

# ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง จังหวัดแพร่

## Species diversity of phytoplankton and relationship with water quality in Mae Thang reservoir, Phrae province

ปฏิพัทธ์ สันป่าเป้า<sup>1</sup>, สุพัฒน์ พลชา<sup>1</sup>, ปิยวัฒน์ ปองผดุง<sup>1</sup> และ วิทยา ทาวงศ์<sup>1\*</sup>

Patipat Sanpapao<sup>1</sup>, Supat Ponsa<sup>1</sup>, Piyawat Pongpadung<sup>1</sup> and Wittaya Tawong<sup>1\*</sup>

**บทคัดย่อ:** การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง อ. ร้องกวาง จ.แพร่ เก็บตัวอย่าง เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 5 จุด ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม 2559 ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืช 32 ชนิด มีชนิดเด่นได้แก่ *Pseudanabaena* sp. (19.97%) *Cylindrospermopsis* sp. (18.30%) และ *Oscillatoria* sp. (16.27%) ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.1 และ 0.69 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ CA และ PCA พบว่าแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีการแพร่กระจายตามช่วงเดือนที่แตกต่างกัน ส่วนคุณภาพน้ำแต่ละปัจจัยพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ในช่วงเดือนที่ศึกษา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำโดยใช้วิธี CCA พบว่า ค่าแอมโมเนีย ไนเตรต อุณหภูมิของน้ำ ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ และความโปร่งแสง เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่ถางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธี AARL-PP Score (ค่าเฉลี่ย 7.2) และเปรียบเทียบค่าตามดัชนีมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำภายในอ่างเก็บน้ำแม่ถางมีปริมาณสารอาหารปานกลางถึงสูง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 2 ของแหล่งน้ำผิวดิน(เกณฑ์คุณภาพน้ำดี) ดังนั้นผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ การแพร่กระจายของ Cyanobacteria และการควบคุมการปล่อยของเสียจากกิจกรรมในอ่างเก็บน้ำแม่ถางเพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

**คำสำคัญ:** ความหลากหลาย, แพลงก์ตอนพืช, คุณภาพน้ำ, อ่างเก็บน้ำแม่ถาง, ประเทศไทย

**ABSTRACT:** The aim of this research was to study species biodiversity of phytoplankton and relationship to water quality parameters in Mae Thang reservoir, Rong Kwang district, Phrae province. Samples were collected monthly from five stations during April - October 2016. The results showed that thirty-two species of phytoplankton were determined. The dominant species belong to *Pseudanabaena* sp. (19.97%) *Cylindrospermopsis* sp. (18.30%) and *Oscillatoria* sp. (16.27%), respectively. Shannon-Wiener diversity Index and species evenness index were 2.1 and 0.69, respectively. From CA (Cluster Analysis) and PCA (Principal Component Analysis) results indicated that each species of phytoplankton found in this study was distributed according to period of month observation. Monthly determination of water quality parameters revealed significant difference ( $P < 0.05$ ); however, there was no significantly different in water quality parameters among sampling station. Furthermore, result of CCA (Canonical Correspondence Analysis) showing the relationship between phytoplankton and water quality indicated that ammonia, nitrate, water temperature, orthophosphorus, and transparency were significantly involved in abundance of phytoplankton ( $P < 0.05$ ). When the water quality assessed using AARL-PP Score (Applied Algal Research Laboratory Phytoplankton Score; mean of 7.2) method and comparing surface water quality standards index, it is concluded that Mae Thang reser-

<sup>1</sup> สาขาวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

Program in Fisheries Sciences, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

\* Corresponding author: wittayat@nu.ac.th

voirs could be classified as being oligo-mesotrophic condition and type II water quality standard (good condition). Therefore, these results can not only be beneficial in monitoring of water quality and cyanobacterial distribution, but also waste management from activities within Mae Thang reservoir for conservation and sustainable utilization of water resource in the future.

**Keywords:** biodiversity, phytoplankton, water quality, Mae Thang reservoir, Thailand

## บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากมีความจำเป็นต่อหน้าที่ และการทำงานในระบบร่างกาย รวมทั้งยังเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นองค์ประกอบในระบบนิเวศ ปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของประชากร และความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรสัตว์น้ำทั้งองค์ประกอบชนิดและปริมาณ โดยเฉพาะแหล่งน้ำระบบปิด เช่นอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะได้รับผลกระทบได้มากกว่าแหล่งน้ำเปิด (ปราณีต, 2554) การวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำอย่างต่อเนื่องจะทำให้สามารถวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้นๆ ต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม การติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำในทางเคมีนั้นเป็นการวิเคราะห์ที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือของห้องปฏิบัติการหลากหลาย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มปริมาณสารพิษให้กับสิ่งแวดล้อมในเวลาเดียวกัน

แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ จัดเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary producer) ในห่วงโซ่อาหารเนื่องจากสามารถสังเคราะห์อาหารเองได้ และเป็นอาหารของผู้บริโภคลำดับต่างๆ เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) หรือ สิ่งมีชีวิตอื่นๆ (นันทนา, 2544) การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำย่อมจะมีผลกระทบต่อแพลงก์ตอนพืชและกำลังการผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำ รวมถึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการประมง นอกจากนี้หากเกิดการเปลี่ยนแปลงชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืชย่อมจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น การบลูมของแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanobacteria ที่สร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสัตว์น้ำ และเป็นสาเหตุของการขาดแคลนออกซิเจนในแหล่งน้ำ (ยุวดี และคณะ, 2550) การแพร่

กระจายของชนิดแพลงก์ตอนพืชขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ เช่น ในน้ำสะอาดจะพบแพลงก์ตอนพืชจำพวก *Cyclotella* sp., *Dinobryon* sp. *Melosira* sp., *Pinnularia* sp. และ *Staurostrum* sp. ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำเสียที่เกิดจากสารอินทรีย์สูง ได้แก่ *Euglena* sp., *Microcystis* sp., *Cylindrospermopsis* sp. และ *Oscillatoria* sp. (ปณรัตน์, 2550; สิริพร และปริญญา, 2558; สันธิวัฒน์ และคณะ, 2557) ญานวรุตม์ และคณะ (2560) รายงานว่า ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชโดยเฉพาะกลุ่มไดอะตอมในบึงแก่งน้ำด่อน จ.ขอนแก่นมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลและมีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับความกระด้าง และแอมโมเนียรวมของน้ำ เบญจมาศ และคณะ (2560) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนียมีอิทธิพลในทางบวกต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในชั้น Bacillariophyceae จากชายหาดแหลมสิงห์ จ.จันทบุรี และ ธนัฐา (2553) รายงานว่า *Cylindrospermopsis raciborskii* และแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม Cyanophyceae ในเขื่อนภูมิพลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า DO ส่วนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำจี้ม พบว่า *Staurostrum tetracerum* Ralfs มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า pH และค่า BOD แพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม Zygnemaphyceae มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า DO และปริมาณไนเตรทไนโตรเจน จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงมีการประยุกต์ใช้แพลงก์ตอนพืชสำหรับการติดตามตรวจสอบความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำได้

