วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 25 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2563
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 25 (No.3) September – December 2020 บทความวิจัย

โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องหลังเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ พ.ศ. 2560: กรณีศึกษาหนองหาร จังหวัดสกลนคร

Phytoplankton Community Structure and Related Water Quality after Big Flood Event 2017: A Case Study of Nong Han Lake, Sakon Nakhon Province

พิชาศิษฐ์ แสงเมฆ[1*] และ รฐานิษฐ์ สุขธนาภิรัตน์[2]
Pichasit Sangmek[1*] and Rathanit Sukthanapirat[2]
[1]ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
[1]Department of Agriculture and Resources, Faculty of Natural Resources and Agro-Industry,
Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus
[2]Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Science and Engineering,
Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus

Received : 12 June 2019
Revised : 24 December 2019
Accepted : 10 March 2020

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างประชาคมของแพลงก์ตอนพืชหลังเหตุการณ์น้ำท่วมปี 2560 ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร เพื่อทราบถึงอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาต่อแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำนิ่ง ผลการศึกษาพบว่าเดือนธันวาคม 2561 มีจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดเท่ากับ 83 สกุล และเดือนพฤศจิกายน 2560 มีความหลากหลายน้อยที่สุดเท่ากับ 59 สกุล ในช่วงน้ำหลากเดือนมิถุนายน 2560 มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 314-6,300 (ค่าเฉลี่ย 1,531) เซลล์ต่อลิตร และมีการเปลี่ยนแปลงประชากรกลุ่มหลักโดยแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตที่สามารถปรับตัวได้ดีเจริญเติบโตอย่างหนาแน่นแทนที่สาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสหมิด คุณภาพน้ำในแต่ละช่วงฤดูกาลส่งผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช โดยปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาแสดงให้เห็นว่าแพลงก์ตอนพืชในหนองหารยังมีความหลากหลายทางชีวภาพและสามารถเป็นกำลังผลิตขั้นต้นที่สำคัญในทุกฤดูกาล

คำสำคัญ : ประชาคมแพลงก์ตอนพืช ; เหตุการณ์น้ำท่วม ; คุณภาพน้ำ ; หนองหาร

*Corresponding author E-mail : pichasit.sa@ku.th

Abstract

Study on the community structure of phytoplankton after flood event 2017 in Nong Han Lake, Sakon Nakhon Province to realize the influence of hydrological changes on phytoplankton community in lentic waters. The results showed that the highest taxa of the phytoplankton were found in 83 genera in December 2018 and the lowest was found in 59 genera in November 2017. During the flooding period in June 2017, the lowest density of phytoplankton was found in the range of 314-6,300 (average 1,531) cell Liter^{-1} and the main population was changed by adaptable dinoflagellates replacing green algae. Water quality in each season affected the density of phytoplankton. Total suspended solids (TSS) were significantly negative correlated with green algae (p<0.01). The ecological index showed that phytoplankton in Nong Han Lake is still diverse and can be an important primary productivity of the lake in all seasons.

Keywords : phytoplankton community ; flood event ; Water quality ; Nong Han Lake

บทนำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในน้ำตามการพัดพาของคลื่นลม ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีความสำคัญต่อระบบนิเวศในด้านการเป็นผู้ผลิตขั้นต้นตามห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ (Bellinger & Sigee, 2015) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ทั้งการนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในอุตสาหกรรมต่างๆ และมีส่วนช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำได้ (Kligerman & Bouwer, 2015; Wang *et al*., 2016) ทั้งนี้แพลงก์ตอนพืชถือเป็นดัชนีทางชีวภาพที่สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้น (Peerapornpisal, 2013; Dembowska & Józefowicz, 2015; Parmar *et al*., 2016) อย่างไรก็ตามหากมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำมากเกินไปก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Dahms, 2014; Ho & Michalak, 2015) ซึ่งปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ กระแสลม ความขุ่นของน้ำ ปริมาณธาตุอาหาร ผู้บริโภคในระบบนิเวศ เป็นต้น (Patterson *et al*., 2000; Rodrigues *et al*., 2015) ลักษณะทางอุทกวิทยาของแหล่งน้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อแพลงก์ตอนพืช ซึ่งโดยปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ ระดับน้ำ การไหลของน้ำตามฤดูกาล (Rennella & Quirós, 2006; Avigliano *et al*., 2014) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ แต่หากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุทกวิทยาที่รวดเร็ว เช่น กรณีการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน อาจส่งผลต่อปริมาณหรือโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำได้ (Granado & Henry, 2014)

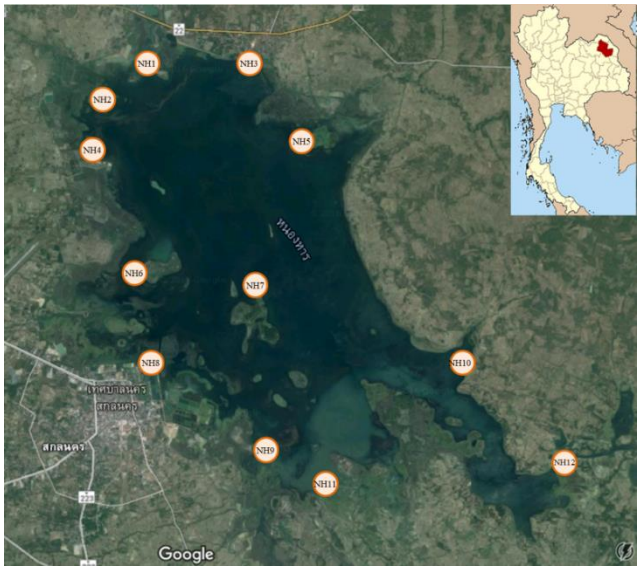
อุทกภัยครั้งสำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2560 จากอิทธิพลของพายุโซนร้อนเซินกา ทำให้เกิดฝนตกหนักและน้ำท่วมในหลายพื้นที่ของจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและบางพื้นที่ของภาคเหนือในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม 2560 โดยเฉพาะจังหวัดสกลนคร ที่ได้รับผลกระทบและความเสียหายรุนแรงจากอุทกภัยครั้งนี้ ในวันที่ 29 กรกฎาคม 2560 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดถึง 134.6 มิลลิเมตร (Department of Water Resources, 2017) ทำให้น้ำจากพื้นที่โดยรอบไหลเข้าท่วมตัวเมืองสกลนคร และระดับน้ำในหนองหารซึ่งเป็นแหล่งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ตั้งอยู่ใจกลางเมืองสกลนครสูงถึง 158.53 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง ซึ่งสูงกว่า

ทางระบายน้ำล้นของประตูระบายน้ำสุรัสวดี ส่งผลให้มวลน้ำปริมาณมากไหลจากหนองหารลงสู่ลำน้ำก่ำและท่วมพื้นที่ของจังหวัดนครพนมอีกด้วย

