



ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ
ในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง บริเวณลุ่มน้ำเลย จังหวัดเลย

Diversity of Phytoplankton and Relationships with Water Quality
in the 6 Reservoirs at Loei Watershed, Loei Province

โยธิน สุริยพงศ์

โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 30000

E-mail: yotin2505@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณสมบัติบางประการของน้ำในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง เก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม สิงหาคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ผลการศึกษา พบแพลงก์ตอนพืช 3 ดิวิชัน 8 ชั้นรวมทั้งสิ้น 77 สกุล 120 ชนิดกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือดิวิชันคลอโรไฟตา พบ 77 ชนิดรองลงมาคือดิวิชันโครโมไฟตา พบ 27 ชนิดและดิวิชันไซยาโนไฟตาพบ 16 ชนิดค่าดัชนีความหลากหลาย ความสม่ำเสมอ และความมากชนิดพบค่าอยู่ในช่วง 3.584-3.0876, 0.7556-0.8656 และ 6.9835-10.2630 ตามลำดับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า ความโปร่งแสงมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมส่วนปัจจัยอื่น ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอย ความเป็นกรด-เบส ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน และปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมปัจจัยที่พยากรณ์ ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ ความโปร่งแสงของน้ำ และความเป็นกรด-เบส ซึ่งพยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมได้ร้อยละ 68.80 ($R^2 = .688$)

ABSTRACT

The aims of this study were to investigate the diversity of phytoplankton and its relationships with some water qualities in 6 reservoirs. Sampling was collected in February, May, August, and November 2009. The results showed that there were 120 species of phytoplankton classified into 77 genera, 8 class and 3 divisions. Chlorophyta was found the highest number with 77 species, followed by Chromophyta and Cyanophyta with 27 and 16 species, respectively. Species diversity index, evenness index, and richness index ranged between 3.0876-3.584, 0.7556-0.8656 and 6.9835-10.2630, respectively. The relationship on transparency between the amount of phytoplankton and environmental factor was found significantly positively correlated. On the other hand, significant negative correlation was found between phytoplankton and other factors, namely, suspended solids, pH, nitrate nitrogen and orthophosphate contents. Factors regarding transparency and pH were found statistically significant at 68.60 per cent ($R^2 = .688$) in forecasting the amount of phytoplankton.

คำสำคัญ : ความหลากหลายทางชีวภาพ แพลงก์ตอนพืช คุณภาพน้ำ ลุ่มน้ำเลย

Keyword: Biodiversity, Phytoplankton, Water quality, Loei watershed

บทนำ

อ่างเก็บน้ำ เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตมนุษย์ พืชและสัตว์ ประโยชน์ที่ได้รับจากอ่างเก็บน้ำมีทั้งทางตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค เพื่อการเกษตร เลี้ยงสัตว์ อุตสาหกรรม รวมทั้งการเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีทัศนียภาพสวยงาม และมีความสำคัญอย่างมากต่อสภาพความเป็นอยู่ของชุมชนโดยรอบ คือ การเป็นแหล่งสร้างผลผลิตทางการประมงที่สำคัญ ตั้งแต่การเป็นแหล่งเพาะพันธุ์วางไข่ จนถึงแหล่งทำการประมงที่มีความอุดมสมบูรณ์ ทำให้อ่างเก็บน้ำสามารถผลิตสัตว์น้ำได้ในปริมาณมากในแต่ละปี (คันสนีย์, 2537; พงษ์พอ และคณะ, 2542)

แพลงก์ตอนพืช มีความสำคัญต่อระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำ โดยเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารในรูปสารอินทรีย์ไปยังแพลงก์

ตอนสัตว์และสัตว์น้ำอื่นๆ ในห่วงโซ่อาหาร (ลัดดา, 2544) เนื่องจากแพลงก์ตอนส่วนใหญ่มีวงจรชีวิตสั้นและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้รวดเร็ว ดังนั้น จึงใช้แพลงก์ตอนพืชบางชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำได้ (Round, 1981) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำและความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำบางประการ อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำอื่นในห่วงโซ่อาหารรวมทั้งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาชีววิทยาประมงด้านอื่นเพื่อการจัดการทรัพยากรประมงอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

วิธีดำเนินการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา คือ อ่างเก็บน้ำ จำนวน 6 แห่ง ในจังหวัดเลย รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 สถานีที่ศึกษา

