ์ชนิด Compound microscope

2.7 ศึกษาสหสัมพันธ์เชิงอาหารของแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายยึดเกาะที่มีต่อปลากินพืช

2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

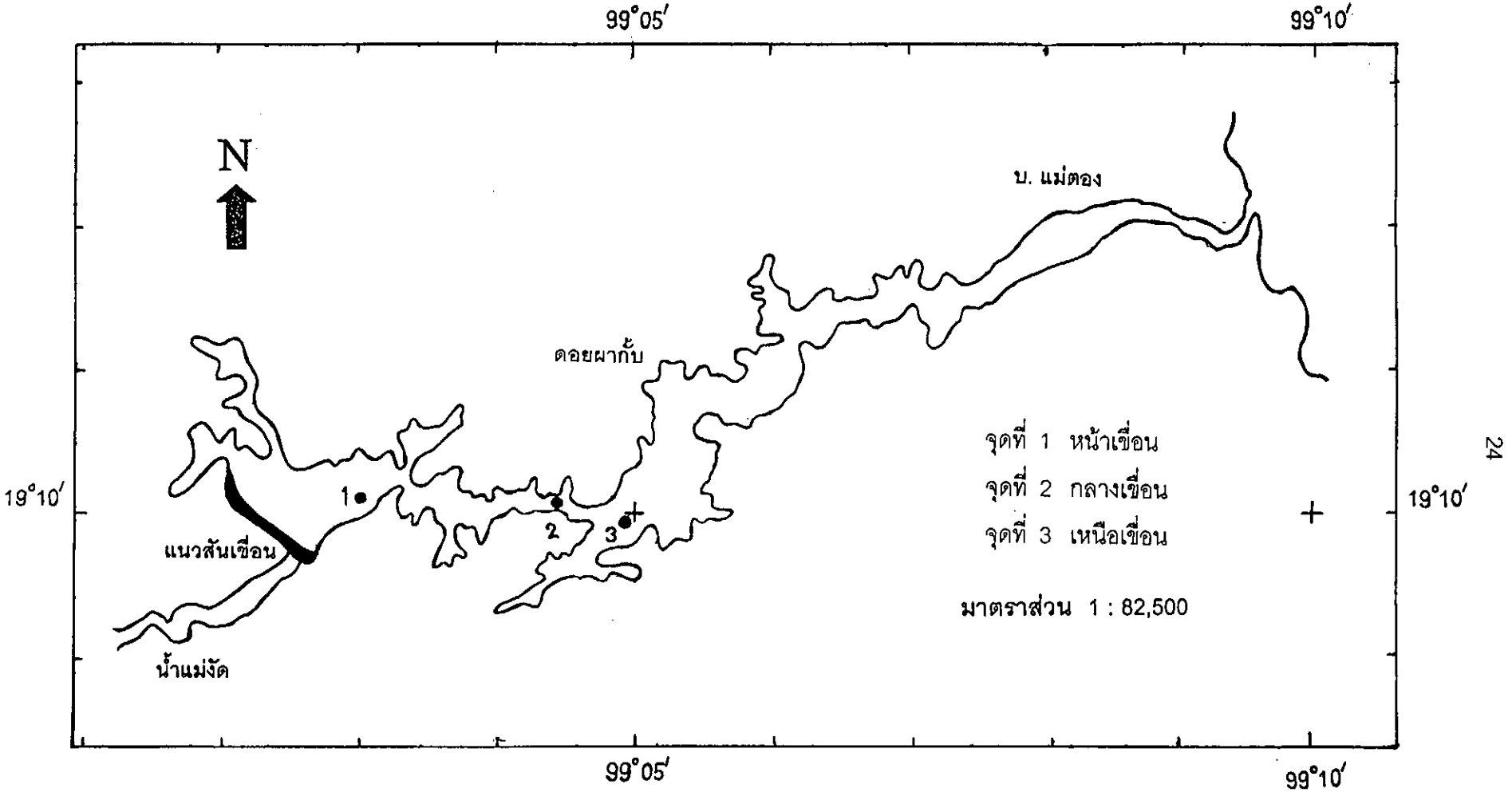
1. หาสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ - เคมี และ ชีวภาพ บางประการที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ โดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) และ Correlation coefficient
2. หาสหสัมพันธ์ในเชิงอาหารของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่มีต่อปลากินพืช โดยใช้ Correlation coefficient

3. สถานที่ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

1. อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
2. หน่วยวิจัยแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

4. ระยะเวลาในการวิจัย

12 เดือน ระหว่าง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2542 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2543



ภาพ 1 แผนที่แสดงอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลและจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุด

(ดัดแปลงจาก : Royal irrigation department, 1977)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2542 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2543 พบแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะและสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมัง รวมทั้งหมด 6 ดิวิชัน (divisions) 75 สกุล (genera) 115 ชนิด (species) ได้แก่ Division Cyanophyta (24 species) (รูป 2), Division Chlorophyta (41 species) (รูป 3), Division Euglenophyta (5 species) (รูป 4), Division Chrysophyta (38 species) (รูป 5), Division Pyrrophyta (4 species) (รูป 6) และ Division Cryptophyta (3 species) (รูป 7) โดยจัดเป็นแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะรวมทั้งหมด 6 divisions 71 genera 107 species และสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมังพบทั้งหมด 6 divisions 54 genera 78 species ดังรายละเอียดต่อไปนี้

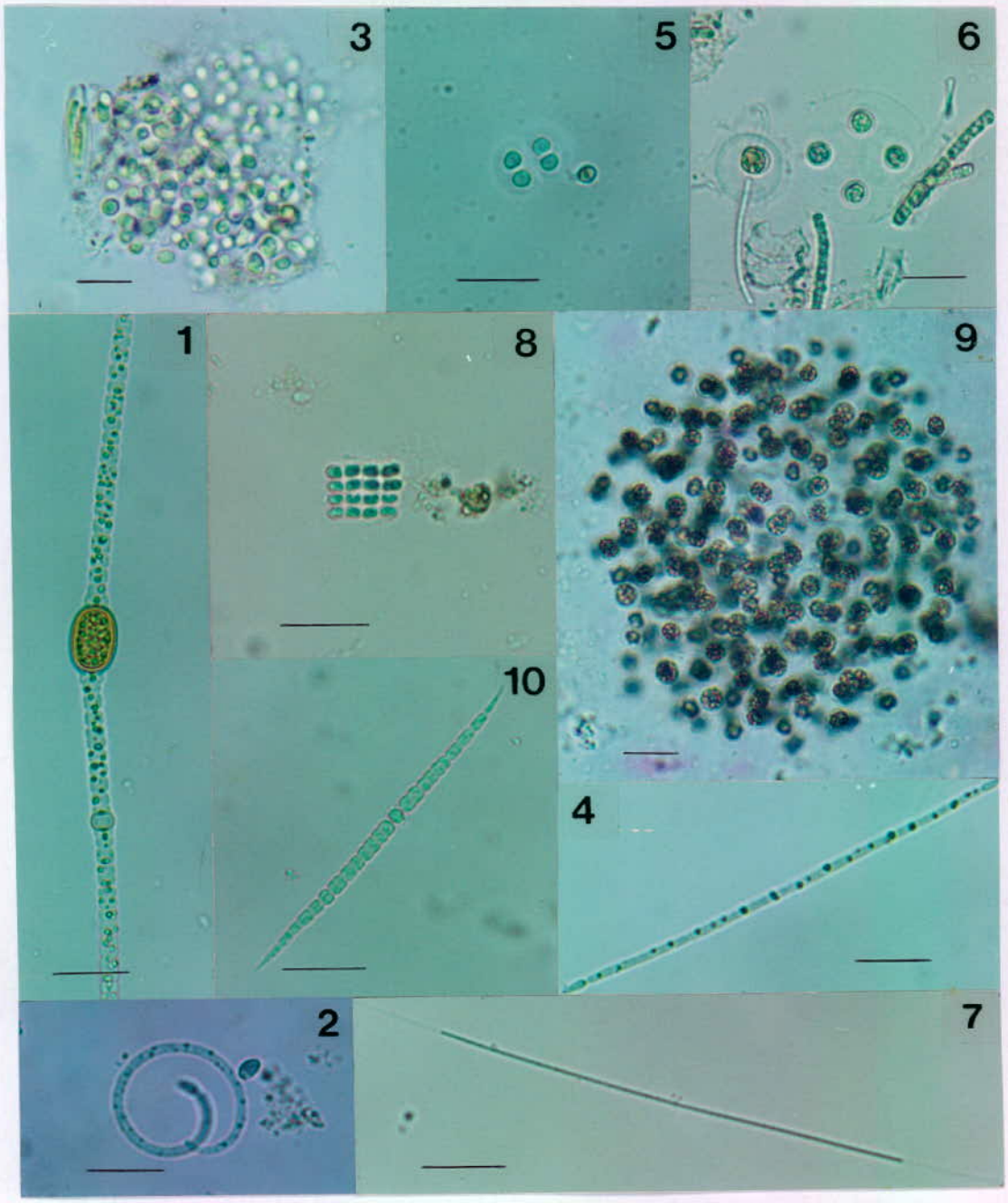
ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ

แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton)

พบทั้งหมด 6 divisions 53 genera 68 species (ตาราง 1 และ ภาคผนวก ก ตาราง 10) โดยจัดอยู่ใน

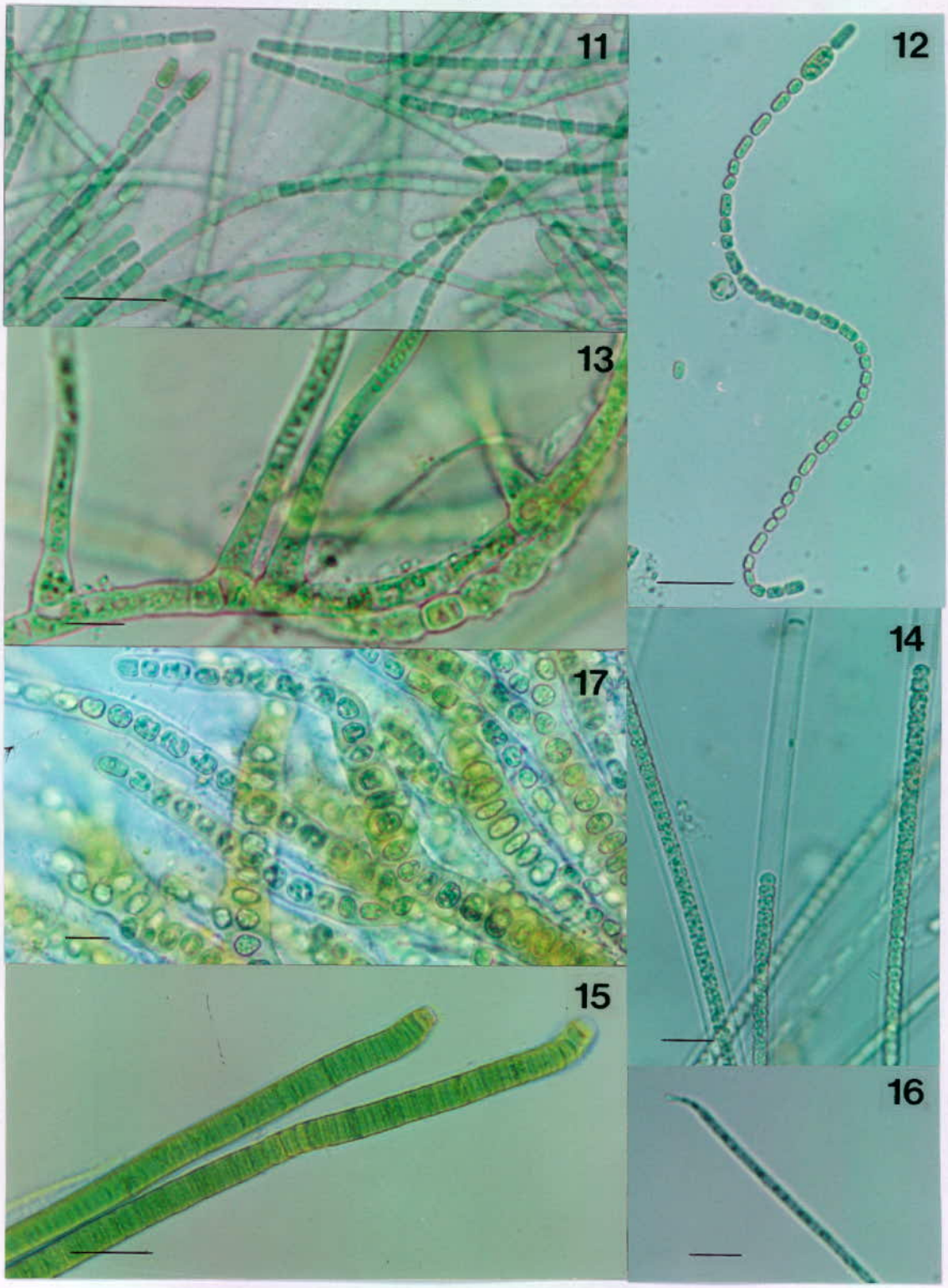
Division Cyanophyta 10 genera 10 species คือ *Anabaenopsis philippinensis* (Taylor) Ka., *Anabaena* sp.(1) ,*Chroococcus* sp., *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya&Subba.,*Gloeocapsa* sp., *Lyngbya limnetica* Lemmermann., *Merismopedia* sp., *Microcystis aeruginosa* Kutzing., *Oscillatoria splendida* Greville. และ *Raphidiopsis mediterranea* Singh.

Division Chlorophyta พบ 23 genera 33 species คือ *Actinastrum lagerheimia* G.M. Smith., *Ankistrodesmus* sp., *Botryococcus* sp., *Chlamydomonas* sp., *Chlorella* sp., *Coelastrum* sp., *Coenocystis* sp., *Cosmarium* sp., *Crucigenia ractanularis* (A. Braun) Gay., *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Elakatothrix gelationsa* Wille., *Eudorina elegans* Ehrenberg., *Monoraphidium arcuatum* (Kor's.) Hindak.,



รูป 2 Division Cyanophyta scale bar = 20 µm.

1. *Anabaena* sp.1
2. *Anabaenopsis philippinensis* (Taylor) Ka.
3. *Aphanothece* sp.
4. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz). Seenayya & Subba.
5. *Chroococcus* sp .
6. *Gloeocapsa* sp.
7. *Lyngbya limnetica* Lemmermann.
8. *Merismopedia* sp.
9. *Microcystis aeruginosa* Kutzing.
10. *Raphidiopsis mediterranea* Singh.



รูป 2 (ต่อ) Division Cyanophyta scale bar = 20 µm.

11-12. *Cylindrospermum* sp.

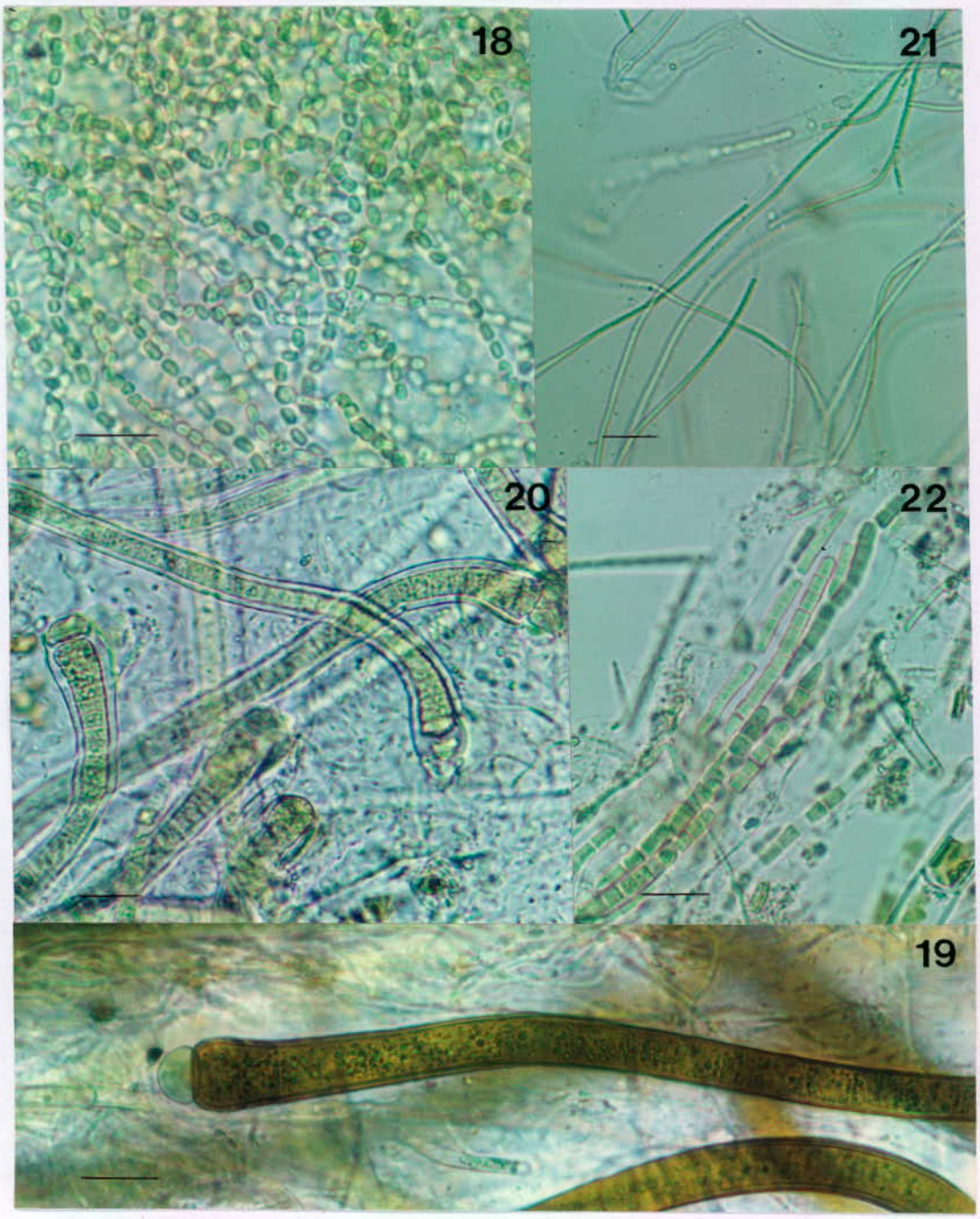
13. *Hapalosiphon* sp.

14. *Microchaete tenera* Thuret.

15. *Oscillatoria* sp.

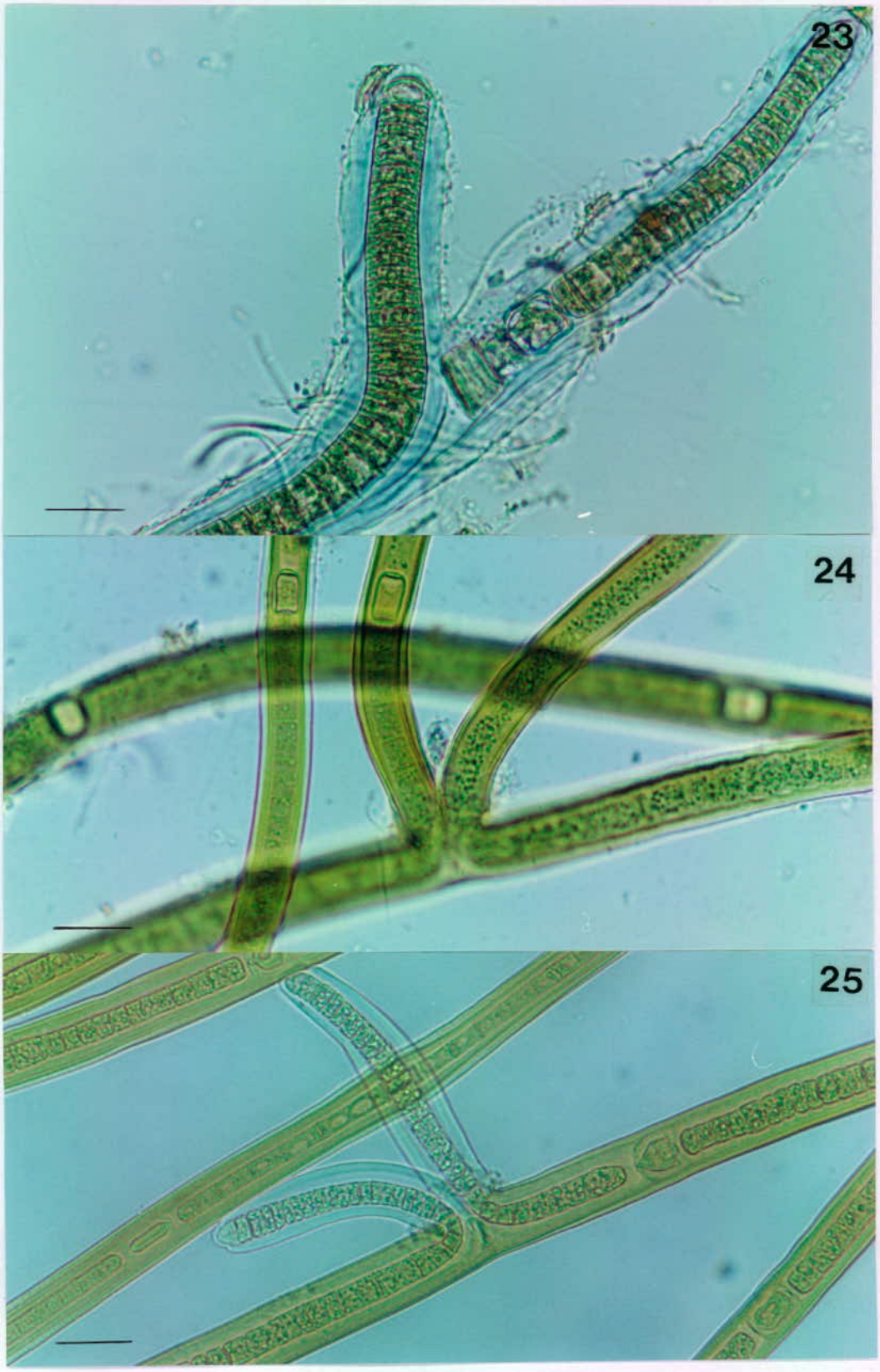
16. *Oscillatoria splendida* Greville.

17. *Stigonema* sp.



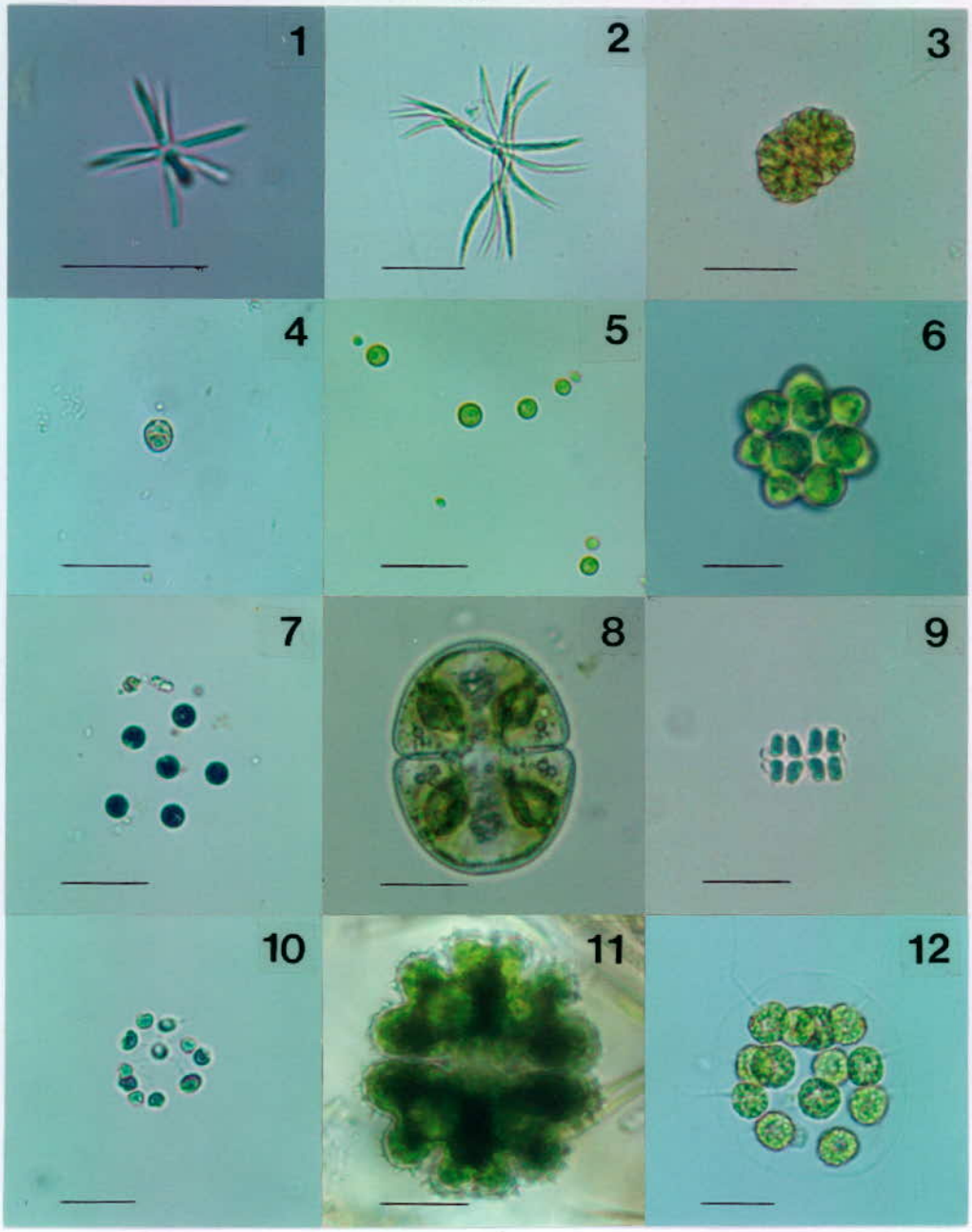
รูป 2 (ต่อ) Division Cyanophyta scale bar = 20 µm.

18. *Anabaena* sp.2
19. *Calotrix fusca* (Kutz) Born.
20. *Calotrix* sp.
21. *Lyngbya* sp.
22. *Microceleus* sp.



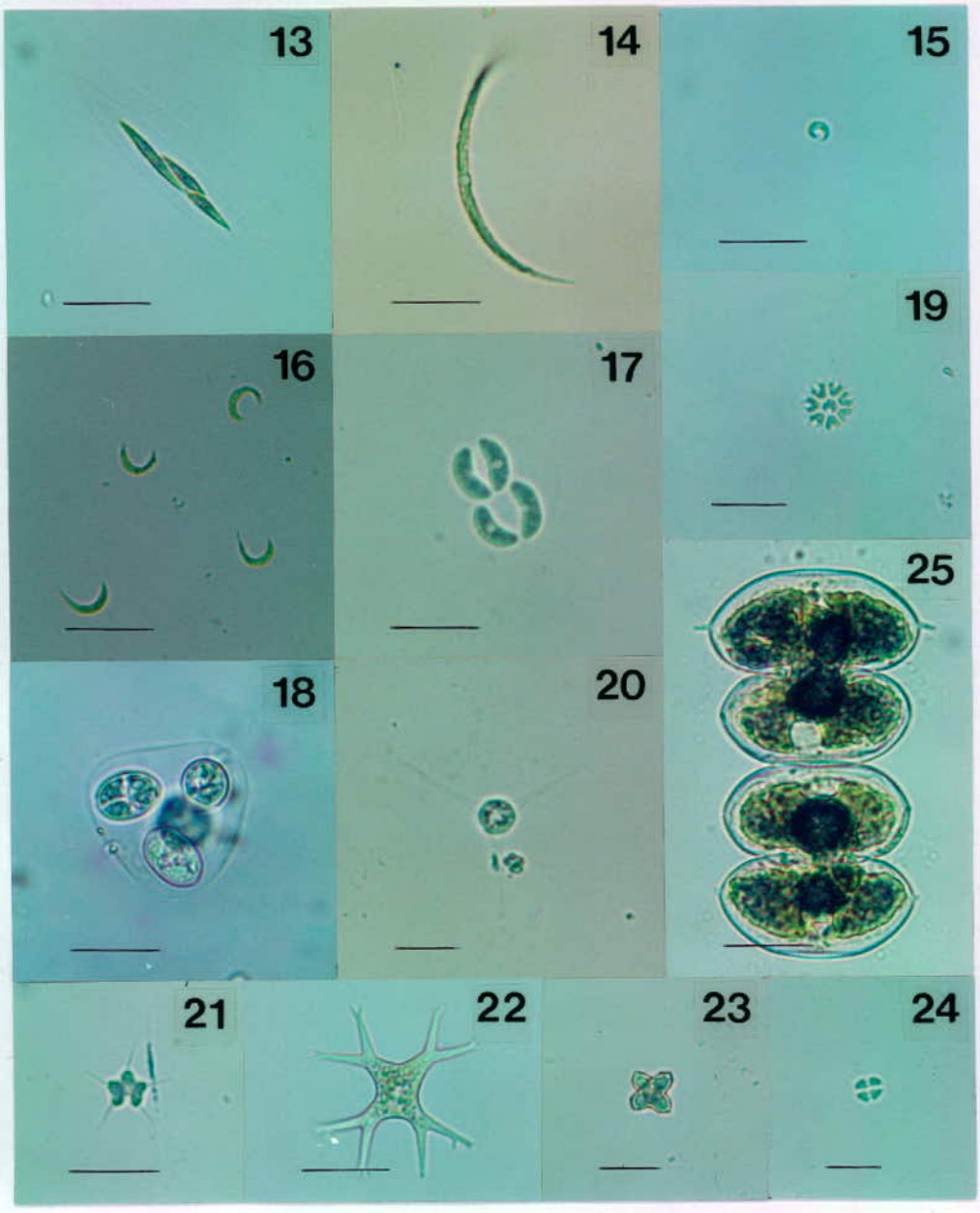
รูป 2 (ต่อ) Division Cyanophyta scale bar = 20 μm.

23-25. *Scytonema* spp.



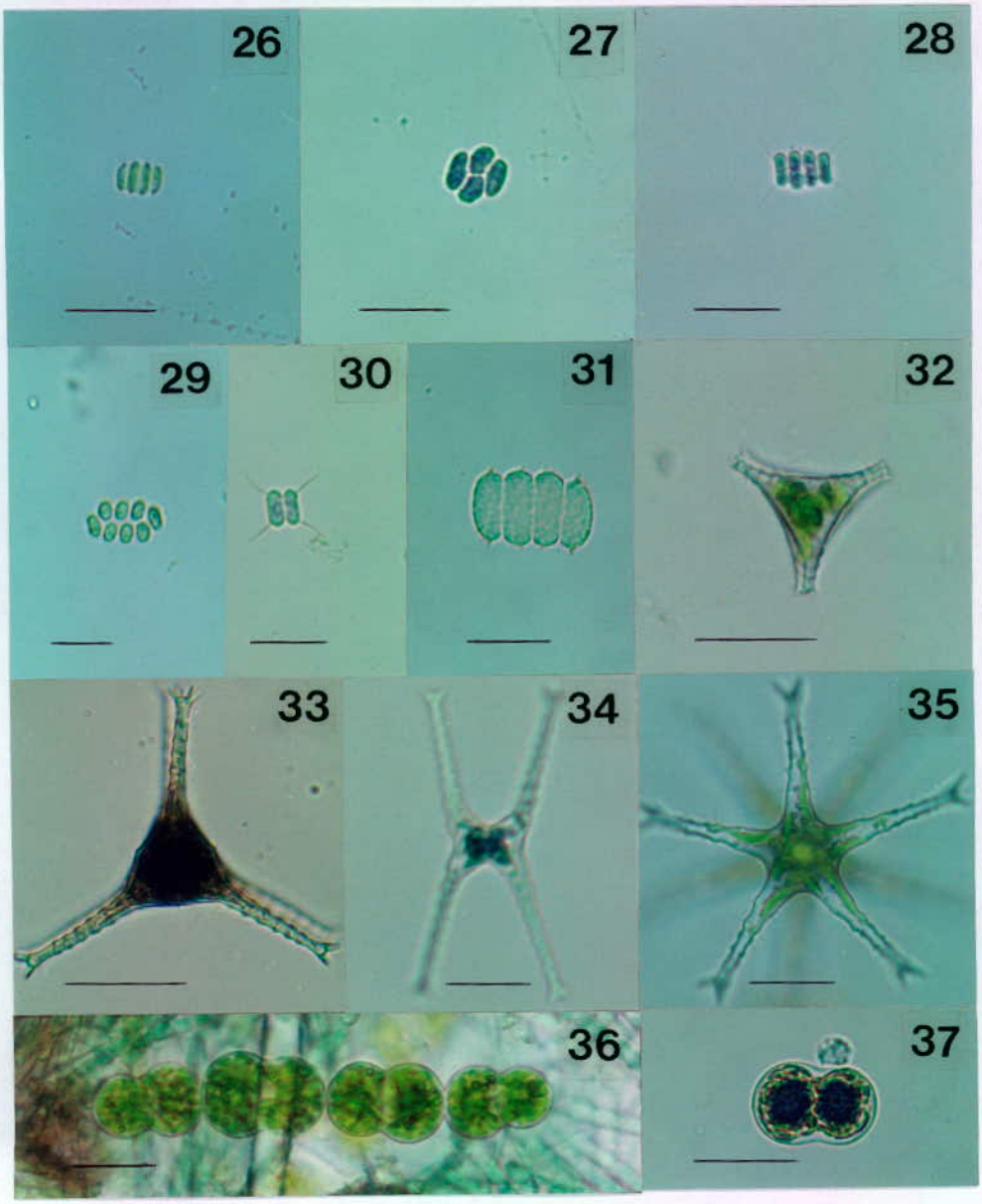
รูป 3 Division Chlorophyta scale bar = 20 µm.

