ผลกระทบของสภาวะความแห้งแล้งในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ต่อการเพิ่มปริมาณของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดที่มีความเป็นพิษ

Impacts of Drought Condition in Ubolratana Reservoir Ecosystem on Increment of Toxic Cyanobacteria

จีรยา ม่วงสีงาม[1], จารุมาศ เมฆสัมพันธ์[2*] และ รภัชร์ เม่งช่วย[1]

Jeeraya Muangsringam[1], Charumas Meksumpun[2*] and Rapach Mengchouy[1]

[1]*สาขาวิทยาศาสตร์การประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

[2]*ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

[1]*Major of Fisheries Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University*

[2]*Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University*

Received : 8 July 2019

Revised : 5 August 2019

Accepted : 8 August 2019

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะความแห้งแล้งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชนิด และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ดำเนินการในพื้นที่ตัวแทน 3 พื้นที่ ประกอบด้วยพื้นที่รับน้ำตอนบน (ลำน้ำพอง) พื้นที่ตอนกลาง (บ้านโนนสว่าง บ้านท่าลาด และ บ้านโป่งสัง) และพื้นที่เลี้ยงปลาในกระชัง (บ้านหนองกุงเซิน) โดยทำการศึกษาในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำเก็บกักภายในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ระดับ ต่ำมาก ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงที่ปริมาณน้ำเก็บกักลดลงจาก 47% เป็น 39% (เดือนเมษายนถึงมิถุนายน) พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชโดยรวมในพื้นที่ตอนบนสูงขึ้นประมาณ 6 เท่า (จาก 6,993 เป็น 42,153 cells/L) พื้นที่ตอนกลางมีค่าสูงขึ้น 3.4 เท่า (จาก 14,237-54,285 เป็น 69,032-127,694 cells/L) ขณะที่พื้นที่บริเวณที่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง (ซึ่งมีค่าเดิมสูงอยู่แล้ว) ได้สูงขึ้นอีกประมาณ 1.7 เท่า (จาก 61,554 เป็น 106,232 cells/L) และมีค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง 189,922 cells/L ในช่วงที่ปริมาณน้ำเก็บกักลดลงถึงระดับต่ำสุด (30%) ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีความเป็นพิษ พบ *Microcystis* sp. เป็นชนิดเด่น มีการเพิ่มความหนาแน่นตามเวลา โดยมีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 61,807 cells/L ในพื้นที่บ้านหนองกุงเซิน ในช่วงที่ปริมาณน้ำเก็บกักลดลงถึงระดับต่ำสุด ขณะที่บางชนิด (*Anabaena* sp.) มีแนวโน้มของความหนาแน่นที่ต่ำลง ผลการศึกษาในภาพรวมพบว่าสภาวะความแห้งแล้งในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ สามารถส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของทั้งความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวม และความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดที่มีความเป็นพิษ ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนความจำเป็นในการเฝ้าระวังและการหาแนวทางในการบริหารจัดการน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ : สภาวะความแห้งแล้ง, แพลงก์ตอนพืช, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดที่มีความเป็นพิษ, ปริมาณน้ำเก็บกัก, อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์

*Corresponding author. E-mail : ffiscmc@ku.ac.th

Abstract

Study on impacts of drought condition on change of species composition and density of phytoplankton in Ubolratana reservoir was carried out in 3 representative areas of the upper zone (Phong River), the middle zone (Non Sawang, Tha Lat, and Pong Sang Districts), and the aquaculture zone (Nong Kung Soen District) during April to October 2018 when the water storage volumes in the reservoir was very low. The result showed that during the decreases of water storage in 2018 (from 47% to 39% from April to June), total densities of phytoplankton in the upper zone had increased *ca* 6 times (from 6,993 to 42,153 cells/L). Total densities in the middle zone had increased 3.4 times (from 14,237-54,285 to 69,032-127,694 cells/L), while those in the aquaculture zone (normally found in high levels) had increased 1.7times (from 61,554 to 106,232 cells/L). Densities in the aquaculture zone had continuously increased to reach the highest level of 189,922 cells/L when the water storage volume decreased to the lowest level of 30%. The results on changes in toxic cyanobacteria abundance indicated the dominance of *Microcystis* sp. that had increased along the times. The highest *Microcystis* density of 61,807 cells/L was found at Nong Kung Soen District when the water storage volume decreased to the lowest level. Some toxic cyanobacteria (*Anabaena* sp.), nevertheless, seemed to be slightly decreased. The overall results have revealed that the drought condition in 2018 in the Ubolratana reservoir ecosystem had impacted either on the increments of total phytoplankton or the toxic cyanobacteria species. Such phenomena implied the necessary in ecosystem monitoring and conservation through development of schematic approach on water management for suitable storage level.