อ่างเก็บน้ำ	พิกัด-ระวาง	ที่ตั้ง
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหวาน	47QQV789-371 5344III	บ้านโป่งเปี้ย ต.น้ำหวาน อ.เมือง จ.เลย
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำสวย	48QSE 834-382 5444III	บ้านห้วยปลาตุก ต.นาดอกคำ อ.นาดวง จ.เลย
อ่างเก็บน้ำห้วยลั่นควาย	47QQR133-523 5344II	บ้านแสงเจริญ ต.นาดวง อ.นาดวง จ.เลย
อ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ	47QQV898-154 5343IV	บ้านนาอีเลิศ ต.วังน้ำเย็น อ.วังสะพุง จ.เลย
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว	47QQV873-399 5344III	บ้านกำเนิดเพชร ต.เมือง อ.เมือง จ.เลย
อ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว	47QQV803-578 5344III	บ้านวังยาว ต.นาแรม อ.เมือง จ.เลย

2. ตรวจวัดคุณภาพน้ำในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ วัดอุณหภูมิน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์ วัดความลึกที่แสงส่องถึงโดยแผ่นจานวัดความโปร่งแสง (Secchi disc) วัดความเป็นกรด-เบส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดความนำไฟฟ้า ยี่ห้อ ORION รุ่น 1230 ส่วนคุณภาพน้ำที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอยโดยวิธีกรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (glass fiber filter, GF/C) แล้วนำไปอบให้แห้งค่า BOD โดยใช้วิธี Azide Modification Method ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธี Cadmium Reduction Method และปริมาณออร์โธฟอสเฟต โดยวิธี Ascorbic acid Method

3. เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช 4 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม สิงหาคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 โดยใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 10 ไมโครเมตร กรองน้ำตัวอย่างปริมาณ 20 ลิตร เก็บรักษาตัวอย่างด้วยน้ำยา Lugol (Lugol's solution) การจำแนกหมวดหมู่ตามระบบที่เสนอโดย Christensen (1966) เอกสารประกอบกรวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอน ได้แก่ ลัดดา (2544) และเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Needham and Needham (1967) Prescott (1970) Williamson (1998) Coesel (2000) และ John et al. (2002) การวิเคราะห์ปริมาณแพลงก์ตอนโดยการนับจำนวนแพลงก์ตอนในสไลด์นับจำนวนแพลงก์ตอน (Sedgewick-Rafter slide) โดยสุ่มนับตัวอย่างละ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อคำนวณหาจำนวน

แปลงก่ตอนพีชต่อน้ำ 1 ลิตรตามวิธีการของลัดดาและโสภณา (2546) โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

ความหนาแน่นของแปลงก่ตอนพีช (หน่วยต่อลิตร) = $(A \times B / C)$

A = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ค่าเฉลี่ยของแปลงก่ตอนพีชที่นับได้ในปริมาตร 1 มิลลิลิตร

C = ปริมาตรน้ำที่กรองผ่านถุงแปลงก่ตอน (ลิตร)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำแต่ละสถานี โดยการหาค่าเฉลี่ยและทดสอบความแตกต่างทางสถิติของ

ค่าเฉลี่ยในแต่ละพารามิเตอร์ระหว่างสถานีโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแปลงก่ตอนพีช ได้แก่ชนิด กลุ่ม จำนวน ความหลากหลายชนิด (Margalef's index) ความสม่ำเสมอ (Pielou's evenness) และดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Weiner diversity index) (Ludwig and Reynolds, 1986; Clarke and Warwick, 1994) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณแปลงก่ตอนพีชรวมโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อปริมาณแปลงก่ตอนพีชรวมโดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแบบขั้นตอนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0

ผลการศึกษา

1. การจำแนกทางอนุกรมวิธานพบ แพลงก่ตอนพีช 3 ดิวิชัน 8 ชั้น 77 สกุล และ 120 ชนิดดิวิชัน Chlorophyta พบจำนวนชนิดมากที่สุด 41 สกุล 77 ชนิด (คิดเป็นร้อยละ 64.17 ของจำนวนชนิดที่พบทั้งหมด) รองลงมาคือดิวิชัน Chromophyta พบ 24 สกุล 27 ชนิด (คิดเป็นร้อยละ 22.50) และดิวิชัน Cyanophyta พบ 12 สกุล 16 ชนิด (คิดเป็นร้อยละ 13.33) ตามลำดับ

เมื่อจำแนกตามชั้นพบว่า ชั้น Chlorophyceae มีความหลากหลายชนิดสูงสุดพบ 36 สกุล 67 ชนิด (คิดเป็นร้อยละ 55.83) รองลงมาคือชั้น Cyanophyceae พบ 12 สกุล 16 ชนิด (ร้อยละ 13.34) ชั้น Bacillariophyceae พบ 16 สกุล 16 ชนิด (ร้อยละ 13.34) ชั้น Euglenophyceae พบ 4 สกุล 10 ชนิด (ร้อยละ 8.33) ชั้น Dinophyceae พบ 4 สกุล 6 ชนิด (ร้อยละ 5.00) ชั้น Xanthophyceae พบ 2 สกุล 2 ชนิด (ร้อยละ 1.66) ชั้น Cryptophyceae พบ 1 สกุล 1 ชนิด (ร้อยละ 0.84) และชั้น Chrysophyceae พบ 1 สกุล 1 ชนิด (ร้อยละ 0.84) ตามลำดับ