อ่างเก็บน้ำแม่ถาง เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง สร้างแล้วเสร็จในปี 2538 ตั้งอยู่บริเวณบ้านเวียง อำเภอวังยาง จังหวัดแพร่ สามารถปริมาณการเก็บกักน้ำ 30.60 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถเก็บกักน้ำไว้ตลอดปีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้สำหรับการเกษตร นอกจากนี้อ่างเก็บน้ำแม่ถาง เป็นแหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง ได้แก่ ปลานิล ปลากระดัง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแพ

ร้านอาหารและการท่องเที่ยวชมอ่างเก็บน้ำโดยเรือ ซึ่งสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนใกล้เคียงมากมายจากการใช้ประโยชน์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าคุณภาพที่ดีของแหล่งน้ำสามารถส่งผลให้คุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้น ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช รวมทั้งความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำแม่ถางจะเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำ สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอ่างเก็บน้ำแม่ถางได้ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพและนำไปสู่การจัดการแหล่งน้ำต่อไปในอนาคต

### วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง ทั้งหมด 5 จุดๆ ละ 3 ซ้ำ เดือนละ 1 ครั้ง ระหว่างเดือน เมษายน 2559 ถึง เดือน ตุลาคม 2559 ครอบคลุม ฤดูร้อน ฤดูฝน และช่วงต้นฤดูหนาว ตามลำดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) โดยเก็บตัวอย่างน้ำตามจุดเก็บตัวอย่างที่กำหนด (Figure 1) (Table 1) ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 ซม. และห่างจากฝั่งอย่างน้อย 2 ม. หรือบริเวณใกล้เคียง วิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำภาคสนาม ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) อุณหภูมิ (Water temperature; temp.) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (Conductivity; COND.) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Total dissolved solid; TDS) โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบพกพา AZ รุ่น 8602 (Az instrument Corp., Taiwan) สำหรับค่าความโปร่งแสงของน้ำ (Transparency; Trans.) โดยใช้ Secchi disc จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 30 ซม. เพื่อวิเคราะห์ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total suspended solid; TSS) ความเป็นด่าง (Alkalinity; ALK) แอมโมเนีย (Ammonia;  $\text{NH}_4^+$ ) ไนไตรท์ (Nitrite;  $\text{NO}_2^-$ ) ไนเตรต (Nitrate;  $\text{NO}_3^-$ ) ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ (Orthophosphate;  $\text{PO}_4^{3-}$ ) และ คลอโรฟิลล์เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*) ตามวิธีการ APHA, AWWA and WEF (2012) นำตัวอย่างน้ำไป

วิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช โดยเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่ระดับความลึก 30 ซม. จุดเก็บตัวอย่างละ 3 ซ้ำ กรองน้ำปริมาตร 20 ล. ผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน ขนาดตา 20 ไมครอน เติมน้ำยา Lugol's solution (Lugol's solution) ในอัตรา 1: 100 แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์จัดจำแนกชนิด โดยใช้เอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลัดดา (2542) ยุวดี (2546) และ John et al. (2002) และสุมนับปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้งต่อตัวอย่าง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยใช้สไลด์นับแพลงก์ตอน (Sedgwick - Rafter Counting chamber) ขนาดความจุ 1 มิลลิลิตร นำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยและคำนวณปริมาณแพลงก์ตอนพืชตามวิธีของลัดดา และโสภณา (2546) คือ ปริมาณของแพลงก์ตอนพืช (หน่วยต่อลิตร) =  $AB/C$  โดย  $A$  = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (มล.),  $B$  = ค่าเฉลี่ยของปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่นับได้ 1 สกอลต่อ 1 มิลลิลิตร และ  $C$  = ปริมาตรน้ำก่อนผ่านถุงกรอง (ล.) จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon-wiener ( $H'$ ) และ ดัชนีความสม่ำเสมอ (Species evenness) วิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยคุณภาพน้ำ ปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และ ดัชนีความสม่ำเสมอ ระหว่างจุดและเดือนที่เก็บตัวอย่างด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan multiple range test วิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster Analysis; CA) ความคล้ายคลึงของปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง โดยวิธี Euclidean Distance-Ward's Linkage วิเคราะห์การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (Principal Component Analysis; PCA) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำและปริมาณแพลงก์ตอนพืช โดยวิธีการ Canonical Correspondence Analysis (CCA) และคำนวณ Monte Carlo Permutation Test โดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติทั้งหมดด้วย โปรแกรม R-statistic version 3.2.4 (R Development Core Team, 2009)

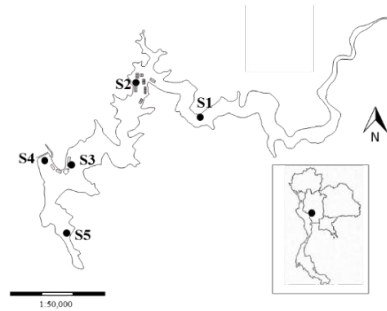


Figure 1 Location of Mae Thang Reservoir in Phrae province and map showing the sampling stations.

Table 1 Geographic information of the sampling stations in Mae Thang Reservoir, Phrae province.

| Station | Details                                                                            | Location                   |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| S1      | Upstream: the main reservoir inflow zone                                           | 18°13'30.1"N 100°20'13.9"E |
| S2      | Fish cages area: the cage fish farming (more than 400 fish cages) zone             | 18°13'36.0"N 100°19'43.4"E |
| S3      | Raft Restaurant : the sewage-accepting from the raft restaurant and fishing port   | 18°13'11.5"N 100°19'19.5"E |
| S4      | Down stream1: the water gate zone at the at the end region of the reservoir        | 18°13'16.8"N 100°19'11.5"E |
| S5      | Down stream2: the stagnant water zone being near forest zone and no human activity | 18°12'46.8"N 100°19'20.1"E |

### ผลการศึกษา

การศึกษาตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่อาง ระหว่างเดือน เมษายน ถึง เดือน ตุลาคม 2559 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 32 สกุล แบ่งออกเป็น 5 ดิวิชัน ได้แก่ ดิวิชัน Cyanophyta (70.25%), Chlorophyta (17.81%), Pyrrophyta (7.68%), Chrysophyta (2.35%) และ Euglenophyta (1.92%) ปริมาณเฉลี่ยแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมด  $9.54 \times 10^4$  หน่วย/ลิตร แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบ ได้แก่ *Pseudanabaena* sp. (PSE; 19.97%) *Cylindrospermopsis* sp. (CLY; 18.30%) และ *Oscillatoria* sp. (OSC; 16.27%) ตามลำดับ (Table 2) ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H') มีค่าอยู่ในช่วง 1.57-2.12 ขณะที่ ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชมีค่าอยู่ในช่วง 0.58-0.81 เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมด ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H') และค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืช ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (Table 3) ขณะที่ปริมาณแพลงก์พืชรวมทั้งหมดในทุกจุดเก็บตัวอย่าง (S1-S5) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณแพลงก์พืชใน