1. *Actinastrum lagerheimia* G.M. Smith
2. *Ankistrodesmus* sp.
3. *Botryococcus* sp.
4. *Chlamydomonas* sp.
5. *Chlorella* sp.
6. *Coelastrum* sp.
7. *Coenocystis* sp.
8. *Cosmarium* sp.
9. *Crucigenia ractanularis* (A. Braun) Gay.
10. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood.
11. *Euastrum spinulosum* Delp.
12. *Eudorina elegans* Ehrenberg.



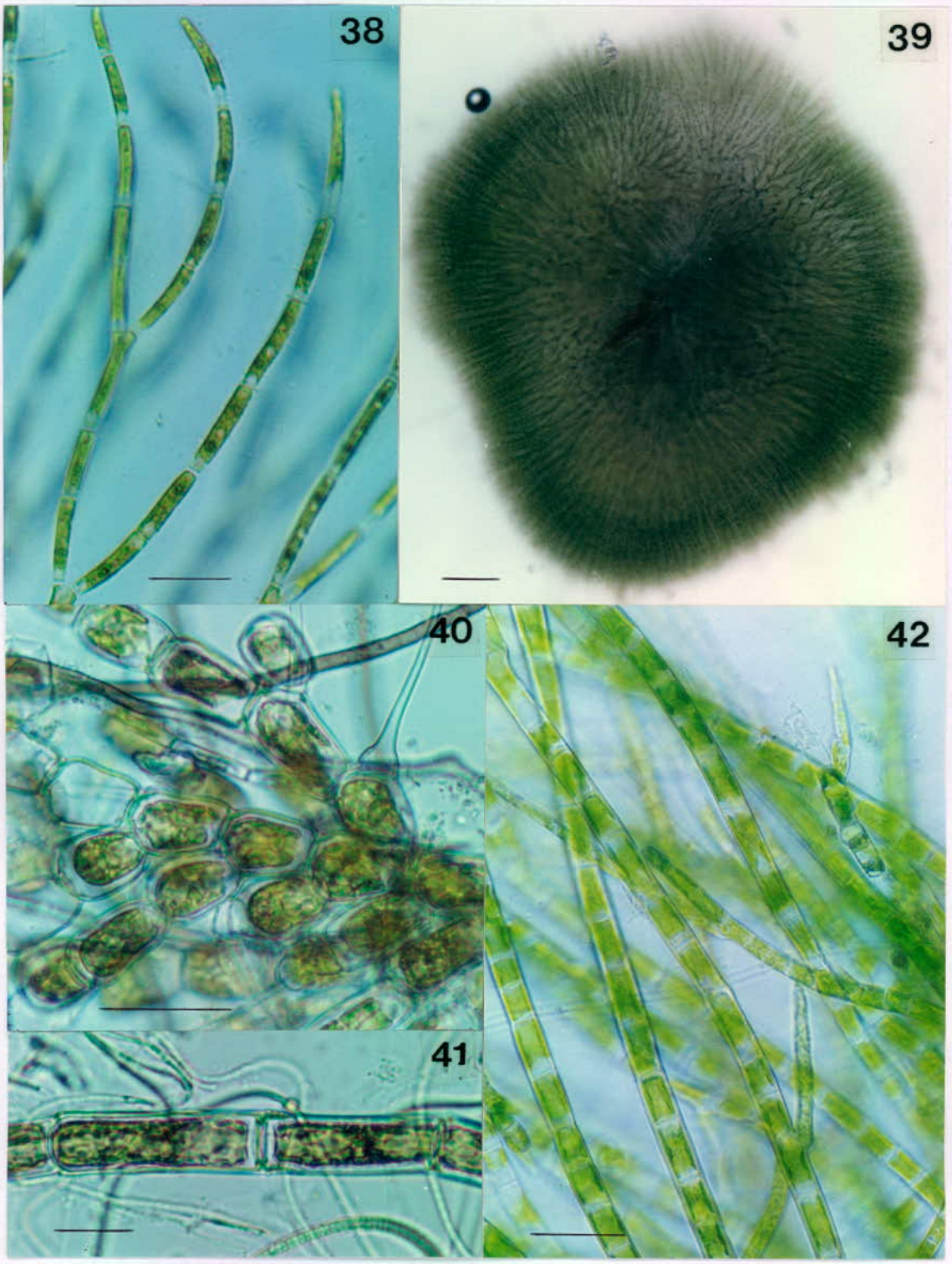
รูป 3 (ต่อ) Division Chlorophyta scale bar = 20 µm.

13. *Elakatothrix gelationsa* Wille.
14. *Monoraphidium arcuatum* (Kor's.) Hindak
15. *Monoraphidium circinale* (Nyg.) Nyg.
16. *Monoraphidium* sp.
17. *Nephrocytium* sp.
18. *Oocystis* sp.
19. *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs.
20. *Treubaria setigerum* (Archer) G.M. Smith.
21. *Tetraedron caudatatum* (Corda) Hansg
22. *Tetraedron gracile* (Reinsch) Hansgirg
23. *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg.
24. *Tetrastrum komarekii* Hindak
25. *Staurodesmus convergens* (Ehr.) Teil.



รูป 3 (ต่อ) Division Chlorophyta scale bar = 20 µm.

26. *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerheim.
27. *Scenedesmus obtusus* Meyenf.
28. *Scenedesmus armatus* (Chodat) G.M. Smith
29. *Scenedesmus bijuga* var *alternans*(Reinsch) Hansgirg
30-31. *Scenedesmus* spp.
32. *Staurastrum gracile* Ralfs.
33-34. *Staurastrum longbrachiatum* (Boreg) Gutwinski.
35. *Staurastrum pentacerum* (Wole.)G.M.Smith.
36-37. *Spondylosium panduriforme* (Turp.) Teil.



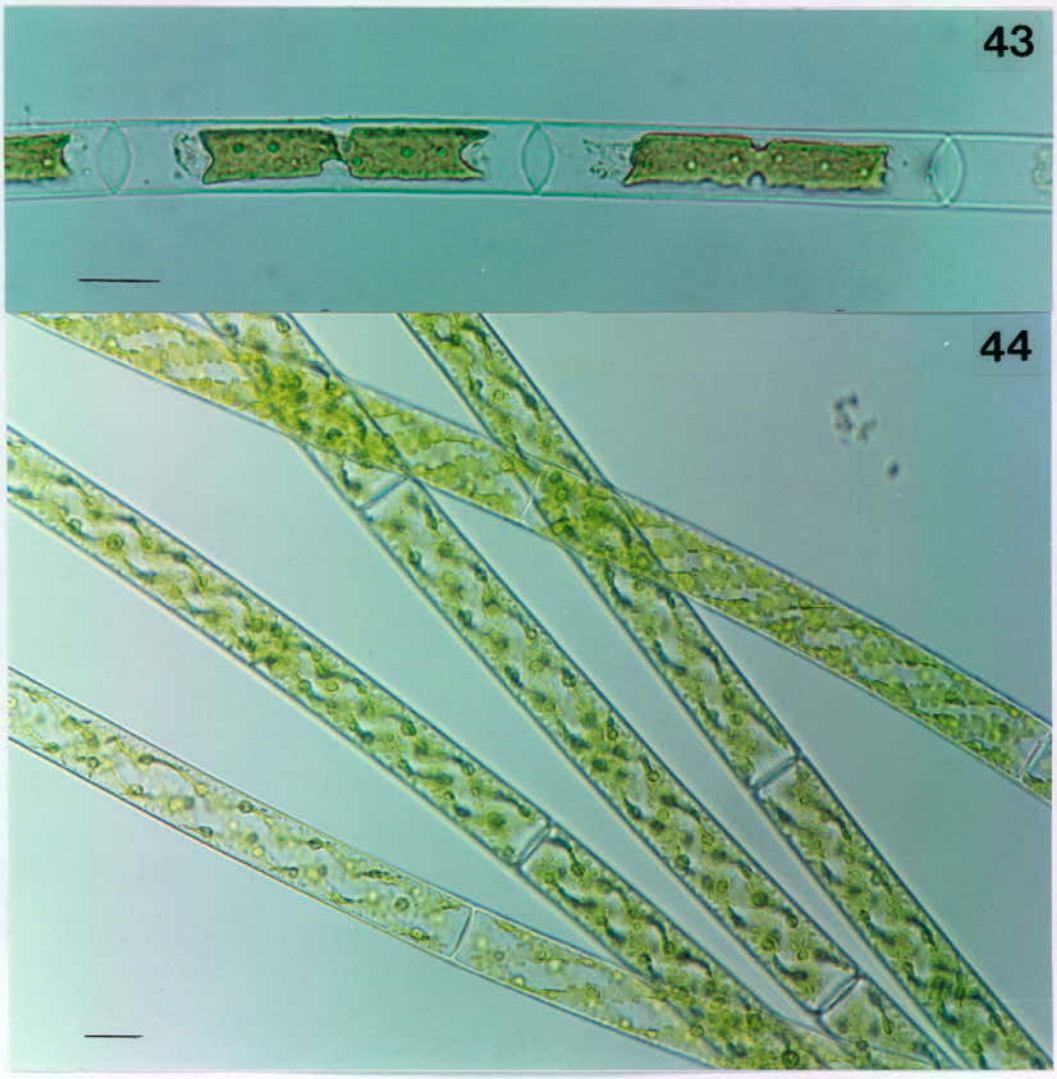
รูป 3 (ต่อ) Division Chlorophyta scale bar = 20 µm.

38-39. *Chaetophora* sp.

40. *Bulbochaete* sp.

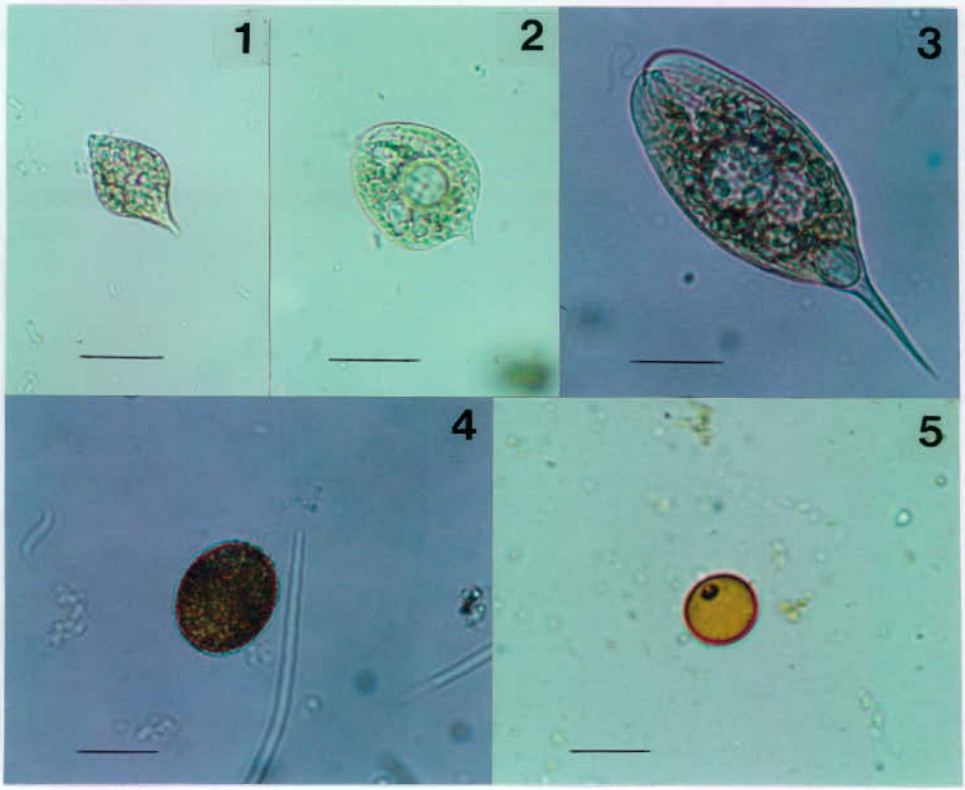
41. *Oedogonium* sp.

42. *Stigeoclonium* sp.



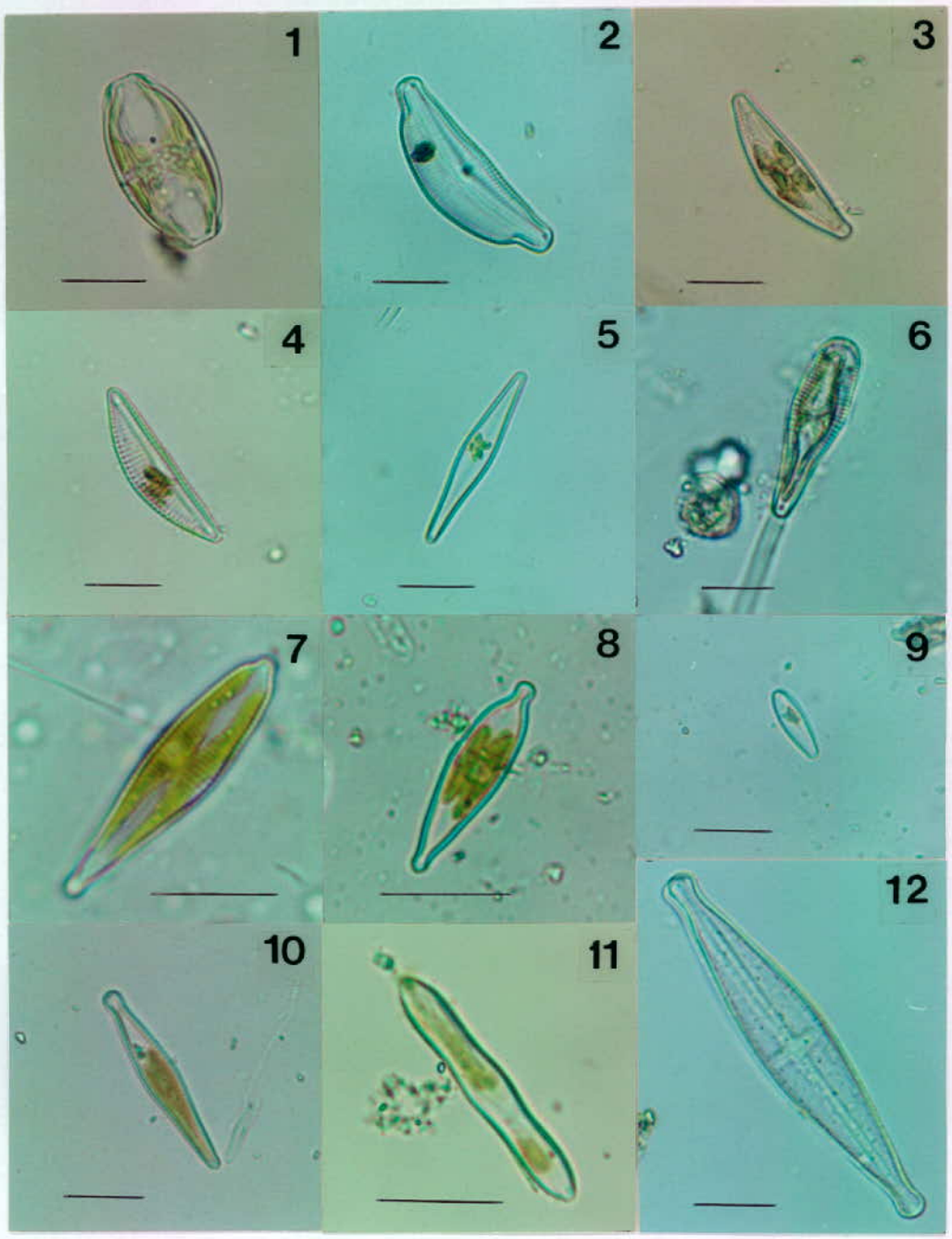
รูป 3 (ต่อ) Division Chlorophyta scale bar = 20 µm.

43. *Mougeotia* sp. 44. *Spirogyra* sp.



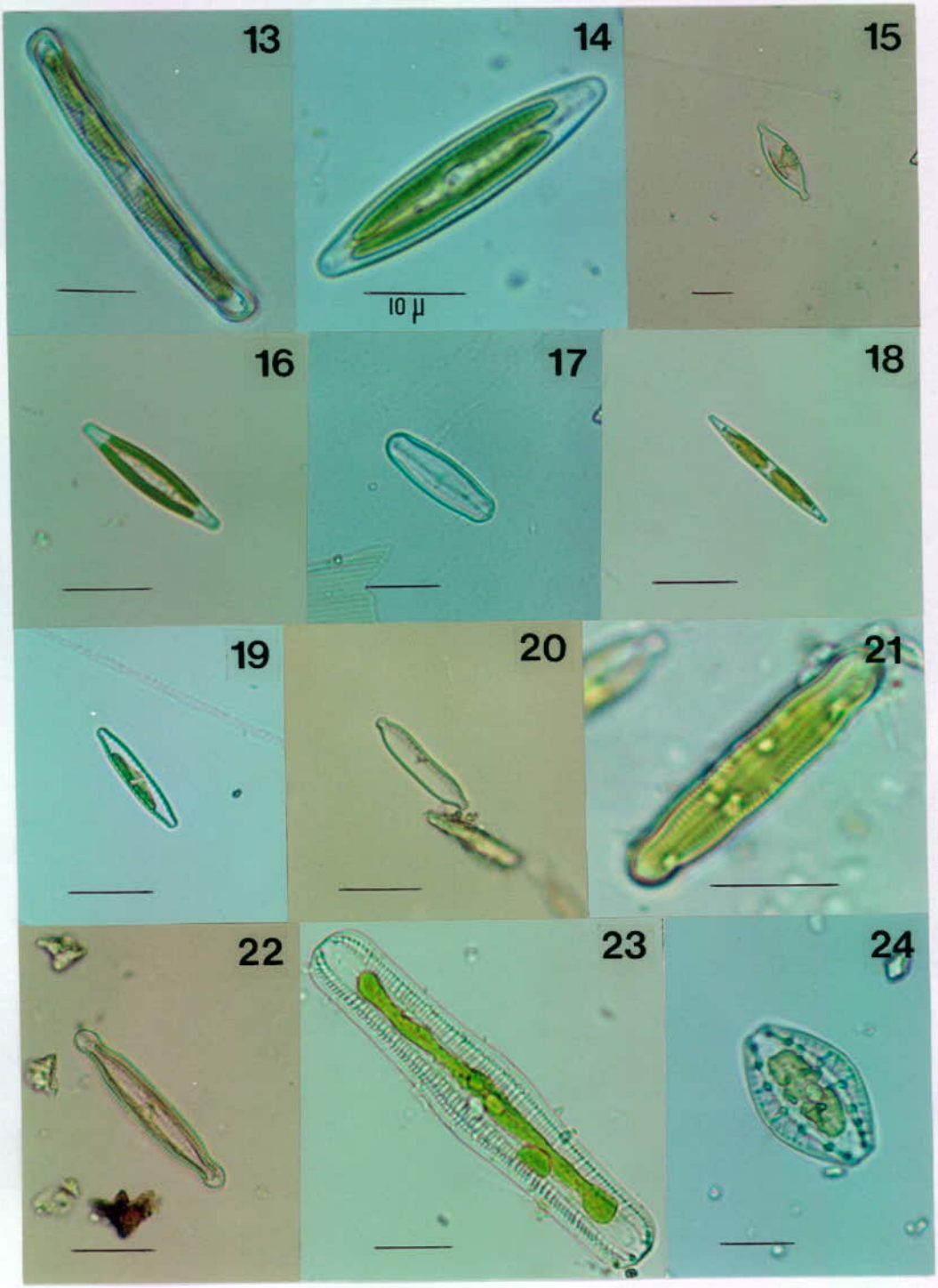
รูป 4 Division Euglenophyta scale bar = 20 μm.

1. *Euglena* sp.
2. *Phacus pleuronectes* (Mull) Duj.
3. *Phacus longicauda* Ehrenberg.
4. *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein.
5. *Trachelomonas curta* Da Cunha.



รูป 5 Division Chrysophyta scale bar = 20 μm.

1. *Amphora ovalis* (kutz)
2. *Cymbella tumida* (Brebission) Van Heurck.
3-4. *Cymbella* spp.
5-10. *Gomphonema* spp.
11. *Neidium* sp.
12. *Stauroneis sp.*



รูป 5 (ต่อ) Division Chrysophyta scale bar = 20 µm.

13. *Eunotia* sp.

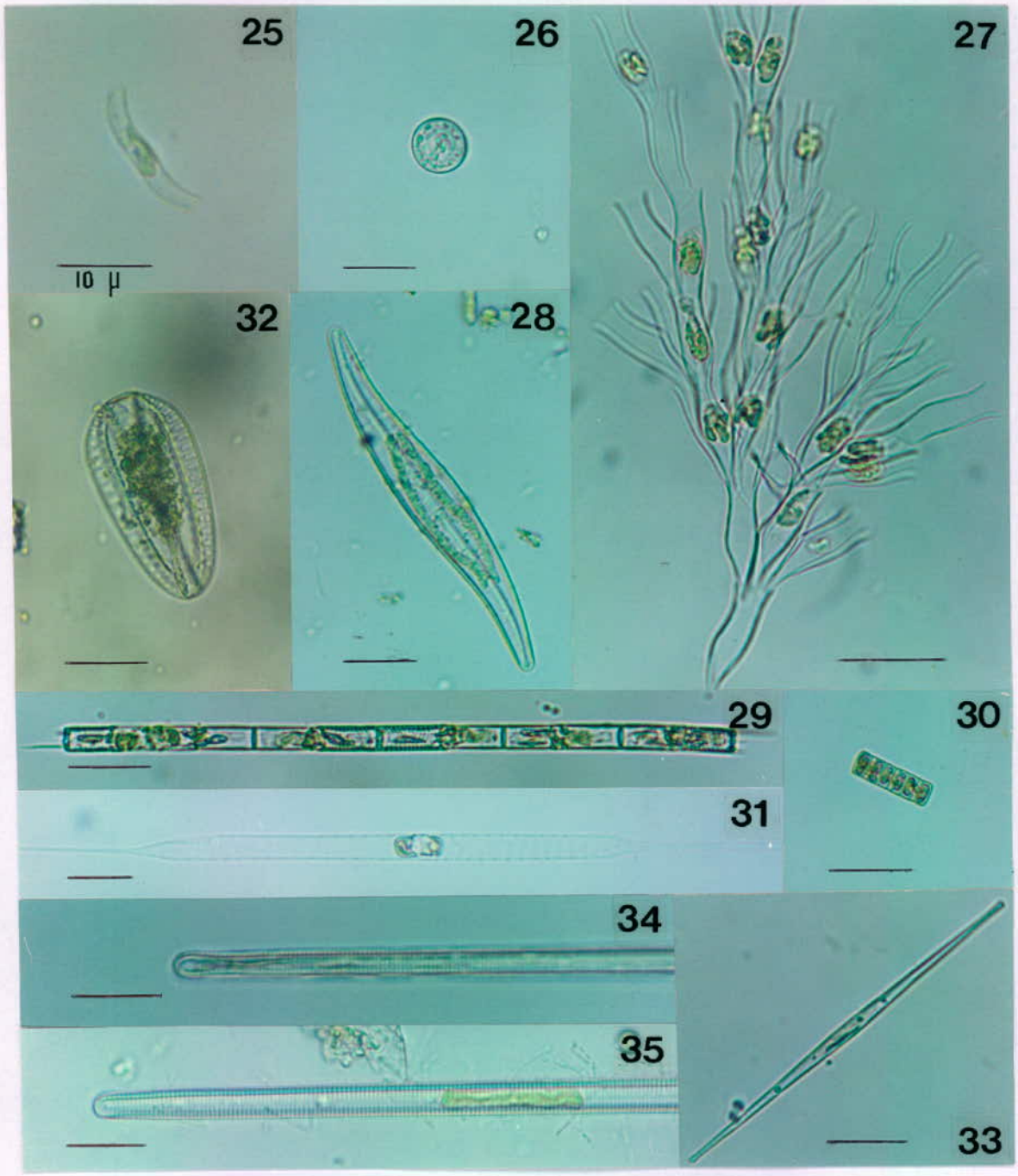
14-17. *Navicula* spp.

18-20. *Nitzschia* spp.

21-22. *Pinnularia* spp.

23. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O.Muller

24. *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O.Muller



รูป 5 (ต่อ) Division Chrysophyta scale bar = 20 µm.

25. *Achnanthes* sp.

26. *Cyclotella* sp.

27. *Dinobryon sertularia* Ehrenberg

28. *Gyrosigma* sp.

29. *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs.

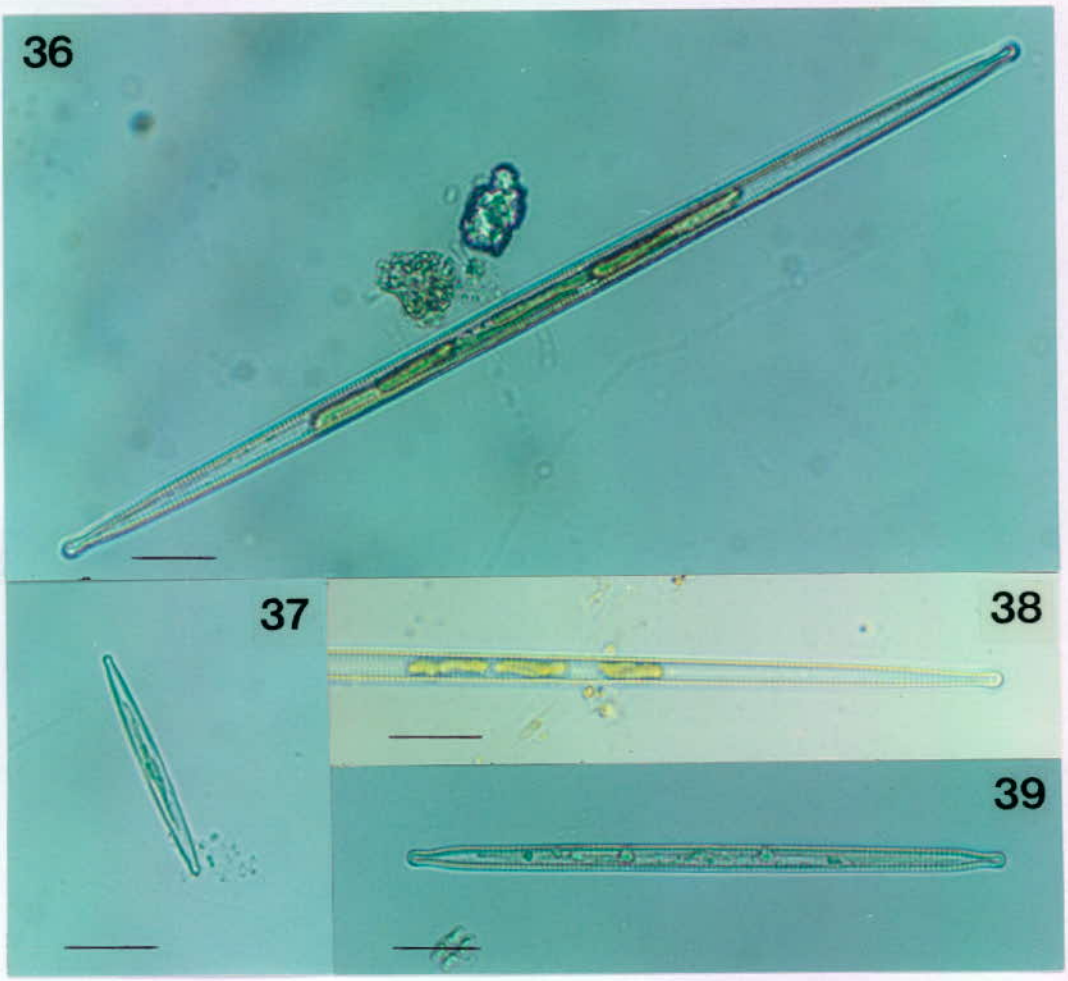
30. *Melosira varians* Agardh.

31. *Rhizosolenia* sp.

32. *Surirella* sp.

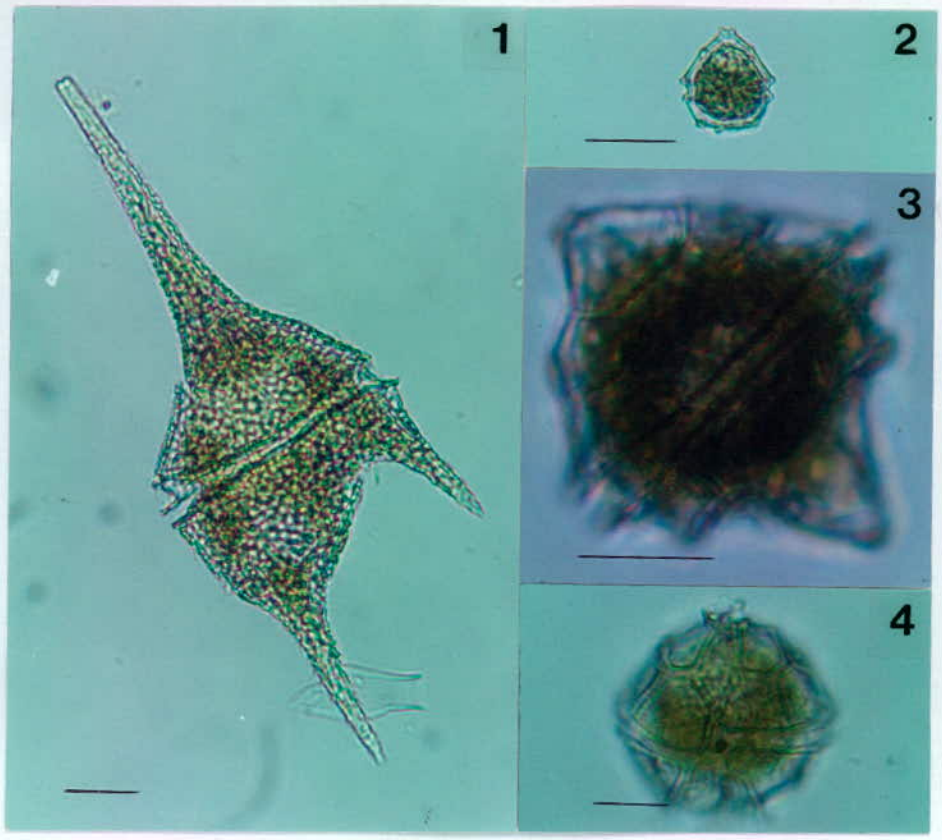
33. *Synedra acus* Kützing.

34-35. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg.



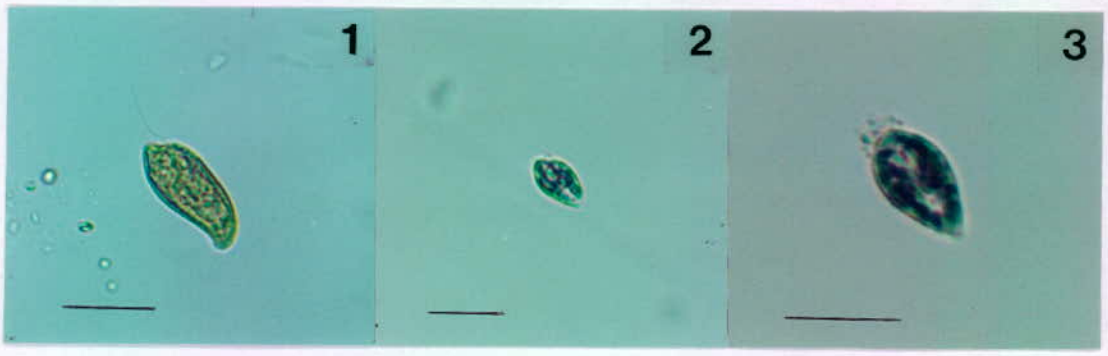
รูป 5 (ต่อ) Division Chrysophyta scale bar = 20 µm.