2. ดัชนีความหลากหลายของแปลงก่ตอนพีช (H') มีค่าสูงสุดในอ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ (3.5584) อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว มีค่าต่ำสุด (3.0876) ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (E) มีค่าสูงสุดในอ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ (0.8656) อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว มีค่าต่ำสุด (0.7556) ส่วนดัชนีความหลากหลายชนิด (D) มีค่าสูงสุดในอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว (10.2630) ในขณะที่อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว มีค่าต่ำสุด (6.9835) รายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความสม่ำเสมอ และดัชนีความหลากหลายชนิดของแปลงก่ตอนพีชในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง

อ่างเก็บน้ำ	ดัชนีความหลากหลาย (H')	ดัชนีความสม่ำเสมอ (E)	ดัชนีความหลากหลายชนิด (D)
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว	3.2826	0.7556	10.2630
อ่างเก็บน้ำห้วยล้นควาย	3.1864	0.7881	8.0574
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำสวย	3.2646	0.8184	8.1018
อ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ	3.5584	0.8656	9.2410
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว	3.0876	0.8209	6.9835
อ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว	3.1612	0.8404	7.2175

3. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละอ่างเก็บน้ำและช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำ จากการทดสอบทางสถิติ พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำ ปริมาณสาร

แขวนลอยในน้ำ ความเป็นกรด-เบส ปริมาณบีโอดี ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน และปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ

	อ่างห้วย น้ำหมาน	อ่างห้วย น้ำสวย	อ่างห้วย ล้นควาย	อ่างห้วย อีเลิศ	อ่างห้วย น้ำพา	อ่างห้วย ห้วย	p value
Temperature (°C)	27.25±2.98	28.00±2.98	27.00±2.50	27.75±2.50	27.00±2.16	27.50±1.70	.107
Transparency (cm)	117.50±9.57	92.50±12.90	105.00±17.07	70.00±8.16	70.00±18.25	77.50±8.16	11.353*
Suspended Solid (mg/l)	9.75±2.88	15.50±4.03	22.00±9.20	25.50±5.41	29.25±5.31	30.50±4.50	9.788**
DO (mg/l)	5.60±1.95	5.97±0.80	5.15±1.07	4.65±0.69	6.52±0.30	5.80±0.62	7.712
pH	7.42±0.43	7.72±0.41	8.10±0.33	7.50±0.39	8.00±0.17	7.92±0.34	1.844*
Conductivity (ms/cm)	291.25±16.52	301.25±17.50	337.50±22.17	295.00±75.05	312.50±53.54	297.50±31.09	.628
BOD (mg/l)	1.87±0.35	1.67±0.20	1.55±0.17	2.42±0.59	2.65±0.54	3.15±0.54	9.809**
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0.020±0.23	0.040±0.02	0.085±0.01	0.110±0.19	0.150±0.07	0.152±0.12	9.102*
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0.172±0.63	0.225±0.17	0.255±0.09	0.270±0.12	0.305±0.16	0.322±0.12	9.833*

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม และคุณสมบัติน้ำบางประการ พบว่า ความโปร่งแสง มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม ส่วนปัจจัยอื่น ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอย ความเป็นกรด-เบส ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน และปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมกับคุณสมบัติบางประการของน้ำ

	Tempera- ture	Trans- parency	SuspendedSolid	DO	pH	Conduc- tivity	BOD	NO ₃	PO ₄	TOTAL
Temperature	1.00	.061	-.094	.103	-.487*	-.387	.079	-.032	-.131	.178
Transparency		1.00	-.715**	-.410 *	-.301	.079	-.486*	-.503*	-.557**	.730**
Suspended Solid			1.00	.152	.399	.186	.521*	.667**	.738**	-.773**
DO				1.00	.146	-.047	.265	-.036	.132	-.071
pH					1.00	.404	-.050	.276	.399	-.595*
Conductivity						1.00	-.129	.033	.082	-.247
BOD							1.00	.605**	.578**	-.333
NO ₃								1.00	.824**	-.606**
PO ₄									1.00	-.684**
TOTAL										1.00

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม พบว่าความเป็นกรด-เบสและค่าความโปร่งแสงของน้ำ เป็นปัจจัยที่สามารถพยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมได้ร้อยละ 76.9 ($R^2 = .769$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนในการเลือกตัวแปรพยากรณ์จำนวนแพลงก์ตอนพืชรวมในอ่างเก็บน้ำ