ทุกจุดจะลดลงในช่วงเดือนมิถุนายน (ฤดูฝน) และส่วนใหญ่ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างจะพบแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta (47-70%) เป็นกลุ่มเด่น โดยจุดเก็บตัวอย่าง S3 บริเวณแพรร้านอาหารมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta มากที่สุดในช่วงเดือนเมษายน-กรกฎาคม (ฤดูร้อน-ต้นฤดูฝน) และเมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนกันยายนปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta จะพบมากที่สุดบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง S1 บริเวณต้นน้ำ (Figure 2) เมื่อวิเคราะห์จัดกลุ่ม (CA) ตามความคล้ายคลึงระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนพืชกับการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนและจุดเก็บตัวอย่าง (S1-S5) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (Figure 3) ดังนี้ กลุ่มที่ 1 (Group I) ประกอบไปด้วยชนิดแพลงก์ตอนพืชที่มีปริมาณสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ *Cylindrospermopsis* sp. (CYL) 22.89%, *Oscillatoria* sp. (OSC) 20.30% และ *Pseudanabaena* sp. (PSE) 11.06% ตามลำดับ พบตั้งแต่ช่วงเดือน เมษายนถึงเดือนสิงหาคม (ฤดูร้อนและ ฤดูฝน) กลุ่มที่ 2 (Group II) พบชนิดแพลงก์ตอนพืชที่มีปริมาณสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ *Pseudanabaena* sp. (PSE) 42.24% *Monoraphidium* sp. (MON) 21.67% และ *Cylindrospermopsis* sp. (CYL) 6.84% ตามลำดับ พบในช่วงเดือนกันยายนถึง

ตุลาคม (ปลายฤดูฝน เริ่มเข้าฤดูหนาว) จากการวิเคราะห์ PCA พบว่าการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดในอ่างเก็บน้ำแม่ถางมีการกระจายทั้ง 4 ควอดแรนต์ (quadrants) (Figure 5A) กลุ่มที่ 1 เป็นชนิดแพลงก์ตอนพืชที่สามารถพบได้ทุกช่วงตลอดระยะเวลาการศึกษา กลุ่มที่ 2 เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น

ที่พบได้ในช่วงปลายร้อนต่อเนื่องต้นฤดูฝน กลุ่มที่ 3 เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในช่วงกลางฤดูฝน และกลุ่มที่ 4 เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่สามารถพบได้ในช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องต้นฤดูหนาว ตามลำดับ (Figure 5A)

**Table 2** List of phytoplankton species with relative abundance percent (%) in Mae Thang Reservoir from April-October, 2016.

| Taxonomic categories |                               | Month        |              |              |              |              |              |              | Average %    |
|----------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                      |                               | APR          | MAY          | JUN          | JUL          | AUG          | SEP          | OCT          |              |
| Division             | <i>Anabana</i> sp.            | 0.11         | 1.01         | 0.51         | 0.95         | 0.66         | 0.54         | 0.23         | 0.57         |
| Cyanophyta           | <i>Arthrospira</i> sp.        | 3.93         | -            | 3.79         | 7.72         | 2.96         | 0.89         | 0.40         | 3.28         |
|                      | <i>Chlorococcus</i> sp.       | 6.30         | 10.64        | 3.21         | -            | 0.51         | 1.23         | 0.72         | 3.77         |
|                      | <i>Cylindrospermopsis</i> sp. | 24.27        | 12.46        | 31.59        | 21.54        | 24.57        | 9.10         | 4.59         | 18.30        |
|                      | <i>Merismopedia</i> sp.       | 0.27         | 1.70         | -            | -            | -            | -            | -            | 0.98         |
|                      | <i>Microcystis</i> sp.        | 1.94         | 19.53        | 0.33         | -            | 0.08         | 0.06         | 0.09         | 3.67         |
|                      | <i>Oscillatoria</i> sp.       | 30.43        | 21.02        | 20.88        | 12.91        | 16.26        | 8.70         | 3.67         | 16.27        |
|                      | <i>Phormidium</i> sp.         | -            | -            | -            | -            | 0.72         | 1.19         | 2.01         | 1.31         |
|                      | <i>Planktolyngbya</i> sp.     | 3.58         | 3.25         | 3.74         | 0.72         | 3.88         | 3.53         | 6.66         | 3.62         |
|                      | <i>Plankothrix</i> sp.        | 5.12         | 0.98         | 4.25         | -            | -            | -            | -            | 3.45         |
|                      | <i>Pseudanabaena</i> sp.      | 10.72        | 10.68        | 7.86         | 4.51         | 21.53        | 37.59        | 46.89        | 19.97        |
|                      | <b>Total</b>                  | <b>86.67</b> | <b>81.27</b> | <b>76.16</b> | <b>48.36</b> | <b>71.18</b> | <b>62.83</b> | <b>65.25</b> | <b>70.25</b> |
| Division             | <i>Actinastrum</i> sp.        | 0.57         | 1.29         | 0.12         | 2.58         | 0.31         | 2.67         | 0.80         | 1.19         |
| Chlorophyta          | <i>Chlorella</i> sp.          | 1.80         | 0.69         | 1.36         | 0.72         | 0.32         | -            | 0.23         | 0.85         |
|                      | <i>Closterium</i> sp.         | -            | -            | -            | 0.08         | -            | -            | -            | 0.08         |
|                      | <i>Cosmarium</i> sp.          | 0.27         | 0.88         | -            | 1.67         | 0.29         | -            | -            | 0.78         |
|                      | <i>Dictyosphaerium</i> sp.    | -            | 2.59         | -            | -            | -            | -            | -            | 2.59         |
|                      | <i>Eudorina</i> sp.           | 0.03         | 0.10         | 0.09         | 0.46         | 0.12         | 0.49         | 0.34         | 0.23         |
|                      | <i>Micrasterias</i> sp.       | -            | -            | 0.18         | -            | -            | -            | -            | 0.18         |
|                      | <i>Monoraphidium</i> sp.      | 0.97         | 6.35         | 0.74         | 11.32        | 16.69        | 18.04        | 25.31        | 11.34        |
|                      | <i>Pandorina</i> sp.          | 0.03         | 1.62         | 0.68         | 2.82         | 0.93         | 0.37         | 0.11         | 0.94         |
|                      | <i>Staurastrum</i> sp.        | 1.56         | 1.13         | 0.94         | 3.00         | 0.35         | 1.42         | 0.29         | 1.24         |
|                      | <i>Tetraedron</i> sp.         | -            | -            | 0.09         | 8.58         | 0.30         | -            | -            | 2.99         |
|                      | <b>Total</b>                  | <b>5.22</b>  | <b>14.65</b> | <b>4.21</b>  | <b>31.22</b> | <b>19.32</b> | <b>22.99</b> | <b>27.09</b> | <b>17.81</b> |
| Division             | <i>Euglena</i> sp.            | 0.54         | 0.10         | 2.45         | -            | 0.19         | 0.35         | 0.29         | 0.65         |
| Euglenophyta         | <i>Phacus</i> sp.             | 0.54         | 0.20         | 1.16         | 2.22         | 0.19         | 0.25         | -            | 0.76         |
|                      | <i>Trachelomonas</i> sp.      | 0.83         | 0.00         | 0.25         | 1.89         | 1.12         | 0.72         | 0.11         | 0.71         |
|                      | <b>Total</b>                  | <b>1.91</b>  | <b>0.29</b>  | <b>3.86</b>  | <b>4.12</b>  | <b>1.51</b>  | <b>1.33</b>  | <b>0.40</b>  | <b>1.92</b>  |
| Division             | <i>Diatoma</i> sp.            | -            | -            | -            | -            | -            | 5.12         | 5.14         | 5.13         |
| Chrysophyta          | <i>Navicula</i> sp.           | -            | -            | -            | -            | -            | 1.17         | -            | 1.17         |
|                      | <i>Nitzschia</i> sp.          | 0.54         | 0.49         | 0.71         | 0.30         | 0.94         | 1.68         | 0.11         | 0.68         |
|                      | <i>Synedra</i> sp.            | -            | -            | 0.22         | -            | -            | -            | -            | 0.22         |
|                      | <b>Total</b>                  | <b>0.54</b>  | <b>0.49</b>  | <b>0.93</b>  | <b>0.30</b>  | <b>0.94</b>  | <b>7.97</b>  | <b>5.25</b>  | <b>2.35</b>  |
| Division             | <i>Peridinium</i> sp.         | 1.35         | -            | 3.37         | -            | 0.50         | 0.15         | 0.63         | 1.20         |
| Pyrrhophyta          | <i>Peridiniopsis</i> sp.      | 4.31         | 3.29         | 11.47        | 16.00        | 6.56         | 4.73         | 1.32         | 6.81         |
|                      | <i>Ceratium</i> sp.           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 0.06         | 0.06         |
|                      | <b>Total</b>                  | <b>5.66</b>  | <b>3.29</b>  | <b>14.84</b> | <b>16.00</b> | <b>7.06</b>  | <b>4.89</b>  | <b>2.01</b>  | <b>7.68</b>  |