ระดับน้ำที่สูงท่วมพื้นที่หนองหารซึ่งเป็นแหล่งน้ำปิดตามธรรมชาติ ทำให้ลักษณะทางกายภาพของหนองหารเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในน้ำรวมถึงแพลงก์ตอนพืชที่แพร่กระจายตามมวลน้ำด้วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างประชาคมของแพลงก์ตอนพืช และปัจจัยแวดล้อมทางน้ำบางประการที่ได้รับอิทธิพลจากเหตุการณ์อุทกภัย รวมทั้งพิจารณาสถานภาพและการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชก่อนและหลังน้ำท่วมเพื่อสะท้อนให้เห็นผลกระทบของอุทกภัยที่เกิดขึ้นต่อแหล่งน้ำ อันเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางจัดการทรัพยากรทางน้ำในช่วงเกิดวิกฤตการณ์จากภัยธรรมชาติซึ่งมีแนวโน้มเกิดมากขึ้นในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร อำเภอเมืองและอำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร แบ่งออกเป็น 12 สถานี (ภาพที่ 1) ครอบคลุมพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์หลายด้าน โดยสถานี NH1, NH3 และ NH8 เป็นพื้นที่ชุมชนเมือง สถานี NH5, NH9 และ NH10 เป็นพื้นที่เกษตรกรรม สถานี NH4 เป็นแหล่งผลิตน้ำประปา สถานี NH6 และ NH7 เป็นเกาะดอนที่อยู่กลางหนองหาร สถานี NH2, NH11 และ NH12 เป็นพื้นที่ติดต่อกับลำน้ำที่ไหลลงหรือไหลออกจากหนองหาร ช่วงเวลาในการศึกษาซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูกาล แบ่งออกเป็นช่วงก่อนเกิดอุทกภัย ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ 2560 (ปลายฤดูแล้ง) เดือนมิถุนายน 2560 (ฤดูน้ำหลาก) และช่วงหลังจากเกิดอุทกภัย ได้แก่ เดือนพฤศจิกายน 2560 (ต้นฤดูแล้ง) เดือนมีนาคม 2561 (ปลายฤดูแล้ง) เดือนสิงหาคม 2561 (ฤดูน้ำหลาก) และเดือนธันวาคม 2561 (ต้นฤดูแล้ง)



Station	E	N	Location
NH1	410530	1907041	Tha Rae Viewpoint
NH2	409247	1906342	Huay Lak
NH3	412984	1907248	Tha Rae Municipal
NH4	408703	1905370	Hang Hong
NH5	414420	1905108	Ban Paen
NH6	410088	1901492	Don Sakram
NH7	413480	1900955	Don Sawan Yai
NH8	410288	1898923	SN Municipal
NH9	413217	1896843	Huay Taley
NH10	419149	1899122	Song Nampu
NH11	415257	1895801	Nam Pung
NH12	421557	1896084	Nam Kam

ภาพที่ 1 จุดสำรวจแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาหนองหาร จังหวัดสกลนคร

1. แพลงก์ตอนพืช

ศึกษาองค์ประกอบทางชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช โดยเก็บตัวอย่างน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร กรองแพลงก์ตอนพืชด้วยถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 30 ไมโครเมตร นำตัวอย่างใส่ในขวดพลาสติกปริมาตร 120 มิลลิลิตร รักษาสภาพตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชด้วยน้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์ความเข้มข้นสุดท้ายร้อยละ 4 หลังจากนั้นนำมาจำแนกชนิดแพลงก์ตอนพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ตามเอกสารของ Wongrat (1999) และ Peerapornpisal (2013) นับปริมาณแพลงก์ตอนพืช โดยใช้ Sedgwick-Rafter counting chamber ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ตามวิธีของ Wongrat & Boonyapiwat (2003)

2. คุณภาพน้ำ

ศึกษาคุณภาพน้ำที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร บริเวณเดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช โดยมีพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ โดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปรของ YSI รุ่น Professional Plus พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ โดยการกรองผ่านแผ่นกรอง GF/C ของ Whatman ก่อนนำไปทำให้แห้งและชั่งน้ำหนัก การวิเคราะห์ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำ ใช้วิธี Spectrophotometric method (Parson *et al*., 1992) และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมด ตามวิธีของ APHA, AWWA, WEF (2017)

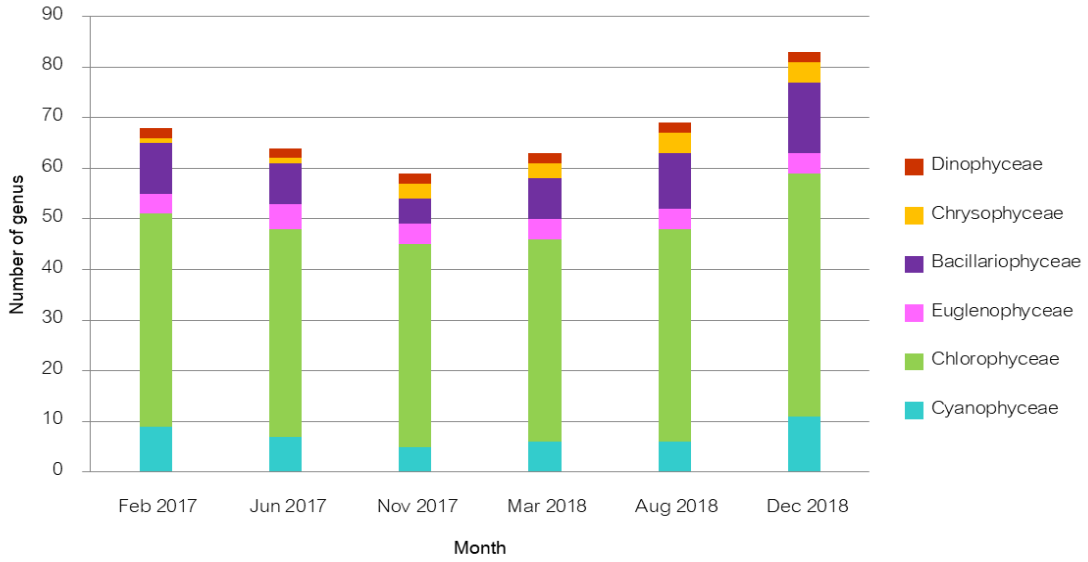
การวิเคราะห์ทางสถิติและดัชนีทางนิเวศวิทยา

นำเสนอข้อมูลแบบสถิติพรรณนา การเปรียบเทียบกลุ่มความแตกต่างใช้วิธี t-test และ One-way ANOVA การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยคุณภาพน้ำ ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient) และการจัดกลุ่มข้อมูลโดยวิเคราะห์ Cluster analysis (Clarke & Warwick, 1994) การวิเคราะห์ดัชนีทางนิเวศวิทยา ได้แก่ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index) โดยใช้สูตรของ Shannon-Wiener (Washington, 1984; Ludwig & Reynolds,1988; Clarke & Warwick, 1994; Mason, 2002) ความชุกชุมทางชนิด (Richness Index) ตามวิธีของ Margalef (Margalef, 1958; Clarke & Warwick, 1994) ค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index) ตามวิธีของ Pielou (Clarke & Warwick, 1994)