ปัจจัย	B	S.E.	Beta	t	Sig.
Transparency	2.911	1.384	.342	2.104*	.050
Suspended Solid	-4.947	3.655	-.276	-1.353	.193
pH	-116.043	45.525	-.322	-2.549*	.020
NO ₃	-228.945	532.543	-.088	-.430	.672
PO ₄	-240.357	610.531	-.090	-.394	.698
R = 0.877				R ² = 0.769	
F = 11.989**				p-values = .000	

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากนั้นนำตัวแปรทั้งสองไปสร้างสมการทำนายปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ความโปร่งแสงของน้ำพยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม = 942.172 + 5.161 (Transparency) - .148.659 (pH)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมในอ่างเก็บน้ำแบบขั้นตอน

ปัจจัย	Beta	B	S.E.B	t	p-values
Transparency	.606	5.161	1.090	4.737**	.000
pH	-.413	-.148.659	46.034	-3.229*	.004
R = .829				S.E. = 92.9145	
R ² = .688				Constant = 942.172	
Overall F = 23.133					

อภิปรายผลการวิจัย

1. องค์ประกอบ พบแพลงก์ตอนพืช 3 ดิวิชัน 8 ชั้น 77 สกุล และ 120 ชนิดดิวิชัน Chlorophyta พบมากที่สุด 41 สกุล 77 ชนิดรองลงมาคือดิวิชัน Chromophyta พบ 24 สกุล 27 ชนิดและดิวิชัน Cyanophyta พบ 12 สกุล 16 ชนิดสอดคล้องกับธนาศิษย์และวิษญู (2544) พบแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนปากมูล 3 ดิวิชัน คือ ดิวิชัน Chlorophyta (46 สกุล 177 ชนิด) รองลงมา ได้แก่ ดิวิชัน Chromophyta และดิวิชัน Cyanophyta (9 สกุล 17 ชนิด) การแปรผันของชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น ฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ และปริมาณสารอาหาร เป็นต้น ปัจจัยดังกล่าวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนตลอดเวลา เมื่อฤดูกาลเปลี่ยนจะมีผลต่อคุณสมบัติของน้ำทั้งทางกายภาพและเคมีและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน (Wetzel, 2001)

2. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช มีค่าระหว่าง 3.0876-3.5584 ดัชนีความสม่ำเสมอ มีค่าระหว่าง 0.7556-0.8656 และดัชนีความหลากหลายชนิด มีค่าระหว่าง 6.9835-10.2630 อธิบายได้ว่าอ่างเก็บน้ำทั้ง 6 แห่งมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ตามหลักเกณฑ์ของWarren (1971) และ Mason (1991) กำหนดค่าดัชนีความหลากหลายที่ค่าสูงกว่า 2 แสดงว่าคุณภาพของสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำดีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ดังนั้น ค่าดัชนีความหลากหลายที่ได้จากการคำนวณของอ่างเก็บน้ำแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมในอ่างเก็บน้ำในภาพรวมมีคุณภาพของสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมกับคุณสมบัติบางประการของน้ำพบว่า

3.1 ปริมาณสารแขวนลอยมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม กล่าวคือ เมื่อปริมาณสาร

แขวนลอยเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมลดลง ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดินตะกอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์มีผลทำให้ความโปร่งแสงของน้ำลดลง แสงส่องลงไปได้น้อยมีผลกระทบต่อ การสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญของแพลงก์ตอนพืชด้วยแตกต่างจากธิดาพร (2540) ที่พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับสารแขวนลอยแต่ดิวิชันคลอโรไฟตามีความสัมพันธ์ทางลบกับสารแขวนลอย

3.2 ความโปร่งแสงมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม กล่าวคือ เมื่อความโปร่งแสงของน้ำเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากแสงมีความสำคัญต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช สอดคล้องกับธิดาพร (2540) ที่พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความโปร่งแสงและดิวิชันไทรโพรไฟตามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความโปร่งแสง

3.3 ความเป็นกรด-เบส มีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมกล่าวคือ เมื่อความเป็นกรด-เบสเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมลดลง สอดคล้องกับ Chapman and Chapman (1973) ที่กล่าวว่า แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่สามารถทนต่อแหล่งน้ำที่มีความเป็นกรด-เบส ในช่วง 6.8-9.6 และความเป็นกรด-เบสยังมีผลต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชในน้ำที่มีความเป็นกรด-เบสอ่อนๆ จะมีชนิดของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างมาก สภาพที่เป็นกลางชนิดของแพลงก์ตอนพืชไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าสภาพแหล่งน้ำเป็นกรด-เบส สูงๆ ชนิดของแพลงก์ตอนพืชจะน้อยลง