36-39. *Fragilaria* spp.



รูป 6 Division Pyrrophyta scale bar = 20 μm.

1. *Ceratium hirundinella* Schrank. 2-4. *Peridinium* spp.



รูป 7 Division Cryptomonas scale bar = 20 μm.

1. *Chilomonas* sp.
2. *Chroomonas* sp.
3. *Cryptomonas* sp.

ตาราง 1 ชนิดแพลงก์ตอนพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช / เดือน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
Division Cyanophyta												
Anabaenopsis philipinensis (Taylor) Ka.	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Anabaena sp.1	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Chroococcus sp.	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Cylindrospermopsis raciborskii (Wolosz)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Seenayya & Subba.												
Gloeocapsa sp.	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
Lyngbya limnetica Lemmerman.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Merismopedia sp.	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Microcystis aeruginosa Kutzing.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oscillatoria splendida Greville.	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
Raphidiopsis mediterranea Singh.	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Division Chlorophyta												
Actinastrum lagerheimia G.M. Smith	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Ankistrodesmus sp.	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Botryococcus sp.	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chlorella sp.	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Coelastrum sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Coenocystis sp.	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cosmarium sp.	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-
Crucigenia ractanularis (A. Braun) Gay.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dictyosphaerium pulchellum Wood.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Elakatothrix gelationsa Wille.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Eudorina elegans Ehrenberg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Monoraphidium arcuatum (Kor's.) Hindak.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Monoraphidium circinale (Nyg.) Nyg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Monoraphidium sp.	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Nephrocytium sp.	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Oocystis sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs.	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Scenedesmus armatus (Chodat) G.M. Smith	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerhein.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Scenedesmus obtusus Meyenf.	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
Scenedesmus sp.1	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Scenedesmus sp.2	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Spondylosium panduriforme (Turp.) Teil.	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Staurastrum gracile Ralfs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ตาราง 1 (ต่อ) ชนิดแพลงก์ตอนพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช / เดือน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
Division Chlorophyta												
Staurastrum longbrachiatum (Boreg) Gutwinski.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Staurastrum pentacerum (Wole.) G.M.Smith.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
Staurodesmus convergens (Ehr.) Teil.	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
Tetraedron caudatum (corda) Hansgirg.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tetraedron gracile (Reinsch) Hansgirg.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg.	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tetrastrum komarekii Hindak.	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Treubaria setigerum (Archer) G.M. Smith.	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+
Division Euglenophyta												
Euglena sp.	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
Phacus pleuronectes (Mull) Duj.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Trachelomonas curta Da Cunha	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+
Trachelomonas hispida (Perty) Stein.	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Division Chrysophyta												
Achnanthes sp.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cyclotella sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cymbella sp.1	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-
Dinobryon sertularia Ehrenberg	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Fragilaria sp.1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Fragilaria sp.2	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Gomphonema sp.5	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs.	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-
Melosira varians Agardh.	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-
Navicula sp.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitzschia sp.1	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
Rhizosolenia sp.	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Muller	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Synedra acus Kützing.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Division Pyrrophyta												
Ceratium hirundinella Schrank.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
Peridinium sp.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peridinium sp.2	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peridinium sp.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Division Cryptophyta												
Chilomonas sp.	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Chroomonas sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cryptomonas sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ - = ไม่พบ

+ = พบ

Monoraphidium circinale (Nyg.) Nyg., *Monoraphidium* sp., *Nephrocytium* sp., *Oocystis* sp., *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs., *Scenedesmus armatus* (Chodat) G.M. Smith., *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerheim., *Scenedesmus obtusus* Meyenf., *Scenedesmus* spp. (1,2), *Spondylosium panduriforme* (Turp.) Teil., *Staurastrum gracile* Ralfs., *Staurastrum longbrachiatum* (Boreg) Gutwinski., *Staurastrum pentacerum* (Wole.) G.M. Smith., *Staurodesmus convergens* (Ehr.) Teil., *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansgirg., *Tetraedron gracile* (Reinsch) Hansgirg., *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg., *Tetrastrum komarekii* Hindak. และ *Treubaria setigerum* (Archer) G.M. Smith.

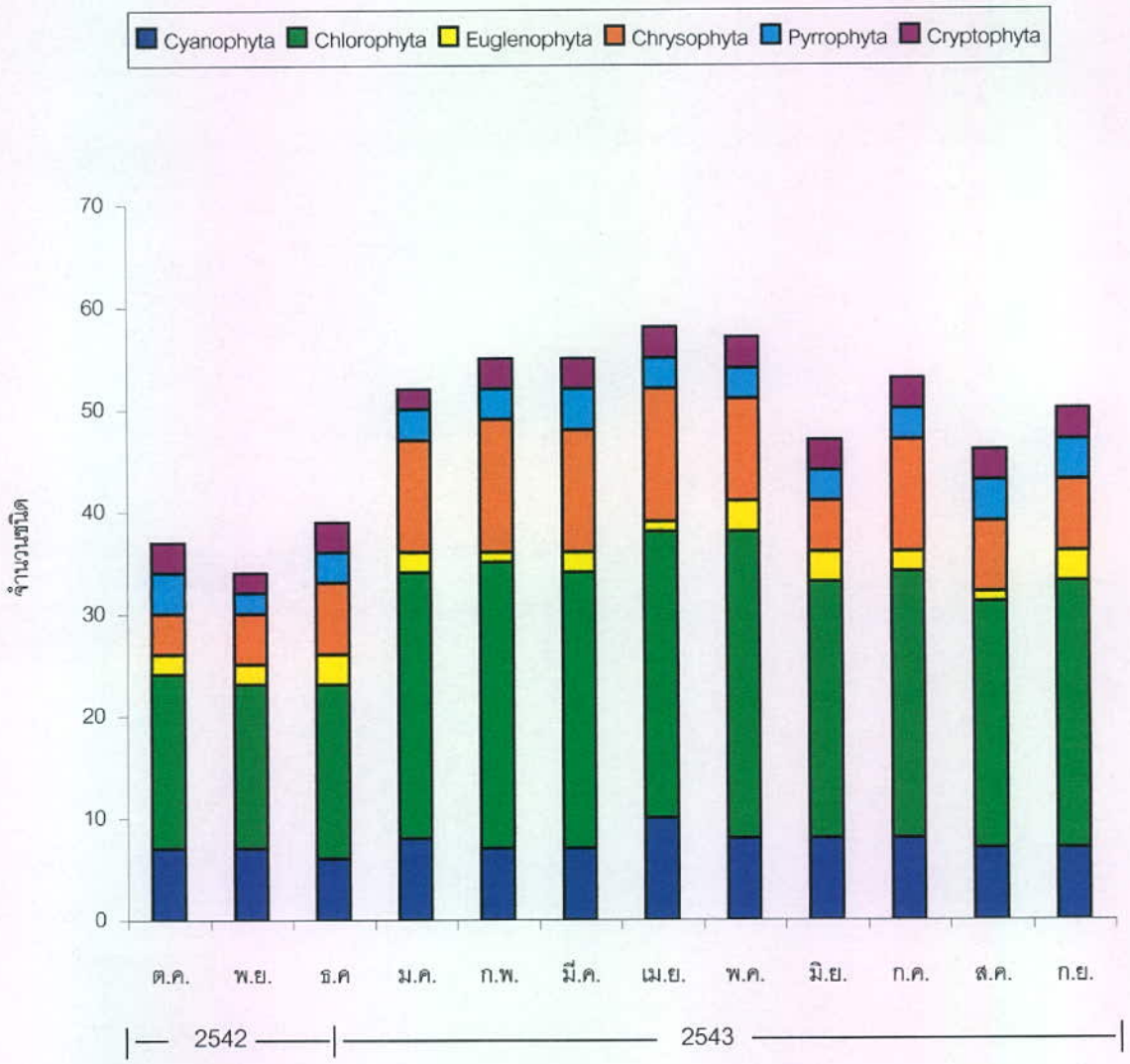
Division Euglenophyta พบ 3 genera 4 species คือ *Euglena* sp., *Phacus pleuronectes* (Mull.) Duj., *Trachelomonas curta* Da Cunha. และ *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein.

Division Chrysophyta พบ 12 genera 14 species คือ *Achnanthes* sp., *Cyclotella* sp., *Cymbella* sp.(1), *Dinobryon sertularia* Ehrenberg., *Fragilaria* spp.(1,2), *Gomphonema* sp.(5), *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Melosira varians* Agardh., *Navicula* sp.(3), *Nitzschia* sp.(1), *Rhizosolenia* sp. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Muller., และ *Synedra acus* Kützing.

Division Pyrrophyta พบ 2 genera 4 species คือ *Ceratium hirundinella* Schrank., *Peridinium* spp.(1-3)

Division Cryptophyta พบ 3 genera 3 species คือ *Chilomonas* sp., *Chroomonas* sp. และ *Cryptomonas* sp.

จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชพบมากที่สุดในเดือนเมษายน 2543 (58 species) โดยพบ Division Chlorophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด (28 species) และแพลงก์ตอนพืชมีจำนวนชนิดน้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 2542 (34 species) โดยพบ Division Chlorophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุดเช่นกัน (16 species) กล่าวได้ว่า Chlorophyta มีจำนวนชนิดมาก (290 species) และ Euglenophyta มีจำนวนชนิดน้อย (25 species) ตลอดการศึกษา (รูป 8 และภาคผนวก ก ตาราง 11) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาคผนวก ค ตาราง 19)



รูป 8 จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชใน Division ต่างๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

สาหร่ายยึดเกาะ (benthic algae)

พบทั้งหมด 3 divisions 32 genera 52 species (ตาราง 2) โดยจัดอยู่ใน

Division Cyanophyta 12 genera 16 species คือ *Anabaena* sp.(2), *Aphanothece* sp., *Calotrix* sp., *Calotrix fusca* (Kutz) Born., *Cylindrospermum* sp., *Gloeocapsa* sp., *Hapalosiphon* sp., *Lyngbya* sp., *Microceleus* sp., *Microchaete tenera* Thuret., *Oscillatoria* sp., *Oscillatoria splendida* Greville., *Scytonema* spp.(1-3), และ *Stigonema* sp.

Division Chlorophyta พบ 6 genera 6 species คือ *Bulbochaete* sp., *Chaetophora* sp., *Mougeotia* sp. *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp.และ *Stigeoclonium* sp.

Division Chrysophyta พบ 14 genera 30 species คือ *Achnanthes* sp., *Amphora ovalis* Kuetzing., *Cyclotella* sp., *Cymbella* spp. (1-2), *Cymbella tumida* (Brebission) Van Heurck., *Eunotia* sp., *Fragilaria* spp.(1-4), *Gomphonema* spp.(1-6), *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Navicula* spp.(1-4), *Neidium* sp., *Nitzschia* spp.(1,2), *Pinnularia* sp.(2), *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Muller., *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Muller., *Synedra acus* Kützing. และ *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg.

จำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะพบมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม 2543 (49 species) โดยพบ Division Chrysophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด (29 species) และพบสาหร่ายยึดเกาะมีจำนวนชนิดน้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม 2542 (35 species) ซึ่งพบ Chrysophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุดเช่นกัน (20, 24 species) กล่าวได้ว่า Chrysophyta มีจำนวนชนิดมาก (309 species) และ Division Chlorophyta มีจำนวนชนิดน้อยที่สุด (51 species) ตลอดการศึกษา (รูป 9 และภาคผนวก ก ตาราง 12) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าจำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาคผนวก ค ตาราง 20)

ความหลากหลายของสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมัง (intestine algae)

พบทั้งหมด 6 divisions 54 genera 78 species (ตาราง 3) โดยจัดอยู่ใน

Division Cyanophyta 8 genera 8 species คือ *Anabaenopsis philippinensis* (Taylor) Ka., *Aphanothece* sp., *Chroococcus* sp., *Gloeocapsa* sp., *Lyngbya* sp.

Merismopedia sp., *Microcystis aeruginosa* Kutzing. และ *Oscillatoria splendida* Greville.

Division Chlorophyta พบ 22 genera 29 species คือ *Actinastrum lagerheimia* G.M. Smith., *Ankistrodesmus* sp., *Botryococcus* sp., *Coelastrum* sp., *Coenocystis* sp., *Cosmarium* sp., *Crucigenia ractanularis* (A. Braun) Gay., *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Elakatothrix gelationsa* Wille., *Euastrum spinulosum* Delp., *Eudorina elegans* Ehrenberg., *Monoraphidium arcuatum* (Kor's.) Hindak., *Monoraphidium circinale* (Nyg.) Nyg., *Monoraphidium* sp., *Nephrocytium* sp., *Oedogonium* sp., *Oocystis* sp., *Scenedesmus armatus* (Chodat) G.M. Smith., *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerheim., *Scenedesmus bijuga* var *alternans* (Reinsch), *Spondylosium panduriforme* (Turp.) Teil., *Staurastrum longbrachiatum* (Boreg) Gutwinski., *Staurastrum pentacerum* (Wole.) G.M. Smith., *Staurodesmus convergens* (Ehr.) Teil., *Stigeoclonium* sp., *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansgirg., *Tetraedron gracile* (Reinsch) Hansgirg., *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg. และ *Tetrastrum komarekii* Hindak.

Division Euglenophyta พบ 3 genera 4 species คือ *Euglena* sp., *Phacus longicauta* Ehrenberg., *Trachelomonas curta* Da Cunha. และ *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein.

Division Chrysophyta พบ 18 genera 33 species คือ *Achnanthes* sp., *Amphora ovalis* Kuetzing., *Cyclotella* sp., *Cymbella tumida* (Brebission) Van Heurck., *Cymbella* spp.(1-2), *Eunotia* sp., *Fragilaria* spp.(1-3), *Gomphonema* spp.(1-5), *Gyrosigma* sp., *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Melosira varians* Agardh., *Navicula* spp.(1-4), *Neidium* sp., *Nitzschia* spp.(1,3), *Pinnularia* spp.(1,2), *Rhizosolenia* sp., *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Muller., *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Muller., *Stauroneis* sp. *Surirella* sp., และ *Synedra acus* Kützing.

Division Pyrrophyta พบ 2 genera 3 species คือ *Ceratium hirundinella* Schrank. และ *Peridinium* spp.(1,2)

Division Cryptophyta พบ 1 genera 1 species คือ *Cryptomonas* sp.

ตาราง 2 ชนิดสาหร่ายยึดเกาะในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดของสาหร่ายยึดเกาะ / เดือน	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม			กันยายน		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
Division Cyanophyta																																				
Anabaena sp.2		+				+				+	+			+			+	+	++++	++++		++	+	+	+	++++			+			++++	+	+	+	+	
Aphanothece sp.		+++	+			+			+																	+			+	+		+	+		+	+	+
Calothrix fusca (Kutz) Born.			++			++			++		+	+		+	+	++++	+	+	+	++++	+++	+		++++	+	+	++++	+	+	++++	+++	+	+	+++	+	+	+++
Calothrix sp.		++++																+		+		+				+										
Cylindrospermum sp.	+		++			+	+		+			++++	+		++++	+		+	+++				++++	+		++++	+		++++	+++	++++	++++	+++			
Gloeocapsa sp.	+	+		+	+++	+				+++				+	+		+	+				+							+	++	+					
Hapalosiphon sp.														+			++++								+				+++								
Lyngbya sp.	++++		++++	++++	+++	++++	++	+		++	+++	+	++++	+++	++	++++	++++	+	+++	++++	++++	++++	++	++++	+	++++	++++		++++			++++	++++	++++			
Microcoleus sp.																	++	+					++													+++	
Microchaete tenera Thuret.	++	++++	+		+	++++		+	+		+	++++		+	+			+		+	+		++	+					++++	++++		++++	++++		++++	++++	
Oscillatoria sp.1						++				+	++++					+	++	++++	++++	++++	++++	++++							+	++++			+++		++	++	
Oscillatoria splendida Greville.	+		+			++++			+	++		++++	+	++++	+++	++++	+++	++++		+	+++	++++	++++	++++	+++	+	++++	++++	+	++++	++++		+	++		++++	++++
Stigonegya sp.																		++++	++																		
Scytonema sp.1	+++	+++		+++	+++				+++			+			+			+			++++			++++	++++			++++	++++			+	+	++++	++++	++++
Scytonema sp.2		++		++		++	++		+++	+++		++++	++	++	+++			++	++		+	++		+++			++++	++++	+		++++	++++	++++	++++	++++	++++
Scytonema sp.3	++		+++		++	++		++	+++	+	+	++	+		++		++			++			++		+	++	++		++	++		++	+++	++++
Division Chlorophyta																																				
Bulbochaete sp.		+																											+	+		+	+			
Chaetophora sp.																		+++				++++								++++							
Mougeotia sp.	++	+	+						+					++		+++	+	+++	++++	+++	+++	++++	+	+	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
Oedogonium sp.	+	++	++		+	+++				++++	+++	++	++++	++	++++	++++	+	++	+++	+++	++	++	+	++	+	+	++	+	++	++++	++++	++	+++	+		+	++
Spirogyra sp.			++++		++	++	+	+		++	++	+++	++	++	++++		+	++++	+	+	++		++++	++++	+	+	+	+	+	+		+	++++	+++	+	++
Stigeoclonium sp.				++			++++	++++		++++	+++	++++	++++	++	+		++++	++++		++++	++	+++	+++	++++	++	++++	++		+++			+	+	+++			
Division Chrysophyta																																				
Achnanthes sp.	+++	+++	++	++++	+++	+	+++	+		++	++++	+	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++	++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Amphora ovalis Kuetzing.		+	+	+	+													+																+	+			
Cyclotella sp.	++	+	+	+	+	++			+	+	+	+	++	++	+++	+		+	+	+	+								+	+	+	+	+	+		+	+
Cymbella sp.1	+++	+	++	+++	++++	++++	+	+	+	+++	+	+	++	+++	+++	++	++	++	+++	++	++	+++	+	+	+	+	+	++	++++	++	+++	+++	+++	++	+++	++
Cymbella sp.2		++	+		+++	++++	+++		+	+	++	+	+	++	+++	++	++	++	++++	++++	+++	+++	++	+++			+	++	++++	+++	+++	++	+++	++	++	+
Cymbella tumida (Brebission) Van Heurck.					+++			+		+	+	+			+	+		+		+	+							+									+
Eunotia sp.			++								+			+	+														+	+					+	+	
Fragilaria sp.1	+++	++		+++	++	++++	+++	+	++++	+++	++	++	+++	+++	++	+++	+	+++	+++	+++	++++	++++	++++	+	++	++	+	++	+++	++++	+	++++	+	+++	++++		
Fragilaria sp.2	++++	+++				++	++++		++++	++++	++++	++	++++	+++	++	++	++	+	++	+	+++	++	++++	++	+	++++	+++	+	+++	++++	+	++++	+++	+	++++	+++	
Fragilaria sp.3					+	+	++	+++	+++	+++	+++	+	++	+++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	++++	++	+	+++	++
Fragilaria sp.4					+			++	+++	++++	++	++++	++	+	+++	++	++	+++	++	++	-	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+		+	++	
Gomphonema sp.1	++	++	+	+	++++	++	++	++	++	+++	+++	+	++	+++	++	+++	++	++	+++	++	+++	++	++	+++	+	+++	+	++	+++	++	++++	+++	+++	+	++++	++

ตาราง 2 (ต่อ) ชนิดสาหร่ายยึดเกาะในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดของสาหร่ายยึดเกาะ / เดือน	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม			กันยายน		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
Division Chrysophyta																																				
Gomphonema sp.2		+	+				+	+		+	+	+		+++	+	++	++	+	++	+++	+++	++		+++	+	+	++	+	+	+		++	++	+	+	+
Gomphonema sp.3	+	+++			+		+	+	+	+	++	+		+	++	++	+	+		++	++	+		+++	+	+	+			+		+	+			
Gomphonema sp.4											+	+	+	++	+	+	+	+	++	++	+	++		+++		+	+	++	+		+	+	+	+		
Gomphonema sp.5	+	+	++					+			+			++	+		+	++	+	+++	++	+		+++	+	+	+	++		+			+		+	++
Gomphonema sp.6	+					+	+	+	+	++	++	+	+	+	+	+++	+	+	+	++	+		+			+			+	+					+++		
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs.	++	+	+	+	+	+++		+			+	++	+	+	+	+		+		+	+		+		+	+		++++		+	+			+		
Navicula sp.1	+++	+++			+	++++	+	+	++++	+	+	+++	++	++++	+++	++	++	+++	+	++++	++++	++++	++		+++			++	++++	++	+	++++	+	+	++++	+	+
Navicula sp.2				+						+	+		+						++				++		+++	++		++	++	+	++++	+	+	++++	++	++	++++	+	+++
Navicula sp.3	++++	++	++++	+		+++	+	+				++		+++	++			+	++								+			+				+			+	+++
Navicula sp.4								+																			+	+	+		+	+					
Neidium sp.								+			+			+	+				+									+								
Nitzschia sp.1	+++			++++	+++	+	+	++	++	+	+	+		++	+		+	+	+	+	+		+		++			+	+	+		+	+		+	+	+++
Nitzschia sp.2							+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	++++	+	+	+		+			+	+	+	+	+	+			
Pinnularia sp.2			+		+					+		+	+	+	+			+	+	+	++			++		+	+			+	+	+				
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Muller.	+		++	+	+	+	+	+	+	+	+	+++		+	+	+	+	+	+	+	+	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Muller.	+	+	+++	+	+	+		+				+		+	+		+	+	+	+	+	++	++	+	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+++
Synedra acus Kützing.											++	++	++	++++	+	+	+	+	++	++	++	+++	+++	+++		++	+	+	++	+	+	+	++	+	+	+	
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg.	++++	+++	+++	++++	++	++++	++++	+	++++	++	++++	++++	++	++++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+	+		+	+		++	+				+++

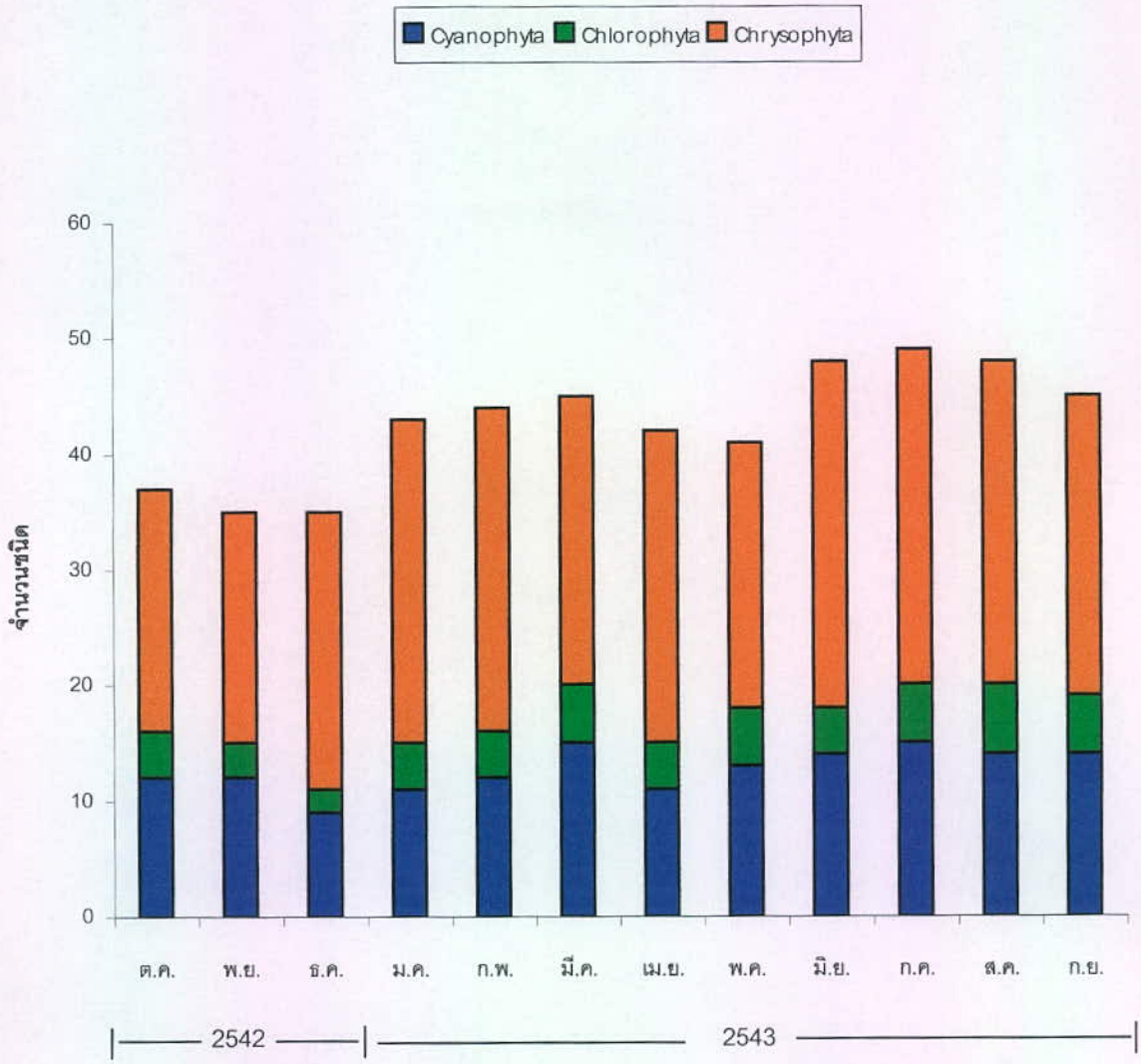
หมายเหตุ

\+ = Rare (1-10 หน่วย / พื้นภาพ)

++ = Occasional (11-30 หน่วย / พื้นภาพ)

+++ = Frequent (> 31 หน่วย / พื้นภาพ)

++++ = Dominant (เป็นกลุ่มไม่สามารถนับได้)



รูป 9 จำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะใน Division ต่าง ๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ตาราง 3 ชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดสาหร่าย / เดือนที่เก็บตัวอย่าง	ตุลาคม 2542		กุมภาพันธ์ 2543		มิถุนายน 2543	
	ปลาสร้อย	ปลากระมัง	ปลาสร้อย	ปลากระมัง	ปลาสร้อย	ปลากระมัง
Division Cyanophyta						
Aphanothece sp.	-	-	+	+	+	+
Anabaenopsis philipinensis (Taylor) Ka.	-	-	++	-	-	-
Chroococcus sp.	+	-	+	+	+	+
Gloeocapsa sp.	++	-	++	+	-	-
Lyngbya sp.	++++	++	+	+	+++	++
Merismopedia sp.	++	-	+	+	+	-
Microcystis aeruginosa Kutzing.	++	+	+	+	++	++++
Oscillatoria splendida Greville.	+	+	++	++	+	+
Division Chlorophyta						
Actinastrum lagerheimia G.M. Smith	-	-	+	-	-	-
Ankistrodesmus sp.	++	-	+	-	-	-
Botryococcus sp.	+	-	+	-	+	+
Coelastrum sp.	++	-	+++	+	+	-
Coenocystis sp.	++	-	++	+	+	+
Cosmarium sp.	+	-	+	++	+	+
Crucigenia rectangularis (A. Braun) Gay.	+++	-	++++	++	+	+
Dictyosphaerium pulchellum Wood.	+++	-	+++	+	+	+
Elakatothrix sp.	+	-	+	-	+	-
Euastrum spinulosum Delp.	-	-	+	+	-	-
Eudorina elegans Ehrenberg.	+	-	+	-	++	+
Monoraphidium arcuatum (Kor's.) Hindak.	+++	-	+	-	+	-
Monoraphidium circinale (Nyg.) Nyg.	++	-	+	+	+	+
Monoraphidium sp.	+++	-	+	-	+	-
Nephrocytium sp.	+	-	+	-	-	-
Oedogonium sp.	+	+	++	++	+	+
Oocystis sp.	+++	+	+++	-	+	+
Scenedesmus armatus (Chodat) G.M. Smith	+	-	+	+	+	+
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerhein.	++	-	+	+	+	+
Scenedesmus bijuga var *alternans* (Reinsch) Hansgirg	+	-	+	+	+	+
Spondylosium panduriforme (Turp.) Teil.	+	-	-	+	-	+
Stigeoclonium sp.	+	-	+	+	+	-
Staurastrum pentacerum (Wole.) G.M.Smith.	+	-	-	-	-	-
Staurastrum longbrachiatum (Boreg) Gutwinski.	+++	+	++++	++	++	+
Staurodesmus convergens (Ehr.) Teil.	-	-	+	+	-	-
Tetraedron caudatum (Corda) Hansgirg	-	-	+	-	-	-

ตาราง 3 (ต่อ) ชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดสาหร่าย / เดือนที่เก็บตัวอย่าง	ตุลาคม 2542		กุมภาพันธ์ 2543		มิถุนายน 2543	
	ปลาสร้อย	ปลากระมัง	ปลาสร้อย	ปลากระมัง	ปลาสร้อย	ปลากระมัง
Division Chlorophyta						
Tetraedron gracile (Reinsch) Hansgirg.	+	-	-	-	-	-
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg.	+	-	+++	++	+	+
Tetrastrum komarekii Hindak.	++	-	+++	+	+	-
Division Euglenophyta						
Euglena sp.	+++	+	+	++	+++	+++
Phacus longicauda Ehrenberg.	++	+	+	+	-	-
Trachelomonas curta Da Cunha	+++	+	+++	+++	++++	+++
Trachelomonas hispida (Perty) Stein.	+++	+	+++	++	++	+
Division Chrysophyta						
Achnanthes sp.	+++	+	+++	+++	++	+
Amphora ovalis Kuetzing.	+	-	+	+	-	-
Cyclotella sp.	++++	+	+++	+++	+++	+++
Cymbella sp.1	+++	++	++	++	+	+
Cymbella sp.2	+	-	+	++	+	-
Cymbella tumida (Brebission) Van Heurck.	+	-	-	-	+	-
Eunotia sp.	+	+	++	++	+	+
Fragilaria sp.1	+++	++	+++	++++	++	++
Fragilaria sp.2	+++	+++	+++	++	+++	+
Fragilaria sp.3	+++	-	+++	++	+++	++
Gomphonema sp.1	-	-	+	+	++	+
Gomphonema sp.2	-	-	-	+	-	+
Gomphonema sp.3	++	++	++	+++	++	++
Gomphonema sp.4	++	-	++	+	+	+
Gomphonema sp.5	+	+	+	+	+	+
Gyrosigma sp.	+	-	-	-	-	-
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs.	+++	+	++	++	++++	+++
Melosira varian Agardh.	+	-	+	-	++	++
Navicula sp.1	++	+	++	++	+	+
Navicula sp.2	+	-	+	+	+	+
Navicula sp.3	+++	++	++	+++	++	+++
Navicula sp.4	++	+	+	+	+	-
Nitzschia sp.1	+++	+++	++	++	+	+
Nitzschia sp.3	++	+	+	+	+	-
Neidium sp.	+	+	+	+	+	+
Pinnularia sp.1	-	-	+	+	+	+

ตาราง 3 (ต่อ) ชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดสาหร่าย / เดือนที่เก็บตัวอย่าง	ตุลาคม 2542		กุมภาพันธ์ 2543		มิถุนายน 2543	
	ปลาสร้อย	ปลากระมัง	ปลาสร้อย	ปลากระมัง	ปลาสร้อย	ปลากระมัง
Division Chrysophyta						
Pinnularia sp.2	+++	+	++	++	+	+
Rhizosolenia sp.	+	-	+	-	-	-
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Muller.	-	+	+	+	+	+
Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Muller.	+	-		+	-	-
Stauroneis sp.	+	+	+	+	-	+
Surirella sp.	+	-		-	-	-
Synedra acus Kützing.	+	-	++	+++	+	+
Division Pyrrophyta						
Ceratium hirundinella Schrank.	+++	+	-	-	-	-
Peridinium sp.1	++++	+	+++	++	+++	+++
Peridinium sp.2	++++	+	++++	++	+	+
Division Cryptophyta						
Cryptomonas sp.	+	-	+	+	+	+