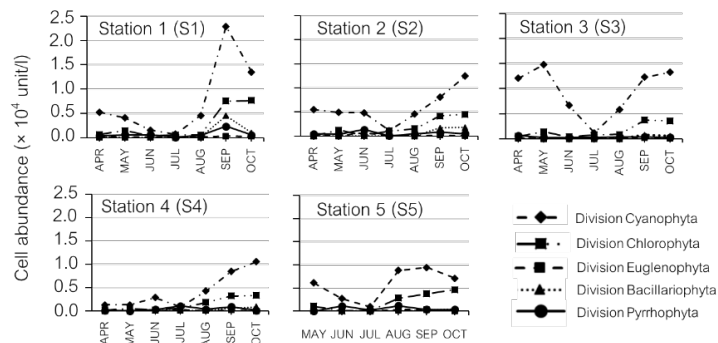


Figure 2 Cell abundance ( $\times 10^4$  unit/l) in each division of phytoplankton found in each sampling station (S1-S5) within Mae Thang reservoir from April-October, 2016.

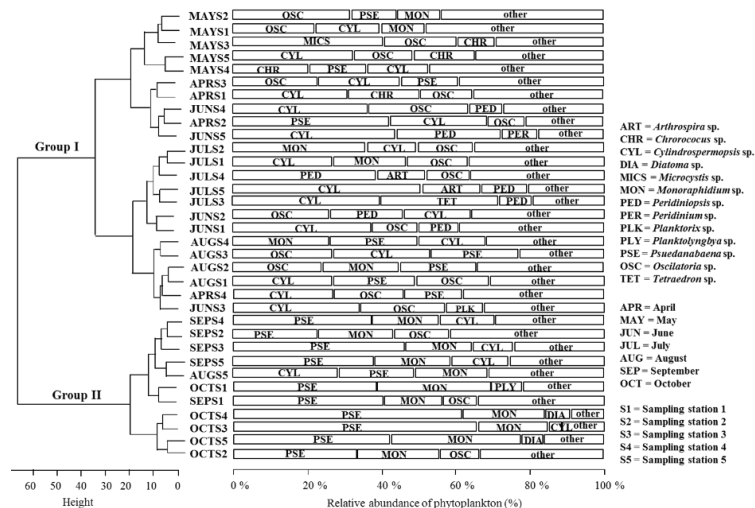


Figure 3 Result of hierarchical cluster analysis based on Euclidean distances for the abundance of individual phytoplankton species at each sampling location, monthly-based sampled.

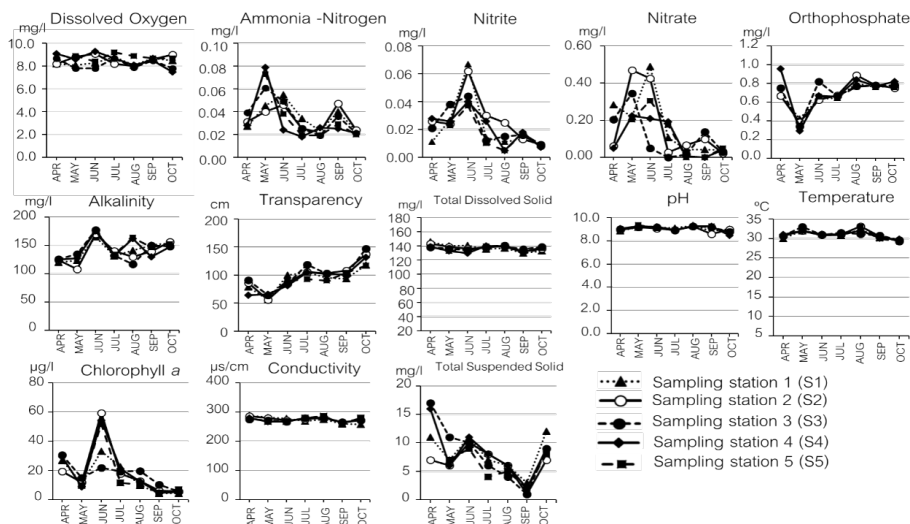
จากการศึกษาปัจจัยด้านคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำแม่ถาง ตั้งแต่เดือนเมษายน-ตุลาคม 2559 ดังแสดงใน (Table 3) พบว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำได้แก่ค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ ความเป็นด่าง ความโปร่งแสงของแข็งที่ละลายในน้ำ พีเอช อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแข็งแขวนลอยในน้ำ และการนำไฟฟ้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ในแต่ละช่วงเดือน (Table 4) ขณะที่ปัจจัยคุณภาพน้ำทุกปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (S1-S5) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน (Figure 4) ในช่วงเดือนที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์

ค่าทางสถิติพบว่าคุณภาพน้ำในแต่ละปัจจัยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (Table 4) เมื่อวิเคราะห์แบบหลายปัจจัยด้วยวิธี PCA โดยค่า แกน PC1 และ PC2 สามารถอธิบายความแปรปรวนของคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถางได้เท่ากับ 30.21% และ 19.58% ตามลำดับ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (loading) ที่มีค่ามากที่สุดในแกน PC1 แสดงให้เห็นว่า ค่าไนเตรต และความโปร่งแสง ถือเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลที่สำคัญต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง (Figure 4B)

**Table 3** The average of water quality parameters (average  $\pm$  SE) in Mae Thang reservoir, Phare province during April to October 2016.