3.4 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมกล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำต่ำจะพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมมีปริมาณมากขึ้น สอดคล้องกับ อภิรติ (2547) พบว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชรวมเนื่องจากไนเตรท-ไนโตรเจนถูกนำไปใช้ในการเจริญ โดยแพลงก์ตอนส่วนใหญ่จะใช้ไนเตรท-ไนโตรเจนซึ่งช่วยในการเจริญได้ดีกว่าแอมโมเนีย

3.5 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม สอดคล้องกับปรีชญา (2539) พบว่า การเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชเป็นไปอย่างผกผันกับปริมาณออร์โธฟอสเฟตเป็นส่วนใหญ่ อาจเป็นเพราะ

มีปัจจัยอื่นๆ มีอิทธิพลร่วมด้วยทำให้แพลงก์ตอนพืชไม่สามารถใช้ฟอสเฟตได้เต็มที่ และOlsen (1989) กล่าวว่า ในสภาพที่มีฟอสฟอรัสต่ำ *Microcystisaeruginosa* ก็สามารถเจริญได้เนื่องจากสามารถนำฟอสฟอรัสที่พื้นท้องน้ำมาใช้ประโยชน์โดยใช้เอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเตส (Alkaline phosphates) โดยที่เอนไซม์ดังกล่าวจะลดความสามารถลงเมื่อมีการเจริญเพิ่มขึ้น

4. ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนรวมในอ่างเก็บน้ำพบว่า ปัจจัยที่พยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมในอ่างเก็บน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 1 ปัจจัย คือ ความโปร่งแสงของน้ำ และปัจจัยที่พยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 ปัจจัย คือ ความเป็นกรด-เบส ซึ่งปัจจัยทั้งสองพยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมได้ร้อยละ 68.80 ($R^2=.688$) สอดคล้องกับการศึกษาของโสภณา (2521) พบว่า ความโปร่งแสงมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืชในน้ำที่มีความโปร่งแสงสูงจะพบปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงด้วย และธิดาพร (2541) พบว่า ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความโปร่งแสง

สรุปผลการศึกษา

1. พบแพลงก์ตอนพืช 3 ดิวิชัน 8 ชั้น 77 สกุล 120 ชนิดดิวิชัน Chlorophyta มีจำนวนมากที่สุดพบ 41 สกุล 77 ชนิด รองลงมาคือดิวิชัน Chromophyta พบ 24 สกุล 27 ชนิด และดิวิชัน Cyanophyta พบ 12 สกุล 16 ชนิด

2. ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพบว่า อ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ มีค่าสูงสุดคือ 3.5584 ในขณะที่อ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.0876 ดัชนีความสม่ำเสมอ พบว่า อ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.8656 ในขณะที่อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมาน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.7556 ส่วนดัชนีความมากชนิด พบว่า อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมาน มีค่าเท่ากับ 10.2630 ในขณะที่อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 6.9835

3. ความโปร่งแสง มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม ส่วนสารแขวนลอย ความเป็นกรด-ต่างปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม

4. ปัจจัยที่สามารถพยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมในอ่างเก็บน้ำในจังหวัดเลย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มี 1 ปัจจัย คือ ความโปร่งแสงของน้ำ และปัจจัยที่สามารถ สามารถพยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม ได้ร้อยละ 68.80 พยากรณ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (R² = .688) ระดับ.05 มี 1 ปัจจัย คือ ความเป็นกรด-เบส ซึ่งปัจจัยทั้งสอง

ตารางที่ 7 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง (เซลล์ต่อ 1,000 มิลลิลิตร)