หมายเหตุ

- = ไม่พบ
- \+ = 1 - 30 %
- ++ = 31 - 50 %
- +++ = 51 - 80 %
- ++++ = 81 - 100 %

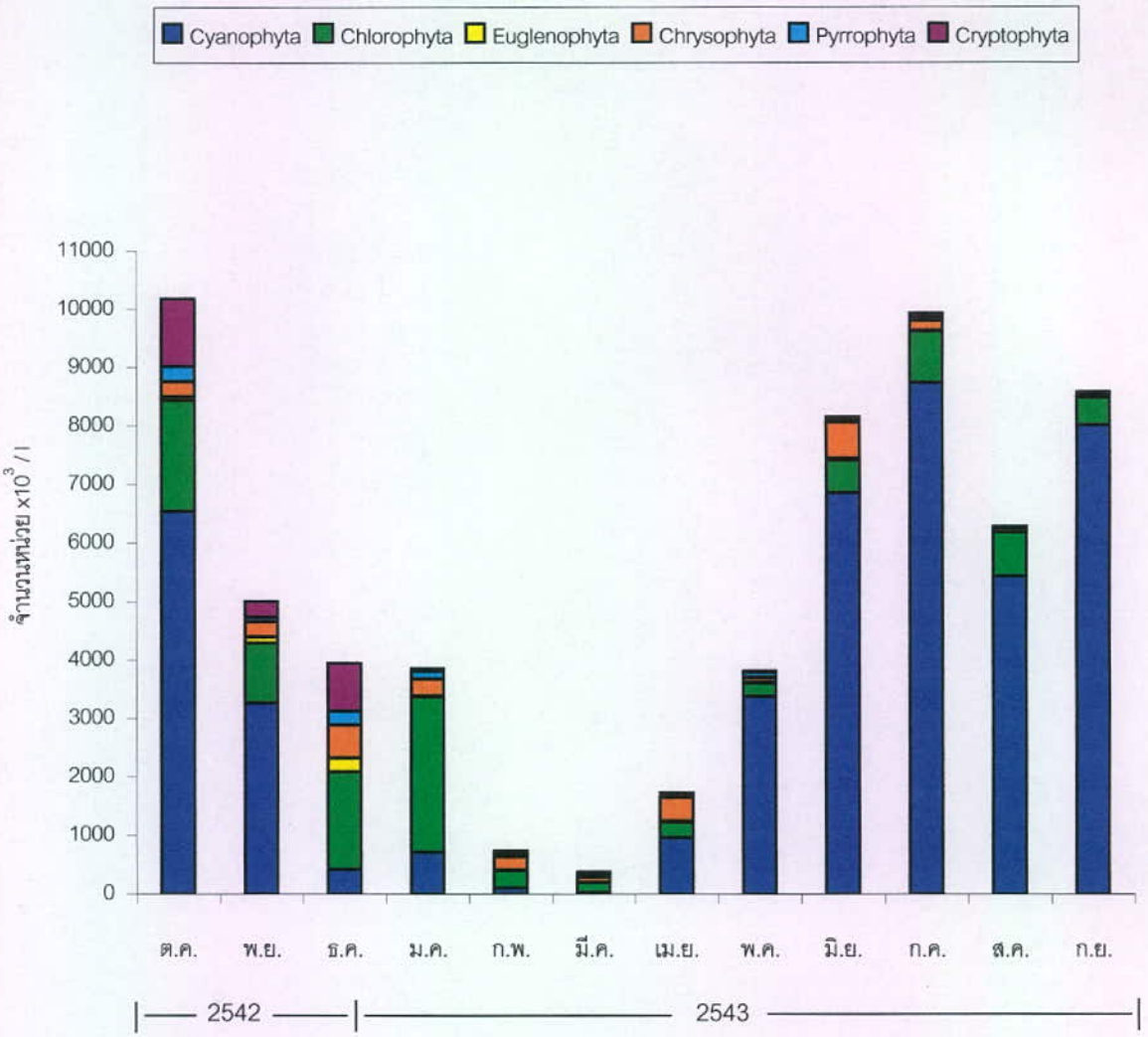
ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ

ปริมาณแพลงก์ตอนพืชโดยเฉลี่ยมากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2542 (10179.34 $x10^3$ หน่วยต่อลิตร) และน้อยที่สุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2543 (379.66 $x10^3$ หน่วยต่อลิตร) (รูป 10 และภาคผนวก ก ตาราง 13) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 (379.67 – 6270.67) x 10^3 หน่วยต่อลิตร, กลุ่มที่ 2 (1729.67 – 8133.33) x 10^3 หน่วยต่อลิตร และกลุ่มที่ 3 (3811.50 – 10072.01) x 10^3 หน่วยต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และภาคผนวก ค ตาราง 21)

องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช (algal composition) ประกอบด้วย Division Cyanophyta มีปริมาณมากที่สุดในเดือนกันยายน 2543 (93.27 %) และมีปริมาณน้อยที่สุดในเดือนมีนาคม 2543 (6.58 %) (รูป 11 และภาคผนวก ก ตาราง 14) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืช Division Cyanophyta ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ซึ่งสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 (25.00 – 3368.17) x 10^3 หน่วยต่อลิตร, กลุ่มที่ 2 (417.07 – 5425.33) x 10^3 หน่วยต่อลิตร, กลุ่มที่ 3 (3255.88 – 7999.67) x 10^3 หน่วยต่อลิตร และ กลุ่มที่ 4 (5425.33 – 8728.33) x 10^3 หน่วยต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และภาคผนวก ค ตาราง 22)

Division Chlorophyta มีปริมาณมากในเดือนมกราคม 2543 (68.67 %) และมีปริมาณน้อยในเดือนกันยายน 2543 (5.48 %) (รูป 11 และภาคผนวก ก ตาราง 14) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาคผนวก ค ตาราง 23)

Division Euglenophyta มีปริมาณน้อยที่สุดตลอดการศึกษา โดยพบมากในเดือนธันวาคม 2542 (6.00 %) และน้อยในเดือนสิงหาคม 2543 (0.01 %), (รูป 11 และภาคผนวก ก ตาราง 14) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืช Division Euglenophyta ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ซึ่งสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 (0.67 – 62.67) x 10^3

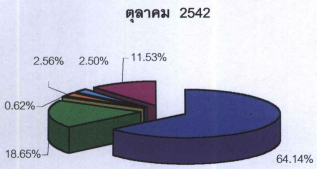


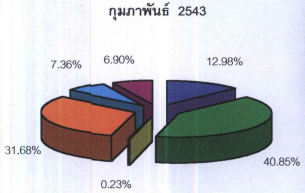
รูป 10 ปริมาณโดยเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

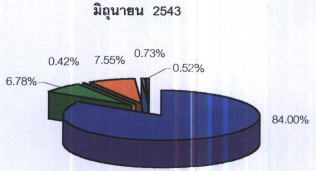
ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำทางกายภาพ-เคมีและชีวภาพ โดยการเปรียบเทียบในแต่ละเดือนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

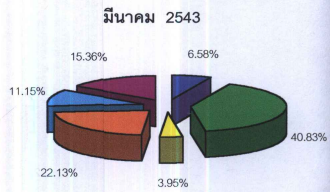
ปัจจัย / เดือน	ต.ค.42	พ.ย.42	ธ.ค.42	ม.ค.43	ก.พ.43	มี.ค.43	เม.ย.43	พ.ค.43	มิ.ย.43	ก.ค.43	ส.ค.43	ก.ย.43
Total phytoplankton (unit x 10^3/l)	10072.01^{c}	4938.78^{abc}	3930.73^{abc}	3852.67^{abc}	732.33^{a}	379.67^{a}	1729.67^{ab}	3811.50^{abc}	8133.33^{bc}	9913.00^{c}	6270.67^{abc}	8572.67^{c}
Cyanophyta (unit x 10^3/l)	6529.39^{cd}	3255.88^{abc}	417.07^{ab}	706.00^{ab}	95.33^{a}	25.00^{a}	956.00^{ab}	3368.17^{abc}	6847.08^{cd}	8728.33^{d}	5425.33^{bcd}	7999.67^{cd}
Chlorophyta (unit x 10^3/l)	1898.70^{a}	1025.88^{a}	1659.53^{a}	2647.67^{a}	300.00^{a}	155.00^{a}	266.33^{a}	232.33^{a}	552.75^{a}	881.67^{a}	744.67^{a}	470.33^{a}
Euglenophyta (unit x 10^3/l)	62.67^{ab}	107.33^{b}	236.90^{c}	26.33^{ab}	1.67^{a}	15.00^{a}	22.00^{a}	18.33^{a}	34.5.00^{ab}	11.33^{a}	0.67^{a}	4.00^{a}
Chrysophyta (unit x 10^3/l)	260.67^{a}	258.06^{a}	565.19^{a}	293.33^{a}	232.67^{a}	84.00^{a}	392.67^{a}	76.17^{a}	615.67^{a}	174.33^{a}	65.67^{a}	56.00^{a}
Pyrrophyta (unit x 10^3/l)	254.45^{b}	75.73^{a}	240.00^{b}	131.67^{ab}	54.00^{a}	42.33^{a}	40.33^{a}	82.50^{a}	58.83^{a}	61.67^{a}	22.00^{a}	25.00^{a}
Cryptophyta (unit x 10^3/l)	1173.46^{c}	279.83^{a}	827.39^{b}	51.67^{a}	50.67^{a}	58.33^{a}	54.00^{a}	39.67^{a}	42.33^{a}	66.00^{a}	20.00^{a}	21.67^{a}
Depth (m)	37.00^{ef}	38.00^{ef}	38.83^{f}	36.83^{ef}	35.33^{e}	35.50^{e}	30.67^{cd}	28.33^{abc}	27.70^{ab}	26.77^{a}	29.67^{bcd}	31.83^{d}
Secchi depth (m)	1.76^{ab}	2.68^{def}	2.12^{abcd}	2.28^{bcde}	2.94^{f}	1.58^{a}	2.01^{abc}	1.89^{abc}	2.36^{bcdef}	2.21^{abcd}	2.45^{cdef}	2.88^{ef}
Air temperature (^{o}C)	27.67^{bcd}	28.40^{bcd}	23.33^{a}	26.00^{b}	26.33^{bc}	28.83^{cd}	34.67^{f}	29.67^{de}	32.00^{e}	29.33^{d}	29.50^{d}	27.67^{bcd}
Water temperature (^{o}C)	28.20^{c}	29.00^{cd}	25.63^{b}	24.30^{ab}	23.83^{a}	25.40^{ab}	30.83^{e}	29.87^{de}	30.30^{de}	30.27^{de}	30.03^{de}	29.63^{cde}
pH	8.24^{fgh}	8.56^{gh}	6.52^{a}	7.36^{bcd}	7.19^{bc}	7.99^{efg}	8.62^{h}	7.66^{cde}	7.81^{def}	7.68^{cdef}	8.39^{gh}	7.06^{b}
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	55.33^{bcd}	57.00^{de}	52.33^{a}	56.50^{cde}	53.50^{ab}	55.00^{bcd}	58.17^{e}	55.00^{bcd}	55.00^{bcd}	54.67^{bc}	53.83^{ab}	54.67^{bc}
Conductivity (uS/cm)	102.67^{e}	96.87^{ab}	96.33^{a}	100.95^{cde}	97.47^{ab}	97.53^{ab}	98.73^{abc}	102.70^{e}	101.80^{de}	99.73^{bcde}	99.60^{bcd}	98.33^{abc}
TDS (mg/l)	51.33^{e}	48.43^{eb}	48.17^{a}	50.57^{cde}	48.73^{ab}	48.77^{ab}	49.37^{abc}	51.35^{e}	50.90^{de}	49.87^{bcde}	49.80^{bcd}	49.17^{abc}
DO (mg/l)	7.93^{cde}	9.07^{f}	2.80^{a}	6.43^{b}	6.53^{b}	8.47^{e}	9.13^{f}	8.27^{de}	7.87^{cd}	7.53^{c}	7.40^{c}	6.13^{b}
BOD_5 (mg/l)	2.47^{e}	1.33^{c}	1.00^{abc}	0.50^{a}	0.70^{ab}	1.33^{c}	2.10^{e}	1.33^{c}	1.17^{bc}	0.40^{a}	0.50^{a}	0.73^{abc}
COD (mg/l)	19.27^{bcd}	22.77^{cd}	26.28^{d}	24.53^{cd}	18.77^{bc}	24.00^{cd}	12.48^{ab}	12.80^{ab}	9.33^{a}	10.67^{a}	11.36^{a}	12.59^{ab}
TKN (mg/l)	0.82^{a}	2.05^{d}	9.43^{g}	3.73^{f}	2.80^{e}	3.08^{e}	2.80^{e}	1.63^{c}	1.17^{b}	1.40^{bc}	2.10^{d}	0.70^{a}
Chlorophyll-a (x 10^{-3}ug/l)	20.72^{g}	9.87^{de}	12.83^{ef}	14.80^{f}	6.91^{bcd}	4.93^{abc}	2.96^{ab}	4.93^{abc}	4.54^{abc}	1.97^{a}	5.13^{abc}	7.89^{cd}

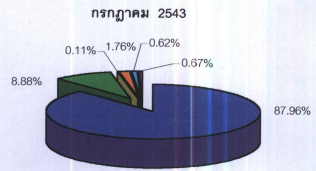
หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

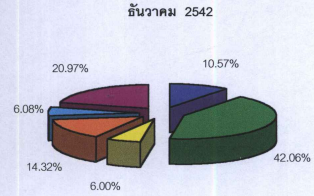


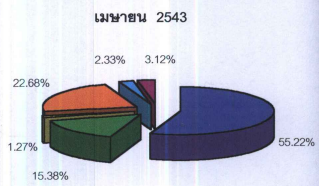


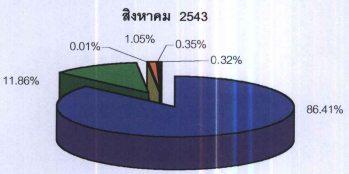


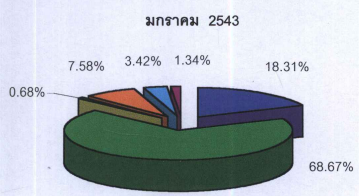


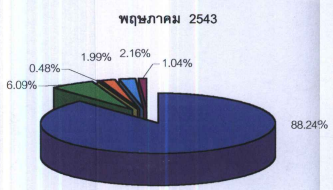


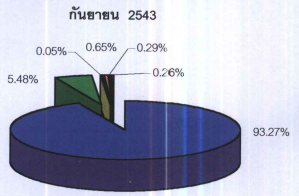












รูป 11 ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

หน่วยต่อลิตร, กลุ่มที่ 2 (26.33 – 107.33) x 10^3 หน่วยต่อลิตร และ กลุ่มที่ 3 236.90 x 10^3 หน่วยต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ ตอนพืชภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 24)

Division Chrysophyta มีปริมาณมากในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (31.68 %) และมีปริมาณน้อยในเดือนกันยายน 2543 (0.65 %) (รูป 11 และภาคผนวก ก ตาราง 14) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืช Division Chrysophyta ในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาคผนวก ค ตาราง 25)

Division Pyrrophyta มีปริมาณมากในเดือนมีนาคม 2543 (11.15 %) และมีปริมาณน้อยในเดือนกันยายน 2543 (0.29 %) (รูป 11 และภาคผนวก ก ตาราง 14) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืช Division Pyrrophyta ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 (22.00 – 131.67) x 10^3 หน่วยต่อลิตร และ กลุ่มที่ 2 (131.67 – 254.45) x 10^3 หน่วยต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชภายในกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บ ตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และภาคผนวก ค ตาราง 26)

Division Cryptophyta มีปริมาณมากในเดือนธันวาคม 2542 (20.97 %) และมีปริมาณน้อยในเดือนกันยายน 2543 (0.26 %) (รูป 11 และภาคผนวก ก ตาราง 14) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืช Division Cryptophyta ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ซึ่งสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 (20.00 – 279.83) x 10^3 หน่วยต่อลิตร, กลุ่มที่ 2 827.39 x 10^3 หน่วยต่อลิตร และ กลุ่มที่ 3 1173.46 x 10^3 หน่วยต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 27)

องค์ประกอบของชนิดสาหร่ายยึดเกาะ (benthic algal composition) พบ Division Chrysophyta มีปริมาณมากที่สุด โดยพบมากในเดือนธันวาคม 2542 (68.57 %) และน้อยในเดือนมีนาคม 2543 (55.56 %) Division ที่พบมากรองลงมาได้แก่ Cyanophyta พบมากในเดือนพฤศจิกายน 2542 (34.29 %) พบน้อยในเดือนมกราคม 2543 (25.58 %) และ Division ที่

พบน้อยที่สุดคือ Chlorophyta โดยพบมากในเดือนสิงหาคม 2543 (12.50 %) พบน้อยในเดือนธันวาคม 2542 (5.71 %) (รูป 12 และภาคผนวก ก ตาราง 15)

จำนวนชนิดของสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมัง

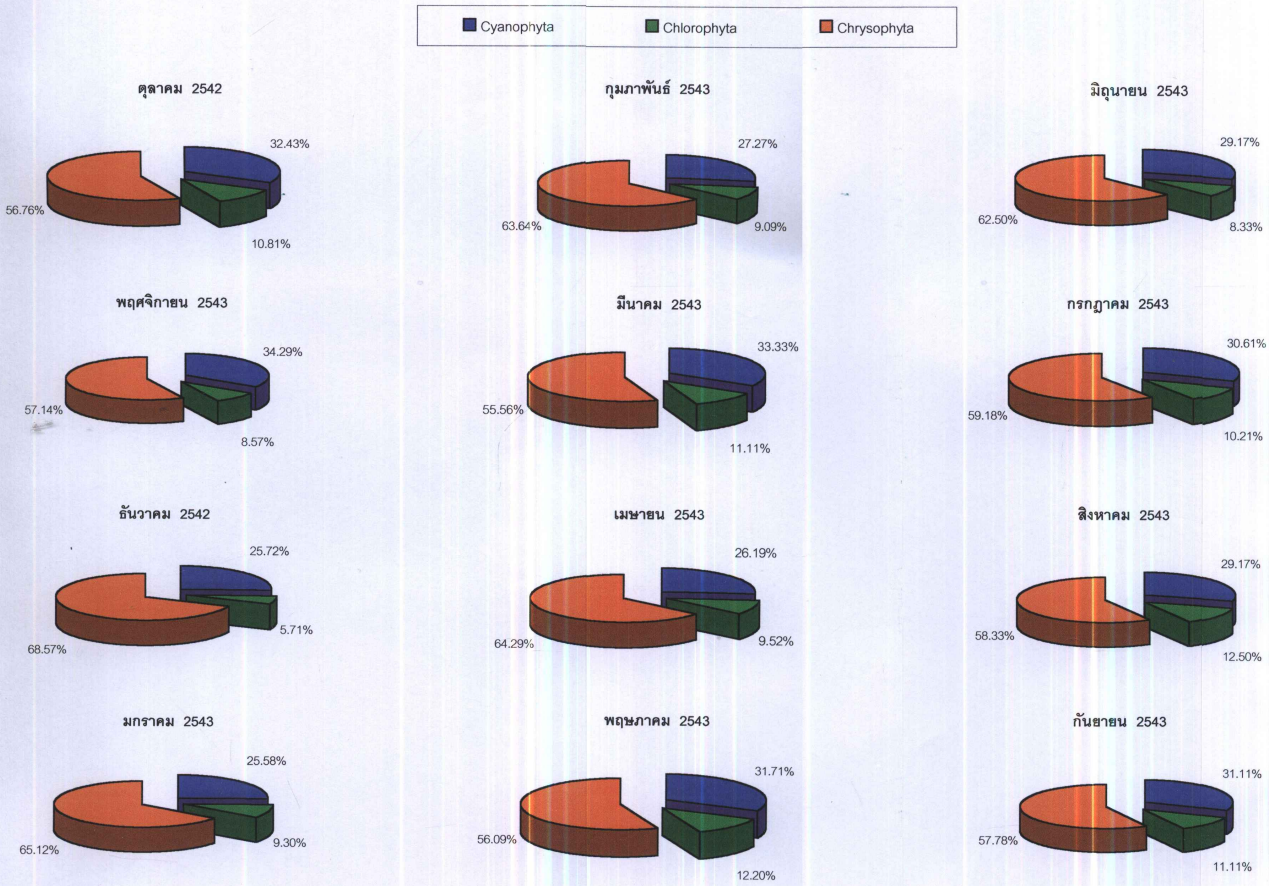
พบสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมังมีจำนวนชนิดมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (72 species) โดยพบ Division Chrysophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด (30 species) และพบมีจำนวนชนิดน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน 2543 (61 species) โดยพบ Division Chrysophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุดเช่นกัน (28 species) และพบ Chrysophyta มากตลอดการศึกษา แต่พบ Division Cryptophyta มีจำนวนชนิดน้อยที่สุดตลอดการศึกษา (รูป 13 และ ภาคผนวก ก ตาราง 16)

องค์ประกอบของชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมังพบ Division Chrysophyta มีปริมาณมากที่สุดตลอดการศึกษา โดยพบมากในเดือนมิถุนายน 2543 (45.90 %) และมีปริมาณน้อยในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (41.67 %) Division ที่พบรองลงมาได้แก่ Chlorophyta พบมากในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (37.50 %) พบน้อยในเดือนมิถุนายน 2543 (34.43 %), Cyanophyta พบมากในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (11.11 %) พบน้อยในเดือนตุลาคม 2542 (8.70 %), Euglenophyta พบมากในเดือนตุลาคม 2542 (5.80 %) พบน้อยในเดือนมิถุนายน 2543 (4.92 %), Pyrrophyta พบมากในเดือนตุลาคม 2542 (4.34 %) พบน้อยในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (2.78 %) และพบ Cryptophyta มีปริมาณน้อยที่สุดตลอดการศึกษา โดยพบมากในเดือนมิถุนายน 2543 (1.63 %) และน้อยในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (1.38 %), (รูป 14 และภาคผนวก ก ตาราง 17)

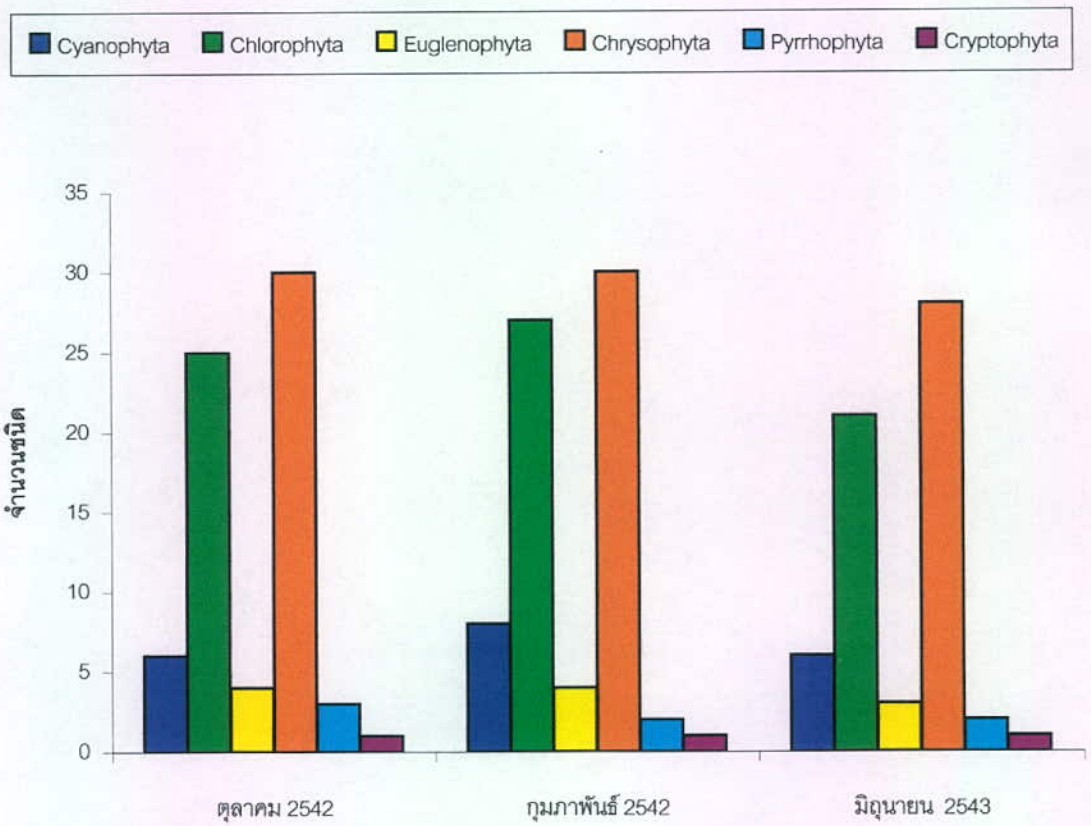
สหสัมพันธ์เชิงอาหารของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่มีต่อปลากินพืช

พบว่าจำนวนชนิดของสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมังมีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่พบในอ่างเก็บน้ำ ($r = 0.633$) ($r = 0.703$) (รูป 15 และ ภาคผนวก ค ตาราง 28) ชนิดของสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมัง พบมากใน Division Chrysophyta (33 species), Division Chlorophyta (29 species), Division Cyanophyta (8 species), Division Euglenophyta (4 species), Division Pyrrophyta (3 species) และ Division Cryptophyta มีจำนวนน้อยที่สุด (1 species) ซึ่งสาหร่ายที่ปลากินส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืช โดยพบมากใน Division Chlorophyta (25 species) Division ที่พบรองลงมาได้แก่ Chrysophyta (13 species),

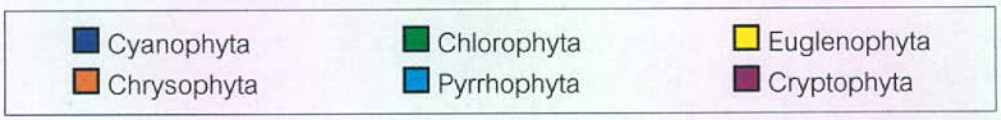
Cyanophta (6 species), Euglenophyta (3 species), Pyrrophyta (3 species) และ Cryptophyta (1 species) ตามลำดับ ส่วนสาหร่ายยึดเกาะพบมากใน Division Chrysophyta (26 species) รองลงมาได้แก่ Division Cyanophyta (4 species) และ Division Chlorophyta (2 species) (ตาราง 5)

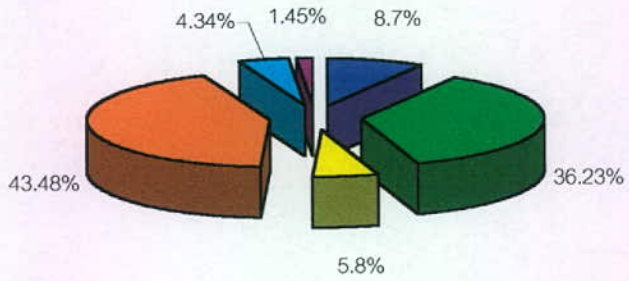


รูป 12 ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบของชนิดสาหร่ายยึดเกาะ (species composition) ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

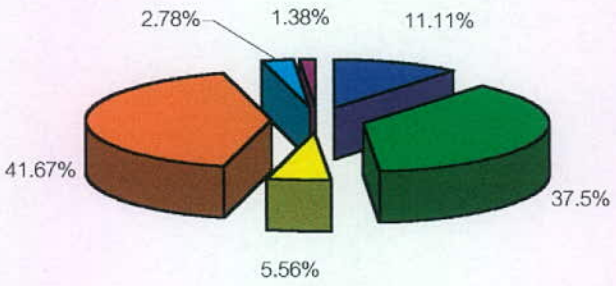


รูป 13 จำนวนชนิดของสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชใน Division ต่าง ๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

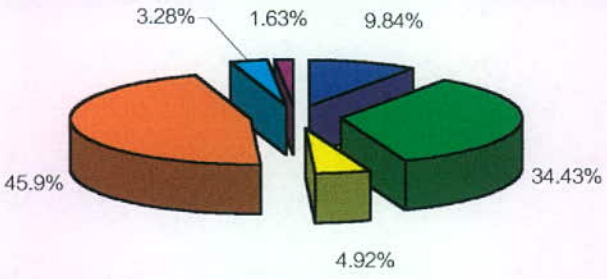




ตุลาคม 2542

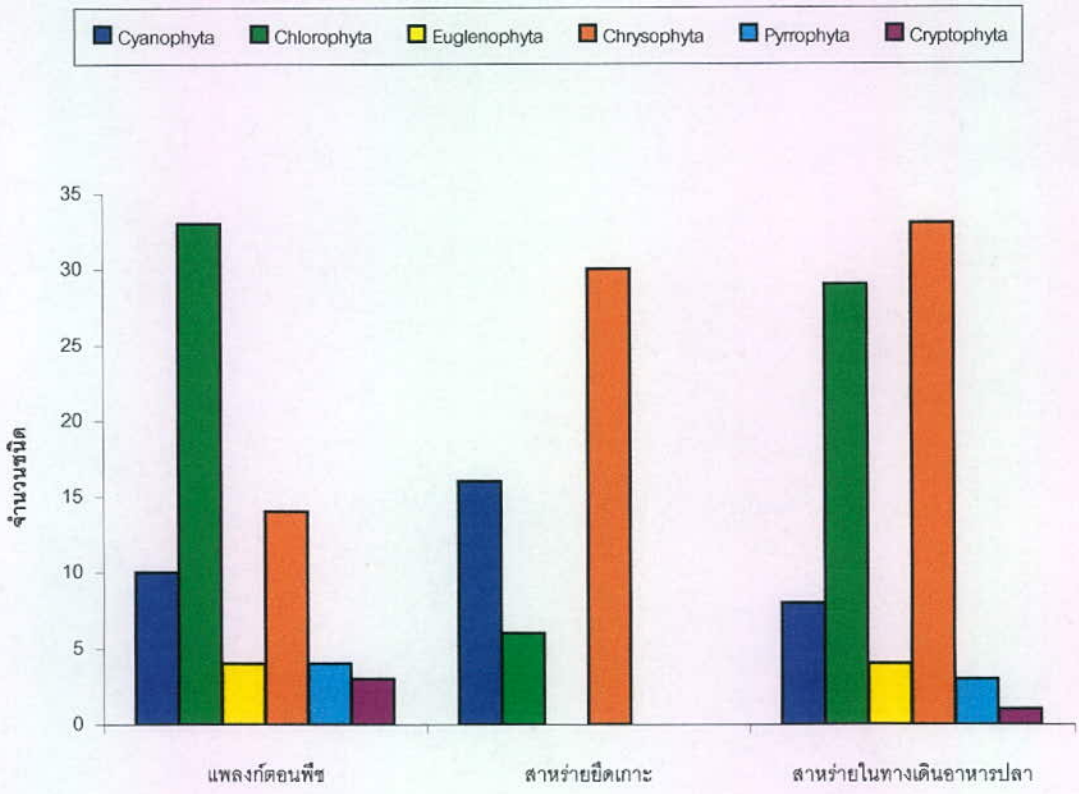


กุมภาพันธ์ 2542



มิถุนายน 2543

รูป 14 ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบของชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืช ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)



รูป 15 จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ และ สาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชใน Division ต่าง ๆ ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ตาราง 5 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะและสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดแพลงก์ตอนและสาหร่ายยึดเกาะ	แพลงก์ตอนพืช	สาหร่ายยึดเกาะ	ทางเดินอาหารปลา
Division Cyanophyta			
Anabaena sp.1	+	-	-
Anabaena sp.2	-	+	-
Anabaenopsis philipinensis (Taylor) Ka.	+	-	+
Aphanothece sp.	-	+	+
Calotrix fusca (Kutz) Born.	-	+	-
Calotrix sp.	-	+	-
Cylindrospermum sp.	-	+	-
Chroococcus sp.	+	-	+
Cylindrospermopsis raciborskii (Wolosz) Seenayya & Subba.	+	-	-
Gloeocapsa sp.	+	+	+
Hapalosiphon sp.	-	+	-
Lyngbya limnetica Lemmerman.	+	-	-
Lyngbya sp.	-	+	+
Merismopedia sp.	+	-	+
Microcystis aeruginosa Kutzing.	+	-	+
Microceleus sp.	-	+	-
Microchaete tenera Thuret.	-	+	-
Oscillatoria sp.1	-	+	-
Oscillatoria splendida Greville.	+	+	+
Raphidiopsis mediterranea Singh.	+	-	-
Stigonema sp.	-	+	-
Scytonema sp.1	-	+	-
Scytonema sp.2	-	+	-
Scytonema sp.3	-	+	-
Division Chlorophyta			
Actinastrum lagerheimia subsalsa G.M. Smith	+	-	+
Ankistrodesmus sp.	+	-	+
Botryococcus sp.	+	-	+
Bulbochaete sp.	-	+	-
Chaetophora sp.	-	+	-
Chlamydomonas sp.	+	-	-
Chlorella sp.	+	-	-
Coelastrum sp.	+	-	+
Coenocystis sp.	+	-	+
Cosmarium sp.	+	-	+