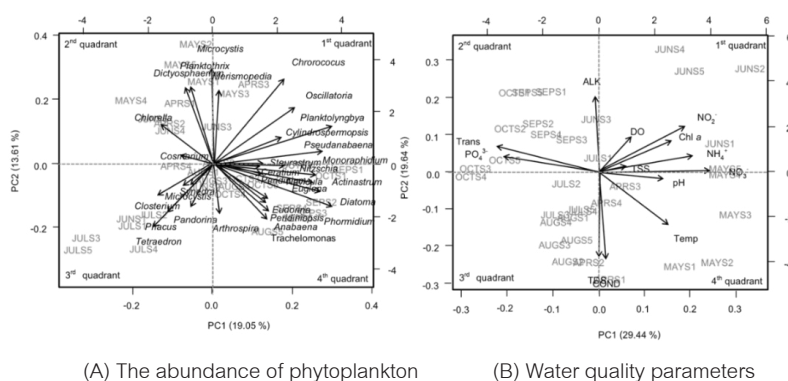
| Parameter                              | Month                            |                                 |                                 |                                  |                                  |                                 |                                 |
|----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                                        | APR                              | MAY                             | JUN                             | JUL                              | AUG                              | SEP                             | OCT                             |
| Dissolved Oxygen (mg/l)                | 8.52 $\pm$ 0.43                  | 8.44 $\pm$ 0.47                 | 8.58 $\pm$ 0.59                 | 8.74 $\pm$ 0.36                  | 8.20 $\pm$ 0.38                  | 8.60 $\pm$ 0.07                 | 8.28 $\pm$ 0.66                 |
| Ammonia Nitrogen (mg/l)                | 0.031 $\pm$ 0.006 <sup>bcd</sup> | 0.060 $\pm$ 0.017 <sup>a</sup>  | 0.042 $\pm$ 0.012 <sup>b</sup>  | 0.024 $\pm$ 0.007 <sup>cd</sup>  | 0.022 $\pm$ 0.003 <sup>d</sup>   | 0.035 $\pm$ 0.009 <sup>bc</sup> | 0.028 $\pm$ 0.002 <sup>d</sup>  |
| Nitrite (mg/l)                         | 0.022 $\pm$ 0.008 <sup>b</sup>   | 0.028 $\pm$ 0.006 <sup>b</sup>  | 0.089 $\pm$ 0.045 <sup>a</sup>  | 0.018 $\pm$ 0.009 <sup>b</sup>   | 0.012 $\pm$ 0.008 <sup>b</sup>   | 0.015 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup>  | 0.009 $\pm$ 0.001 <sup>b</sup>  |
| Nitrate (mg/l)                         | 0.149 $\pm$ 0.114 <sup>b</sup>   | 0.292 $\pm$ 0.114 <sup>a</sup>  | 0.296 $\pm$ 0.175 <sup>a</sup>  | 0.099 $\pm$ 0.085 <sup>b</sup>   | 0.025 $\pm$ 0.029 <sup>b</sup>   | 0.056 $\pm$ 0.061 <sup>b</sup>  | 0.035 $\pm$ 0.011 <sup>b</sup>  |
| Orthophosphate (mg/l)                  | 0.761 $\pm$ 0.135 <sup>a</sup>   | 0.352 $\pm$ 0.052 <sup>d</sup>  | 0.680 $\pm$ 0.079 <sup>bc</sup> | 0.657 $\pm$ 0.012 <sup>c</sup>   | 0.811 $\pm$ 0.050 <sup>a</sup>   | 0.773 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>  | 0.775 $\pm$ 0.027 <sup>a</sup>  |
| Alkalinity (mg/l)                      | 123.75 $\pm$ 2.63 <sup>d</sup>   | 125.13 $\pm$ 10.69 <sup>d</sup> | 172.73 $\pm$ 5.14 <sup>a</sup>  | 133.90 $\pm$ 3.86 <sup>cd</sup>  | 142.53 $\pm$ 20.17 <sup>bc</sup> | 143.20 $\pm$ 8.90 <sup>bc</sup> | 151.73 $\pm$ 3.52 <sup>b</sup>  |
| Transparency (cm)                      | 80.00 $\pm$ 11.75 <sup>d</sup>   | 61.20 $\pm$ 4.82 <sup>e</sup>   | 88.10 $\pm$ 7.28 <sup>cd</sup>  | 105.33 $\pm$ 9.20 <sup>b</sup>   | 98.47 $\pm$ 5.64 <sup>bc</sup>   | 101.41 $\pm$ 5.61 <sup>b</sup>  | 130.20 $\pm$ 12.79 <sup>a</sup> |
| Total Dissolved Solid (mg/l)           | 141.50 $\pm$ 3.70 <sup>a</sup>   | 136.20 $\pm$ 3.27 <sup>bc</sup> | 135.00 $\pm$ 4.00 <sup>cd</sup> | 138.33 $\pm$ 1.81 <sup>abc</sup> | 139.53 $\pm$ 1.57 <sup>ab</sup>  | 131.53 $\pm$ 2.46 <sup>d</sup>  | 136.60 $\pm$ 2.30 <sup>bc</sup> |
| pH                                     | 8.98 $\pm$ 0.09 <sup>cd</sup>    | 9.23 $\pm$ 0.09 <sup>ab</sup>   | 9.14 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup>   | 8.96 $\pm$ 0.08 <sup>cd</sup>    | 9.27 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>     | 9.02 $\pm$ 0.30 <sup>bcd</sup>  | 8.79 $\pm$ 0.22 <sup>d</sup>    |
| Temperature ( $^{\circ}$ C)            | 30.60 $\pm$ 0.42 <sup>bd</sup>   | 32.20 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>   | 30.94 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>   | 31.00 $\pm$ 0.29 <sup>b</sup>    | 32.35 $\pm$ 0.79 <sup>a</sup>    | 30.31 $\pm$ 0.31 <sup>c</sup>   | 29.52 $\pm$ 0.28 <sup>d</sup>   |
| Chlorophyll <i>a</i> ( $\mu$ g/l)      | 26.45 $\pm$ 5.04 <sup>bc</sup>   | 11.22 $\pm$ 2.48 <sup>cd</sup>  | 43.99 $\pm$ 15.93 <sup>a</sup>  | 18.38 $\pm$ 4.24 <sup>bc</sup>   | 12.83 $\pm$ 3.97 <sup>cd</sup>   | 5.97 $\pm$ 2.40 <sup>d</sup>    | 5.37 $\pm$ 0.87 <sup>d</sup>    |
| Total Suspended Solid (mg/l)           | 12.7 $\pm$ 4.5 <sup>a</sup>      | 7.4 $\pm$ 2.3 <sup>b</sup>      | 10.0 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>     | 7.0 $\pm$ 2.1 <sup>b</sup>       | 5.5 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>       | 1.9 $\pm$ 0.8 <sup>c</sup>      | 9.8 $\pm$ 1.7 <sup>ab</sup>     |
| Conductivity ( $\mu$ S/cm)             | 282.00 $\pm$ 6.06 <sup>a</sup>   | 272.60 $\pm$ 6.58 <sup>bc</sup> | 269.60 $\pm$ 4.56 <sup>c</sup>  | 276.00 $\pm$ 4.85 <sup>abc</sup> | 279.80 $\pm$ 3.95 <sup>ab</sup>  | 262.33 $\pm$ 2.59 <sup>d</sup>  | 270.20 $\pm$ 8.04 <sup>c</sup>  |
| Total Plankton ( $\times 10^4$ unit/l) | 6.9 $\pm$ 4.9 <sup>a</sup>       | 7.7 $\pm$ 5.4 <sup>b</sup>      | 5.0 $\pm$ 2.2 <sup>b</sup>      | 2.1 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>       | 7.9 $\pm$ 3.0 <sup>b</sup>       | 19.5 $\pm$ 10.3 <sup>a</sup>    | 17.4 $\pm$ 4.1 <sup>a</sup>     |
| Shannon wiener index                   | 2.07 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>     | 2.12 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>    | 1.97 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>    | 1.92 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>     | 1.96 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>     | 2.03 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>    | 1.57 $\pm$ 0.32 <sup>b</sup>    |
| Species Evenness index                 | 0.76 $\pm$ 0.09 <sup>ab</sup>    | 0.81 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>    | 0.74 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup>   | 0.73 $\pm$ 0.07 <sup>ab</sup>    | 0.70 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>     | 0.70 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>    | 0.58 $\pm$ 0.09 <sup>c</sup>    |