Taxa	ห้วย น้ำหมาน	ห้วย ล้นควาย	ห้วย น้ำสวย	ห้วย อีเลิศ	ห้วย น้ำพาว	ห้วย ห้วยแก้ว
Division Cyanophyta						
<i>Chroococcus minutus</i> (Kutzing) Naegeli	14.23	16.31	0	9.26	0	10.71
<i>Gloeocapsa pleurocapsoides</i> Novacek	13.52	0	21.94	19.97	0	0
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	21.94	15.19	10.13	5.09	0	6.61
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	0	33.75	76.31	0	16.88	0
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kutzing	100.63	159.19	0	15.19	0	0
<i>Lyngbya limnctica</i> Lemmermann	11.25	18.63	0	9.05	0	5.63
<i>Oscillatoria perornata</i> Skuja	434.25	196.31	0	62.44	0	37.13
<i>Oscillatoria prolifica</i> (Greville) Gomont	0	0	0	0	52.31	32.25
<i>Spirulina maxima</i> (Setchell & N.L. Gardner) Geitler	0	20.81	0	10.96	0	15.98
<i>Spirulinabyrinthiformis</i> Gomont	0	0	90.00	0	43.88	0
<i>Phormidium</i> sp.	23.63	0	0	18.00	5.63	0
<i>Anabaena affinis</i> Lemmermount	13.38	11.60	0	0	4.50	2.81
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn	3.94	0	2.25	0	0	0
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & SubbaRaju	2.25	3.38	2.81	0	3.94	0
<i>Raphidiopsis mediterrance</i> Singh	6.19	0	0	11.25	0	4.97
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmermount	42.51	17.54	0	0	10.60	0
Division Chlorophyta						
<i>Chlamydomonas pertyi</i> Goroschankin [Gorozhankin]	5.98	0	25.17	0	0	10.63
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	3.25	0	0	5.63	3.84	0
<i>Gonium pectoral</i> Muller	0	0.67	3.94	1.69	0	0
<i>Pleodorina illinoisensis</i> Kofoid	1.69	0	0	1.13	0	0.28
<i>Pandorina morum</i> (Muller) Bory	0	27.17	0	32.18	0	0
<i>Volvoxurtius</i> Meyen	3.90	5.80	0	0	1.90	2.75
<i>Gloeocystic</i> sp.	0	1.13	0	1.69	1.15	1.21
<i>Elakatothrix gelationsa</i> Wille	12.3	0	13.70	0	10.53	15.70
<i>Chlorococum</i> sp.	18.52	55.57	0	0	10.54	0
<i>Golenkinia radiata</i> (Chodat) Wilk	0	0	0	0	0.95	1.32
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	22.46	14.63	6.19	0	11.81	0
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	3.38	5.06	2.25	0	0	0
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	4.50	0	3.94	2.34	0	0
<i>Coelastrum microsporum</i> Naegeli	11.13	12.81	3.38	0	0	0
<i>Coelastrum astroideium</i> De Notaris	0	0	15.19	10.07	0	0

ตารางที่ 7 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง (เซลล์ต่อ 1,000 มิลลิลิตร) (ต่อ)

Taxa	ห้วย น้ำหมาน	ห้วย ลิ้นควาย	ห้วย น้ำสวย	ห้วย อีเลิศ	ห้วย น้ำพา	ห้วยแก้ว
<i>Coelastrum cambricum</i> W.Archer	17.81	10.13	0	28.31	0	0
<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	0	0	7.31	5.06	3.38	0
<i>Botryococcus braunii</i> Kutzing	0.56	1.13	0	0.19	0	0.09
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	0	2.77	1.13	1.77	0	0
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	8.44	0	2.81	0	1.72	1.88
<i>Ankistrodesmus convolutus</i> (Corda) Ralfs	8.44	0	0	0	0	0
<i>Chlorella vulgaris</i> Bayerinck	9.26	18.52	0	18.26	37.05	21.20
<i>Treubaria setigerum</i> Archer	1.69	0	1.13	1.41	0	0
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Naegeli	5.06	0	0	0	2.25	0
<i>Dictyosphaerium patchelium</i> Wood	13.61	0	0	16.42	0	0
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Moebius	0	9.56	7.31	0	0	0
<i>Kirchneriella diana</i> (Bohlin) Comas	0	20.25	0	0	4.03	0
<i>Oocystis elliptica</i> W. West	0	3.94	0	1.69	0	0
<i>Oocystis marssonii</i> Lemmermann	0	7.31	0	2.25	0	0
<i>Selenastrum westii</i> G.M. Smith	0	0	11.25	0	7.23	0
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	6.75	0	8.75	0	3.38	0
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	2.25	0	0	0	0	0
<i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov	0	4.50	0	3.94	2.81	0
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nyg.)	3.94	0	1.13	0	0	0.84
<i>Monoraphidium arcuatum</i> Kors	6.19	0	0	0	2.25	0
<i>Monoraphidium caribeum</i> Hind	0	3.38	0	0	0	0
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárk.-Legn.	0	0	0	1.54	0	0
<i>Actinastrum gracillimum</i> G.M. Smith	21.38	0	0	0	0	3.94
<i>Actinastrum lagerheinia</i> G.M. Smith	5.06	2.34	0	0	0	0
<i>Crucigenia ractanularis</i> (A.Braun)	5.63	0	0	0	0	4.50
<i>Crucigenia tetrapedia</i> Kirchner	0	2.25	6.19	1.13	2.88	0
<i>Crucigenia crucifera</i> (Wolle) Collins	14.75	6.19	4.50	2.25	0	0
<i>Scenedesmus calyptratus</i>	9.21	7.88	3.81	0	5.63	4.47
<i>Scenedesmus hystrix</i> Lagerheim	0	6.19	0	2.53	0	0
<i>Scenedesmus incrasoalatus</i>	0	0	0	3.19	0	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Brebisson	50.63	0	0	32.44	0	0
<i>Scenedesmus acuminatus</i> Chodak	9.21	0	0	0	4.63	0
<i>Scenedesmus communis</i> E.H. Hegewald	5.06	0	2.53	1.30	0	0
<i>Scenedesmus javanensis</i>	0	0	1.13	0	0	0
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	60.00	0	0	0	0	0
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hindak	21.30	0	0	15.00	0	0
<i>Tetrastrum heterocanthum</i>	0	0	31.50	0	0	0
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	0	3.94	1.81	2.63