ตาราง 5 (ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะและสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดแพลงก์ตอนและสาหร่ายยึดเกาะ	แพลงก์ตอนพืช	สาหร่ายยึดเกาะ	ทางเดินอาหารปลา
Division Chlorophyta			
Crucigenia rectanularis (A. Braun) Gay.	+	-	+
Dictyosphaerium pulchellum Wood.	+	-	+
Elakatothrix gelationsa Wille.	+	-	+
Euastrum spinulosum Delp.	-	-	+
Eudorina elegans Ehrenberg.	+	-	+
Monoraphidium arcuatum (Kor's.) Hindak.	+	-	+
Monoraphidium circinale (Nyg.) Nyg.	+	-	+
Monoraphidium sp.	+	-	+
Mougeotia sp.	-	+	-
Nephrocytium sp.	+	-	+
Oedogonium sp.	-	+	+
Oocystis sp.	+	-	+
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs.	+	-	-
Scenedesmus armatus (Chodat) G.M. Smith	+	-	+
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerhein.	+	-	+
Scenedesmus bijuga var *alternans* (Reinsch) Hansgirg	-	-	+
Scenedesmus obtusus Meyenf.	+	-	-
Scenedesmus sp.1	+	-	-
Scenedesmus sp.2	+	-	-
Spirogyra sp.	-	+	-
Spondylosium panduriforme (Turp.) Teil.	+	-	+
Stigeoclonium sp.	-	+	+
Staurastrum gracile Ralfs.	+	-	-
Staurastrum longbrachiatum (Boreg) Gutwinski.	+	-	+
Staurastrum pentacerum (Wole.) G.M.Smith.	+	-	+
Staurodesmus convergens (Ehr.) Teil.	+	-	+
Tetraedron caudatum (corda) Hansgirg.	+	-	+
Tetraedron gracile (Reinsch) Hansgirg.	+	-	+
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg.	+	-	+
Tetrastrum komarekii Hindak.	+	-	+
Treubaria setigerum (Archer) G.M. Smith.	+	-	-
Division Euglenophyta			
Euglena sp.	+	-	+
Phacus pleuronectes (Mull) Duj.	+	-	-
Phacus longicauda Ehrenberg.	-	-	+
Trachelomonas hispida (Perty) Stein.	+	-	+

ตาราง 5 (ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะและสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดแพลงก์ตอนและสาหร่ายยึดเกาะ	แพลงก์ตอนพืช	สาหร่ายยึดเกาะ	ทางเดินอาหารปลา
Division Euglenophyta			
Trachelomonas curta Da Cunha.	+	-	+
Division Chrysophyta			
Achnanthes sp.	+	+	+
Amphora ovalis Kuetzing.	-	+	+
Cyclotella sp.	+	+	+
Cymbella sp.1	+	+	+
Cymbella sp.2	-	+	+
Cymbella tumida (Brebission) Van Heurck.	-	+	+
Dinobryon sertularia Ehrenberg.	+	-	-
Eunotia sp.	-	+	+
Fragilaria sp.1	+	+	+
Fragilaria sp.2	+	+	+
Fragilaria sp.3	-	+	+
Fragilaria sp.4	-	+	-
Gomphonema sp.1	-	+	+
Gomphonema sp.2	-	+	+
Gomphonema sp.3	-	+	+
Gomphonema sp.4	-	+	+
Gomphonema sp.5	+	+	+
Gomphonema sp.6	-	+	-
Gyrosigma sp.	-	-	+
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs.	+	+	+
Melosira varians Agardh.	+	-	+
Navicula sp.1	-	+	+
Navicula sp.2	-	+	+
Navicula sp.3	+	+	+
Navicula sp.4	-	+	+
Neidium sp.	-	+	+
Nitzschia sp.1	+	+	+
Nitzschia sp.2	-	+	-
Nitzschia sp.3	-	-	+
Pinnularia sp.1	-	-	+
Pinnularia sp.2	-	+	+
Rhizosolenia sp.	+	-	+
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Muller.	+	+	+
Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Muller.	-	+	+

ตาราง 5 (ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะและสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดแพลงก์ตอนและสาหร่ายยึดเกาะ	แพลงก์ตอนพืช	สาหร่ายยึดเกาะ	ทางเดินอาหารปลา
Division Chrysophyta			
Stauroneis sp.	-	-	+
Surirella sp.	-	-	+
Synedra acus Kützing.	+	+	+
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg.	-	+	-
Division Pyrrophyta			
Ceratium hirundinella Schrank.	+	-	+
Peridinium sp.1	+	-	+
Peridinium sp.2	+	-	+
Peridinium sp.3	+	-	-
Division Cryptophyta			
Chilomonas sp.	+	-	-
Chroomonas sp.	+	-	-
Cryptomonas sp.	+	-	+

หมายเหตุ

+ = พบ

- = ไม่พบ

คุณภาพน้ำทางกายภาพ - เคมี และชีวภาพ

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล เป็นระยะเวลา 12 เดือน ดังแสดงใน ภาคผนวก ข ตาราง 18 มีรายละเอียดต่อไปนี้

คุณภาพน้ำทางกายภาพ

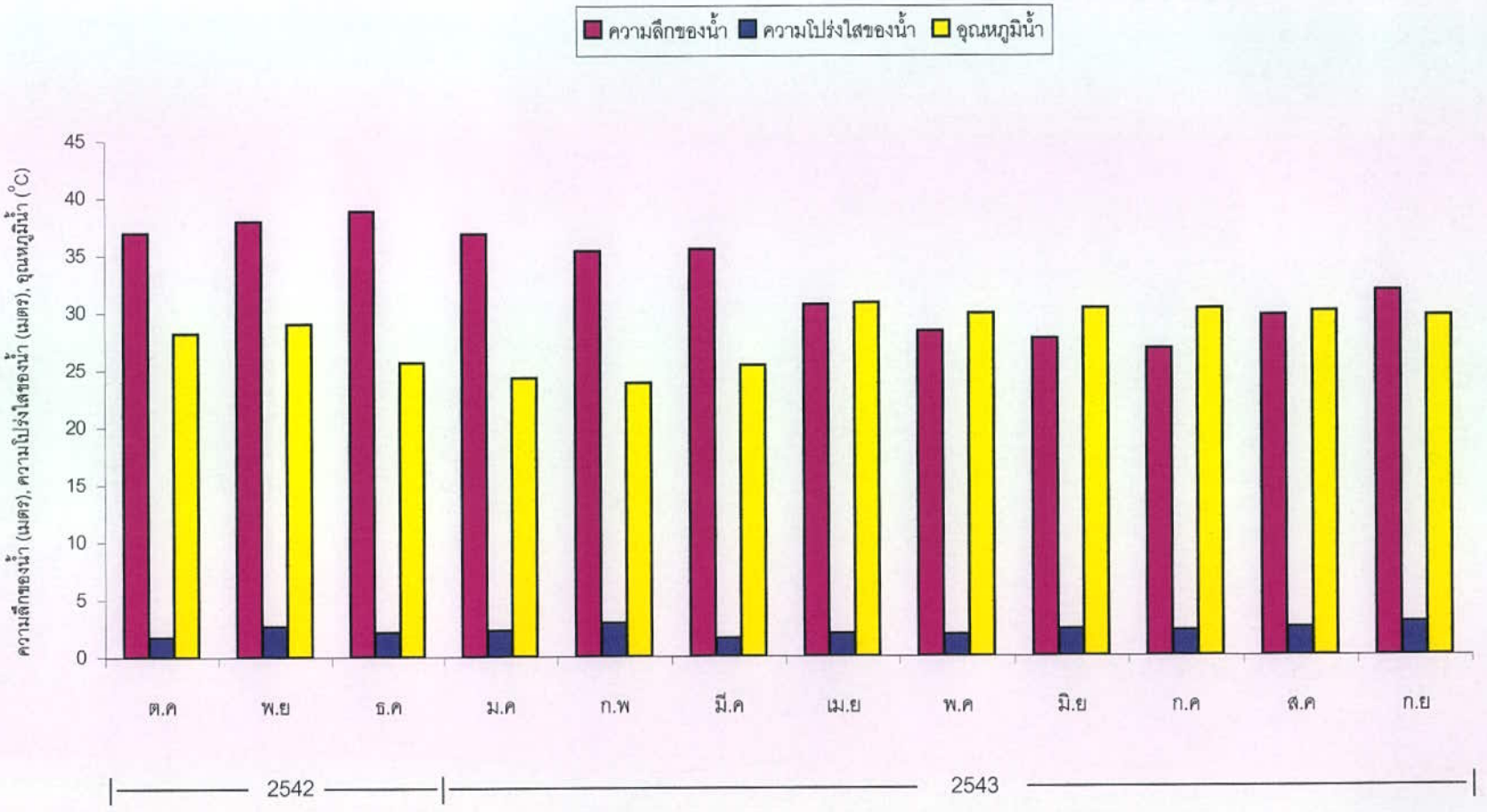
ความลึกของน้ำ เฉลี่ยลึกสุดในเดือนธันวาคม 2542 (38.83 เมตร) (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีความลึกมากที่สุด คือ 48 เมตร) และความลึกเฉลี่ยน้อยสุดในเดือนกรกฎาคม 2543 (26.77 เมตร) (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีความลึกน้อยที่สุด คือ 21.10 เมตร) (ตาราง 6 รูป 16 และ ภาคผนวก ข ตาราง 18) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าความลึกของน้ำในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) (ภาคผนวก ค ตาราง 29) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างความลึกของน้ำในแต่ละเดือนได้ 6 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 26.77 – 28.33 เมตร, กลุ่มที่ 2 27.70 – 29.67 เมตร, กลุ่มที่ 3 28.33 – 30.67 เมตร, กลุ่มที่ 4 29.67 – 31.83 เมตร, กลุ่มที่ 5 35.33 – 38.00 เมตร และ กลุ่มที่ 6 36.83 – 38.83 เมตร และแบ่งความแตกต่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 27.00 เมตร, กลุ่มที่ 2 31.14 เมตร และ กลุ่มที่ 3 40.98 เมตร โดยความลึกของน้ำภายในกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 4, 7)

ความโปร่งใสของน้ำ มีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (2.94 เมตร) และน้อยที่สุดในเดือนมีนาคม 2543 (1.58 เมตร) (ตาราง 6 และรูป 16) เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่าความโปร่งใสในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของความโปร่งใสของน้ำได้ 6 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 1.58 – 2.21 เมตร, กลุ่มที่ 2 1.76 – 2.36 เมตร, กลุ่มที่ 3 1.89 – 2.45 เมตร, กลุ่มที่ 4 2.12 – 2.68 เมตร, กลุ่มที่ 5 2.28 – 2.88 เมตร และกลุ่มที่ 6 2.36 – 2.94 เมตร โดยค่าความโปร่งใสของน้ำภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 30)

อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 2543 (34.67 °C) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 (23.33 °C) (ตาราง 6 และรูป 16) เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าอุณหภูมิอากาศในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) (ภาคผนวก ค ตาราง 31) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศในแต่ละเดือนได้ 6 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 23.33 °C, กลุ่มที่ 2 26.00 – 28.40 °C, กลุ่มที่ 3

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทางกายภาพ - เคมีและชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ซล (ตุลาคม 2542 ถึง กันยายน 2543)

ปัจจัย / เดือน	ต.ค.42	พ.ย.42	ธ.ค.42	ม.ค.43	ก.พ.43	มี.ค.43	เม.ย.43	พ.ค.43	มิ.ย.43	ก.ค.43	ส.ค.43	ก.ย.43
Water depth (m)	37.00	38.00	38.83	36.83	35.33	35.50	30.67	28.33	27.70	26.77	29.67	31.83
Secchi depth (m)	1.76	2.68	2.12	2.28	2.94	1.58	2.01	1.89	2.36	2.21	2.45	2.88
Air temperature (^{o}C)	27.67	28.40	23.33	26.00	26.33	28.83	34.67	29.67	32.00	29.33	29.50	27.67
Water temperature (^{o}C)	28.20	29.00	25.63	24.30	23.83	25.40	30.83	29.87	30.30	30.27	30.03	29.63
pH	8.24	8.56	6.52	7.36	7.19	7.99	8.62	7.66	7.81	7.68	8.39	7.06
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	55.33	57.00	52.33	56.50	53.50	55.00	58.17	55.00	55.00	54.67	53.83	54.67
Conductivity (uS/cm)	102.67	96.87	96.33	101.13	97.47	97.53	98.73	102.70	101.80	99.73	99.60	98.33
TDS (mg/l)	51.33	48.43	48.17	50.57	48.73	48.77	49.37	51.35	50.90	49.87	49.80	49.17
DO (mg/l)	7.93	9.07	2.80	6.43	6.53	8.47	9.13	8.27	7.87	7.53	7.40	6.13
BOD_5 (mg/l)	2.47	1.33	1.00	0.50	0.70	1.33	2.10	1.33	1.17	0.40	0.50	0.73
COD (mg/l)	19.27	22.78	26.28	24.53	18.77	24.00	12.48	12.80	9.33	10.67	11.36	12.59
TKN (mg/l)	0.82	2.05	9.43	3.73	2.80	3.08	2.80	1.63	1.17	1.40	2.10	0.70
Chlorophyll-a (x 10^{-3} ug/l)	20.72	9.87	12.83	14.80	6.91	4.93	2.96	4.93	4.54	1.97	5.13	7.89



รูป 16 ความลึกของน้ำ (water depth) ความโปร่งใสของน้ำ (secchi depth) และอุณหภูมิน้ำ(water temperature) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำทางกายภาพ-เคมีและชีวภาพ โดยการเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ปัจจัย / จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3
Total phytoplankton (unit x 10^3/l)	6111.30^a	3863.69^a	5609.27^a
Cyanophyta (unit x 10^3/l)	3965.17^a	2777.29^a	4345.86^a
Chlorophyta (unit x 10^3/l)	1389.42^a	622.92^a	696.38^a
Euglenophyta (unit x 10^3/l)	46.73^a	33.38^a	55.08^a
Chrysophyta (unit x 10^3/l)	310.39^a	198.43^a	259.79^a
Pyrrophyta (unit x 10^3/l)	126.71^a	57.86^a	87.56^a
Cryptophyta (unit x 10^3/l)	291.08^a	197.64^a	182.53^a
Water depth (m)	40.98^a	31.14^b	27.00^c
Secchi depth (m)	2.34^a	2.24^a	2.20^a
Air temperature (^{o}C)	27.33^a	29.56^b	28.96^b
Water temperature (^{o}C)	28.08^a	28.10^a	28.14^a
pH	7.87^a	7.71^a	7.69^a
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	55.50^a	54.58^a	55.17^a
Conductivity (uS/cm)	100.53^b	99.23^{ab}	98.43^a
TDS (mg/l)	50.26^b	49.64^{ab}	49.21^a
DO (mg/l)	7.53^b	7.25^a	7.12^a
BOD_5 (mg/l)	1.13^a	1.18^a	1.08^a
COD (mg/l)	17.26^a	16.38^a	17.58^a
TKN (mg/l)	2.44^a	2.72^b	2.77^b
Chlorophyll-a (x 10^{-3}ug/l)	8.14^a	7.30^a	8.93^a

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

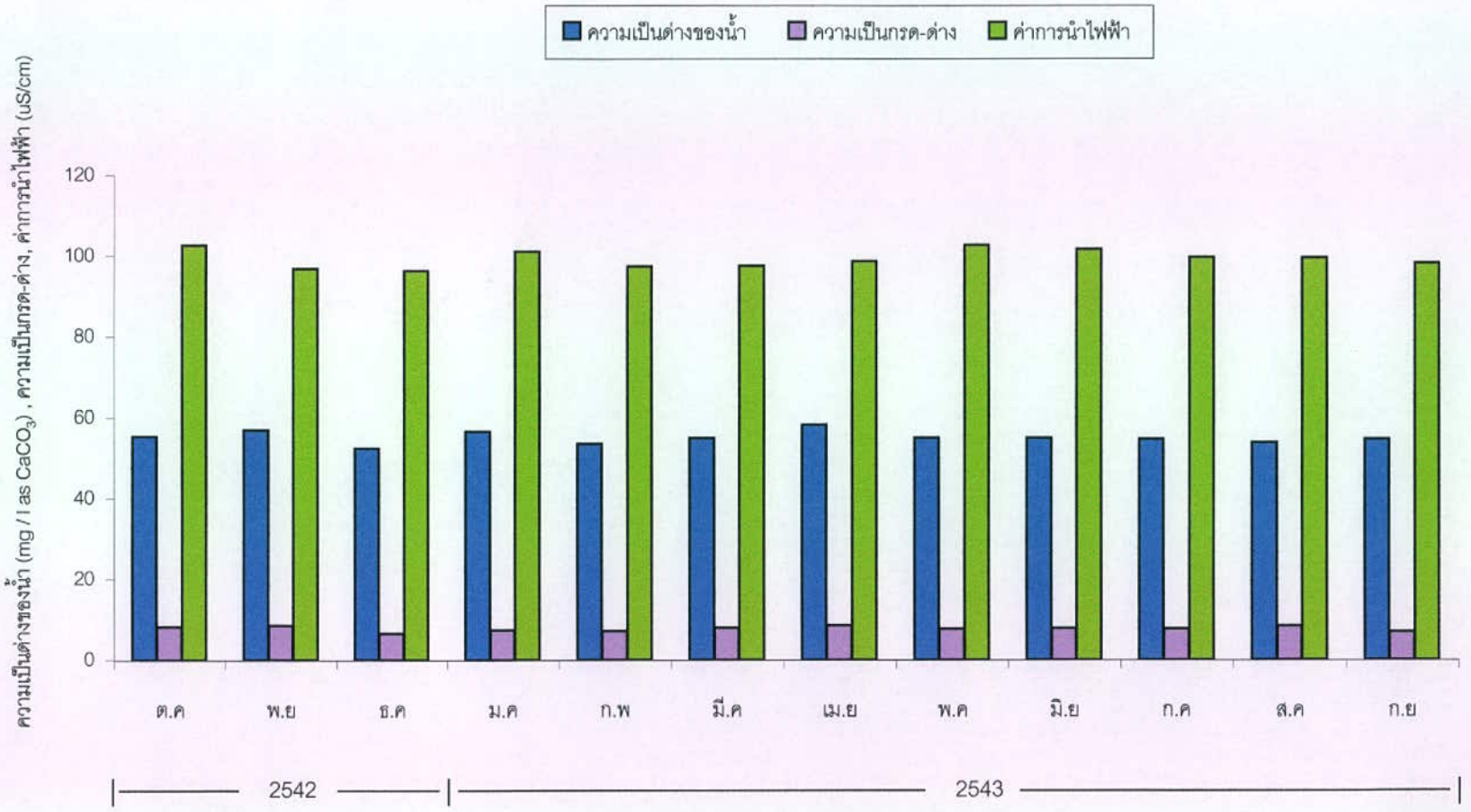
26.33 – 28.83 °C, กลุ่มที่ 4 27.67 – 29.67 °C, กลุ่มที่ 5 29.67 – 32.00 °C และ กลุ่มที่ 6 34.67 °C และแบ่งความแตกต่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 27.33 °C และ กลุ่มที่ 2 28.96 – 29.56 °C โดยอุณหภูมิภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 4, 7)

อุณหภูมิน้ำ เฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 2543 (30.83 °C) และต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (23.83 °C) (ตาราง 6 และรูป 16) เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าอุณหภูมิน้ำในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของอุณหภูมิได้ 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 23.83 – 25.40 °C, กลุ่มที่ 2 24.30 – 25.63 °C, กลุ่มที่ 3 28.20 – 29.63 °C, กลุ่มที่ 4 29.00 – 30.30 °C และ กลุ่มที่ 5 29.63 – 30.83 °C โดยอุณหภูมิภายในกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 32)

คุณภาพน้ำทางเคมี

pH ของน้ำเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 2543 (pH 8.62) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 (pH 6.52) (ตาราง 6 และรูป 17) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่า pH ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของ pH ได้เป็น 8 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 pH 6.52, กลุ่มที่ 2 pH 7.06 – 7.36, กลุ่มที่ 3 pH 7.19 – 7.68, กลุ่มที่ 4 pH 7.36 – 7.81, กลุ่มที่ 5 pH 7.66 – 7.99, กลุ่มที่ 6 pH 7.68 – 8.24, กลุ่มที่ 7 pH 7.99 – 8.56 และ กลุ่มที่ 8 pH 8.24 – 8.62 โดยค่า pH ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 33)

Alkalinity เฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 2543 (58.17 mg/l as $CaCO_3$) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 (52.33 mg/l as $CaCO_3$) (ตาราง 6 และรูป 17) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่า Alkalinity ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของ Alkalinity ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 52.33 – 53.83 mg/l as $CaCO_3$, กลุ่มที่ 2 53.50 – 55.33 mg/l as $CaCO_3$, กลุ่มที่ 3 54.67 – 56.50 mg/l as $CaCO_3$, กลุ่มที่ 4 55.00 – 57.00 mg/l as $CaCO_3$และ กลุ่มที่ 5 56.50 – 58.17 mg/l as $CaCO_3$ โดยค่า Alkalinity ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ



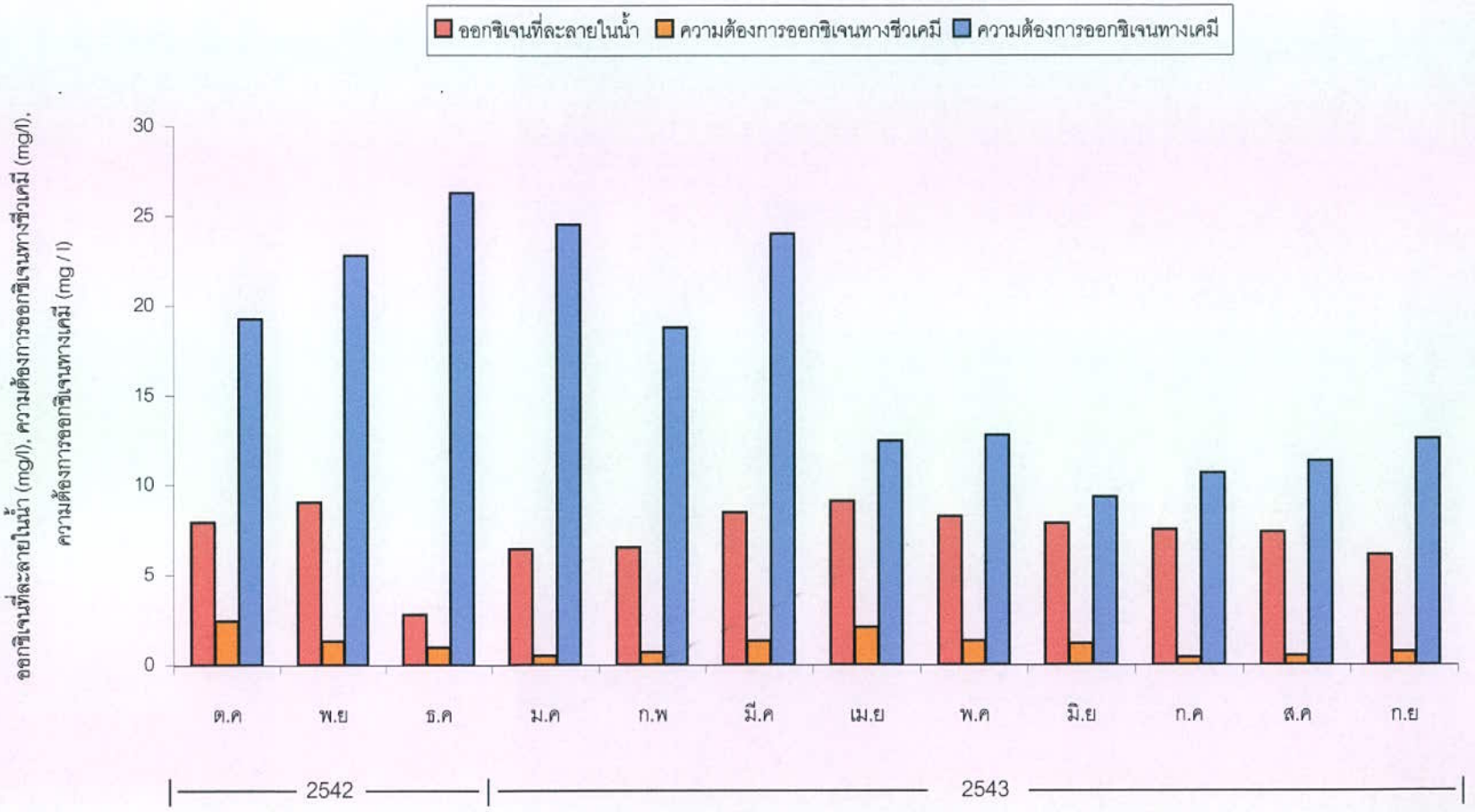
รูป 17 ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ค่าการนำไฟฟ้า(Conductivity) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 34)

Conductivity เฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2543 (102.70 µS/cm) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 (96.33 µS/cm) (ตาราง 6 และรูป 17) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่า Conductivity ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของ Conductivity ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 96.33 – 98.73 µS/cm, กลุ่มที่ 2 96.87 – 99.73 µS/cm, กลุ่มที่ 3 98.33 – 100.95 µS/cm, กลุ่มที่ 4 99.60 – 101.80 µS/cm และ กลุ่มที่ 5 99.73 – 102.70 µS/cm และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 98.43 – 99.23 µS/cm และ กลุ่มที่ 2 99.23 – 100.53 µS/cm โดยค่า Conductivity ภายในกลุ่มไม่มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 4, 7 และ ภาคผนวก ค ตาราง 35)

TDS เฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2543 (51.35 mg/l) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 (48.17 mg/l) (ตาราง 6) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่า TDS ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของ TDS ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 48.17 – 49.37 mg/l, กลุ่มที่ 2 48.43 – 49.87 mg/l, กลุ่มที่ 3 49.17 – 50.57 mg/l, กลุ่มที่ 4 49.80 – 50.90 mg/l และ กลุ่มที่ 5 49.87 – 51.35 mg/l และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 49.21 – 49.64 mg/l และ กลุ่มที่ 2 49.64 – 50.26 mg/l โดยค่า TDS ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 4, 7 และ ภาคผนวก ค ตาราง 36)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen : DO) เฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 2543 (9.13 mg/l) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 (2.80 mg/l) (ตาราง 6 และรูป 18) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณ DO ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณ DO ได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 2.80 mg/l, กลุ่มที่ 2 6.13 – 6.53 mg/l, กลุ่มที่ 3 7.40 – 7.93 mg/l, กลุ่มที่ 4 7.87 – 8.27 mg/l, กลุ่มที่ 5 7.93 – 8.47 mg/l และ กลุ่มที่ 6 9.07 – 9.13 mg/l และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งสามารถแบ่งความแตกต่างได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 7.12 – 7.25 mg/l และ กลุ่มที่ 2



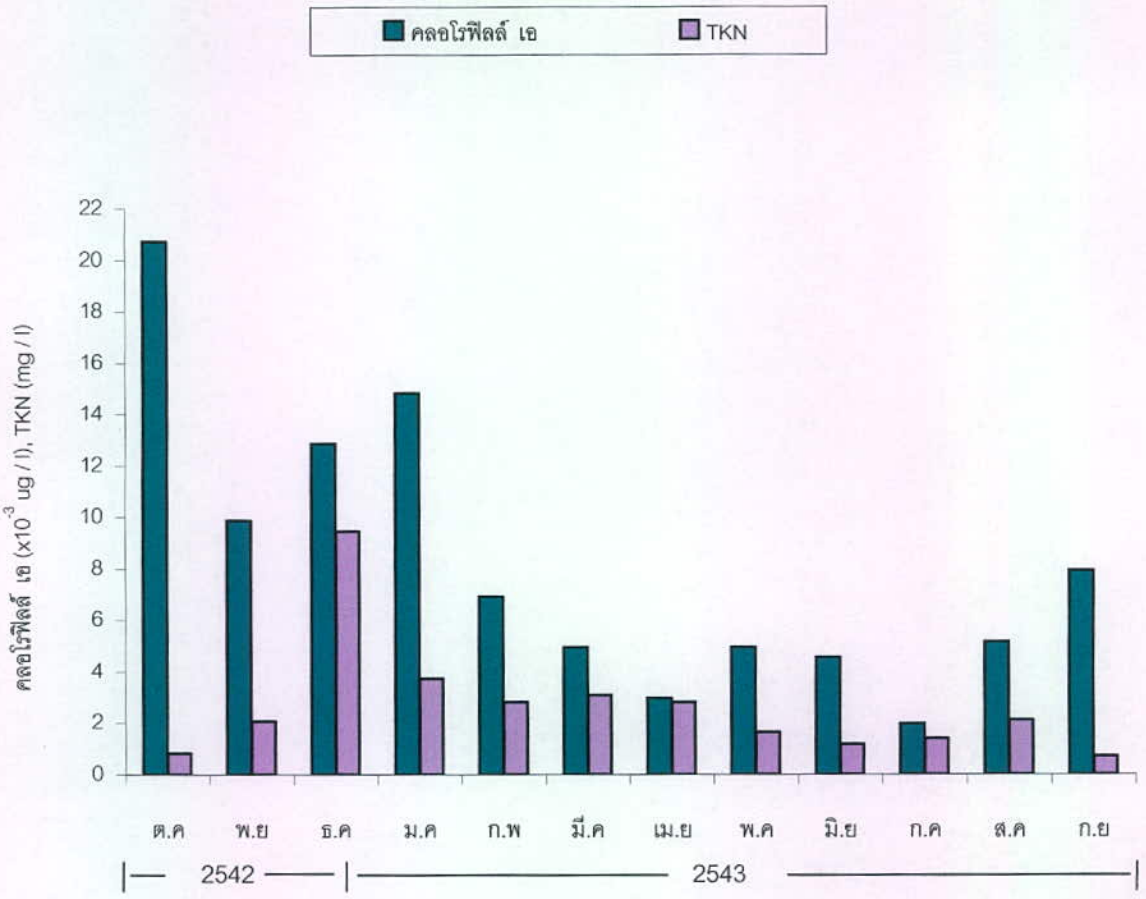
รูป 18 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD_5) และปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

7.53 mg/l โดยปริมาณ DO ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 4, 7 และ ภาคผนวก ค ตาราง 37)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand : BOD) เฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม 2542 (2.47 mg/l) และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 2543 (0.40 mg/l) (ตาราง 6 และรูป 18) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณ BOD ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณ BOD ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 0.40 – 1.00 mg/l, กลุ่มที่ 2 0.70 – 1.17 mg/l, กลุ่มที่ 3 0.73 – 1.33 mg/l และ กลุ่มที่ 4 2.10 – 2.47 mg/l โดยปริมาณ BOD ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 38)

ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (chemical oxygen demand : COD) เฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม 2542 (26.28 mg/l) และต่ำสุดในเดือนมิถุนายน 2543 (9.33 mg/l) (ตาราง 6 และรูป 18) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณ COD ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณ COD ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 9.33 – 12.80 mg/l, กลุ่มที่ 2 12.48 – 19.27 mg/l, กลุ่มที่ 3 18.77 – 24.53 mg/l และ กลุ่มที่ 4 19.27 – 26.28 mg/l โดยปริมาณ COD ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 39)

Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) เฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม 2542 (9.43 mg/l) และต่ำสุดในเดือนกันยายน 2543 (0.70 mg/l) (ตาราง 6 และรูป 19) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณ TKN ในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณ TKN ในแต่ละเดือนได้ 7 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 0.70 – 0.82 mg/l, กลุ่มที่ 2 1.17 – 1.40 mg/l, กลุ่มที่ 3 1.40 – 1.63 mg/l, กลุ่มที่ 4 2.05 – 2.10 mg/l, กลุ่มที่ 5 2.80 – 3.08 mg/l, กลุ่มที่ 6 3.73 mg/l และ กลุ่มที่ 7 9.43 mg/l และแบ่งความแตกต่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 2.44 mg/l และ กลุ่มที่ 2 2.72 – 2.77 mg/l โดยปริมาณ TKN ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 4, 7 และภาคผนวก ค ตาราง 40)



รูป 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์- เอ และ ปริมาณ TKN ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันายน 2543)

คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

คลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม 2542 (20.72 $x10^{-3}$µg/l) และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 2543 (1.97 $x10^{-3}$µg/l) (ตาราง 6 และรูป 19) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ได้ 7 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 1.97 – 5.13 $x10^{-3}$ µg/l, กลุ่มที่ 2 2.96 – 6.91 $x10^{-3}$ µg/l, กลุ่มที่ 3 4.54 – 7.89 $x10^{-3}$µg/l, กลุ่มที่ 4 6.91 – 9.87 $x10^{-3}$ µg/l, กลุ่มที่ 5 9.87 – 12.83 $x10^{-3}$µg/l, กลุ่มที่ 6 12.83 – 14.80 $x10^{-3}$µg/l และ กลุ่มที่ 7 20.72 $x10^{-3}$µg/l โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 4 และ ภาคผนวก ค ตาราง 41)

ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่มีต่อคุณภาพน้ำ

การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta มีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามอุณหภูมิน้ำ ($r = 0.540$) และแปรผกผันกับค่า COD ($r = -0.566$) และ TKN ($r = -0.515$) และปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta , Pyrrophyta และ Cryptophyta มีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามปริมาณ Chlorophyll – a ($r = 0.505, 0.626, 0.671$ ตามลำดับ) ส่วนปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta มีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามค่า COD ($r = 0.556$) และ TKN ($r = 0.683$) และแปรผกผันกับปริมาณ DO ($r = -0.513$) (ตาราง 8 และ รูป 20)

ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะกับคุณภาพน้ำพบว่าจำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ (ตาราง 9)

ตาราง 8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำทางกายภาพ - เคมีและชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

	Total_P	Cyano	Chloro	Eugleno	Chryso	Pyrro	Crypto	depth	Secchi	A. tem	W. tem	pH	Alkali	Conduc	TDS	DO	BOD_5	COD	TKN	Chloro- a
Total phytoplanktor	1.000	0.926**	0.503**	0.026	0.213	0.334*	0.326	-0.062	-0.058	-0.038	0.381*	0.053	-0.060	0.485**	0.478**	0.019	0.026	-0.342*	-0.338*	0.152
Cyanophyta		1.000	0.161	-0.202	-0.024	0.008	0.086	-0.254	0.037	0.143	0.540**	0.093	-0.055	0.401*	0.395*	0.145	-0.037	-0.566**	-0.515**	-0.080
Chlorophyta			1.000	0.313	0.458**	0.720**	0.445**	0.386*	-0.163	-0.401*	-0.262	-0.040	0.061	0.401*	0.399*	-0.196	0.012	0.336*	0.179	0.505**
Euglenophyta				1.000	0.551**	0.649**	0.608**	0.264	-0.139	-0.394*	-0.182	-0.269	-0.230	-0.261	-0.263	-0.513**	0.152	0.556**	0.683**	0.361*
Chrysophyta					1.000	0.604**	0.303	0.119	-0.151	-0.057	-0.003	-0.025	-0.086	0.159	0.154	-0.201	0.116	0.178	0.321	0.169
Pyrrophyta						1.000	0.725**	0.380*	-0.326	-0.476**	-0.255	-0.162	-0.132	0.267	0.262	-0.307	0.270	0.470**	0.320	0.626**
Cryptophyta							1.000	0.412*	-0.313	-0.381*	-0.139	-0.065	-0.185	0.134	0.130	-0.286	0.495**	0.396*	0.293	0.671**
Water depth								1.000	0.095	-0.523**	-0.391*	-0.020	0.088	0.030	0.032	-0.124	0.111	0.453**	0.252	0.357*
Secchi depth									1.000	-0.169	-0.041	-0.156	-0.148	-0.292	-0.292	-0.197	-0.476**	-0.193	-0.123	-0.083
Air temperature										1.000	0.674**	0.597**	0.389*	0.124	0.123	0.640**	0.310	-0.576**	-0.482**	-0.550**
Water temperature											1.000	0.509**	0.218	0.269	0.262	0.439**	0.170	-0.706**	-0.498**	-0.395*
pH												1.000	0.468**	0.246	0.240	0.796**	0.393*	-0.206	-0.498**	-0.137
Alkalinity													1.000	0.171	0.175	0.631**	0.374*	-0.051	-0.344*	-0.046
Conductivity														1.000	0.999**	0.295	0.179	-0.339*	-0.440**	0.087
TDS															1.000	0.292	0.174	-0.335*	-0.436**	0.090
DO																1.000	0.416*	-0.319	-0.740**	-0.297
BOD_5																	1.000	0.089	-0.135	0.285
COD																		1.000	0.557**	0.542**
TKN																			1.000	0.199
Chlorophyll - a																				1.000

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

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

รูป 20 ความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta, Chlorophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta กับคุณภาพน้ำ (อุณหภูมิน้ำ ,ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี, ปริมาณ TKN และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ตาราง 9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coeficient) ของชนิดสาหร่ายยึดเกาะกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

	Cyano	Chloro	Chryso	W. depth	A. tem	W. tem	pH	Alkali	Conduc	TDS	DO	BOD_5	COD	TKN
Cyanophyta	1.000	0.501**	0.402*	-.663**	0.298	0.245	0.015	-0.137	-0.046	-0.051	0.108	-0.246	-0.330*	-0.419*
Chlorophyta		1.000	0.623**	-0.500**	0.419*	0.210	-0.010	-0.006	0.135	0.133	0.235	-0.209	-0.481**	-0.469**
Chrysophyta			1.000	-0.510**	0.389*	-0.023	-0.038	-0.041	-0.036	-0.031	0.018	-0.334*	-0.315	-0.083
Water depth				1.000	-0.523**	-0.391*	-0.020	0.088	0.030	0.032	-0.124	0.111	0.453**	0.252
Air temperature					1.000	0.674**	0.597**	0.389*	0.124	0.123	0.640**	0.310	-0.576**	-0.482**
Water temperature						1.000	0.509**	0.218	0.269	0.262	0.439**	0.170	-0.706**	-0.498**
pH							1.000	0.468**	0.246	0.240	0.796**	0.393*	-0.206	-0.498**
Alkalinity								1.000	0.171	0.175	0.631**	0.374*	-0.051	-0.344*
Conductivity									1.000	0.999**	0.295	0.179	-0.339*	-0.440**
TDS										1.000	0.292	0.174	-0.335*	-0.436**
DO											1.000	0.416*	-0.319	-0.740**
BOD_5												1.000	0.089	-0.135
COD													1.000	0.557**
TKN														1.000

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

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

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัย

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 divisions 53 genera 68 species ได้แก่ Cyanophyta (10 species), Chlorophyta (33 species), Euglenophyta (4 species), Chrysophyta (14 species), Pyrrophyta (4 species) และ Cryptophyta (3 species) โดยพบ Division Chlorophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด ส่วนปริมาณของแพลงก์ตอนพืชพบมากในเดือนตุลาคม 2542 และมิถุนายน – กันยายน 2543 โดยอยู่ในช่วงฤดูฝนมีการพัดพาสารอาหารลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและเคมี (Darley, 1982) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา (ชลินดา, 2539) ในการศึกษาครั้งนี้จำนวนของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ พบมากกว่ารายงานการศึกษาในปี 2540– 2541 ซึ่งพบ 48 species (ธำรงค์, 2542)

โดยทั่วไปแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมากปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่พบจะมากกว่าแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลางและที่มีสารอาหารน้อย (Wetzel, 1983 ; Ogawa and Ichimura, 1984) อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ เป็นแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยเมื่อพิจารณาจากปริมาณ TKN โดยเทียบจากตารางของ Lorraine and Vollenweider (1981) และรายงานของ Tularak *et al* (2000) ซึ่งทำการศึกษาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ พบ NO_3-N 0.0000 - 0.0071 mg/l, NH_3-N มีค่าน้อยกว่า 0.0200 - 0.0586 mg/l และ PO_4-P มีค่าน้อยกว่า 0.003 - 0.0255 mg/l ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดฯ มีจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อยกว่าอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพบ 105 species และน้อยกว่าอ่างเก็บน้ำห้วยแม่หยวกพบ 105 species แต่มีค่าใกล้เคียงกับคูเมืองเชียงใหม่ คือ 97 species (พันทวี และศิริเพ็ญ, 2543) แต่มีจำนวนชนิดแพลงก์ตอนพืชมากกว่าอ่างเก็บน้ำของสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งพบ 33 species (ประเสริฐ, 2539) ซึ่งการที่ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชไม่เท่ากันอาจเป็นเพราะคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของแต่ละแหล่งน้ำมีลักษณะที่แตกต่างกันโดยมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยแหล่งน้ำที่มีสารอาหารต่ำความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชจะมีน้อย (ลัดดา, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

แพลงก์ตอนพืชที่พบมากตลอดการศึกษา คือ *Cylindrospermopsis raciborskii* และ *Lyngbya limnetica* ซึ่งโดยทั่วไปมักจะพบ *Cylindrospermopsis raciborskii* ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารต่ำ (Branco and Senna, 1994 ; Traichaiyaporn *et al.*, 2001) ทำนองเดียวกับรายงานของธำรงค์ (2542) ที่ศึกษาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ซึ่งพบ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba. และ *Lyngbya limnetica* Lemmermann. เป็นชนิดเด่นเช่นเดียวกัน Divisions Cyanophyta มีปริมาณมากที่สุดเกือบทุกเดือนตลอดการศึกษาแต่ในเดือนธันวาคม 2542 – มีนาคม 2543 Divisions Chlorophyta มีปริมาณมากขึ้นมาแทนที่ (succession) โดยทั่วไปถ้า Chlorophyta มีปริมาณมากแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นจะมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ถ้าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลดลง Division Cyanophyta ก็จะกลับมาแทนที่ Chlorophyta ใหม่ เนื่องจากพวก Cyanophytes หลายชนิด สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศและสามารถสร้างเอนไซม์ Alkaline Phosphatase ซึ่งช่วยในการดึงฟอสฟอรัสที่เก็บสะสมไว้ออกมาใช้ (ลัดดา , ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ ; ศิริเพ็ญ, 2537)

การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายยึดเกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบสาหร่ายยึดเกาะทั้งหมด 3 divisions 32 genera 52 species ได้แก่ Cyanophyta (16 species), Chlorophyta (6 species) และ Chrysophyta (30 species) โดยพบ Division Chrysophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะกับจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ พบว่ามีจำนวนชนิดใกล้เคียงกันอาจเป็นเพราะสาหร่ายบางชนิดสามารถดำรงชีวิตได้ทั้งที่เป็นแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ โดยเฉพาะสาหร่ายพวกไดอะตอม ซึ่งสามารถสร้างก้านด้วยสารเมือกเพื่อช่วยในการยึดเกาะกับวัสดุ (ลัดดา, 2542)

จำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะในแต่ละเดือนมีปริมาณใกล้เคียงกัน สาหร่ายยึดเกาะที่พบส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม เช่น *Acthnanthes* sp. *Cymbella* spp. *Fragilaria* spp. *Gomphonema* spp. *Navicula* spp. และ *Synedra* spp. ซึ่งเป็นพวก Pennales โดยเป็นสาหร่ายพวกเดียวกับที่พบในลำน้ำแม่สาและแม่น้ำบนเทือกเขา Tyrol ซึ่งพบ *Navicula* sp, *Nitzschia* sp, *Fragilaria* sp, *Achnanthes* sp.และ *Gomphonema* sp. เป็นส่วนใหญ่ (ตรัย, 2541 ; Pfister, 1992) ส่วนสาหร่ายพวกเส้นสายที่พบมากในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ ได้แก่ *Lyngbya* sp. *Oscillatoria* spp., *Scytonema* spp., *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp. และ *Stigeoclonium* sp. ซึ่งบางชนิดสามารถพบได้ในลำน้ำแม่สาเช่นกัน (ทัตพร, 2543)

สาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมัง (intestine algae)

พบสาหร่ายในทางเดินอาหารปลาทั้งหมด 6 divisions 54 genera 78 species ได้แก่ Cyanophyta (8 species), Chlorophyta (29 species), Euglenophyta (4 species), Chrysophyta (33 species), Pyrrophyta (3 species) และ Cryptophyta (1 species) โดยพบ Division Chrysophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด สาหร่ายที่พบมากได้แก่ *Lyngbya* sp. *Crucigenia ractanualaris* (A.Braun) Gay., *Staurastrum longbrachiatum* (Boreg) Gutwinski., *Euglena* sp., *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein., *Trachelomonas curta* Da Cunha., *Achnanthes* sp., *Cyclotella* sp., *Fragilaria* spp., *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Navicula* spp., *Nitzschia* spp. และ *Peridinium* spp. เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากับชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะในอ่างเก็บน้ำ พบว่าสาหร่ายในทางเดินอาหารมีความหลากหลายน้อยกว่าในน้ำ อาจเนื่องจากสาหร่ายถูกย่อยสลายก่อนทำการศึกษา ดังจะเห็นได้จาก Division Cryptophyta พบเพียงชนิดเดียวและ Division Chrysophyta มีหลายชนิด เนื่องจาก Chrysophyta มีซิลิกาเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์เมื่อถูกย่อยสลายก็ยังคงเหลือโครงสร้างให้เห็น (ลัดดา, 2542)

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสาหร่ายที่พบในปลาสร้อยและปลากระมังกับปลาตะเพียนขาวและปลา Sinarapan โดยพบ 34 species ในปลาตะเพียนขาว และ 43 species ในปลา Sinarapan (พินิจ และโยธิน, 2527; ศิริเพ็ญ, 2530) จะเห็นได้ว่าสาหร่ายที่พบในปลาสร้อยและกระมังมีความหลากหลายมากกว่าในปลาตะเพียนขาวและปลา Sinarapan อาจเป็นเพราะความหลากหลายของสาหร่ายในแต่ละแหล่งน้ำไม่เท่ากันและอาจเนื่องจากขนาดและอายุของปลา รวมทั้งลักษณะนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกัน (วิมล, 2528) โดยทั่วไปปลาตะเพียนสามารถกินอาหารได้หลายชนิดแตกต่างกันตามช่วงอายุของปลา โดยพบว่าลูกปลาตะเพียนขาวอายุ 2-4 สัปดาห์ จะกินแพลงก์ตอนพืชมากกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งอาหารที่ปลากินโดยทั่วไปได้แก่ พืช สาหร่าย ตะไคร่น้ำ แพลงก์ตอน ไรน้ำและพืชที่เน่าเปื่อย (สุนีรัตน์, 2541) และปลา Sinarapan เป็นปลาที่มีขนาดเล็กประกอบกับมีนิสัยชอบกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นส่วนใหญ่จึงอาจมีผลต่อชนิดของอาหารที่ปลากิน ส่วนปลาสร้อยขาวเป็นปลาที่กินแพลงก์ตอนพืชและซากอินทรีย์จึงพบชนิดของสาหร่ายมากกว่า (กรมประมง, 2540)

สหสัมพันธ์เชิงอาหารของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่มีต่อปลากินพืช

สาหร่ายมีความสำคัญต่อปลาและระบบนิเวศน์แหล่งน้ำโดยทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในห่วงโซ่อาหารและเป็นปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตของปลาในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยปลาจะ

(0.57 – 0.91 เมตร) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำประเภท มีสารอาหารมาก (ธเนศ, 2539) แต่มีค่าน้อยกว่าทะเลสาบ Todos Los Santos ในประเทศชิลี ทวีปอเมริกาใต้ (10.20 เมตร) ซึ่งมีลักษณะเป็น Oligotrophic status แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของภูมิอากาศด้วย (Campos *et al.*, 1990) ซึ่งโดยทั่วไปความโปร่งใสของน้ำขึ้นอยู่กับเวลาที่ทำการศึกษา ฤดูกาล ปริมาณแพลงก์ตอนพืชและอนุภาคของสารอินทรีย์ (นันทนา, 2539)

อุณหภูมิอากาศมีค่าสูงสุด 34.67 °C ในเดือนเมษายน 2543 เนื่องจากตรงกับฤดูร้อน สภาพท้องฟ้าโปร่งมีแสงแดดจัด และมีค่าต่ำสุด 23.33 °C ในเดือนธันวาคม 2542 ซึ่งอยู่ในช่วงต้นฤดูหนาว อุณหภูมิจึงต่ำ โดยปกติอุณหภูมิน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำมีค่า 23.83 – 30.83 °C และค่าเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน 28.11 °C ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำทั่วไป 20.00 – 35.00 °C (เกษม, 2530) ทั้งอุณหภูมิอากาศและน้ำ จะขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง ความเข้มแสง และสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528)

pH มีค่า 6.52 - 8.62 ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 และสูงสุดในเดือนเมษายน 2543 pH เฉลี่ยทั้ง 12 เดือน มีค่า 7.76 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำธรรมชาติ ประเภทที่ 2 คือ pH 5.00 – 9.00 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) (ภาคผนวก จ ตาราง 44) อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ มีค่า pH สูงกว่าอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ pH 6.7 – 7.3 (หทัยทิพย์, 2539) คูเมืองเชียงใหม่ pH 6.50 – 8.00 (ถาวร, 2538) และทะเลสาบ Chignahuapan ประเทศเมกซิโก pH 6.80 – 8.50 (Valadez-Cruz and Rosiles-Gonzalez, 2001) แต่มีค่าน้อยกว่าแม่น้ำ Shatt al-Arab และ Ashar ประเทศอิรัก pH 7.92 – 8.80 ซึ่งมีลักษณะเป็น Eutrophic status ค่าที่วัดได้จึงสูงกว่าปกติ (Saad and Antoine, 1983) แต่ค่า pH จะสูงหรือต่ำยังขึ้นกับเวลาของวันที่วัด pH เนื่องมาจากแสง และการสังเคราะห์แสง (ศิริเพ็ญ, 2544)

Alkalinity มีค่า 52.33 - 58.17 mg/l as $CaCO_3$ ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 และสูงสุดในเดือนเมษายน 2543 ค่าเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน มีค่า 55.08 mg/l as $CaCO_3$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ คือ 25.00 – 500.00 mg/l as $CaCO_3$ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ มีค่า Alkalinity ใกล้เคียงกับอ่างเก็บน้ำของสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดเชียงใหม่ (69.00 – 92.00 mg/l as $CaCO_3$) (ประเสริฐ, 2539) แต่มีค่าน้อยกว่า อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา (34 - 102 mg/l as $CaCO_3$) (ชลินดา, 2539) โดยทั่วไปแหล่งน้ำที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากจะมีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการ

สังเคราะห์แสงมากและเกิดการเปลี่ยนแปลงของไบคาร์บอเนตเป็นคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ ส่งผลให้ค่าความเป็นด่างของน้ำสูงขึ้น (นันทนา, 2539)

Conductivity มีค่า 96.33 – 102.70 µS/cm ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 และสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2543 ค่าเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน มีค่า 99.41 µS/cm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำทั่วไป Conductivity 150.00 – 300.00 µS/cm (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) และพบว่าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ มีค่า Conductivity น้อยกว่าทะเลสาบ Chignahupan ประเทศแมกซิโก (1100.00 – 1870.00 µS/cm) (Valadez-Cruz and Rosiles-Gonzalez, 2001) และทะเลสาบ Katugday ประเทศ ฟิลิปปินส์ มีค่า 220.00 µS/cm (Traichaiyaporn, 1985) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 8 เมตร และมีค่าน้อยกว่าคูเมืองเชียงใหม่ (110.30 – 433.00 µS/cm) (ธเนศ, 2539) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ซึ่งได้รับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนค่าที่วัดได้จึงสูง แต่มีค่าใกล้เคียงกับอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา (64.00 – 109.00 µS/cm) (ชลินดา, 2539) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนเพียงเล็กน้อย โดยทั่วไปค่า Conductivity อาจเป็นผันแปรตามลักษณะของแหล่งน้ำ สภาพภูมิประเทศ ปริมาณสารอินทรีย์ และของแข็งที่ละลายในน้ำ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528)

DO มีค่าสูงสุด 9.13 mg/l ในเดือนเมษายน 2543 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน แพลงก์ตอนพืชสามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงจึงมีขบวนการสังเคราะห์แสงมากส่งผลให้ปริมาณ DO สูงตามไปด้วย (นันทนา, 2539) และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2542 มีค่า 2.80 mg/l เนื่องจากในเดือนพฤศจิกายน 2542 มีฝนตกหนักจนท่วมต้นไม้ริมตลิ่งทำให้น้ำมีสภาพเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีกลิ่นคล้ายน้ำเสีย และมีฝ้าลอยบนผิวน้ำ จึงทำให้ค่า DO ที่วัดได้มีปริมาณน้อย และค่าเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน มีค่า 7.30 mg/l โดยสรุปยังอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำธรรมชาติ ประเภทที่ 2 มีปริมาณ DO ไม่น้อยกว่า 6.00 mg/l (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) (ภาคผนวก จ ตาราง 44) เมื่อเปรียบเทียบกับทะเลสาบ Katugday ประเทศ ฟิลิปปินส์ มีค่า 6.20 mg/l (Traichaiyaporn, 1985) และคูเมืองเชียงใหม่ 1.00 – 17.60 mg/l (ถาวร, 2538) พบว่าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ มีค่า DO มากกว่าทะเลสาบ Katugday แต่น้อยกว่าคูเมืองเชียงใหม่ และมีค่าใกล้เคียงกับอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว 3.00 – 8.00 mg/l (หทัยทิพย์, 2539) โดยปกติค่า DO ผันแปรตามความดันบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำ ช่วงเวลาของวัน ฤดูกาล การสังเคราะห์แสง และการหายใจ (ศิริเพ็ญ, 2543)

BOD_5 มีค่า 0.40 - 2.47 mg/l ต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 2543 และสูงสุดในเดือนตุลาคม 2542 และค่าเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน มีค่า 1.13 mg/l เนื่องจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ

ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมค่า BOD จึงต่ำ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำธรรมชาติ ประเภทที่ 2 BOD ไม่เกิน 1.50 mg/l (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) (ภาคผนวก จ ตาราง 44) พบว่าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ มีค่า BOD เฉลี่ยใกล้เคียงกับอ่างเก็บน้ำของสำนักงานเกษตร ฯ 1.20 mg/l (ประเสริฐ, 2539) แต่มีค่าน้อยกว่าคลองแม่ข่าและคูเมืองเชียงใหม่ BOD 15.00 mg/l และ 12.80 mg/l ตามลำดับ (วุฒินันท์และศิริเพ็ญ, 2543 ; ศิริเพ็ญและคณะ, 2543) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำในคลองแม่ข่าและคูเมืองเชียงใหม่ซึ่งรับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมจึงมีการปนเปื้อนของอินทรีย์สารในปริมาณที่สูง จึงทำให้จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนปริมาณมากในการย่อยสลาย (เปี่ยมศักดิ์, 2538)

COD ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ มีค่าต่ำ 9.33 — 26.28 mg/l โดยในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งต่ำสุดอยู่ในเดือนมิถุนายน 2543 และสูงสุดในเดือนธันวาคม 2542 อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดฯ มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์เพียงเล็กน้อยจากกิจกรรมการท่องเที่ยว ค่า COD ที่วัดได้จึงน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับคลองแม่ข่าและคูเมืองเชียงใหม่ ซึ่งมีค่า 64.00 — 1,088.00 mg/l และ 9.62 — 256.00 mg/l ซึ่งมีการปนเปื้อนของอินทรีย์สารและสารเคมีในปริมาณที่สูงกว่าเนื่องจากได้รับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม (วุฒินันท์ และศิริเพ็ญ, 2543 ; ศิริเพ็ญและคณะ, 2543)

TKN มีค่า 0.70 - 9.43 mg/l ต่ำสุดในเดือนกันยายน 2543 และสูงสุดในเดือนธันวาคม 2542 ค่าเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน 2.64 mg/l โดยเฉลี่ยแล้วเป็นค่าที่น้อยมากเนื่องจากน้ำในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจนต่ำ (ธำรงค์, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับ Tularak *et al.* (2000) โดยพบ NO_3-N 0.0000 - 0.0071 mg/l และ NH_3-N มีค่าน้อยกว่า 0.0200 - 0.0586 mg/l ประกอบกับอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณ TKN ที่วัดได้จึงอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำทั่วไปซึ่งมีค่าต่ำสุด TKN 200.00 — 300.00 µg/l (ศิริเพ็ญ, 2543) ซึ่งจัดเป็นแหล่งน้ำประเภท Ultraoligotrophic status โดยมีค่า Total nitrogen <1.00 — 250.00 µg l^{-1} (Wetzel, 1983) (ภาคผนวก จ ตาราง 45)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่า 1.97 — 20.72 x10^{-3} µg/l โดยในแต่ละเดือนมีปริมาณที่แตกต่างกันซึ่งมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม 2542 และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 2543 อาจเกิดจากแพลงก์ตอนพืชแต่ละ Division มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่แตกต่างกัน (Traichaiyaporn, 1985) ประกอบกับปริมาณสารอาหารในอ่างเก็บน้ำมีค่าน้อยมากโดยพบ NO_3-N 0.0000 -

0.0071 mg/l, NH_3-N มีค่าน้อยกว่า 0.0200 - 0.0586 mg/l และ PO_4-P มีค่าน้อยกว่า 0.0030 - 0.0255 mg/l (Tularak *et al.*, 2000) ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั้ง 12 เดือน มีค่า 8.12 $x10^{-3}$ µg/l หากจัดประเภทของแหล่งน้ำสามารถจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยมาก โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.01 — 0.50 µg/l (Wetzel, 1983) (ภาคผนวก จ ตาราง 45) เมื่อเปรียบเทียบกับอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา และอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (1.04 — 12.58 µg/l และ 4.00 — 79.00 µg/l) (หทัยทิพย์, 2539 ; ชลินดา, 2539) พบว่าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัด ฯ มีค่ามากกว่าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง ฯ ที่ระดับผิวน้ำ แต่มีค่าน้อยกว่าอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว และอ่างเก็บน้ำเขตร้อน ประเทศบราซิลซึ่งมีลักษณะเป็น eutrophic status มีค่า 21.20 µg/l ในฤดูหนาว และ 38.80 µg/l ในหน้าร้อน (Deberdt *et al.*, 2001) โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แปรผันตามความหนาแน่น, องค์ประกอบ และมวลชีวภาพของสาหร่าย รวมทั้งปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำ (ศิริเพ็ญ, 2543 ;Traichaiyaporn, 1985) โดยเฉพาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อน แม่งัด ฯ ระดับน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะที่มีต่อคุณภาพน้ำ

การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแต่ละ Division มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta มีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามอุณหภูมิน้ำ เมื่ออุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้นปริมาณของแพลงก์ตอนพืชก็จะเพิ่มขึ้นไปด้วย ซึ่ง Division Cyanophyta มักเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30.00 — 35.00 °C (Boney, 1975) และปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta ยังแปรผกผันกับปริมาณ COD และ TKN จากค่า TKN เมื่อสารอินทรีย์ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นปริมาณแพลงก์ตอนพืชก็จะลดลงในทางกลับกันเมื่อปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจนลดลงปริมาณแพลก์ตอนพืชก็จะเพิ่มขึ้น (ชลินดา, 2539) ส่วนปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta มีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เมื่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ก็เพิ่มขึ้นด้วยซึ่งสอดคล้องกับ ปราณี (2542) โดยพบว่า *Cylindrospermopsis raciborskii* มีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณชีวภาพรวมของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า ส่วนปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta มีความสัมพันธ์โดยแปรผันตามปริมาณ COD และ TKN โดยทั่วไปแพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta มักชอบอยู่ใน

แหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงโดยเฉพาะสารอินทรีย์ไนโตรเจน (ลัดดา, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) โดยพบ *Euglena* และ *Phacus* สม่ำเสมอในคูเมืองเชียงใหม่ (ธเนศ, 2539) และปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta ยังแปรผกผันกับปริมาณ DO หากปริมาณ DO เพิ่มขึ้นปริมาณแพลงก์ตอนพืชก็จะลดลงและเมื่อปริมาณ DO ลดลงปริมาณแพลงก์ตอนพืชก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งแหล่งน้ำเสียมักจะมีปริมาณ DO ต่ำ (ศิริเพ็ญ, 2543) ส่วนความสัมพันธ์ของสาหร่ายยึดเกาะกับคุณภาพน้ำพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากวัสดุที่ใช้ศึกษาเพื่อให้สาหร่ายยึดเกาะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำตลอดเวลาจึงไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำต่อปริมาณของสาหร่ายยึดเกาะ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาในระดับความลึกต่าง ๆ เพิ่มขึ้น
2. ควรเพิ่มปัจจัยทางเคมีของน้ำที่ศึกษา เพื่อได้ข้อมูลคุณภาพน้ำที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารอาหารที่ละลายในน้ำซึ่งมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ
3. ในการศึกษาสาหร่ายยึดเกาะในอนาคตอาจเพิ่มการเก็บตัวอย่างในบริเวณริมฝั่ง ซึ่งเป็นวัสดุยึดเกาะตามธรรมชาติ
4. ควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำตลอดเวลา เนื่องจากอ่างเก็บน้ำเชื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญต่อการทำประปา และ การชลประทาน
5. ในการศึกษาสหสัมพันธ์เชิงอาหารของปลาควรทำการศึกษาในปลาวัยอ่อนและศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ควบคู่ไปด้วย เพราะจะทำให้ทราบศักยภาพการผลิตของแหล่งน้ำและเพื่อประโยชน์ทางด้านการประมง

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ระหว่าง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2542 ถึง กันยายน พ.ศ. 2543 โดยทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง จาก 3 จุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 0.3 เมตร ส่วนสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชทำการเก็บตัวอย่าง 4 ทุกเดือน ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

พบสาหร่ายรวมทั้งหมด 6 divisions 71 genera 107 species จัดเป็นแพลงก์ตอนพืช 6 divisions 53 genera 68 species ได้แก่ Division Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta โดยพบ Cyanophyta มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดเกือบทุกเดือนตลอดการศึกษาโดยพบมากในเดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2542 และเมษายน ถึง กันยายน 2543 แต่ในเดือนธันวาคม ถึง มีนาคม 2543 พบ Chlorophyta มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ฤดูกาล และคุณภาพน้ำ โดยพบแพลงก์ตอนพืชปริมาณน้อยที่สุดในฤดูหนาวและมากในฤดูฝน แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่นและมีปริมาณมากที่สุดได้แก่ *Cylindrospermopsis raciboskii* Wolosz. และ *Lyngbya limnetica* Lemmermann.