ผลการวิจัย

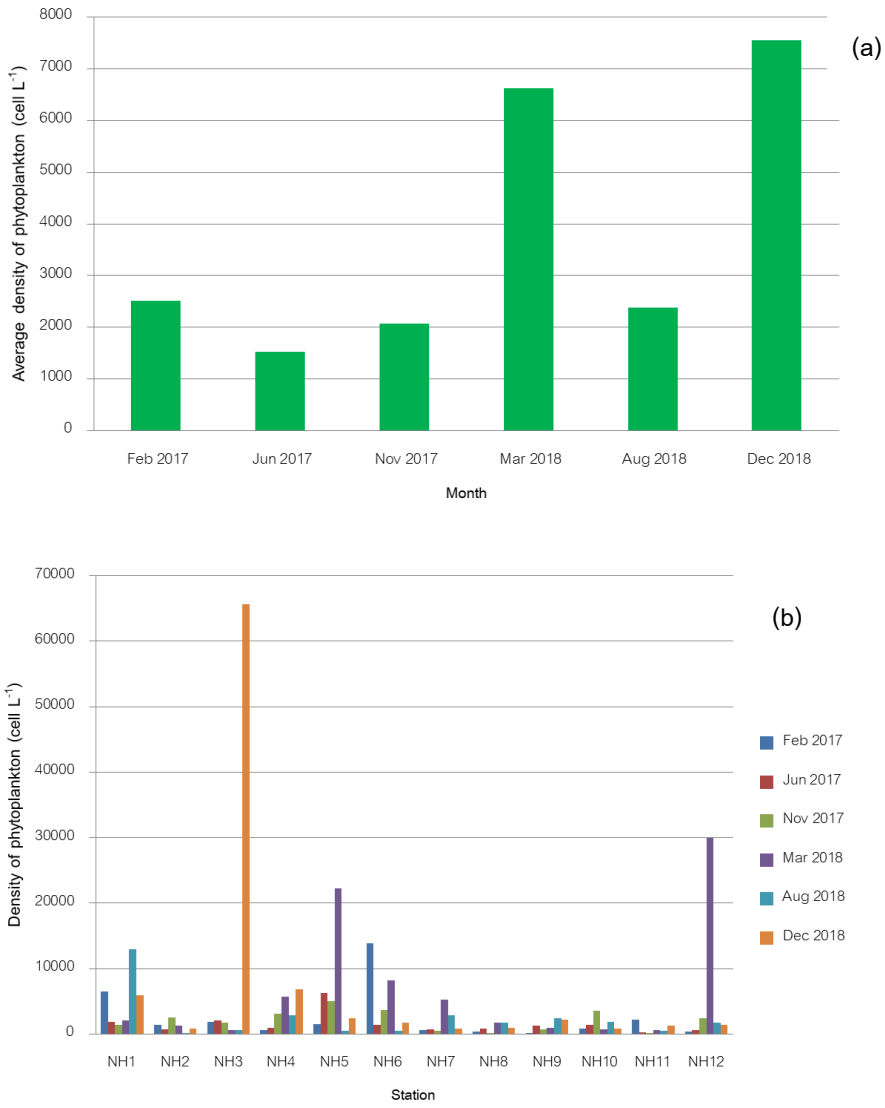
1. แพลงก์ตอนพืช

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษา พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชั่น (Division) 6 ชั้น (Class) 16 อันดับ (Order) 36 วงศ์ (Family) 95 สกุล (Genus) ซึ่งความหลากหลายของจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชในหนองหารแต่ละช่วงเวลาศึกษา แสดงในภาพที่ 2 กลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่มีจำนวนสกุลมากที่สุดได้แก่ แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวใน Class Chlorophyceae พบทั้งหมด 52 สกุล คิดเป็นร้อยละ 54.74 รองลงมาคือกลุ่มไดอะตอม (Class Bacillariophyceae) พบทั้งหมด 18 สกุล คิดเป็นร้อยละ 18.95 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่พบจำนวนชนิดน้อยที่สุดคือ Class Dinophyceae ได้แก่ไดโนแฟลกเจลเลตซึ่งพบ 2 สกุลคือ *Ceratium* และ *Peridinium* เมื่อเปรียบเทียบจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบตามช่วงเวลาศึกษาพบว่าเดือนธันวาคม 2561 มีจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 83 สกุล และเดือนพฤศจิกายน 2560 มีความหลากหลายของจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดเท่ากับ 59 สกุล



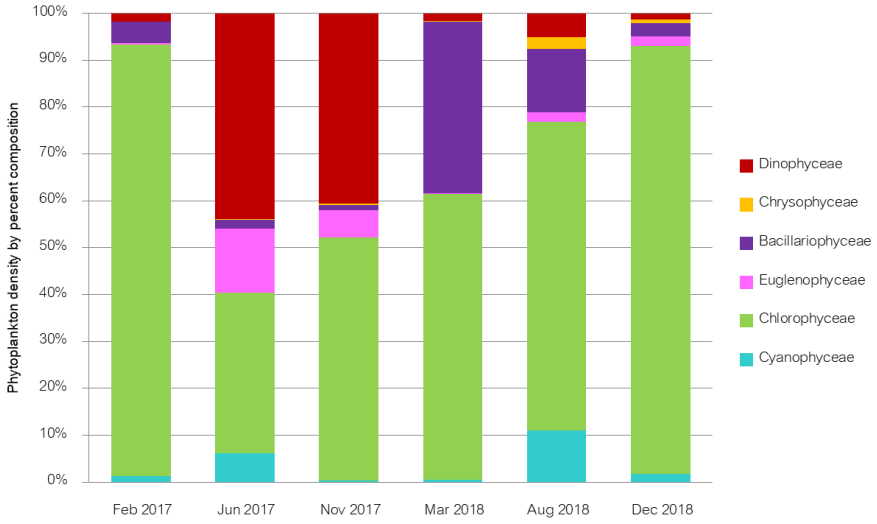
ภาพที่ 2 องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จำแนกตามชั้น (Class) ในแต่ละช่วงเวลาศึกษา

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงเวลาศึกษา พบว่า เดือนธันวาคม 2561 มีจำนวนแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 771-65,601 เซลล์ต่อลิตร ค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 7,557 เซลล์ต่อลิตร และมีความแตกต่างจากช่วงเวลาศึกษาอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ขณะที่เดือนมิถุนายน 2560 มีจำนวนแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 314-6,300 เซลล์ต่อลิตร ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 1,531 เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 3a) บริเวณที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากได้แก่ พื้นที่ตอนบนทางทิศเหนือของหนองหาร ในสถานี NH1, NH3, NH4, NH5 และ NH6 (ภาพที่ 3b) ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับพื้นที่เกษตรกรรม แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบในแต่ละช่วงเวลา ในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้แก่สกุล *Gonatozygon* (Class Chlorophyceae) เดือนมิถุนายน 2560 และพฤศจิกายน 2560 ได้แก่สกุล *Peridinium* (Class Dinophyceae) เดือนมีนาคม 2561 ได้แก่สกุล *Hyalotheca* (Class Chlorophyceae) เดือนสิงหาคม 2561 ได้แก่สกุล *Onychonema* (Class Chlorophyceae) และเดือนธันวาคม 2561 ได้แก่สกุล *Staurastrum* (Class Chlorophyceae)



ภาพที่ 3 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชในหนองหารในแต่ละช่วงเวลาศึกษา (a) และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีศึกษา (b)

เมื่อพิจารณาสัดส่วนร้อยละของแพลงก์ตอนพืชตามปริมาณที่พบในแต่ละชั้น (Class) พบว่าชั้นของสาหร่ายสีเขียว (Class Chlorophyceae) มีสัดส่วนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 92.05, 51.82, 60.94, 65.70 และ 91.34 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2560, เดือนพฤศจิกายน 2560, เดือนมีนาคม 2561, เดือนสิงหาคม 2561 และเดือนธันวาคม 2561 ตามลำดับ ยกเว้นในเดือนมิถุนายน 2560 มีสัดส่วนของไดโนแฟลกเจลเลต (Class Dinophyceae) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.90 (ภาพที่ 4) ทั้งนี้ในทุกช่วงเวลาศึกษาพบว่าแพลงก์ตอนพืชพวกเดสหมิด (Desmids) ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวในวงศ์ Desmidiaceae นั้นเป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดและมีความหนาแน่นมาก ถือเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสำคัญในหนองหาร ขณะที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไซยาโนแบคทีเรียใน Class Cyanophyceae นั้นพบในสัดส่วนร้อยละที่น้อยในฤดูแล้งและเพิ่มจำนวนมากขึ้นในฤดูน้ำหลาก โดยสกุลที่พบจำนวนมากขึ้นชัดเจนในฤดูน้ำหลากได้แก่ *Microcystis*