ตารางที่ 7 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง (เซลล์ต่อ 1,000 มิลลิลิตร) (ต่อ)

Taxa	ห้วย น้ำหวาน	ห้วย ลิ้นควาย	ห้วย น้ำสวย	ห้วย อิลเลิศ	ห้วย น้ำพาว	ห้วย แห้ว
<i>Mougeotia</i> sp.	1.90	0	0	0	2.80	1.50
<i>Spirogyra</i> sp.	0	19.60	0	0	3.38	5.63
<i>Zygnema</i> sp.	1.65	0	0	0	1.35	1.93
<i>Cylindrocystis</i> sp.	1.31	0	0	1.75	0	0
<i>Gonatozygon</i> sp.	0	0	0	0	5.20	3.72
<i>Closterium acutum</i> Brebisson	1.69	0	2.25	0	0	0
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg	0	3.38	0	0	2.81	2.25
<i>Cosmarium binum</i> Nordstedt	0	0	0.66	0.56	0	0
<i>Cosmarium contractum</i> Kirchner	2.56	0	1.13	0	0	0
<i>Cosmarium punctulatum</i> Brebisson	0	0	2.25	0	1.69	0
<i>Euastrum spinulosum</i> Delpon	0	0	1.98	1.13	1.69	0
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs	6.92	5.63	15.19	1.69	0	3.94
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kützing) Ralfs	9.02	9.59	0	0	13.50	0
<i>Staurodesmus petersporus</i>	0	0.56	1.13	0	1.30	0.95
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	11.35	10.13	5.63	0	9.56	3.94
<i>Euglena proxima</i> Dangeard	0	2.81	0	5.08	0	2.25
<i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg	4.41	2.56	0	0	0	0
<i>Lepocinelis constrictus</i> Matvienko	5.71	0	6.19	2.17	0	0
<i>Phacus acuminatus</i> A. Stokes	1.13	0.56	0.19	0	0	0
<i>Phacus longicauda</i> Dujardin	2.25	2.81	1.31	0	1.50	1.41
<i>Trachelomonas armata</i> Ehrenberg	15.71	9.56	18.56	17.99	8.44	2.25
<i>Trachelomonas hispida</i> Stein	5.17	1.69	0	3.38	0	0
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	1.13	1.22	2.25	1.69	0	0.56
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Svirenko	2.25	0	1.13	1.69	0	1.22
Division Chromophyta						
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	28.89	0	0	0	61.35	41.25
<i>Melosiravarians</i> Agardh	33.38	0	0	74.81	0	0
<i>Aulacoseira granulate</i> Ehrenberg	110.25	64.96	0	52.31	0	0
<i>Diatoma</i> sp.	0	0	0	1.46	1.09	1.27
<i>Fragillariacrotomensis</i> Kitton	52.02	46.50	29.72	0	0	10.13
<i>Synedraminiscula</i> Grunow	67.50	42.75	32.06	0	0	0
<i>Achnanthes</i> sp.	4.42	6.45	0	9.65	0	0
<i>Mastogloia labuensis</i> Cleve	0	8.50	0	6.72	0	0
<i>Cymbella tumida</i> (Brebisson) Van Heurck	11.25	0	3.94	0	0	2.81
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenberg	1.13	0	1.69	0.56	0	0
<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve	0	0	58.50	36.00	0	0
<i>Navicula petersenii</i> Hustedt	19.71	0	39.38	16.31	13.50	17.44
<i>Pinnulariaviridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	0	17.44	24.75	11.25	0	0

ตารางที่ 7 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง (เซลล์ต่อ 1,000 มิลลิลิตร) (ต่อ)