สาหร่ายยึดเกาะพบ 3 divisions 32 genera 52 species คือ Cyanophyta, Chlorophyta และ Chrysophyta โดยพบ Chrysophyta มีปริมาณมากที่สุดตลอดการศึกษา สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอม สกุลที่พบบ่อยที่สุดได้แก่ *Achnanthes*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula* และ *Synedra* รองลงมาเป็นสาหร่ายพวกเส้นสายสกุลที่พบสม่ำเสมอ ได้แก่ *Lyngbya limnetica* Lemmermann., *Oscillatoria*, *Scytonema*, *Oedogonium* และ *Spirogyra*

ส่วนสาหร่ายในทางเดินอาหารของปลาสร้อยและปลากระมัง พบ 6 divisions 54 genera 78 species คือ Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta โดยพบ Chrysophyta มีปริมาณมากที่สุดตลอดการศึกษา สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ *Navicula*, *Achnanthes*, *Fragilaria*, *Cyclotella*, *Trachelomonas*, *Staurastrum* และ *Peridinium* ซึ่งปลาจะกินสาหร่ายโดยไม่เจาะจงต่อชนิด และสาหร่ายที่พบ

ในทางเดินอาหารของปลาเป็นชนิดที่พบสม่ำเสมอไม่ใช่ชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำ เนื่องจากลักษณะนิสัยการกินอาหารของปลาและชนิดของอาหารที่มีอยู่ในขณะนั้น โดยจำนวนชนิดของสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารของปลาจะแปรผันตามจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะในอ่างเก็บน้ำ

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในแต่ละเดือนพบว่า ระดับความลึกของอ่างเก็บน้ำ มีค่า 26.77 - 38.83 เมตร ความโปร่งใสของน้ำ 1.58 - 2.94 เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำธรรมชาติ อุณหภูมิน้ำ 23.83 - 30.83 °C เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญของสาหร่าย pH 6.52 - 8.62 มีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย แต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำธรรมชาติ Alkalinity 52.33 – 58.17 mg/l as $CaCO_3$, Conductivity 96.33 – 102.70 µS/cm และ TDS 48.17– 51.35 mg/l, DO 2.80 – 9.13 mg/l โดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วน BOD_5 0.40 – 2.47 mg/l, COD 9.33 – 26.28 mg/l และ TKN 0.70 – 9.43mg/l โดยเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 1.97 – 20.72 x 10^{-3} µg/l เป็นค่าที่ต่ำมาก ซึ่งปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล คือ ความลึกของน้ำ โดยพบว่าระดับน้ำสูงสุดในช่วงฤดูหนาวและต่ำสุดในต้นฤดูฝน ซึ่งส่งผลถึงคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำ

ส่วนความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับคุณภาพน้ำ พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta จะแปรผันตามอุณหภูมิน้ำ แต่แปรผกผันกับปริมาณ COD และ TKN ส่วนปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta จะแปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta จะแปรผันตามปริมาณ COD และ TKN แต่แปรผกผันกับปริมาณ DO ซึ่งจะเห็นได้ว่าคุณภาพน้ำมีผลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช แต่พบว่าคุณภาพน้ำไม่มีผลต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายยึดเกาะอาจเป็นเพราะวัสดุที่สาหร่ายเกาะจะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำตลอดเวลาจึงทำให้ไม่มีผลต่อปริมาณของสาหร่ายยึดเกาะ

โดยทั่วไปคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำธรรมชาติจึงจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี หากใช้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในการจัดประเภทของแหล่งน้ำสามารถจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารน้อยมาก (ultraoligotrophic status) และหากจัดลำดับคุณภาพน้ำตามคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) สามารถจัดอยู่ในประเภทที่ 2 ซึ่งมีคุณภาพดีสามารถใช้ในการอุปโภคบริโภคได้แต่ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2540. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ องค์การค้า คุรุสภา, กรุงเทพฯ

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ

เกษม จันทร์แก้ว. 2530. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ

คมสัน เรืองฤทธิ์. 2543. ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสมิดส์ ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คฑาวุธ ปานบุญ. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี. การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3 ณ โรงแรม เจ. บี. หาดใหญ่ สงขลา. หน้า 66-71

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ใน กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. หน้า 19 — 21, กระทรวงวิทยาศาสตร์ และการพลังงาน กรุงเทพ ฯ

จงจินต์ ศิวะศิลป. 2524 . สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จงกล พรมยะ. 2543. การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* ในน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกร วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

โฉมยง ไชยอุบล. 2541. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2540-2541. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

ชลินดา อริยเดช. 2539. สหสัมพันธ์ของสารอาหารบางชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง เชียงใหม่ . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ตรัย เป็กทอง. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิค อัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย ระดับความสูง 330 ถึง 550 เมตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

ถาวร ถนอมพงษ์ชาติ. 2538. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในคูเมืองเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทวีเดช ไชยนาพงษ์, พรศิริ ตู้ลารักษ์, วนิดา เขมะนุเชษฐ์, นันท์ชลี กิมภากรณ์ และศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. ความหลากหลายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนในเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่ (กันยายน – ธันวาคม 2542). การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 360.

ทัตพร คุณประดิษฐ์. 2543. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ – ปุย จังหวัดเชียงใหม่ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทัศนีย์ ภูพิพัฒน์, รัชฎาภรณ์ กิตติวรเชฏฐ์, ชัยชนะ ชมเชย, รังสิต แย้มเอิบสิน, วิสูตร ศศิวิมล, อนุสิน อินทร์ควร และรังสันต์ ไชยบุญทัน. 2532. การสำรวจชลชีววิทยาและทรัพยากรประมงในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จ.เชียงใหม่. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 107 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน กรุงเทพฯ.

ธเนศ วงศ์ยะรา. 2539. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ปี 2538. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. 2540. คู่มือการวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย กรุงเทพ ฯ.

ธำรงค์ ปรุงเกียรติ. 2539. การบำบัดน้ำเสียจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกรโดยใช้สาหร่าย *Chlorella* sp. และ *Spirulina* sp. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธำรงค์ ปรุงเกียรติ. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2539. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาแหล่งน้ำจืด. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

นันท์ชลี กิมภากรณ์ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. สหสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในต่างระดับความลึกของอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่ (กันยายน – ธันวาคม 2542) การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 275.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์. 2533. แพลงก์ตอนวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะ ผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

ประเสริฐ ไวยะกา. 2539. คุณภาพทางชีวภาพของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำของสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประเสริฐ ไวยะกา. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปริญญา มูลสิน. 2540. ปริมาณชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงเชียงใหม่ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

ปราณี ภูอาลัย. 2542. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้ในอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

พินิจ สีห์พิทักษ์เกียรติ และ โยธิน ลีนานนท์. 2527. ชีวประวัติ และการเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนขาว. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 39/2527 .

พรศิริ ตู้ลารักษ์ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2542. ความหลากหลายของสาหร่ายยึดเกาะและคุณภาพน้ำบางประการในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่ (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2541). การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน พิษณุโลก. หน้า 928.

พิษณุ วรรณธง, ยุวดี พีรพรพิศาล และ สาคร พรหมขันติแก้ว. 2543. การประเมินคุณภาพน้ำโดยการใช้สาหร่ายขนาดใหญ่ และไดอะตอมในลำธารแม่แจ่ม อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 277.

พันทวี มาไพโรจน์ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. รายงานการวิจัยเรื่อง ศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีชีวภาพของคุณภาพน้ำในสระน้ำนิ่ง ในเมืองเชียงใหม่. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2540. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ . 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. กรมประมง กรุงเทพ ฯ.

ยุวดี พีรพรพิศาล และ ฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร. 2538. บทปฏิบัติการสาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลัดดา วงศ์รัตน์. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. แพลงก์ตอน. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ .

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ .

วุฒินันท์ ศิริรัตนวรางกูรและศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. คุณภาพน้ำบางประการและสหสัมพันธ์ต่อสาหร่ายในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ (II). การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 278.

วิมล เหมะจันทร. 2528. ชีววิทยาปลา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สวัสดิ์ วงศ์ถิรวัฒน์. 2524. การศึกษาอุปนิสัยการกินอาหารของปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจบางชนิดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์. 2541. ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในบ่ออนุบาลและทางเดินอาหารของปลาตะเพียนขาว, *Barbodes gonionotus* (Bleeker, 1850) วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ.

ศิริ ภู่ธราภรณ์, ภัทราภรณ์ สังขทรัพย์ และ สายสุนีย์ เหลียวเรืองรัตน์. 2542. การศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพของน้ำธรรมชาติที่เก็บจากน้ำแม่กวง. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน พิษณุโลก หน้า 974.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2530. การศึกษาแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของปลาที่เล็กที่สุดในโลก. Journal of Agricultural Research and Extension, 4(2) , 73-83

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2537. สาหร่ายวิทยาประยุกต์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร, จงกล พรมยะ, ธำรงค์ ปรุงเกียรติ, วุฒินันท์ ศิริรัตนวรางกูร, วนิดา เขมะนุเชษฐ์, พรศิริ ตู้ลารักษ์, ทวีเดช ไชยนาพงษ์, นันท์ชลี กิมภากรณ์ และ อินทิรา ปรุงเกียรติ. 2543. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ และคุณภาพน้ำบางประการของคูเมืองเชียงใหม่ (มกราคม – มีนาคม 2542). การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 362.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2544. เอกสารประกอบการอบรมครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตร 1. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

หทัยทิพย์ ใครบุตร. 2539. คุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อักษร ศรีเปล่ง. 2529. สาหร่าย. ฝ่ายสื่อการศึกษา สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ.

Antoine, S.E, Benson — Evans, K. 1986a. Phycoperiphyton development on an artificial substrate in the river Wye System, Wales, U.K. Part 2 : Population Dynamics. Journal Acta Hydrochim Hydrobiol, 14(4), 347-363.

Antoine, S.E, Benson — Evans, K. 1986b. The epipelic algal flora of the river Wye System, Wales, U.K. 2. Algal Phyta and Species Population Dynamics. Journal Int. Revue ges. Hydrobiol, 71(6), 813-839.

Anton, A., Kusnan, M., Yusoff, F.M., Ong, E. S. 1995. Nutrient enrichment studies in a tropical reservoir : effect of N : P rations on phytoplankton populations. Journal Tropical Limnology, 11, 179-185.

American Public Health Association (APHA). 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 20th edition, Washington D.C.

Boney, A. D. 1975. Phytoplankton. The Institute of Biology Studies in Biology. No.52 Edward Arnold Ltd. London.

Bold, H. C. and M. J. Wynne. 1978. Introduction to the Algae : Structure and Reproduction. New Delhi, Prentice-Hall.

Bucka, H. 1986. Phytaplankton of the Roznow dam reservoir in the years 1982-1983 (Southern Poland). Journal Acta Hydrobiol, 28, 345 — 360.

Branco, C. W. C, Senna, P. A. C. 1994. Factors influencing the development of *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis aeruginosa* in the Paranoá Reservoir, Brasilia, Brazil, Journal Algological, 75, 85-96.

Campos, H., Steffen, W., Agüero, G., Parra, O., Züñiga, L. 1990. Limnological study of lake Todas Los Santos (Chile) Morphometry, physics, chemistry, plankton, and primary productivity. Journal Arch. Hydrobiol, 117, 453 - 484

Darley, W. M. 1982. Algal Biology : a physiological approach. Department of Botany The University of Georgia , London.

Desikachary, T. V. 1959. Cyanophyta. New Delhi, Indian Council of Agriculture Research.

Dumas, A., Laliberte, G., Lessard, P., de la Noüe, J. 1998. Biotreatment of fish farm effluents using the cyanobacterium *Phormidium bohneri*. Journal Aquacultural engineering, 17, 57-68.

Deberdt, G. L. B, M. C. Calijuri, M. B. Xavier. 2001. Vertical distribution of phytoplanktonic community in a hypertrophic tropical reservoir (Salto Grande — Americana — SP - Brazil) in two seasons. Poster 325a, 7th International Phycological congress, Aristotle University of Thessaloniki.

El-Ayouty, Y. M., El-Essawy, A. F. A., Said, A. A. 1999. The assessment of quality of Enan and El - Abbassa ponds, Egypt. Journal Acta Hydrobiol, 41 , 117-137.

Esho, R. T., Benson — Evans, K. 1984. Algal Studies of the River Ely, South Wales, U. K. II. Epilithic Algae. Journal Cramer, 387 - 421

Foged , N. 1974. Freshwater Diatoms in Iceland. In der A. R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft , Germany.

Frost, P. C., Elser, J. C. and Turner, M. A. 1998. Effects of light, carbon, and phosphorus on the stoichiometry of benthic algae growth. Available: http:// aslo.org/santafe99/abstracts/SS49WeO200S.html. (3 Feb 1999)

Galicka, W., Kruk, A. 1999. Structure of phytoplankton of the Jeziorsko Reservoir (central Poland) in the spring — autumn period of 1996. Journal Acta Hydrobiol, 41, 17-35.

Golman, C. R. and A. J. Horne. 1983. Limnology. McGraw - Hill Book Company Published, New york.

Goldsborough, L. G. 1993. Responses of marsh algal communities to controlled nitrogen and phosphorus enrichment. UFS (Delta Marsh) Annual Report, 28, 1-4.

Greene, K. E., M. D. Munn and J. C. Ebbert. 1997. Nutrients, Benthic Algae and Stream Quality During Low Streamflow in the Palouse River Basin, Washington and Idaho. Central Columbia Plateau NAWQA Study — Publications. Available : http :// wa.water.usgs.gov/ccpt/pubs/wrir-96-4078-abstract.html. (15 Jul 1997)

Hammer, M. J. 1975. Water and Waste-Water Technology. John wiley & sons, INC. New York.

Ha, K., Cho, E. A., Kim, H. W., Joo, G. J. 1999. Microcystis bloom formation in the lower Nakdong river, South Korea: importance of hydrodynamics and nutrient loading. Journal of Marine and Freshwater Research, 50, 89-94.

Khondker, M., Rahim, S. 1993. Investigation on the water quality of Dhanmondi lake II Periphytic and Planktonic algae as Indicators. Journal Biol, 22(1), 49 — 53.

Khondker, M., Kabir, M. A., Chowdhury, A., Imamul Huq, S. M. 1995. Water quality aspects of an artificial lake within Dhaka Metropolis, Bangladesh. Journal Tropical Limnology, 11, 199-205.

Kleiven, S., Lande, A. 2000. Effects of liming in mountain lake. Journal Limnol, 27, 489-493.

Lagler, K. E. 1956. Freshwater Fishery Biology. Ed 2nd WM.C. Brown Company Publishef, Dubuque, Iowa.

Lackey, J. B. 1979. Algae and Man : The Ecology of Plankton Algae. Ed 4th Phelps Laboratory University of Florida Gainesville, Florida.

Lorraine, L. J. and R. A. Vollenweider. 1981. Summary report. The OECD Cooperative Programme on Eutrophication. National Water Research Institute, Burlington.

Mason, C.F. 1996. Biology of Freshwater Pollution. Ed 3th Long man, England.

Mapairoj, P., Traichaiyaporn, S., Proongkiat, T. 1998. The Possibility of using Phytoplankton as Bioindicator of Water Quality in Standing Water , Chiang Mai City I. The Fifth asian Fisheries Forum International Conference on Fisheries and Food Security Beyond the Year 2000, Lotus Hotel Pang Suan Kaew Chiang Mai Thailand, 135.

Munn, M. D. 1998. Environmental factors affecting benthic algae in the Palouse River basin, Idaho and Washington. Central Columbia Plateau NAWQA Study — Publications. Available : http:// wa.water.usgs.gov/ccpt/pubs/abstracts/ nabs.periphyton.abstract.html. (11 May 1998)

Naggar, E. 1994. The studies on the freshwater algae of Makkah area, Saudi Arabia. Journal Botany, 26(2), 203 — 213.

Sabater, S., Gregory, S. V., Sedell, J. R. 1998. Community dynamics and metabolism of benthic algae colonizing wood and rock substrata in a forest stream. Journal of Phycology, 34 (4), 561-567.

Smith, G. M. 1950. The Fresh Water Algae of the United States 2.nd McGraw- Hill Book Company Publishers, New York.

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

Tiffany, L.H. and M. E. Britton. 1971. The Algae of Illinois. Hafner Publishing Company, INC. New York.

Townsend, S. A., Luong-Van, J. T. 1998. Phytoplankton biomass and composition in Manton river reservoir a mesotrophic impoundment in the Australian wet / dry tropics. Journal Hydrobiol, 83, 113 — 120.

Traichaiyaporn, S. 1985. Selected physico - chemical and biological characteristics of lake Katugday, Buhi, Camarines sur. Philippines. Ph.D. Thesis, Dissertation University of the Philippines at Los Banos (UPLB) Philippines.

Traichaiyaporn, S. and J. Liangkrilas. Phytoplankton Diversity , Coliform Bacteria and BOD_5 of Wastewater From Pig Manure Biogas Digester, Chiang Mai University. Poster E15, 2nd Asia-Pacific Marine Biotechnology Conference and 3rd Asia-Pacific Conference on algal Biotechnology, Phuket Thailand, May 1997 .

Traichaiyaporn , S. and K. Boonsai. 1998 . Water Quality and Composition Monitoring in Chiang Mai Moat. The Fifth asian Fisheries Forum International Conference on Fisheries and Food Security Beyond the Year 2000, Lotus Hotel Pang Suan Kaew Chiang Mai Thailand, 246.

Traichaiyaporn, S., Tularak, P., Chainapong, T. 2001. Seasonal succession of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Mae Ngat Somboonchol reservoir. 7th International Phycological Congress, Aristotle University of Thessaloniki. Greece, Phycologia, 40(4), 16.

Tularak, P., Traichaiyaporn, S., Rojanapibul, A. 2000. Biodiversity of phytoplankton and water quality in the Mae Ngat Somboonchol dam. Chiang Mai, Thailand. 4th Asia – Pacific Conference on algal biotechnology. Hong Kong Convention and Exhibition center. China, 242.

Tularak, P., Traichaiyaporn, S., Rojanapibul, A. 2001. Seasonal succession of phytoplankton in the Mae Ngat Somboonchol dam reservoir, Chiang Mai, Thailand. 7th International Phycological Congress, Aristotle University of Thessaloniki. Greece, Phycologia, 40(4), 106.

Valadez-Cruz, F and G. Rosiles-Gonzalez. 2001. Phytoplankton from Chignahupan Lake, Maxico State, Maxico, Poster 338, 7th International Phycological congress, Aristotle University of Thessaloniki.

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

ภาคผนวก ก.

ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ และสาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารปลากินพืช ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

ตาราง 10 ชนิดและปริมาณ (จำนวนหน่วย x 10^3 / ลิตร) แพลงก์ตอนพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช / เดือน	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม			กันยายน		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
Division Cyanophyta																																				
Anabaenopsis philippinensis (Taylor) Ka.	46.00	46.00	46.00	138.00		92.00				92.00	2.00	3.00	15.00						9.00	9.00	21.00	2.50	5.00	12.00			7.00	6.00	6.00	6.00	3.00	4.00	2.00			
Anabaena sp.1		138.00	184.00	122.82	69.00		46.00				1.00		2.00	1.00	3.00				5.00		14.00	1.00	2.00	3.50	50.00		7.00	11.00	13.00	11.00	5.00	7.00	5.00	5.00	2.00
Chroococcus sp.		69.00		92.00		46.00							3.00			3.00	2.00		4.00	7.00	8.50		9.00	10.00			1.00	6.00	8.00	4.00	12.00	14.00	3.00	2.00	4.00
Cylindrospermopsis raciborskii (Wolosz) Seenaya & Subba.	843.18	506.00	345.00	471.50	92.00	161.00	230.00	46.00	124.20	368.00	12.00	6.00	199.00	1.00	1.00	1.00	7.00	9.00	284.00	1022.00	1198.00	2805.50	945.00	1751.00	3530.00	2032.00	5212.50	2390.00	2219.00	5575.00	3040.00	959.00	1843.00	1562.00	335.00	447.00
Gloeocapsa sp.	69.00			46.00	92.00	138.00				1242.00							1.00	1.00																	
Lyngbya limnetica Lemmermann.	9798.00	4094.00	3220.00	4922.00	1886.00	1276.50	138.00		115.00	92.00	11.00	5.00	8.00		2.00	2.00	4.00	4.00	71.00	91.00	117.00	774.50	445.00	1778.50	1590.00	1190.50	2975.00	993.00	1782.00	5236.00	2491.00	1080.00	2559.00	1605.00	782.00	1192.00
Merismopedia sp.							161.00	161.00	46.00											3.00															
Microcystis aeruginosa Kutzing.											10.00	11.00	36.00			6.00	8.00	25.00	12.00	15.00	5.00	440.00	650.00	315.00	273.00	1569.00	1831.25	10.00	1690.00	6166.00	500.00	1802.00	1917.00	5350.00	7010.00	5660.00
Oscillatoria splendida Greville.	138.00	46.00						92.00	46.00	46.00	1.00		1.00			1.00			2.00			2.50	27.50	73.00	5.50	75.00	100.00		2.00	1.00						
Raphidiopsis mediterranea Singh.				46.00	76.82		46.00			184.00	11.00	2.00	11.00	1.00	3.00		1.00			9.00	4.00	9.50	2.00	22.50	82.00			2.00	5.00	49.00	10.00		9.00	17.00	5.00	11.00
Division Chlorophyta																																				
Actinastrum lagerheimia G.M. Smith							414.00	138.00	230.00	46.00	4.00	2.00	5.00		1.00							1.00	2.00	8.50	30.00			4.00	11.00	55.00	9.00		12.00	7.00		1.00
Ankistrodesmus sp.											4.00		1.00									3.00		15.50	28.00	62.50	50.00	11.00	14.00	22.00	25.00	6.00	18.00	7.00	13.00	10.00
Botryococcus sp.	46.00						46.00					3.00		4.00	4.00	1.00	2.00	3.00	1.00	8.00	1.00	4.00		3.00	5.00			5.00	14.00	26.00	11.00	9.00	16.00	7.00	10.00	9.00
Chlamydomonas sp.	345.00	414.00	115.00	230.00	103.50	184.00	260.82	122.82	126.50	184.00	19.00	7.00	7.00	7.00		1.00		2.00	2.00	16.00	15.00	28.50	2.00	7.50	6.00			2.00		5.00	10.00	2.00	2.00	6.00	1.00	5.00
Chlorella sp.					521.18						88.00	58.00	4.00				11.00		4.00			24.00		2.00	6.00						15.00	10.00	22.00	32.00	78.00	79.00
Coelastrum sp.	46.00	46.00		46.00					46.00	230.00	10.00	6.00	7.00	1.00	4.00	2.00					1.00	1.00		1.00										1.00	
Coenocystis sp.				92.00						184.00	51.00	58.00	17.00	2.00	8.00		15.00	6.00	11.00	4.00	2.00	1.00	3.50	3.50	10.50			3.00	7.00	5.00	4.00		3.00	1.00	1.00	
Cosmarium sp.	92.00	46.00	46.00				46.00							2.00	1.00				1.00	2.00	2.00							2.00	1.00							
Crucigenia rectangularis (A. Braun) Gay.	92.00	69.00	230.00		46.00		92.00		92.00	1656.00	127.00	122.00	46.00	38.00	43.00	6.00	14.00	6.00	2.00	12.00	10.00	7.50	2.00	6.50	6.50	50.00		10.00	12.00	42.00	5.00	5.00	14.00	7.00	13.00	14.00
Dictyosphaerium pulchellum Wood.			46.00		46.00	46.00	446.20	322.00	310.50	828.00	198.00	120.00	30.00	8.00	15.00	2.00	3.00	7.00	2.00	7.00	6.00	10.50	5.00	10.50	5.50			2.00	4.00	17.00	4.00	4.00	11.00	5.00	8.00	9.00
Elakatothrix gelatinosa Wille.	230.00	69.00	46.00	214.82		69.00	138.00		46.00			1.00		2.00	9.00	30.00	44.00	41.00	59.00	61.00	84.00	44.00	8.50	25.00	34.00	116.50		44.00	109.00	223.00	31.00	41.00	59.00	49.00	39.00	43.00
Eudorina elegans Ehrenberg.	92.00					46.00	460.00		46.00	82.00	43.00	43.00	12.00	5.00	6.00	10.00	8.00	2.00	9.00	6.00	7.00	3.00	5.00	3.00		10.00		5.00	10.00	6.00	4.00	5.00	2.00	3.00	5.00	2.00
Monoraphidium arcuatum (Kor's.) Hindak	291.10	184.00	46.00	92.00	138.00	92.00	352.82	184.00	115.00	46.00		10.00	28.00	10.00	9.00	4.00	19.00	6.00	22.00	17.00	9.00	7.00	5.50	9.50	9.00	50.00	50.00	8.00	23.00	52.00	8.00	8.00	17.00	8.00	16.00	20.00
Monoraphidium circinale (Nyg.) Nyg.	138.00	69.00	46.00	46.00	168.82	69.00	92.00	124.20	46.00	230.00	9.00	18.00	37.00	39.00	62.00	8.00	13.00	4.00	9.00	15.00	12.00	20.50	3.00	17.50	11.50			12.00	33.00	94.00	31.00	45.00	46.00	15.00	47.00	51.00
Monoraphidium sp.	1487.18	291.18	161.00	76.82		69.00	60.72	69.00	92.00				2.00	1.00	3.00	6.00	17.00	7.00	11.00	6.00	8.00	47.50	9.00	44.00	173.00	156.25	100.00	4.00	110.00	1021.00	863.00	237.00	350.00	220.00	90.00	226.00
Nephrocytium sp.				92.00	92.00	184.00				874.00						4.00	16.00	5.00	2.00	3.00				2.00	4.00							1.00	7.00		5.00
Oocystis sp.	138.00	168.82	92.00	37.50	46.00	46.00	46.00		46.00	276.00	30.00	14.00	28.00	16.00	37.00	10.00	13.00	14.00	7.00	19.00	15.00	18.50	5.00	18.50	17.00			20.00	55.00	100.00	28.00	8.00	25.00	20.00	34.00	43.00
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs.																2.00	1.00			1.00	1.00	1.00		1.00											
Scenedesmus armatus (Chodat) G.M. Smith							92.00			92.00	1.00	2.00	8.00	3.00	4.00	1.00	4.00	4.00	1.00	4.00	6.00	3.00			2.00										1.00
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerhein.	69.00	46.00		46.00			46.00		46.00	230.00	10.00	18.00	38.00	10.00	9.00	4.00	5.00	1.00		10.00	2.00	3.00	1.00	7.00	7.50	100.00	50.00	6.00	7.00	13.00	4.00	2.00	6.00	5.00	13.00	6.00
Scenedesmus obtusus Meyenf.										46.00			10.00	1.00	2.00		3.00	1.00						2.00											
Scenedesmus sp.1										92.00	13.00	11.00	27.00	3.00	3.00	1.00	5.00	5.00	8.00	14.00	20.00	15.00	2.00	9.50	2.50	50.00	50.00			3.00	2.00	3.00	6.00	2.00	4.00	3.00
Scenedesmus sp.2							92.00				3.00		2.00	1.00	1.00			1.00														1.00			
Spondylosium pandurifforme (Turp.) Teil.			46.00													8.00	2.00		3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	2.50	2.50	50.00		4.00	17.00	38.00	20.00	13.00	18.00		5.00	5.00
Staurastrum gracile Ralfs		46.00		46.00		46.00			92.00	598.00	27.00	9.00	6.00	3.00	2.00	3.00			3.00	1.00	3.00	7.00	3.00	2.00	6.00			11.00	28.00	37.00	12.00	9.00	13.00	6.00	4.00	6.00

ตาราง 10 (ต่อ) ชนิดและปริมาณ (จำนวนหน่วย x 10^3 / ลิตร) แพลงก์ตอนพืชในแต่ละ Division ที่พบในน้ำเค็มแม่น้ำเจ้าพระยาและอ่าวไทยตอนบน (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช / เดือน	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม			กันยายน		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
Division Chlorophyta																																				
Staurastrum longibrachiatum (Borog) Gutwinski.										92.00		2.00	25.00	10.00	20.00	2.00	2.00	1.00	22.00	21.00	17.00	37.00	6.00	13.00	1.50	50.00	50.00	5.00	6.00	4.00	5.00	2.00	3.00	2.00	3.00	7.00
Staurastrum pentacerum (Wole.) G.M.Smith.																			2.00			1.00							1.00							
Staurodesmus convergens (Ehr.) Teil.										46.00						8.00	6.00		1.00		1.00															
Tetraedron caudatum (Corda) Hansgirg.										92.00	4.00	4.00	4.00	1.00		2.00	1.00	1.00		2.00	2.00	5.50	4.00	6.50	4.00	50.00	50.00	7.00	35.00	48.00	7.00	3.00	2.00	5.00	4.00	3.00
Tetraedron gracile (Reinsch) Hansgirg.															1.00														1.00				1.00			
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg.	46.00	76.82	92.00		46.00					552.00	32.00	38.00	47.00	33.00	26.00	3.00	5.00	11.00	24.00	65.00	48.00	21.50	19.50	42.00	4.50		83.00	4.00	34.00	105.00	7.00	14.00	40.00	12.00	19.00	10.00
Tetrastrum komarekii Hindak.													12.00	9.00	5.00	6.00	4.00			10.00	4.00	2.00	6.50	12.00	2.50	50.00		2.00	6.00	9.00	3.00	6.00	7.00	5.00	5.00	5.00
Treubaria setigerum (Archer) G.M. Smith.		92.00								230.00	6.00	8.00	5.00	2.00	6.00				1.00	3.00	5.00	1.00	1.00	2.50	1.00				4.00	8.00					1.00	3.00
Division Euglenophyta																																				
Euglena sp.				46.00				46.00			2.00											1.00	3.00	13.50	1.00		50.00	1.00	5.00	20.00	2.00				1.00	
Phacus pleuronectes (Muril) Duj.							46.00																												2.00	3.00
Trachelomonas curta Da Cunha		50.00								46.00	14.00	17.00				30.00	6.00	8.00	21.00	25.00	20.00	1.00	1.00	25.00	1.00	50.00			2.00	6.00					3.00	3.00
Trachelomonas hispida (Perty) Stein.	46.00		92.00		46.00	230.00	308.20	138.00	172.50				3.00	1.00	1.00	1.00						5.00	5.50		1.50											
Division Chrysophyta																																				
Achnanthes sp.										230.00			5.00	1.00		17.00	17.00	13.00	596.00	175.00	141.00	62.00	5.00	8.50	82.00	368.75	300.00	31.00	44.00	62.00	44.00	20.00	50.00	57.00	5.00	16.00
Cyclotella sp.	138.00	138.00	276.00	115.00	92.00	107.18	107.18	78.20	46.00	184.00	29.00	26.00	174.00	110.00	121.00	15.00	10.00	11.00	8.00	8.00	9.00	8.00	1.00	2.00	28.50	62.50	140.00	36.00	77.00	112.00	34.00	15.00	22.00	29.00	27.00	16.00
Cymbella sp.1										46.00		1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	3.00										1.00							
Dinobryon sertularia Ehrenberg													99.00	111.00	1.00	4.00	12.00	11.00	5.00																	
Fragilaria sp.1							460.00	46.00	92.00		2.00	6.00	9.00			5.00	23.00	18.00	59.00	63.00	53.00	19.50	11.00	23.50	5.00	221.50		1.00	16.00	54.00						1.00
Fragilaria sp.2											1.00		28.00				3.00				9.00	13.00	10.00	31.00	3.50	83.00	481.25		9.00	6.00						
Gomphonema sp.5												1.00	1.00				2.00				1.00								2.00			2.00			1.00
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs.		46.00	46.00	46.00		92.00	92.00	46.00	138.00		7.00		2.00	1.00	1.00		1.00	1.00						2.00							1.00				
Melosira varians Agardh.											1.00	4.00		8.00	7.00	8.00	40.00	24.00	2.00	5.00	2.00	1.00							1.00			2.00			
Navicula sp.3		46.00	46.00		46.00	92.00	207.00	61.18	138.00		1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	4.00	5.00	3.00	7.00	3.00	4.50	1.00	1.00	21.00	50.00		11.00	25.00	24.00	4.00	1.00	1.00	2.00	5.00	3.00
Nitzschia sp.1		46.00				46.00	92.00			138.00	6.00	2.00				2.00			1.00	3.00		2.50	4.00	2.00					2.00			1.00			2.00
Rhizosolenia sp.				92.00		46.00							6.00		1.00				15.00			7.00		6.00						8.00					4.00
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Muller.													2.00						1.00																
Synedra acus Kutzing.									46.00	230.00	3.00		4.00	1.00		1.00		2.00		6.00			1.00	2.00					1.00						
Division Pyrrophyta																1.00														1.00				1.00	
Ceratium hirundinella Schrank.	92.00	46.00																																		
Peridinium sp.1	46.00	61.18	115.00	50.00	46.00	55.20	253.00	46.00	46.00	276.00	16.00	9.00	4.00	30.00	22.00	61.00	30.00	23.00	48.00	37.00	16.00	34.50	8.50	87.50	7.50		83.00	2.00	5.00	17.00	1.00		4.00	2.00	3.00	1.00
Peridinium sp.2	46.00	107.18	138.00				138.00	46.00	46.00			4.00	69.00		9.00			2.00	2.00	3.00	4.00	10.50	2.50	49.00	1.00	50.00		9.00	36.00	58.00	20.00	2.00	21.00	12.00	14.00	15.00
Peridinium sp.3	32.00		80.00	46.00		30.00	80.00	30.00	35.00	90.00			20.00		8.00	10.00			3.00	4.00	4.00	30.00	5.00	20.00	5.00	30.00		8.00	20.00	30.00	2.00	5.00	10.00	8.00	10.00	9.00
Division Cryptophyta																																				
Chilomonas sp.		61.18	46.00				230.00	92.00	161.00				5.00	1.00	2.00	3.00	1.00		1.00	5.00	5.00	17.00		4.00	1.00				5.00	2.00		1.00		3.00	1.00
Chroomonas sp.	1012.00	690.00	506.00	195.50	46.00	103.50	335.80	138.00	429.18	92.00	1.00		19.00	1.00	50.00	10.00	36.00	56.00	63.00	8.00	1.00	12.50		9.00	9.50			2.00	7.00	1.00		4.00	5.00	12.00	5.00
Cryptomonas sp.	446.20	552.00	207.00	115.00	195.50	184.00	736.00	299.00	61.18	46.00	1.00	15.00	28.00	24.00	22.00	17.00	41.00	11.00	10.00	17.00	52.00	30.00	3.00	43.50	16.50	50.00	50.00	7.00	58.00	116.00	19.00	11.00	25.00	9.00	13.00	17.00