ภาพที่ 4 สัดส่วนร้อยละทางปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในหนองหารโดยจำแนกในระดับชั้นในแต่ละช่วงเวลาศึกษา

การวิเคราะห์ดัชนีทางนิเวศวิทยา พบว่าในเดือนธันวาคม 2561 มีค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาสูงที่สุด โดยมีค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 2.18-3.15 ค่าเฉลี่ย 2.70 ความชุกชุมทางชนิดอยู่ในช่วง 3.97-7.18 ค่าเฉลี่ย 5.93 และดัชนีความเท่าเทียมอยู่ในช่วง 0.27-0.46 ค่าเฉลี่ย 0.36 ส่วนในเดือนมิถุนายน 2560 มีค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาในภาพรวมต่ำกว่าช่วงเวลาศึกษาอื่น (ตารางที่ 1) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

ตารางที่ 1 ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index; *H'*) ความชุกชุมทางชนิด (Richness Index; *S*) และดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index; *J'*) ของแพลงก์ตอนพืชในหนองหารในแต่ละช่วงเวลาศึกษา

Month	Ecological Index; Min-Max (Average)		
	H'	*S*	*J'*
February 2017	1.86-3.10 (2.45)	3.36-6.51 (4.85)	0.20-0.47 (0.36)
June 2017	1.08-2.91 (2.09)	1.74-5.51 (3.72)	0.12-0.43 (0.30)
November 2017	1.59-3.00 (2.22)	2.06-5.09 (3.61)	0.20-0.48 (0.32)
March 2018	0.29-3.02 (2.28)	2.62-5.11 (3.81)	0.03-0.41 (0.30)
August 2018	1.43-3.14 (2.57)	3.08-6.55 (4.89)	0.18-0.47 (0.37)
December 2018	2.18-3.15 (2.70)	3.97-7.18 (5.93)	0.27-0.46 (0.36)

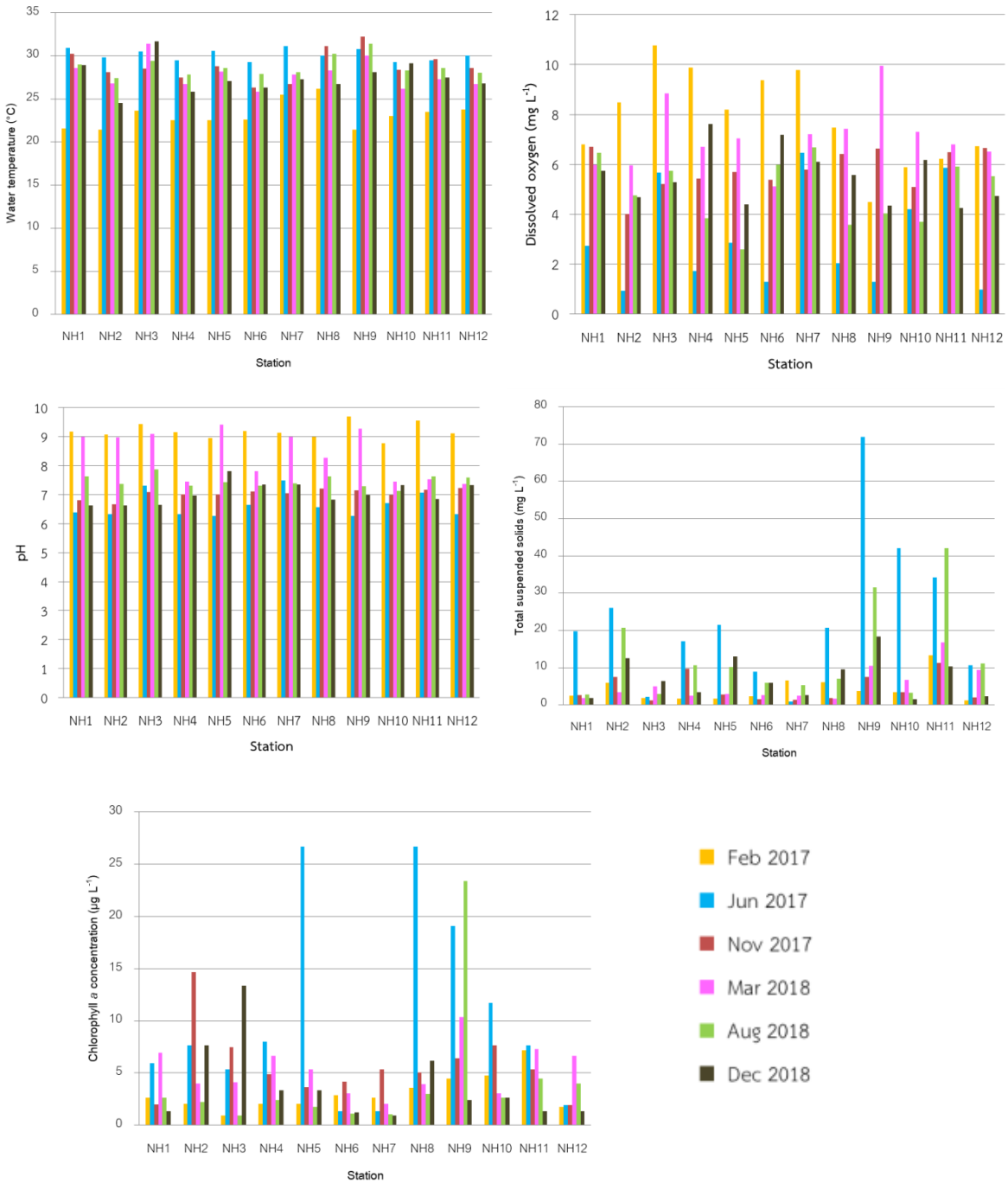
2. <u>คุณภาพน้ำ</u>

คุณภาพน้ำในหนองหารในช่วงที่ทำการศึกษา แสดงในภาพที่ 5 โดยอุณหภูมิของน้ำมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 อยู่ในช่วง 21.4-26.2 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 23.1 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2560 อยู่ในช่วง 29.3-31.1 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 30.1 องศาเซลเซียส สำหรับการศึกษาในช่วงปี 2561 พบว่าอุณหภูมิของน้ำในช่วงที่ทำการศึกษามีค่าไม่แตกต่างกัน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคม 2561 อยู่ในช่วง