Averages in the same column followed by the same letters are not significantly different by DMRT

**Figure 4** Monthly variations of water quality parameter in each sampling station within Mae Thang reservoir from April to October 2016**Table 4** Results of ANOVA (P-value) showing the difference in each water quality parameters and total abundance of phytoplankton (TPLK) in Mae Thang reservoir from April-October 2016.

|       | DO    | NH4   | NO2   | NO3   | PO    | ALK   | Trans | TDS   | pH    | Temp  | Chl <i>a</i> | TSS   | COND  | TPLK  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| Month | 0.720 | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   | ***   | **    | **    | ***   | ***          | ***   | ***   | ***   |
| Sites | 0.445 | 0.564 | 0.476 | 0.428 | 0.427 | 0.555 | 0.121 | 0.407 | 0.695 | 0.844 | 0.900        | 0.244 | 0.998 | 0.215 |

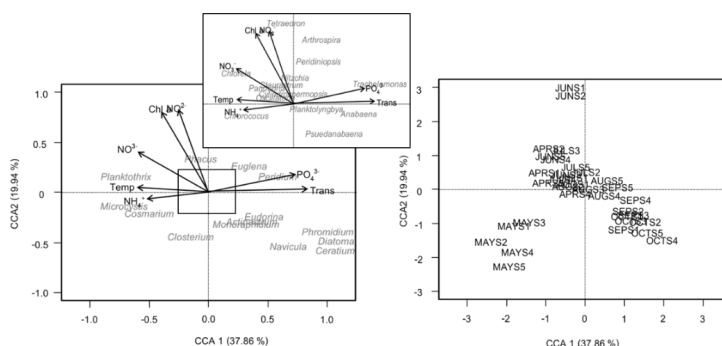
\*\* = Significant correlations ( $P < 0.05$ ), \*\*\* = Significant correlations ( $P < 0.01$ )



**Figure 5** Principal component analysis (PCA) applied to the abundance of phytoplankton (A) and water quality parameters (B) in each month and sampling location in Mae Thang reservoir from April-October 2016.

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำและ ชนิดแพลงก์ตอนพืช จากผลการวิเคราะห์ค่า Monte Carlo Permutation Test แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยคุณภาพน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ ความโปร่งแสง อุณหภูมิ และ คลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์กับการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ดังนั้นปัจจัยคุณภาพน้ำเหล่านี้จึงถูกเลือกสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยวิธี CCA โดยใช้การอธิบายความสัมพันธ์ คือ ถ้าตัวแปรอยู่ในด้านเดียวกันแสดงว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง แต่ถ้าตัวแปรกระจายในด้านตรงกันข้ามแสดงถึงความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน จากผลการวิเคราะห์พบว่าแกน CCA 1 และ CCA 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชได้ 37.86 และ 19.94 % ตามลำดับ (Figure 6A and

B) โดยแกน CCA1 ประกอบไปด้วย ปัจจัยคุณภาพน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนเตรท ฟอสฟอรัส ความโปร่งแสง และอุณหภูมิ และ แกน CCA 2 ประกอบไปด้วยปัจจัยคุณภาพน้ำ ได้แก่ ไนโตรเจน และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีความสัมพันธ์แปรผันตรงต่อปริมาณแพลงก์ตอน ในช่วงเมษายน-กรกฎาคม (ปลายฤดูร้อนถึงฤดูฝน) ปัจจัยคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ แอมโมเนีย และค่าไนเตรท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากปลายฤดูฝนเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาว (สิงหาคม-ตุลาคม) ค่าฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ ความโปร่งแสง และไนโตรเจน มีความสัมพันธ์แปรผันตรงต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืช ขณะที่ผลการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างที่สามารถแบ่งแยกได้ชัดเจน (Figure 6A and B)



(A) Water quality parameters and phytoplankton community (B) Sampling during the study period

**Figure 6** Canonical Correspondence Analysis (CCA) showing correlation between the water quality parameters and phytoplankton community (A) in Mae Thang reservoir from April-October 2016 (B).

## วิจารณ์

ผลการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง มีค่าความดัชนีหลากหลายค่อนข้างต่ำในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม (ฤดูฝนถึงเริ่มต้นหนาว) สอดคล้องกับการศึกษาในอ่างเก็บน้ำดอยเต่า ในจังหวัดเชียงใหม่ (Khuantairong and Traichaiyaporn, 2008) และอ่างเก็บน้ำบางพระในจังหวัดชลบุรี (Chaichana et al., 2003) ที่พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายจะลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน แพลงก์ตอนพืช *Cylindrospermopsis* sp. เป็นชนิดที่เด่นภายในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง โดยแพลงก์ตอนชนิดนี้สามารถผลิตสารพิษ Cylindrospermopsin เร่งการเจริญเติบโตของมะเร็งบัตตัสและมนุษย์ (Piccini et al., 2011) มีปริมาณสูงที่สุดในช่วงปลายร้อนถึงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณแสงน้อย ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แพลงก์ตอน *Cylindrospermopsis* sp. มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีความสามารถในการปรับตัวได้ดีในหลายๆ สภาพแวดล้อม (Piccini et al., 2011) นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืช *Psuedanabaena* sp. สามารถผลิตสารพิษ microcystin ที่ก่อให้เกิดมะเร็งบัตตัส และสาร 2-Methylisoborneol (MIB) ก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในสัตว์น้ำ พบเป็นชนิดเด่นในช่วงปลายฤดูฝนถึงต้นฤดูหนาว มีปริมาณสารอาหารกลุ่มไนโตรเจนน้อยแต่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำและความโปร่งแสงค่อนข้างสูง เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้อยู่ในกลุ่มที่ไม่มี heterocyst การเก็บสะสมอาหารและปริมาณแสงจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต ทำให้แพลงก์ตอนพืชชนิดนี้จำเป็นต้องอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูง (พงษ์พันธุ์ และหนึ่งฤทัย, 2558) เมื่อนำข้อมูลแพลงก์ตอนพืชที่เด่นในแต่ละเดือนที่ได้เก็บตัวอย่างจากการศึกษาครั้งนี้มาประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธี AARL-PP ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 สามารถบ่งบอกได้ว่าอ่างเก็บน้ำแม่ถางมีปริมาณสารอาหารปานกลางถึงสูง และแสดงให้เห็นคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี (ยุวดี, 2550) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืช

แต่ละชนิดภายในอ่างเก็บน้ำมีความแตกต่างกันตามช่วงเวลา ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และการตรวจสอบปริมาณสารพิษของแพลงก์ตอนพืชโดยเฉพาะกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งอาจก่อให้เกิดการเป็นมะเร็งบัตตัสในสัตว์น้ำ และมนุษย์ที่บริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนสารพิษ ภายในอ่างเก็บน้ำแม่ถางอย่างต่อเนื่อง เพื่อความปลอดภัยของสัตว์น้ำและผู้บริโภคจากอ่างเก็บน้ำแม่ถางต่อไป

ปัจจัยคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเดือนที่ศึกษา โดยค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในอ่างเก็บน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่สูง มีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพตามแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปที่ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 5-7 มก./ล. (พิมล และชัยรัตน์, 2525) สารอาหารกลุ่มไนโตรเจนมีปริมาณสูงในช่วงเดือนเมษายน-สิงหาคม ซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในอ่างเก็บน้ำเช่น การเลี้ยงปลาในกระชังที่ให้อาหารโปรตีนสูง การขับถ่ายของเสียจากสัตว์น้ำ รวมทั้งการชะล้างสารอาหารจากพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ ประกอบกับอัตราการระเหยของน้ำเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนทำให้สารกลุ่มนี้เพิ่มมากขึ้น และตั้งแต่เดือนกันยายน-ตุลาคม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ และความโปร่งแสงสูงขึ้นโดยปกติแล้ว ฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถสูญเสียออกไปได้ง่ายโดยการจับตัวกับตะกอนของอนุภาคของแข็งขนาดเล็กในแหล่งน้ำ ซึ่งต้องใช้เวลานานในการหมุนเวียนกลับเข้าสู่ระบบนิเวศ สำหรับแหล่งน้ำ ที่พบค่าฟอสฟอรัสสูงบ่งชี้ได้ถึงการได้รับน้ำทิ้งที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำทิ้งจากการซักล้างหรือจากพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตสูง ซึ่งจะทำให้แหล่งน้ำเกิดปัญหาจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช (Algae bloom) ได้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำภายในอ่างเก็บน้ำแม่ถางอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างเป็นด่าง โดยส่วนใหญ่แพลงก์ตอนพืชสามารถทนต่อแหล่งน้ำที่มีค่า pH ในช่วง 6.8-9.0 (ลัดดา, 2542) ค่าการนำไฟฟ้าของอ่างเก็บน้ำแม่ถางมีค่าใกล้เคียงกับแหล่งน้ำในน้ำธรรมชาติทั่วไป โดยมีค่า

อยู่ในช่วง 150-300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (มันสิน, 2540) ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาในบึงระพีที่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำจะมีค่าสูงในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนเนื่องจากระดับน้ำที่ต่ำลง และฝนทำให้เกิดการพัดพาของตะกอน (ไพริน 2555) ปริมาณแพลงก์ตอนรวมมีค่าต่ำช่วงปลายฤดูฝนและเริ่มต้นฤดูหนาว ( $< 3.0 \times 10^4$  เซลล์/ล.) อาจเนื่องจากช่วงฤดูฝนมีปริมาณตะกอนสูงกว่า และมีแสงส่องผ่านได้น้อย ไม่เพียงพอในการสังเคราะห์แสง ซึ่งทำให้แพลงก์ตอนพืชไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร (ลัดดา, 2542) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ PCA ที่แสดงให้เห็นว่า ค่าความขุ่นจะสูงในช่วงฤดูร้อนและฝน ขณะที่ปลายฤดูฝนจะมีค่าความโปร่งแสงสูง โดยไนเตรท เป็นปัจจัยคุณภาพน้ำที่สำคัญในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง แพลงก์ตอนพืชสามารถใช้ไนเตรทในการเจริญเติบโตและสังเคราะห์กรดอะมิโนและโปรตีน (ลัดดา, 2542) เมื่อพิจารณาผลการศึกษาคูณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน จากค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (5.0-9.0) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ไม่น้อยกว่า 6 มก./มล.) ปริมาณไนเตรท (5.0 มก./มล.) และปริมาณแอมโมเนีย (0.5 มก./มล.) พบว่าอ่างเก็บน้ำแม่ถางจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านกระบวนการปรับปรุง เมื่อวิเคราะห์ผลของคูณภาพน้ำตามเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งมีอุณหภูมิ (23-32 °C) ค่าความเป็นกรดด่าง (5.0-9.0) ความโปร่งแสง (30-60 ซม.) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ไม่น้อยกว่า 3 มก./มล.) (ยัวร์ตัน 2553) พบว่าคูณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถางตลอดช่วงระยะที่ศึกษาและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างอย่างจัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน รวมทั้งปัจจัยคุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ภายในอ่างเก็บน้ำสามารถส่งผลกระทบต่อสภาพ

แวดล้อมทั้งหมดภายในอ่างเก็บน้ำได้ อาจเนื่องมาจากอ่างเก็บน้ำแม่ถางเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลางเป็นแหล่งน้ำปิดมวนน้ำภายในอ่างสามารถเคลื่อนตัวอย่างทั่วถึงกันทั้งจากกระแสลม การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล หรือการเดินเรือภายในอ่างเก็บน้ำ แตกต่างจากสันติวิวัฒน์ และคณะ (2557) ที่พบว่าคูณภาพน้ำในแม่น้ำอิงมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงระยะเวลาและสถานที่เก็บตัวอย่างซึ่งมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบ ดังนั้นจึงควรมีการวางมาตรการตรวจสอบและการควบคุมการปล่อยของเสียจากกิจกรรมที่จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตภายในอ่างเก็บน้ำ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคูณภาพน้ำต่อปริมาณของแพลงก์ตอนพืชโดยใช้วิธีวิเคราะห์ CCA แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยคูณภาพน้ำทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ และความโปร่งแสง และทางเคมี เช่น สารอาหารกลุ่มไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยถ้าปริมาณฟอสฟอรัสเกินกว่า 0.15 มก./มล. และไนโตรเจนเกินกว่า 0.3 มก./มล. ทำให้พืชน้ำและแพลงก์ตอนมีเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้สัดส่วนระหว่างไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์พืชแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน (Nielsen et al., 2002) และธาตุอาหารในแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจากข้อมูลที่ได้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคูณภาพน้ำโดยเฉพาะธาตุอาหารและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชของแหล่งน้ำ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังคูณภาพน้ำ การแพร่กระจายของCyanobacteria ในแต่ละช่วงเดือน สามารถประเมินคูณภาพน้ำจากชนิดแพลงก์ตอนที่สัมพันธ์ต่อคูณภาพน้ำเช่นปริมาณของ *Microcystis* sp. ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ค่าแอมโมเนียเป็นต้น รวมทั้งเป็นแนวทางในการควบคุมการปล่อยของเสียจากกิจกรรมในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง เช่น การจำกัดกระชังเลี้ยงปลา การงดการชะล้างจากแพรว้านอาหารลงสู่อ่างเก็บน้ำ