ตาราง 11 จำนวนชนิดเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน / Division	Cyanophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	Chrysophyta	Pyrrophyta	Cryptophyta	รวม*
ตุลาคม 42	7.00	17.00	2.00	4.00	4.00	3.00	37.00
พฤศจิกายน 42	7.00	16.00	2.00	5.00	2.00	2.00	34.00
ธันวาคม 42	6.00	17.00	3.00	7.00	3.00	3.00	39.00
มกราคม 43	8.00	26.00	2.00	11.00	3.00	2.00	52.00
กุมภาพันธ์ 43	7.00	28.00	1.00	13.00	3.00	3.00	55.00
มีนาคม 43	7.00	27.00	2.00	12.00	4.00	3.00	55.00
เมษายน 43	10.00	28.00	1.00	13.00	3.00	3.00	58.00
พฤษภาคม 43	8.00	30.00	3.00	10.00	3.00	3.00	57.00
มิถุนายน 43	8.00	25.00	3.00	5.00	3.00	3.00	47.00
กรกฎาคม 43	8.00	26.00	2.00	11.00	3.00	3.00	53.00
สิงหาคม 43	7.00	24.00	1.00	7.00	4.00	3.00	46.00
กันยายน 43	7.00	26.00	3.00	7.00	4.00	3.00	50.00
รวม**	90.00	290.00	25.00	105.00	39.00	34.00	

ตาราง 12 จำนวนชนิดเฉลี่ยของสาหร่ายยึดเกาะ (benthic algae)ในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน / Division	Cyanophyta	Chlorophyta	Chrysophyta	รวม*
ตุลาคม 42	12.00	4.00	21.00	37.00
พฤศจิกายน 42	12.00	3.00	20.00	35.00
ธันวาคม 42	9.00	2.00	24.00	35.00
มกราคม 43	11.00	4.00	28.00	43.00
กุมภาพันธ์ 43	12.00	4.00	28.00	44.00
มีนาคม 43	15.00	5.00	25.00	45.00
เมษายน 43	11.00	4.00	27.00	42.00
พฤษภาคม 43	13.00	5.00	23.00	41.00
มิถุนายน 43	14.00	4.00	30.00	48.00
กรกฎาคม 43	15.00	5.00	29.00	49.00
สิงหาคม 43	14.00	6.00	28.00	48.00
กันยายน 43	14.00	5.00	26.00	45.00
รวม**	152.00	51.00	309.00	

หมายเหตุ รวม* = ผลรวมในแต่ละเดือน , รวม** = ผลรวมทั้ง 12 เดือนในแต่ละ Division

ตาราง 13 ปริมาณเฉลี่ย (จำนวนหน่วย x 10^3 / l) ของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน / Division	Cyanophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	Chrysophyta	Pyrrophyta	Cryptophyta	รวม*
ตุลาคม 42	6529.39	1898.70	62.67	260.67	254.45	1173.46	10179.34
พฤศจิกายน 42	3255.88	1025.88	107.33	258.06	75.73	279.83	5002.71
ธันวาคม 42	417.07	1659.53	236.90	565.19	240.00	827.39	3946.08
มกราคม 43	706.00	2647.67	26.33	292.33	131.67	51.67	3855.67
กุมภาพันธ์ 43	95.33	300.00	1.67	232.67	54.00	50.67	734.34
มีนาคม 43	25.00	155.00	15.00	84.00	42.33	58.33	379.66
เมษายน 43	956.00	266.33	22.00	392.67	40.33	54.00	1731.33
พฤษภาคม 43	3368.17	232.33	18.33	76.17	82.50	39.67	3817.17
มิถุนายน 43	6847.08	552.75	34.50	615.67	58.83	42.33	8151.16
กรกฎาคม 43	8728.33	881.67	11.33	174.33	61.67	66.00	9923.33
สิงหาคม 43	5425.33	744.67	0.67	65.67	22.00	20.00	6278.34
กันยายน 43	7999.67	470.33	4.00	56.00	25.00	21.67	8576.67
รวม**	44353.25	10834.86	540.73	3073.43	1088.51	2685.02	

ตาราง 14 ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช (algal compossition) ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน / Division	Cyanophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	Chrysophyta	Pyrrophyta	Cryptophyta	รวม*
ตุลาคม 42	64.14	18.65	0.62	2.56	2.50	11.53	100.00
พฤศจิกายน 42	65.08	20.51	2.15	5.16	1.51	5.59	100.00
ธันวาคม 42	10.57	42.06	6.00	14.32	6.08	20.97	100.00
มกราคม 43	18.31	68.67	0.68	7.58	3.42	1.34	100.00
กุมภาพันธ์ 43	12.98	40.85	0.23	31.68	7.36	6.90	100.00
มีนาคม 43	6.58	40.83	3.95	22.13	11.15	15.36	100.00
เมษายน 43	55.22	15.38	1.27	22.68	2.33	3.12	100.00
พฤษภาคม 43	88.24	6.09	0.48	1.99	2.16	1.04	100.00
มิถุนายน 43	84.00	6.78	0.42	7.55	0.73	0.52	100.00
กรกฎาคม 43	87.96	8.88	0.11	1.76	0.62	0.67	100.00
สิงหาคม 43	86.41	11.86	0.01	1.05	0.35	0.32	100.00
กันยายน 43	93.27	5.48	0.05	0.65	0.29	0.26	100.00
รวม**	672.76	286.04	15.97	119.11	38.50	67.62	

หมายเหตุ รวม* = ผลรวมในแต่ละเดือน , รวม** = ผลรวมทั้ง 12 เดือนในแต่ละ Division

ตาราง 15 ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบชนิดของสาหร่ายยึดเกาะ (species composition) ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน / Division	Cyanophyta	Chlorophyta	Chrysophyta	รวม*
ตุลาคม 42	32.43	10.81	56.76	100.00
พฤศจิกายน 42	34.29	8.57	57.14	100.00
ธันวาคม 42	25.72	5.71	68.57	100.00
มกราคม 43	25.58	9.30	65.12	100.00
กุมภาพันธ์ 43	27.27	9.09	63.64	100.00
มีนาคม 43	33.33	11.11	55.56	100.00
เมษายน 43	26.19	9.52	64.29	100.00
พฤษภาคม 43	31.71	12.20	56.09	100.00
มิถุนายน 43	29.17	8.33	62.50	100.00
กรกฎาคม 43	30.61	10.21	59.18	100.00
สิงหาคม 43	29.17	12.50	58.33	100.00
กันยายน 43	31.11	11.11	57.78	100.00
รวม**	356.58	118.46	724.96	

ตาราง 16 จำนวนชนิดของสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืช (intestine algae)ในแต่ละ Division ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน / Division	Cyanophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	Chrysophyta	Pyrrophyta	Cryptophyta	รวม*
ตุลาคม 2542	6.00	25.00	4.00	30.00	3.00	1.00	69.00
กุมภาพันธ์ 2543	8.00	27.00	4.00	30.00	2.00	1.00	72.00
มิถุนายน 2543	6.00	21.00	3.00	28.00	2.00	1.00	61.00
รวม**	20.00	73.00	11.00	88.00	7.00	3.00	

ตาราง 17 ร้อยละโดยเฉลี่ยขององค์ประกอบชนิดสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืช (species composition) ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน / Division	Cyanophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	Chrysophyta	Pyrrhophyta	Cryptophyta	รวม*
ตุลาคม 2542	8.70	36.23	5.80	43.48	4.34	1.45	100.00
กุมภาพันธ์ 2542	11.11	37.50	5.56	41.67	2.78	1.38	100.00
มิถุนายน 2543	9.84	34.43	4.92	45.90	3.28	1.63	100.00
รวม**	29.65	108.16	16.28	131.05	10.40	4.46	

หมายเหตุ รวม* = ผลรวมในแต่ละเดือน , รวม** = ผลรวมทั้ง 12 เดือนในแต่ละ Division

ภาคผนวก ข

คุณภาพน้ำทางกายภาพ – เคมี และชีวภาพ ในแต่ละเดือน และแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ สาหร่ายที่พบในทางเดินอาหารปลากินพืช และคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

ตาราง 18 คุณภาพน้ำทางกายภาพ - เคมีและชีวภาพในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

ปัจจัย / เดือน	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม			กันยายน		
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3
Time	9.00	12.30	12.00	9.20	11.25	10.55	9.40	12.25	11.50	10.10	12.00	11.25	9.55	12.30	12.00	9.35	11.40	10.55	10.30	12.25	11.45	10.40	12.50	11.45	10.30	12.30	11.25	10.19	12.43	11.45	11.44	10.20	9.48	9.50	12.00	11.20
Water depth (m)	46.00	34.50	30.50	47.00	36.50	30.50	48.00	37.50	31.00	43.00	36.50	31.00	41.00	35.50	29.50	41.00	36.00	29.50	38.00	29.00	25.00	36.00	26.00	23.00	37.00	24.00	22.10	36.20	23.00	21.10	38.50	26.50	24.00	40.00	28.70	26.80
Secchi depth (m)	1.60	1.84	1.84	2.73	2.67	2.64	1.90	2.19	2.26	2.14	2.28	2.43	2.34	3.21	3.27	2.20	1.30	1.24	2.34	1.84	1.85	2.10	1.76	1.80	2.92	2.00	2.15	2.44	2.19	2.00	2.14	2.87	2.33	3.26	2.75	2.64
Air temperature ($^{\circ}$C)	27.00	28.00	28.00	25.00	30.20	30.00	23.00	23.00	24.00	24.00	28.00	26.00	23.00	28.00	28.00	26.00	31.50	29.00	34.00	35.00	35.00	29.00	32.00	28.00	32.00	31.50	32.50	28.00	30.00	30.00	30.50	29.00	29.00	26.50	28.50	28.00
Water temperature ($^{\circ}$C)	28.00	28.50	28.10	28.30	29.50	29.20	26.00	24.90	26.00	23.50	25.20	24.20	23.20	24.70	23.60	24.60	25.80	25.80	33.00	29.60	29.90	29.60	30.40	29.60	30.10	30.20	30.60	30.10	30.40	30.30	31.10	28.20	30.80	29.50	29.80	29.60
pH	8.26	8.35	8.12	8.00	8.88	8.60	6.46	6.62	6.49	7.74	7.17	7.18	7.30	7.10	7.18	7.97	8.04	7.96	9.56	8.26	8.05	7.90	7.67	7.40	8.00	7.58	7.84	7.57	7.72	7.74	8.47	8.24	8.46	7.23	6.94	7.02
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	57.00	53.00	56.00	58.00	56.00	57.00	52.00	53.00	52.00	57.00	56.50	56.00	54.00	53.50	53.00	55.00	53.00	57.00	57.00	58.50	59.00	55.00	55.00	55.00	56.00	55.00	54.00	56.00	54.00	54.00	55.00	53.50	53.00	54.00	54.00	56.00
Conductivity (uS/cm)	106.00	102.00	100.00	97.00	97.60	96.00	97.00	97.00	95.00	105.00	100.60	97.80	96.90	96.80	96.70	99.80	96.50	96.30	101.20	97.80	97.20	102.50	102.40	103.20	100.40	102.50	102.50	100.20	98.60	100.40	101.30	99.50	98.00	97.00	100.00	98.00
TDS (mg/l)	53.00	51.00	50.00	48.50	48.80	48.00	48.50	48.50	47.50	52.50	50.30	48.90	49.45	48.40	48.35	49.90	48.25	48.15	50.60	48.90	48.60	51.25	51.20	51.60	50.20	51.25	51.25	50.10	49.30	50.20	50.65	49.75	49.00	48.50	50.00	49.00
DO (mg/l)	8.00	8.20	7.60	9.60	9.60	9.00	3.00	2.80	2.60	6.90	6.40	6.00	7.20	6.40	6.00	8.60	8.30	8.50	9.00	9.00	9.40	8.40	8.60	7.80	8.20	8.10	7.30	7.40	7.40	7.80	7.60	7.20	7.40	6.40	6.00	6.00
BOD_5 (mg/l)	2.40	2.60	2.40	1.40	1.20	1.40	1.20	1.00	0.80	0.50	0.60	0.40	0.90	0.20	1.00	1.40	1.10	1.50	1.60	2.60	2.10	1.40	1.80	0.80	1.20	1.50	0.80	0.20	0.20	0.80	0.60	0.30	0.60	0.80	1.00	0.40
COD (mg/l)	15.77	21.02	21.02	21.02	21.02	26.28	31.54	26.28	21.02	26.28	21.02	26.28	22.53	11.26	22.53	24.00	24.00	24.00	12.48	12.48	12.48	12.80	12.80	12.80	8.00	12.00	8.00	8.00	16.00	8.00	13.33	11.11	9.63	11.33	7.55	18.88
TKN (mg/l)	0.77	0.84	0.84	1.82	2.10	2.24	8.96	9.80	9.52	3.36	3.92	3.92	2.52	3.08	2.80	2.80	3.08	3.36	2.80	2.80	2.80	1.40	1.40	2.10	0.70	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	2.10	2.10	2.10	0.70	0.70	0.70
Chlorophyll-a (x 10^{-3} ug/l)	14.80	23.68	23.68	11.84	8.88	8.88	11.84	11.84	14.80	17.76	11.84	14.80	8.88	5.92	5.92	5.92	2.96	5.92	2.96	2.96	2.96	2.96	5.92	5.92	5.92	1.78	5.92	1.18	2.37	2.37	4.74	3.55	7.10	8.88	5.92	8.88

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Kruskal - Wallis ในการเปรียบเทียบจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

Total species	Month	Station
Chi-Square	11.000	2.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	0.368^{ns}

Cyanophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	0.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	1.000^{ns}

Chlorophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	2.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	0.368^{ns}

Euglenophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	0.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	1.000^{ns}

Chrysophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	2.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	0.368^{ns}

Pyrrophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	2.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	0.368^{ns}

Cryptophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	0.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	1.000^{ns}

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Kruskal - Wallis ในการเปรียบเทียบจำนวนชนิดของสาหร่ายยึดเกาะในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

Total species	Month	Station
Chi-Square	11.000	2.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	0.368^{ns}

Cyanophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	2.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	0.368^{ns}

Chlorophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	2.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	0.368^{ns}

Chrysophyta	Month	Station
Chi-Square	11.000	0.000
df	11	2
Asymp. Sig.	0.443^{ns}	1.000^{ns}

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	416609871.937[a]	32046913.226	2.645	0.021
Intercept	1	971476015.620	971476015.620	80.196	0.000
Month	11	383206574.622	34836961.329	2.876*	0.017
Station	2	33403297.315	16701648.658	1.379[ns]	0.273
Error	22	266503671.729	12113803.260		
Total	36	1654589559.286			
Corrected Total	35	683113543.666			

หมายเหตุ a. R Squared = .610 (Adjusted R Squared = .379)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตาราง 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	372271325.352[a]	28636255.796	4.039	0.002
Intercept	1	491802844.235	491802844.235	69.360	0.000
Month	11	356205866.143	32382351.468	4.567**	0.001
Station	2	16065459.209	8032729.604	1.133[ns]	0.340
Error	22	155993771.473	7090625.976		
Total	36	1020067941.060			
Corrected Total	35	528265096.825			

หมายเหตุ a. R Squared = .705 (Adjusted R Squared = .530)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	24501921.262[a]	1884763.174	1.555	0.175
Intercept	1	29348529.747	29348529.747	24.207	0.000
Month	11	20209090.606	1837190.055	1.515[ns]	0.196
Station	2	4292830.656	2146415.328	1.770[ns]	0.194
Error	22	26673268.788	1212421.309		
Total	36	80523719.797			
Corrected Total	35	51175190.050			

หมายเหตุ a. R Squared = .479 (Adjusted R Squared = .171)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	153716.123[a]	11824.317	5.768	0.000
Intercept	1	73098.134	73098.134	35.656	0.000
Month	11	150838.779	13712.616	6.689**	0.000
Station	2	2877.344	1438.672	0.702[ns]	0.506
Error	22	45102.383	2050.108		
Total	36	271916.640			
Corrected Total	35	198818.506			

หมายเหตุ a. R Squared = .773 (Adjusted R Squared = .639)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Chrysophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	1246699.789[a]	95899.984	1.835	0.101
Intercept	1	2363004.336	2363004.336	45.216	0.000
Month	11	1171254.876	106477.716	2.037[ns]	0.075
Station	2	75444.913	37722.456	0.722[ns]	0.497
Error	22	1149727.280	52260.331		
Total	36	4759431.404			
Corrected Total	35	2396427.068			

หมายเหตุ a. R Squared = .520 (Adjusted R Squared = .237)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	233194.927[a]	17938.071	2.382	0.035
Intercept	1	296218.948	296218.948	39.329	0.000
Month	11	204578.329	18598.030	2.469*	0.034
Station	2	28616.598	14308.299	1.900[ns]	0.173
Error	22	165701.875	7531.903		
Total	36	695115.750			
Corrected Total	35	398896.802			

หมายเหตุ a. R Squared = .585 (Adjusted R Squared = .339)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตาราง 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน Division Cryptophyta ในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	4760741.316[a]	366210.870	14.447	0.000
Intercept	1	1802324.150	1802324.150	71.102	0.000
Month	11	4677766.137	425251.467	16.776**	0.000
Station	2	82975.179	41487.590	1.637[ns]	0.217
Error	22	557669.226	25348.601		
Total	36	7120734.692			
Corrected Total	35	5318410.542			

หมายเหตุ a. R Squared = .895 (Adjusted R Squared = .833)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 28 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยึดเกาะ และสาหร่ายในทางเดินอาหารปลากินพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

	Phytoplankton	Benthic	Intestine
Phytoplankton	1.000	0.119	0.633**
Benthic		1.000	0.703**
Intestine			1.000

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

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

ตาราง 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความลึกของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	1860.706[a]	143.131	57.694	0.000
Intercept	1	39296.454	39296.454	15839.699	0.000
Month	11	624.112	56.737	22.870**	0.000
Station	2	1236.594	618.297	249.224**	0.000
Error	22	54.579	2.481		
Total	36	41211.740			
Corrected Total	35	1915.286			

หมายเหตุ a. R Squared = .972 (Adjusted R Squared = .955)

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความโปร่งใสของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	6.151[a]	0.473	4.201	0.002
Intercept	1	184.326	184.326	1636.626	0.000
Month	11	6.028	0.548	4.866**	0.001
Station	2	0.123	0.061	0.545[ns]	0.587
Error	22	2.478	0.113		
Total	36	192.954			
Corrected Total	35	8.629			

หมายเหตุ a. R Squared = .713 (Adjusted R Squared = .543)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิอากาศในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	308.762[a]	23.751	12.183	0.000
Intercept	1	29480.890	29480.890	15122.518	0.000
Month	11	276.957	25.178	12.915**	0.000
Station	2	31.805	15.903	8.157**	0.002
Error	22	42.888	1.949		
Total	36	29832.540			
Corrected Total	35	351.650			

หมายเหตุ a. R Squared = .878 (Adjusted R Squared = .806)

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	219.183[a]	16.860	20.420	0.000
Intercept	1	28442.822	28442.822	34447.679	0.000
Month	11	219.161	19.924	24.130**	0.000
Station	2	0.022	0.011	0.013[ns]	0.987
Error	22	18.165	0.826		
Total	36	28680.170			
Corrected Total	35	237.348			

หมายเหตุ a. R Squared = .923 (Adjusted R Squared = .878)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรดด่าง ของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	13.984[a]	1.076	10.947	0.000
Intercept	1	2166.437	2166.437	22046.680	0.000
Month	11	13.745	1.250	12.716**	0.000
Station	2	0.239	0.120	1.217[ns]	0.315
Error	22	2.162	0.098		
Total	36	2182.583			
Corrected Total	35	16.146			

หมายเหตุ a. R Squared = .866 (Adjusted R Squared = .787)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ตาราง 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นด่างของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	86.917[a]	6.686	5.482	0.000
Intercept	1	109230.250	109230.250	89555.236	0.000
Month	11	81.750	7.432	6.093**	0.000
Station	2	5.167	2.583	2.118[ns]	0.144
Error	22	26.833	1.220		
Total	36	109344.000			
Corrected Total	35	113.750			

หมายเหตุ a. R Squared = .764 (Adjusted R Squared = .625)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ตาราง 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	190.474[a]	14.652	5.526	0.000
Intercept	1	355645.250	355645.250	134136.271	0.000
Month	11	163.534	14.867	5.607**	0.000
Station	2	26.940	13.470	5.080*	0.015
Error	22	58.330	2.651		
Total	36	355894.054			
Corrected Total	35	248.804			

หมายเหตุ a. R Squared = .766 (Adjusted R Squared = .627)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าของแข็งที่ละลายในน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	48.022[a]	3.694	5.632	0.000
Intercept	1	88938.151	88938.151	135595.240	0.000
Month	11	41.327	3.757	5.728**	0.000
Station	2	6.695	3.348	5.104*	0.015
Error	22	14.430	0.656		
Total	36	89000.603			
Corrected Total	35	62.452			

หมายเหตุ a. R Squared = .769 (Adjusted R Squared = .632)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแต่ละเดือน และจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	98.584[a]	7.583	77.020	0.000
Intercept	1	1916.980	1916.980	19469.715	0.000
Month	11	97.543	8.868	90.063**	0.000
Station	2	1.041	0.520	5.284*	0.013
Error	22	2.166	0.098		
Total	36	2017.730			
Corrected Total	35	100.750			

หมายเหตุ a. R Squared = .979 (Adjusted R Squared = .966)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	13.667[a]	1.051	10.015	0.000
Intercept	1	46.014	46.014	438.330	0.000
Month	11	13.616	1.238	11.792**	0.000
Station	2	0.051	0.025	0.241[ns]	0.788
Error	22	2.309	0.105		
Total	36	61.990			
Corrected Total	35	15.976			

หมายเหตุ a. R Squared = .855 (Adjusted R Squared = .770)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมีของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	1274.107[a]	98.008	6.892	0.000
Intercept	1	10490.539	10490.539	737.687	0.000
Month	11	1264.867	114.988	8.086**	0.000
Station	2	9.239	4.620	0.325[ns]	0.726
Error	22	312.859	14.221		
Total	36	12077.505			
Corrected Total	35	1586.966			

หมายเหตุ a. R Squared = .803 (Adjusted R Squared = .686)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ตาราง 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TKN ของน้ำในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	180.555	13.889	333.763	0.000
Intercept	1	251.381	251.381	6040.943	0.000
Month	11	179.834	16.349	392.872**	0.000
Station	2	0.721	0.361	8.66**	0.002
Error	22	0.915	0.042		
Total	36	432.851			
Corrected Total	35	181.470			

หมายเหตุ a. R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .992)

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ตาราง 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละเดือน และจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13	1025.645[a]	78.896	16.050	0.000
Intercept	1	2375.750	2375.750	483.315	0.000
Month	11	1009.748	91.795	18.675**	0.000
Station	2	15.897	7.949	1.617[ns]	0.221
Error	22	108.142	4.916		
Total	36	3509.537			
Corrected Total	35	1133.787			

หมายเหตุ a. R Squared = .905 (Adjusted R Squared = .848)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ภาคผนวก ง

ปริมาณน้ำฝนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล
(ตุลาคม 2542 – กันยายน 2543)

ตาราง 42 ปริมาณน้ำฝนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ตุลาคม 2542 - กันยายน 2543)

เดือน	ปี	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
ตุลาคม	2542	52.9
พฤศจิกายน	2542	421.8
ธันวาคม	2542	4.9
มกราคม	2543	-
กุมภาพันธ์	2543	30.7
มีนาคม	2543	51.5
เมษายน	2543	38.8
พฤษภาคม	2543	209.7
มิถุนายน	2543	132.3
กรกฎาคม	2543	183.7
สิงหาคม	2543	130.9
กันยายน	2543	165.5

ที่มา : ชลประทานเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

ภาคผนวก จ

มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ตาราง 43 การจัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำโดยใช้ปริมาณฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจนรวม คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง

Variable (Annual Mean Values)		Oligotrophic	Mesotrophic	Eutrophic	Hyper- eutrophic
Total Phosphorus	$\bar{x}$	8.0	26.7	84.4	
mg m^3	$\bar{x} \pm 1$ SD	4.85 - 13.3	14.5 - 49	38 - 189	
	$\bar{x} \pm 2$ SD	2.9 - 22.1	7.9 - 90.8	16.8 - 424	
	Range	3.0 - 17.7	10.9 - 95.6	16.2 - 386	750 - 1200
	n	21	19 (21)	71 (72)	2
Tatal Nitrogen	$\bar{x}$	661	753	1875	
mg m^3	$\bar{x} \pm 1$ SD	371 - 1180	485 - 1170	861 - 4081	
	$\bar{x} \pm 2$ SD	208 - 2103	313 - 1816	395 - 8913	
	Range	307 - 1630	361 - 1387	393 - 6100	
	n	11	8	37 (38)	
Chlorophyll a	$\bar{x}$	1.7	4.7	14.3	
mg m^3	$\bar{x} \pm 1$ SD	.8 - 3.4	3.0 - 7.4	6.7 - 31	
	$\bar{x} \pm 2$ SD	.4 - 7.1	1.9 - 11.6	3.1 - 66	
	Range	0.3 - 4.5	3.0 - 11	2.7 - 78	100 - 150
	n	22	16 (17)	70 (72)	2
Chlorophyll a	$\bar{x}$	4.2	16.1	42.6	
Peak Value	$\bar{x} \pm 1$ SD	2.6 - 7.6	8.9 - 29	16.9 - 107	
mg m^3	$\bar{x} \pm 2$ SD	1.5 - 13	4.9 - 52.5	6.7 - 270	
	Range	1.3 - 10.6	4.9 - 49.5	9.5 - 275	
	n	16	12	46	
Secchi Depth	$\bar{x}$	9.9	4.2	2.45	
m.	$\bar{x} \pm 1$ SD	5.9 - 16.5	2.4 - 7.4	1.5 - 4.0	
	$\bar{x} \pm 2$ SD	3.6 - 27.5	1.4 - 13	.9 - 6.7	
	Range	5.4 - 28.3	1.5 - 8.1	.8 - 7.0	0.4 - 0.5
	n	13	20	70 (72)	2

$\bar{x}$ = geometric mean

SD = Standard deviation

( ) = Value in bracket refers to the number of variables (n) employed in the first calculation.

ที่มา : Lorraine and Vollenweider (1981)

ตาราง 44 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ[2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์[1/]				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1	สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2	อุณหภูมิ (Temperature)		°ซ	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรดและด่าง (pH)		-	ธ	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	-
4	ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	P 20	มก./ล. (mg/l)	ธ	≥ 6.0	≥ 4.0	≥ 2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	P 80	"	ธ	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 4.0	-
6	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล. (MPN / 100 ml)	ธ	≤ 5,000	≤ 20,000	-	-
7	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (fecal Coloform Bacteria)	P 80	"	ธ	≤ 1,000	≤ 4,000	-	-
8	ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกิน		5.0	-
9	แอมโมเนีย (NH_4) ในหน่วยไนโตรเจน		"	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	โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)		"	ธ	"		0.05	-
17	ตะกั่ว (Pb)		"	ธ	"		0.05	-
18	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	ธ	"		0.002	-

ตาราง 44 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ[2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์[1/]				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
19	สารหนู (As)		"	ธ	"		0.01	-
20	ไซยาไนด์ (Cyanide)		"	ธ	"		0.005	-
21	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอเรล/ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		0.1	-
	- ค่ารังสีเบตา (Beta)		"	ธ	"		1.0	-
22	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	ธ	"		0.05	-
23	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	"		1.0	-
24	บีเอชซีชนิดอัลฟา (Alpha-BHC)		"	ธ	"		0.02	-
25	ดิลดริน (Dieldrin)		"	ธ	"		0.1	-
26	อัลดริน (Aldrin)		"	ธ	"		0.1	-
27	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอ อีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)		"	ธ	"		0.2	-
28	เอนดริน (Endrin)		"	ธ	ไม่สามารถตรวจสอบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฌ)

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2/ การกำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 - 4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

$\dagger$ ไม่น้อยกว่า

$\ddagger$ ไม่มากกว่า

°ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

ตาราง 45 การจัดชั้นน้ำตามระดับของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ - เคมีและชีวภาพ บางประการ และ กลุ่มของแพลงก์ตอนพืช ที่พบเป็นชนิดเด่นในระดับต่าง ๆ

Trophic Type	Mean primary productivity (mg C m^{-2} Day^{-1})	Phyto-plankton density (cm^3 m^{-3})	Phyto-plankton biomass (mg C m^{-2})	Chloro-phyli-a (mg m^{-3})	Dominant phytoplankton	Light extinction coefficients (nm^{-1})	Total organic carbon ($ug.l^{-1}$)	Total P ($ug.l^{-1}$)	Total N ($ug.l^{-1}$)	Total inorganic solids ($ug.l^{-1}$)
Ultraoligotrophic	< 50	< 1	< 50	0.01 - 0.5		0.03 - 0.8		< 1 - 5	< 1 - 250	2 - 15
Oligotrophic	50 - 300		20 - 100	0.3 - 3	Chrysophyceae	0.05 - 1.0	< 1 - 3			
					Cryptophyceae					
Oligomesotrophic		1 - 3			Dinophyceae,			5 - 10	250 - 600	10 - 200
					Bacillariophyceae					
Mesotrophic	250 - 1000		100 - 300	2 - 15		0.1 - 2.0	< 1 - 5			
Mesoeutrophic		3 - 5						10 - 30	500 - 1100	100 - 500
Eutrophic	> 1000		> 300	10 - 500	Bacillariophyceae,	0.5 - 4.0	5 - 30			
					Cyanophyceae					
Hypereutrophic		> 10			Chlorophyceae			30 - > 5000	500 - > 15000	400 - 60000
					Euglenophyceae					
Dystrophic	< 50 - 500		< 50 - 200	0.1 - 10		1.0 - 4.0	3 - 30	< 1 - 10	< 1 - 500	5 - 200

ที่มา : Wetzel (1983)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวพรศิริ ตู้ลารักษ์
วัน เดือน ปีเกิด	17 สิงหาคม 2518
ภูมิลำเนา	2 หมู่ 3 ซ. โสภณพิทยาคุณานุสรณ์ 3 ถ. กาญจนวนิช ต. หาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110
ประวัติการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) จากวิทยาลัยประมงสงขลาติณสูลานนท์ จ. สงขลา เมื่อปีการศึกษา 2536 - สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) จากวิทยาลัยประมงสงขลาติณสูลานนท์ จ.สงขลา เมื่อปีการศึกษา 2538 - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วท.บ. การประมง) จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2540
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT)
ประสบการณ์	- ผู้ช่วยสอนปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐานกระบวนวิชา 202184 - ฝึกงานที่สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จ. กระบี่ - อบรมพิเศษเรื่อง เทคโนโลยีการจัดการน้ำเสีย และของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร - อบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมในชุมชนขนาดเล็ก

ผลงานวิจัย

พรศิริ ตู้ลารักษ์ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2542. ความหลากหลายของสาหร่ายยึดเกาะและคุณภาพน้ำบางประการในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่ (พฤศจิกายน–ธันวาคม 2541). การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน จ.พิษณุโลก, 928.

พรศิริ ตู้ลารักษ์ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. ความหลากหลายของสาหร่ายยึดเกาะและคุณภาพน้ำบางประการในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่ (สิงหาคม–ธันวาคม 2542). การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร, 361.

พรศิริ ตู้ลารักษ์, ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร และ อำนาจ โรจนไพบูลย์. 2543. อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียว ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27 ณ โรงแรมลีการ์เดน พลาซ่า จ. สงขลา, 674.

พรศิริ ตู้ลารักษ์ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543, 2544. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะ และสหสัมพันธ์เชิงอาหารในปลากินพืชบางชนิด ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล. การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 4, 5 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน จ.พิษณุโลก และ โรงแรมนภาลัย จ. อุดรธานี, 21,62.

Pornsiri Tularak, Siripen Traichaiyaporn, Amnat Rojanapibul. 2000. Biodiversity of phytoplankton and water quality in the Mae Ngat Somboonchol dam. Chiang Mai, Thailand. 4th Asia – Pacific Conference on algal biotechnology. Hong Kong Convention and Exhibition center, China. p. 242.

Pornsiri Tularak, Siripen Traichaiyaporn, Amnat Rojanapibul. 2001. Seasonal succession of phytoplankton in the Mae Ngat Somboonchol dam reservoir, Chiang Mai, Thailand. 7th International Phycological Congress, Aristotle University of Thessaloniki. Greece, Phycologia, 40(4), 106.