5.11-9.94 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 7.07 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายน 2560 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.93-6.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่ามีค่าต่ำกว่าในช่วงเวลาศึกษาอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) จากภาพรวมในทุกฤดูกาลศึกษาพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในหนองหารอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำคือไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (National Institute of Inland Fisheries, 1987) โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม (p<0.01) และปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำ (p<0.05) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ โดยส่วนมากอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (National Institute of Inland Fisheries, 1987) ยกเว้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงอยู่ในช่วง 8.77-9.70 ค่าเฉลี่ย 9.19 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแต่ละช่วงเวลาศึกษามีความแตกต่างกัน จากผลการศึกษายังพบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำในหนองหารในช่วงที่ศึกษาพบว่ามีระดับที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ คือไม่เกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร (National Institute of Inland Fisheries, 1987) ยกเว้นในเดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำมากถึง 0.86-72.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 22.98 มิลลิกรัมต่อลิตร สะท้อนให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีความขุ่นมากกว่าในช่วงเวลาศึกษาอื่นๆ ความเข้มข้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำจากการศึกษาแสดงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในระดับต่ำถึงปานกลาง คือพบปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* น้อยกว่า 14.3 ไมโครกรัมต่อลิตร (Niles *et al*., 1996) โดยช่วงเวลาศึกษาที่มีค่าต่ำที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าอยู่ในช่วง 0.95-7.19 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 3.09 ไมโครกรัมต่อลิตร ขณะที่เดือนมิถุนายน 2560 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงที่สุด อยู่ในช่วง 1.34-26.70 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 10.27 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าที่มีความแตกต่างทางสถิติจากช่วงเวลาศึกษาอื่นทั้งหมด ผลการวิเคราะห์ทางสถิติยังพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01)

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำในช่วงปี พ.ศ. 2561 พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในเดือนมีนาคม 2561 มีค่าอยู่ในช่วง 0.03-1.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนสิงหาคม 2561 มีค่าอยู่ในช่วง 0-1.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร และเดือนธันวาคม 2561 มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน ในเดือนมีนาคม 2561 มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนสิงหาคม 2561มีค่าอยู่ในช่วง 1.10-3.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 1.37 มิลลิกรัมต่อลิตร และเดือนธันวาคม 2561 มีค่าอยู่ในช่วง 0.40-0.91 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมด ในเดือนมีนาคม 2561 มีค่าอยู่ในช่วง 0 -1.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนสิงหาคม 2561มีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.94 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.39 มิลลิกรัมต่อลิตร และเดือนธันวาคม 2561 มีค่าอยู่ในช่วง 0.07-0.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในช่วงฤดูน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม 2561) มีความแตกต่างกับเดือนมีนาคม 2561 และเดือนธันวาคม 2561 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) แต่ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล ผลการศึกษายังพบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในน้ำไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช



ภาพที่ 5 คุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จำแนกตามสถานีในแต่ละช่วงเวลาศึกษา

วิจารณ์ผลการวิจัย

โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืชในช่วงก่อนและหลังน้ำท่วม

เมื่อพิจารณาความหลากหลายทางชีวภาพหรือความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตามช่วงเวลาศึกษาทั้ง 6 ครั้ง แล้วนั้นพบว่า เดือนพฤศจิกายน 2560 ซึ่งเป็นช่วงเวลาสำรวจครั้งแรกหลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในเดือนกรกฎาคม

2560 มีความหลากหลายของจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด และเดือนมิถุนายน 2560 พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด ซึ่งแม้ว่าในเดือนมิถุนายน 2560 จะยังไม่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในจังหวัดสกลนคร แต่อยู่ในช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลากที่มีปริมาณน้ำฝนมากถึง 455.8 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุดในช่วงปี 2554-2561 ในเดือนเดียวกัน (Royal Irrigation Department, 2018) เช่นเดียวกับผลการศึกษาในปี 2561 ซึ่งพบว่าในเดือนสิงหาคม 2561 เป็นช่วงกลางฤดูน้ำหลากมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดในรอบปีเช่นเดียวกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sanpapao *et al*. (2017) ซึ่งพบว่าความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง จังหวัดแพร่ จะมีค่าต่ำที่สุดในช่วงฤดูฝน โดย Pan *et al*. (2018) กล่าวว่ามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชจะต่ำลงเมื่อระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้นตามช่วงฤดูกาล หรือ Weilhoefer *et al*. (2008) ที่กล่าวว่ามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชจะยิ่งลดลงเมื่อเกิดน้ำท่วมในระดับสูงเป็นระยะเวลานาน แตกต่างกับช่วงเวลาศึกษาในช่วงฤดูแล้งของปีที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงกว่าอย่างชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khuantrairong & Traichaiyaporn (2008) ที่พบว่าในช่วงฤดูแล้งจะมีความหลากหลายและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่มากกว่าในฤดูฝน โดย Bellinger & Sigee (2015) กล่าวว่าเนื่องจากหลังจากสิ้นสุดช่วงฤดูฝนหรือผ่านพ้นช่วงที่เกิดน้ำท่วม ระดับน้ำในแหล่งน้ำจะค่อยๆ ลดลง ทำให้เกิดเสถียรภาพของมวลน้ำและชั้นน้ำ แพลงก์ตอนพืชก็จะเพิ่มจำนวนได้มากขึ้น

แพลงก์ตอนพืชใน Class Chlorophyceae ถือเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ทั้งในด้านความหลากหลายทางชนิดซึ่งมีสัดส่วนของจำนวนสกุลมากกว่าร้อยละ 50 ของแพลงก์ตอนพืชที่พบทั้งหมดในหนองหารทุกช่วงเวลาศึกษา ซึ่งแพลงก์ตอนในชั้นนี้โดยส่วนใหญ่พบในแหล่งน้ำจืดและถือว่ามีความหลากหลายทางด้านสัณฐานรูปร่างสูงมาก (Taylor *et al*., 2009) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sitthiwong (2014) และ Uengjareansukarn & Gunbua (2017) ซึ่งพบว่าสาหร่ายสีเขียวใน Division Chlorophyta มีความหลากหลายทางชนิดมากที่สุดจากการสำรวจในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ในด้านองค์ประกอบเชิงปริมาณก็พบว่าแพลงก์ตอนพืชใน Class Chlorophyceae มีความหนาแน่นมากที่สุดในแต่ละช่วงเวลาศึกษา (ยกเว้นเดือนมิถุนายน 2560) โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวในวงศ์ Desmidiaceae หรือกลุ่มเดสหมิด (Desmids) ที่ปกติแล้วมักพบอยู่ปะปนกันหลายสกุลในพื้นที่ตื้นของแหล่งน้ำนิ่ง ใส ที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน (Woelkerling, 1976; Wongrat, 1999; Kouwets, 2008) สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของหนองหาร โดยเมื่อพิจารณาจากสกุลที่มีจำนวนเซลล์มากที่สุดในเดือนมีนาคม สิงหาคม และธันวาคม 2561 แล้วพบว่าเป็นกลุ่มเดสหมิดทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูน้ำหลากในเดือนมิถุนายน 2560 และหลังเกิดน้ำท่วม ในเดือนพฤศจิกายน 2560 พบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Peridinium* และสกุล *Ceratium* เข้ามาเป็นแพลงก์ตอนพืชสกุลหลักในหนองหารแทนที่ โดยปกติแล้วไดโนแฟลกเจลเลตสามารถดำรงชีวิตได้ทั้งแบบสร้างอาหารเองผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและกินสิ่งมีชีวิตอื่นหรือสารอินทรีย์เป็นอาหาร (Schnepf & Elbrächter, 1992) เคลื่อนที่เดินทางไปในมวลน้ำได้ดี จึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่อาจไม่เหมาะสมต่อการสร้างอาหารเองได้เช่น ไม่มีแสงแดดในช่วงวัน หรือน้ำมีความขุ่นมาก (Bellinger & Sigee, 2015) เช่นในฤดูฝน ดังผลการศึกษาในเดือนมิถุนายน 2560 ที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำที่สูงทำให้น้ำขุ่นกว่าช่วงเวลาศึกษาอื่น