เป็นต้น เพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

### สรุป

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำแม่ถาง จังหวัดแพร่ ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม 2559 พบว่าช่วงเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างที่ได้ศึกษามีปริมาณเฉลี่ยแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด  $9.54 \times 10^4$  หน่วย/ลิตร โดยแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyta พบมากที่สุด โดยมีแพลงก์ตอนพืช *Cylindrospermopsis* sp. เป็นชนิดเด่นช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม (ฤดูร้อนถึงกลางฤดูฝน) และ *Psuedonabaena* sp. เป็นชนิดเด่นช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม (ปลายฤดูฝนเข้าสู่ต้นฤดูหนาว) ปัจจัยคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ ความโปร่งแสง อุณหภูมิของน้ำ ของแข็งแขวนลอยในน้ำ ค่าคลอโรฟิลล์ ความเป็นด่าง พีเอช ของแข็งที่ละลายน้ำ และการนำไฟฟ้ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ในช่วงเดือนที่ศึกษา แต่ในการศึกษาคครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยคุณภาพน้ำระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืช และปัจจัยคุณภาพน้ำพบว่า สารอาหารในกลุ่มไนโตรเจน และฟอสฟอรัส อุณหภูมิของน้ำ และค่าความโปร่งแสง มีอิทธิพลต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง ( $P < 0.05$ ) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าชนิดแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถางมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเดือน เมื่อประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธี AARL-PP Score (ค่าเฉลี่ย 7.2) และเปรียบเทียบค่าตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่า คุณภาพน้ำภายในอ่างเก็บน้ำแม่ถางมีปริมาณสารอาหารปานกลางถึงสูง ถูกจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 2 ของแหล่งน้ำผิวดิน (เกณฑ์คุณภาพน้ำดี) สามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อทำการ

อุปโภค บริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับคุณภาพน้ำ ดังนั้นผลจากการศึกษาคครั้งนี้สามารถนำมาใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ การแพร่กระจายอย่างรวดเร็วของ Cyanobacteria และการควบคุมการปล่อยของเสียจากกิจกรรมภายในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง เพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ภัทรียา พลชา และ ดร.พงศนาถ ผ่องเจริญ ที่ให้คำปรึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ, กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2559. ภูมิอากาศจังหวัดแพร่. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/fEUir2>. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2559.
- ญานวรัตน์ ภูทองชนะ, ปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์ และสุธี วงศ์มณี ประทีป. 2560. ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำบางประการในบึงแก่งน้ำดอน อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น. เกณฑ์เกษตร. 45: 145-151.
- ธนิษฐา มาลัยวรรณ. 2553. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ประเทศไทย และอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำจี้ม ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 121 หน้า.
- นันทนา ศษเสณี. 2544. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เบญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, รัชมี พลเดช และชลธิ ไพบูลย์กิจกุล. 2560. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายหาดแหลมสิงห์ อำเภอลแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี. เกณฑ์เกษตร. 45: 956-962.
- ปณรัตน์ ผาดี. 2550. การศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 1: 121-132

- ประณีต งามเสน่ห์. 2554. การติดตามตรวจสอบและตัวชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพของระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด. ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- พงษ์พันธุ์ สัพเพกรียงไกร และหนึ่งฤทัย ใจเพลิน. 2558. ความหลากหลายและการกระจายตัวตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำสวนหลวง ร.9 จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 3: 145-154
- พิมล เรียงวัฒนา และชัยวัฒน์. 2525. เคมีสภาวะแวดล้อม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพริน สุดทั้ง. 2555. ความหลากหลายของสาหร่ายและการประเมินคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ตกตะกอนในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มันสิน ดันทุลเวศน์. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ยุวดี พิรพรไพศาล. 2549. สาหร่ายวิทยา. สำนักพิมพ์โชติณาพรินท์, เชียงใหม่.
- ยุวดี พิรพรไพศาล, จีรพร เพกเกาะ, ดวงมล โพธิ์หวั่งประสิทธิ์, ธนพล ทนคำดี, อติษฐ หงษ์สิทธิ์ชาติ และทัตพร คุณประดิษฐ์. 2550. การประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่งโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นด้วย AARL-PP Score. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 1: 71- 81.
- ยุวรัตน์ ปรมีสนาภรณ์. 2553. การศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายชนิดของโปรโตซัวในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดนนทบุรี. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. 3: 21-33.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลัดดาวงศ์รัตน์และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. คู่มือการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ักญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และศิริลักษณ์ วลัยุฑ์เพียร. 2557. คุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำอิง. แก่นเกษตร. 42: 778-784.
- สิริพร ยศแสน และ ปริญญ์ มุลลิน. 2558. การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในห้วยสำราญจังหวัดศรีสะเกษ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 3: 295-309.
- APHA, AVWWA, and WEF. 2012. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 22<sup>nd</sup> Edition, Washington.
- Chaichana R., C. Arunlertaree B. Srichareondham, and N. Veeravaitaya. 2003. Quantity and distribution of plant Nutrients on eutrophication in Bang Pra Reservoir, Chonburi Province. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 37: 90-100.
- John, D.M., B.A. Whitton, and A.J. Brook. 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press, London.
- Khuantrairong T., and S. Trichaiyaporn. 2008. Diversity and seasonal succession of Phytoplankton Community in Doi Tao Lake, Chiang Mai Province, Northern Thailand. NAT. HIST. J. CHULALONGKORN. UNIV. 8: 143-156.
- Piccini C., L. Aubriot, A. Fabre, V. Amaral, M. González-Piana, A.Gianni, et al. 2011. Genetic and eco-physiological differences of South American *Cylindrospermopsis raciborskii* isolates support the hypothesis of multiple ecotypes. Harmful Algae. 10: 644-653.
- R Development Core Team. 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Nielsen JS., E.J. Joner, S. Declerck, S. Olsson, and I. Jakobsen 2002. Phospho-imaging as a tool for visualization and noninvasive measurement of P transport dynamics in arbuscular mycorrhizas. New Phyt. 154: 809-819.