Taxa	ห้วย น้ำหมาน	ห้วย ลั่นควาย	ห้วย น้ำสวย	ห้วย อีเลิศ	ห้วย น้ำพาว	ห้วยแก้ว
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	0	0	1.20	3.54	0	0
<i>Nitzchiapalea</i> (Kutzing) W. Smith	83.25	0	0	0	0	0
<i>Surirellaroba</i> Leclereg	6.75	0	0	0	0	0
<i>Dinobryonsertularia</i> Ehrenberg	4.50	0	0	0	0	0
<i>Dinobryondivergens</i> Imhof.	0	2.25	0	2.92	0	0
<i>Gymnodinium wigrense</i> Woloszynska	0	0	3.94	0	0	0
<i>Ceratium brachyceros</i> Daddy	0	19.13	14.66	0	0	23.70
<i>Ceratiumhirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	60.84	0	40.35	0	0	0
<i>Peridinium cunnig tonii</i>	11.25	0	15.75	26.98	0	10.13
<i>Peridiniumcinctum</i> (Muller) Ehren	0	0	0	19.69	0	0
<i>Glenodinium</i> sp.	0	0	0	0	22.50	10.88
<i>Cryptomonas</i> sp.	9.26	37.05	0	27.78	0	0
<i>Centritractus belonophorus</i> (Schmidle) Lemmermann	1.52	3.38	0	2.35	0	0
<i>Isthmochlorongracile</i> (Reinsch) Hansqing	3.43	2.80	0	1.54	0	0

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล แสงประดับ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้คำแนะนำด้านวิชาการและเอกสาร การจำแนกแพลงก์ตอนเบื้องต้นให้แก่นักศึกษา จึงกราบ ขอบพระคุณ มา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณนางสาวมาริษา หล้ามณี และ นางสาวรัชณี พิณทะกัง นักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ช่วยเหลือในการเก็บ รวบรวมตัวอย่าง ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ สนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

เอกสารอ้างอิง

ธนาทิพย์ แผลมคม และวิชาญ แก้วเลื่อน. (2544). การศึกษาความ หลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ใน พื้นที่อ่าง เก็บน้ำของเขื่อนปากมูล. ใน: การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาประมง 5-7 กุมภาพันธ์ 2544 หน้า 70-79.

ธิดาพร ทรบรรพ์. (2540). ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอน พืชในแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 177 หน้า.

พงษ์พ้อ อาสนจินดา และคณะ. (2542). การสำรวจสถานภาพของพื้นที่ชุ่ม น้ำสำคัญบริเวณอ่างที่ราบเชิงใหม่-ลำพูน. เชียงใหม่ : โครงการ ศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 46 หน้า.

ปรัชญา ชะอุ่มผล. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและ สารอาหารบางชนิดในอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 57 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2544). แพลงก์ตอนพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 851 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์ และ โสภณา บุญญาภิวัฒน์. (2546). คู่มือวิธีการเก็บและ วิเคราะห์แพลงก์ตอน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 270 หน้า.

คันสนีย์ ชูแวว. (2537). การอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ: สถานการณ์ปัจจุบันและ มาตรการที่จำเป็น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย. 144 หน้า.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. (2521). การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความชุก ชุมของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6 กองสำรวจแหล่งประมง กรมประมง. 68 หน้า.

อภิรดี หันพงษ์กิตติกุล. (2547). การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่าง เก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 185 หน้า.

Chapman, V. J. and Chapman, D. J. (1973). The Algae. London: MacMillan. 497 pp.

Clarke, K. R. and Warwick, R. M. (1994). Change in Marine Communities; an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory. 144 pp.

- Coesel, P. F. M. (2000). Desmids (Chlorophyta, Desmidiaceae) from Thale Noi (Thailand). *Nordic Journal of Botany* 20: 369-383.
- John, D. M., Whitton, B. A., and Brook, A.J. (2002). The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guild to freshwater and terrestrial algae. Cambridge: Cambridge University Press. 702 pp.
- Ludwig, A. J. and Reynolds, J. F. (1986). *Statistical Ecology*. New York: John Wiley and Sons Inc., 337 pp.
- Mason, C. F. (1991). *Biology of Freshwater Pollution*. New York: John Wiley and Sons Inc., 351 pp.
- Needham, J. G. and Needham, P. R. (1967). *A Guide To the Study of Fresh-Water Biology*. Printed the U.S.A. 108 pp.
- Olsen, Y. (1989). Evaluation of competitive ability of *Staurastrum luetkemullerii* (Chlorophyceae) and *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) under P limitation. *J. Phycol.* 25: 486-499.
- Prescott, G. W. (1970). *How to know the Freshwater Algae*. 3rd ed. Iowa: Brown Company. 355pp.
- Round, F. E. (1981). *The Ecology of Algae*. Cambridge, London: Cambridge University Press. 653 pp.
- Warren, C. E. (1971). *Biology and Pollution Control*. W.B. Philadelphia: Saunders Company. 434 pp.
- Williamson, D. B. (1998). Desmids from Peninsula Malaysia. *Algological Studies* 90, 45-77
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology* (3rd ed.) California: Academic Press. 1006 pp.