ขณะที่แพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมซึ่งพบว่ามีความหนาแน่นน้อยทุกพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลาศึกษา แต่ในเดือนมีนาคม 2561 ปรากฏว่ามีสัดส่วนขององค์ประกอบเชิงจำนวนของแพลงก์ตอนทั้งหมดมากถึงร้อยละ 36.64 เนื่องจากการเพิ่มจำนวนอย่างมากของไดอะตอมสกุล *Aulacoseira* บริเวณสถานี NH 12 ซึ่งในเวลานั้นมี *Aulacoseira* แพร่กระจายอยู่ถึงร้อยละ 95.58 ของจำนวนแพลงก์ตอนพืชที่พบทั้งหมด ปกติแล้ว *Aulacoseira* เป็นไดอะตอมที่มักพบอยู่

รวมเป็นจำนวนมากเสมอในทะเลสาบ บึงหรือในแหล่งน้ำจืดอื่นๆ (Edgar & Theriot, 2004) สามารถปรับตัวได้ดีในเวลาที่แหล่งน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง (Stoermer & Julius, 2003) จากผลการศึกษาจะพบ *Aulacoseira* เพียงบางครั้งของการศึกษาเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชสกุลนี้มีช่วงชีวิตที่อาศัยอยู่ในดินตะกอนพื้นท้องน้ำค่อนข้างยาวนาน จะพบเจริญเติบโตหนาแน่นล่องลอยในมวลน้ำในบางฤดูกาลเท่านั้น เช่น ต้นฤดูใบไม้ผลิ เป็นต้น (Bellinger & Sigee, 2015)

หลังจากผ่านช่วงฤดูน้ำหลากและอุทกภัยในปี 2560 จะเห็นได้ว่าปริมาณของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวมีมากขึ้นจนกลายเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักเช่นเดียวกับช่วงก่อนน้ำท่วม ขณะที่ไดโนแฟลกเจลเลตซึ่งพบมากในช่วงน้ำท่วมกลับมีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีกระบวนการแทนที่ของกลุ่มประชากรที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างออกไป เช่นเดียวกับการศึกษาของ Dembowska (2017) ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจากเหตุน้ำท่วมในทะเลสาบของประเทศโปแลนด์ทำให้ประชากรแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักเปลี่ยนแปลงไป และเมื่อแหล่งน้ำเข้าสู่สภาวะปกติ โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนจะคืนสู่รูปแบบเดิม สอดคล้องกับการศึกษาของ Elber & Schanz (1990) ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชหลักก่อนและหลังน้ำท่วมในทะเลสาบของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยแพลงก์ตอนพืชที่เคยเป็นชนิดเด่นในช่วงสภาวะปกติได้กลับมามีความหนาแน่นมากที่สุดอีกครั้งหลังจากพ้นช่วงน้ำท่วมมาแล้ว

จากการวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index) พบว่าโดยภาพรวมของแหล่งน้ำหนองหารมีคุณภาพของแหล่งน้ำอยู่ในระดับเหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตในทุกฤดูกาลศึกษาทั้งก่อนและหลังเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม อ้างอิงจาก Tudorancea *et al*. (1975) ซึ่งกล่าวว่าหากมีค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 1-3 แสดงว่าแหล่งน้ำยังคงเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ถ้ามีค่าต่ำกว่า 1 ถือว่าแหล่งน้ำไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และถ้ามีค่ามากกว่า 3 ขึ้นไปแสดงว่าแหล่งน้ำมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตอย่างมาก โดยทุกสถานีศึกษามีค่าดัชนีความหลากหลายไม่ต่ำกว่า 1 ยกเว้นสถานี NH12 ในเดือนมีนาคม 2561 ซึ่งมีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.29 และค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index) เท่ากับ 0.03 เท่านั้น เนื่องมาจากมีการเพิ่มจำนวนของไดอะตอม *Aulacoseira* อย่างมาก และพบแพลงก์ตอนพืชสกุลอื่นน้อย ทำให้สัดส่วนจำนวนในแต่ละชนิดต่างกันมากส่งผลให้ดัชนีทางนิเวศมีค่าลดลง

ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้อง

ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช หรือปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลาศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดกับปัจจัยคุณภาพน้ำ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเลือกแพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่มีความผันแปรตามฤดูกาลมากที่สุด ได้แก่กลุ่มสาหร่ายสีเขียว (Class Chlorophyceae) และไดโนแฟลกเจลเลต (Class Dinophyceae) มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมกับปัจจัยคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 2) จะพบว่า ปริมาณของสาหร่ายสีเขียวมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายสีเขียวสามารถเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่ใส แสงส่องถึงได้ดี ซึ่งสาหร่ายสีเขียวสามารถให้ออกซิเจนแก่แหล่งน้ำผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และหากแหล่งน้ำมีความขุ่นมากขึ้นก็จะเป็นปัจจัยที่จำกัดการดำรงชีวิตของสาหร่ายสีเขียว ขณะที่ปริมาณของไดโนแฟลกเจลเลตมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ในฤดูน้ำหลากเดือนมิถุนายน 2560 มีคุณภาพน้ำที่แตกต่างจากช่วงเวลาศึกษาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ อุณหภูมิน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าสูง แต่พารามิเตอร์ที่สำคัญต่อระบบนิเวศในช่วงน้ำหลากอย่างมากคือปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำที่มีค่าสูง สะท้อนความขุ่นของน้ำที่มากกว่าในช่วงเวลาศึกษาอื่น ซึ่งของแข็งแขวนลอยหรือความขุ่นของน้ำที่มีมากจะส่งผลต่อการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ (Tilzer *et al*., 1976; Bilotta & Brazier, 2008) ทำให้แพลงก์ตอนพืชในช่วงน้ำหลากมีปริมาณลดลงไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Qiunn *et al*. (1992) ซึ่งพบว่าหากมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำมากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลานานจะทำให้มวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชลดลงถึงร้อยละ 40 และในกรณีที่สาหร่ายสีเขียว Class Chlorophyceae ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มหลักในหนองหารมีสัดส่วนลดลงในเดือนมิถุนายน 2560 และพบแพลงก์ตอนพืชที่ปรับตัวได้ดีอย่างไดโนแฟลกเจลเลตเข้ามาทดแทนนั้น สอดคล้องกับ Sangmek *et al*. (2018) ที่ศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนพืชในหนองเลิงเปือย จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าแพลงก์ตอนพืชสาหร่ายสีเขียวมีปริมาณน้อยมากในแหล่งน้ำที่มีความขุ่นสูงและแพลงก์ตอนชนิดหลักเป็นไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Ceratium* และ *Peridinium* เช่นกัน อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ ซึ่งอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์ *เอ* จากพืชน้ำที่หลุดลอยเป็นอนุภาคเล็กในช่วงที่เกิดน้ำท่วมหลากที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำสูง ของแข็งแขวนลอยที่พบอาจเป็นสารอินทรีย์หรือตะกอนจากวัตถุต่างๆ รวมถึงซากพืชที่ยังคงมีคลอโรฟิลล์สะสมอยู่ด้วย

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักกับคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้อง

Water quality parameter	Spearman's rank correlation	
	Class Chlorophyceae	Class Dinophyceae
Temperature	-	.358**
Dissolved Oxygen	.255*	-.374**
pH	-	-.477**
Total Suspended Solids	-.341**	-

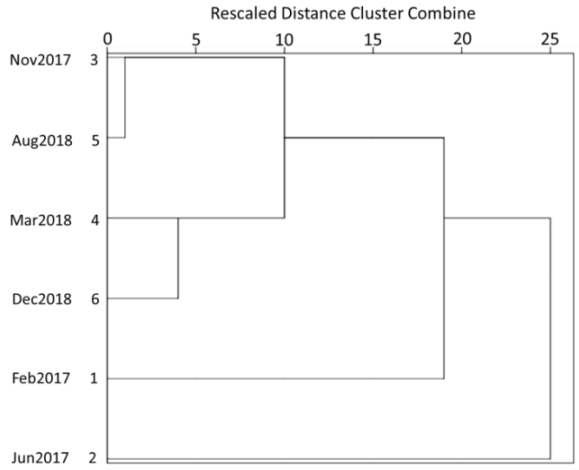
หมายเหตุ: * ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

** ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($p<0.01$)

ถึงแม้ว่าหนองหารจะตั้งอยู่กลางเมืองสกลนครและรองรับน้ำทิ้งจากการใช้ประโยชน์หลายด้านจากบริเวณโดยรอบ แต่ก็ไม่พบการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชในหนองหารจนเกิดน้ำเปลี่ยนสีตลอดช่วงที่ทำการศึกษา จะมีเพียงการเกิดการรวมกลุ่มอย่างหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบางชนิดในบริเวณแอ่งของลำน้ำที่ไหลลงหนองหารเท่านั้น เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของหนองหารซึ่งค่อนข้างตื้น มีความลาดชันต่ำ ทำให้มีพืชน้ำเจริญเติบโตขึ้นอย่างหนาแน่นมากทั่วบริเวณหนองหาร พืชน้ำเหล่านี้สามารถนำเอาธาตุอาหารในมวลน้ำและในดินตะกอนไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังบดบังแสงที่ส่องลงสู่มวลน้ำด้านล่าง เป็นการแก่งแย่งและยับยั้งการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชที่ล่องลอยในมวลน้ำได้ (Ozimek *et al*., 1990; Donk & Gulati, 1995; Han *et al*., 2014) เป็นเหตุให้น้ำในหนองหารยังคงใสแม้จะมีธาตุอาหารไหลลงสู่หนองหารในทุกฤดูกาล ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของแหล่งน้ำตื้นที่มีพืชน้ำเป็นประชากรเด่น (Jeppesen *et al*., 1998)

จึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในการศึกษาครั้งนี้

จากข้อมูลแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาจัดกลุ่มข้อมูล (Cluster analysis) ของช่วงเวลาศึกษาที่ระยะ Rescaled distance =15 ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1) เดือนมิถุนายน 2560 กลุ่มที่ 2) เดือนกุมภาพันธ์ 2560 และกลุ่มที่ 3) เดือนพฤศจิกายน 2560 เดือนมีนาคม 2561 เดือนสิงหาคม 2561 และเดือนธันวาคม 2561 (ภาพที่ 6) แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างช่วงฤดูแล้งก่อนเหตุการณ์น้ำท่วม ช่วงฤดูน้ำหลากก่อนเหตุการณ์น้ำท่วม และช่วงหลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมผ่านไปทั้ง 4 ช่วงเวลาศึกษา โดยช่วงฤดูกาลที่แตกต่างจากกลุ่มอื่นมากที่สุดคือเดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดและคุณภาพน้ำมีความแตกต่างจากช่วงเวลาศึกษาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นสภาพแวดล้อมของหนองหารที่สะท้อนให้เห็นรูปแบบของแหล่งน้ำในช่วงเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมได้ใกล้เคียงที่สุด



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยคุณภาพน้ำโดยจำแนกตามช่วงเวลาศึกษา

สรุปผลการวิจัย

โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร มีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรชนิดเด่นจากเดิมซึ่งมีกลุ่มสาหร่ายสีเขียวเป็นองค์ประกอบหลัก แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงเหตุการณ์น้ำท่วมในปี 2560 พบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตซึ่งสามารถปรับตัวดำรงชีวิตในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างจากปกติได้ดีเข้ามาแทนที่ และหลังจากผ่านเหตุการณ์น้ำท่วมแล้ว มีจำนวนแพลงก์ตอนพืชมากขึ้นและโครงสร้างประชาคมกลับเข้าสู่สภาวะปกติ โดยปัจจัยคุณภาพน้ำซึ่งมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลมีอิทธิพลต่อปริมาณของแพลงก์ตอนกลุ่มหลักทั้งสองกลุ่ม ทั้งนี้แม้ว่าจะมีธาตุอาหารปริมาณมากไหลลงสู่หนองหารโดยเฉพาะช่วงฤดูน้ำหลาก แต่พืชน้ำซึ่งเป็นประชากรกลุ่มหลักในหนองหารมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีกว่าแพลงก์ตอนพืช จึงทำให้ภาพรวมของหนองหารยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ซึ่งวัดจากความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ *เอ* ในมวลน้ำในระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ พบว่าแพลงก์ตอนพืชยังมีความเหมาะสมในการเป็นกำลังผลิตขั้นต้นที่ดีให้กับระบบนิเวศหนองหารได้ ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลันในกรณีของอุทกภัยที่มีต่อคุณภาพและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช อันจะส่งผลต่อเนื่องไปถึงสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร

ลำดับถัดไปด้วย การหาแนวทางป้องกันบรรเทาเหตุน้ำท่วมจึงไม่ใช่เพียงเพื่อวัตถุประสงค์ทางอุทกวิทยาเท่านั้น แต่มีความสำคัญต่อการคงไว้ซึ่งระบบนิเวศของแหล่งน้ำอันมีคุณค่าสำหรับผู้มีส่วนร่วมทุกคนได้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ผ่านมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้โครงการยุทธศาสตร์การพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติในหนองหารอย่างสมดุลและยั่งยืน ซึ่งทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

APHA, AWWA, WEF. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Denver.

Avigliano, L., Vinocur, A., Chaparro, G., Tell, G. & Allende, L. (2014). Influence of re-flooding on phytoplankton assemblages in a temperate wetland following prolonged drought. *J. Limnol.*, *73*(2), 45-60.

Bellinger, E.G. & Sigee, D.C. (2015). *Freshwater Algae; Identification, Enumeration and Use as Bioindicators*. John Wiley & Sons, Oxford, UK. 275 pp.

Bilotta, G.S. & Brazier, R.E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research*, *42*(12), 2849-2861.

Borkman, D.G. & Smayda, T.J. (1998). Long-term trends in water clarity revealed by Secchi-disk measurements in lower Narragansett Bay. *ICES Journal of Marine Science*, *55*, 668–679.

Clarke, K. R. & Warwick, R.M. (1994). *Change in Marine community; an approach to Statistic analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory. Plymouth, UK. 144 pp.

Dahms, H.U. (2014). The grand challenges in marine pollution research. *Front. Mar. Sci.* ,*1,* 9.

Dembowska, E. & Józefowicz, S. (2015). Seasonal changes in phytoplankton and bioindices in the southern part of Lake Jeziorak (NE Poland) *Oceanological & Hydrobiological Studies*, *44*(1), 1–10.

Dembowska, E. (2017). The impact of an extreme flood in spring/summer 2010 on phytoplankton communities in oxbow lakes of the lower Vistula River, central Poland. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim., 53*, 19-26.

Department of Water Resources. (2017). *Daily water situation report (August 2nd 2017)*. Water Crisis Protection Center, Department of Water Resources, Bangkok. (in Thai)

Donk, E.V. & Gulati, R.D. (1995). Transition of lake to turbid state six years after biomanipulation: Mechanisms and pathways. *Water Science and Technology, 32*, 197-206.

Edgar, S.M. & Theriot, E.C. (2004). Phylogeny of *Aulacoseira* (Bacillariophyta) based on molecules and morphology. *J. Phycol.*, *40*, 772–788.

Elber, F. & Schanz, F. (1990). The influence of a flood event on phytoplankton succession. *Aquatic Sciences, 52*(4), 330–344.

Granado, D.C. & Henry, R. (2014). Phytoplankton community response to hydrological variations in oxbow lakes with different levels of connection to a tropical river. *Hydrobiologia*, *721*, 223-238.

Han, S.Q., Liu, G.F., Zhang, I., Fan, C.X., He, J. & Paerl, H.W. (2014). The response of macrophytes to nutrients and implications for the control of phytoplankton blooms in East Taihu Lake, China. *Journal of Pollution Effects & Control ,2*(2).

Ho, J.C. & Michalak, A.M. (2015). Challenges in tracking harmful algal blooms: A synthesis of evidence from Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research*, *41*(2), 317-325.

Jeppesen, E., Søndergaard, M., Søndergaard, M. & Christoffersen, K. (eds) (1998). *The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. Ecological Studies*, 131. Springer, New York.

Khuantrairong, T & Traichaiyaporn, S. (2008). Diversity and seasonal succession of the phytoplankton community in Doi Tao Lake, Chiang Mai Province, Northern Thailand, *The Natural History Journal of Chulalongkorn University ,8*(2), 143-156.

Kligerman, D.C. & Bouwer, E.J. (2015). Prospects for biodiesel production from algae-based wastewater treatment in Brazil: a review *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *52*, 1834-1846.

Kouwets, F.A.C. (2008). The species concept in desmids: The problem of variability, infraspecific taxa and the monothetic species definition. *Biologia*, *63*(6), 881-887.

Ludwig, J.A. & Reynold, J.F. (1988). *Statistical Ecology; A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York. USA. 337 pp.

Margalef, R. (1958). Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In Buzzati-Traverso, A. (ed.) *Perspectives in Marine Biology*. Berkeley, CA, University of California Press.

Mason, C.F. (2002). *Biology of Freshwater Pollution*. Harlow, UK, Longman.

National Institute of Inland Fisheries. (1987). Water quality standard for freshwater resources protection. *Technical paper no. 75/1987*. Department of Fisheries, Bangkok. (in Thai)

Ozimek, T., Gulati, R.D. & Donk, E.V. (1990). Can macrophytes be useful in biomanipulation of lakes? The Lake Zwemlust example. *Hydrobiologia, 61*, 399-407.

Pan, Y., Guo, S., Li, Y., Yin, W., Qi, P., Shi, J., Hu, L., Li, B., Bi, S. & Zhu, J. (2018). Effects of water level increase on phytoplankton assemblages in a drinking water reservoir. *Water ,10* (256).

Parmar, T.K., Rawtani, D. & Agrawal, Y.K. (2016). Bioindicators: The natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science*, *9* (2), 110-118.

Parsons, T. R., Takahashi, M. & Hargrave, B. (1984). *Biological Oceanographic Processes* 3rd ed. Pergamon Press. 329 pp.

Patterson, G., Hecky, R.E. & Fee, E.J. (2000). Effect of hydrological cycles on planktonic primary production in Lake Malawi/Niassa. *Advances in Ecological Research*, *31*, 421-430.

Peerapornpisal, Y. (2013). *Freshwater algae in Thailand*. Applied algal research laboratory, Microbiology section, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University. (in Thai)

Pielou, E.C. (1976). *Ecological diversity*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.

Quinn, J.M., Davies-Colley, R.J., Hickey, C.W., Vickers, M.L. & Ryan, P.A., (1992). Effects of clay discharges on streams. *Hydrobiologia, 248*(3), 235–247.

Rennella, A.M. & Quirós, R. (2006). The effects of hydrology on plankton biomass in shallow lakes of the Pampa Plain. *Hydrobiologia*, *556*,181–191.

Rodrigues, L.C., Simões, N.R., Bovo-Scomparin, V.M., Jati, S., Santana, N.F., Roberto, M.C. & Train, S. (2015). Phytoplankton alpha diversity as an indicator of environmental changes in a neotropical floodplain. *Ecological Indicators*,*48*, 334-341.

Royal Irrigation Department, (2018). *Record of flood event influencing by Tropical Storm Sonca*, *July 24-31, 2017*. Retrieved October 10, 2019, from http://www.thaiwater.net/current/2017/SONCAjuly2017 /body.html

Sangmek, P., Doydee, P., Sriphairoj, K. & Hatachote, S. (2018). Phytoplankton community structure and its relationship to water quality in dredged lake: A case study of Nong Lerng Pueay Lake, Kalasin Province. *In Proceeding of 56th Kasetsart University Annual Conference*. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Sanpapao, S., Ponsa, S., Pongpadung, P. & Tawong, W. (2017). Species diversity of phytoplankton and relationship with water quality in Mae Thang reservoir, Phrae province. *Khon Kaen Agr. J. 45*(4), 663-674. (in Thai)

Schnepf ,E. & M. Elbrächter (1992). Nutritional strategies in dinoflagellates: A review with emphasis on cell biological aspects. *European Journal of Protistology*, *28*(1), 3–24.

Sitthiwong, N. (2014). The water quality and diversity of phytoplanktons in Nong Harn Reservoir, Sakon Nakhon. *Academic Journal of Graduate School, Uttaradit Rajabhat University*, *9*(2), 119-130. (in Thai)

Stoermer, E.F. & Julius, M.L. (2003). *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Cambridge, Massachusetts: Academic Press.

Taylor, T.N., Taylor, E.L. & Krings, M. (2009). *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants*. Cambridge, Massachusetts: Academic Press.

Tilzer, M.M., Goldman, C.R., Richards, R.C. & Wrigley, R.C. (1976). Influence of sediment inflow on phytoplankton primary productivity in Lake Tahoe (California-Nevada). *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, *61*(2), 169–181.

Tudorancea, C., Green, R.H. & Huebner, J. (1975). Structure, dynamics and production of the benthic fauna in Lake Manitoba. *Hydrobiologia*, *64*(1), 59-95.

Uengjareansukarn, W & Gunbua, V. (2017). Plankton community structure in Nong Han, Sakon Nakhon Province. *Burapha Science Journal*, *22* (Special edition), 309-322. (in Thai)

Wang, Y.K., Chen, P.Y., Dahms, H.U., Yeh S.L. & Chiu, Y.J. (2016). Comparing methods for measuring phytoplankton biomass in aquaculture ponds. *Aquacult Environ Interact* , *8*, 665-673.

Washington, H.G. (1984). Review of diversity, biotic and similarity indices. *Water Res*, *18*(6), 653-694.

Weilhoefer, C.L., Pan, Y. and Eppard, S. (2008). The effects of river floodwaters on floodplain wetland water quality and diatom assemblages. *Wetlands*, *28*(2), 473–486.

Woelkerling, W.J. (1976). Wisconsin desmids. 1. Aufwuchs and plankton communities of selected acid bogs, alkaline bogs and closed bogs. *Hydrobiologia*, *48*, 209-232.

Wongrat, L. (1999). *Phytoplankton*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Wongrat, L. and Boonyapiwat, S. (2003). *Manual of Sampling and Analytical Methods of Plankton*. Bangkok: Kasetsart University. 270 pp. (in Thai)