Keywords : drought condition, phytoplankton, toxic cyanobacteria, water storage, Ubolratana Reservoir

บทนำ

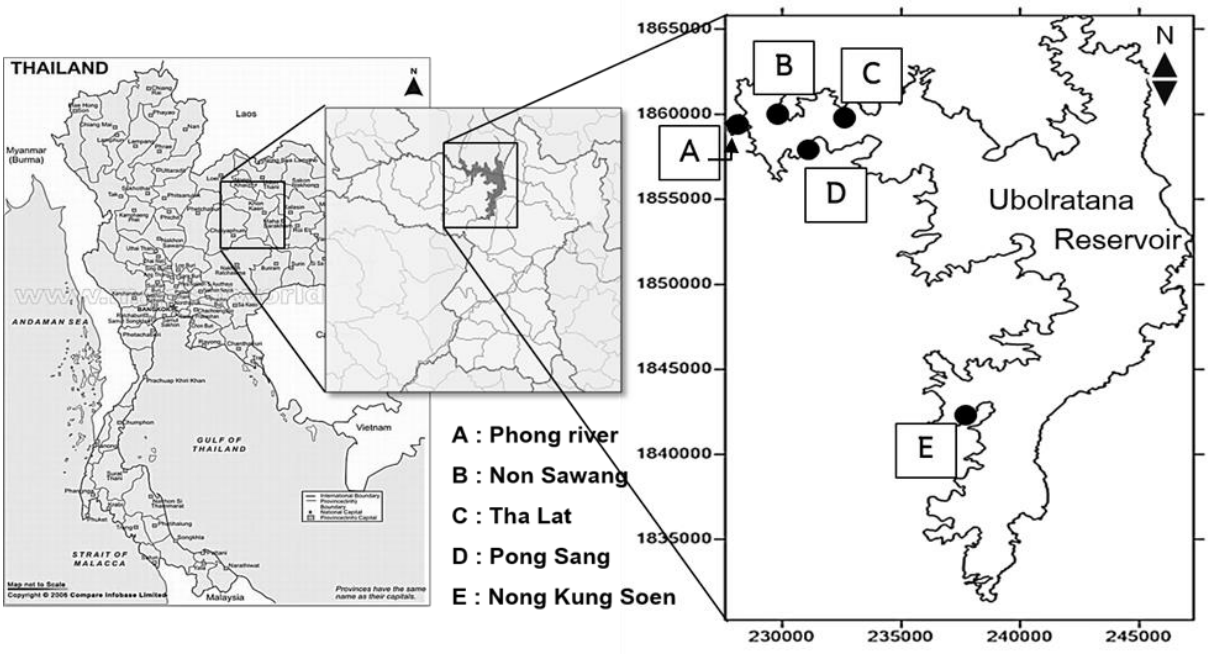
อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์เป็นอ่างเก็บน้ำที่มีความสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งในด้านของการเป็นแหล่งการทำประมงน้ำจืดขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 ของประเทศ อีกทั้งยังมีการใช้ประโยชน์ในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน การเกษตร การปศุสัตว์ รวมไปถึงการบรรเทาอุทกภัย (Electricity Generation Authority of Thailand, 2006) จากการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย ความจำเป็นในการใช้น้ำตลอดทั้งปี ผนวกกับความแปรปรวนของสภาวะภูมิอากาศที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเก็บกัก ในช่วง 10 ปีหลัง (Thai Meteorological Department, 2018) และพบแนวโน้มการเกิดภัยแล้งบ่อยครั้ง โดยเฉพาะตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ.2558 เป็นต้นมา (Meksumpun *et al*., 2017) ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการลดลงของปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ จนถึงระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว สามารถส่งผลต่อการดำรงชีวิตและการเจริญพันธุ์ของสัตว์น้ำ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำใน อ่างเก็บน้ำ การลดลงของปริมาณน้ำเก็บกักส่งผลให้มวลน้ำมีความเข้มข้นของสารอาหารพืชมากยิ่งขึ้น (Rocha Junior *et al*., 2018) และเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและทรัพยากรสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องต่างๆ ในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำ (Asawamanasak *et al*., 2018; Meksumpun *et al*. 2018; Mengchouy *et al*., 2018)

แพลงก์ตอนพืชจัดเป็นผู้ผลิตขั้นต้นที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำ โดยเป็นผู้ส่งผ่านพลังงานต่อไปยังแพลงก์ตอนสัตว์ และผู้บริโภคลำดับถัดไปในระบบห่วงโซ่อาหารทางน้ำ (Wongrut,1999) แพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำประกอบไปด้วยชนิดที่สามารถสร้างสารพิษและชนิดที่ไม่สามารถสร้างสารพิษ สำหรับกลุ่มที่สามารถสร้างสารพิษ (อาทิ ในกลุ่ม Cyanobacteria) จะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำได้ (Haven, 2008) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยปัจจัยด้านสารอาหารพืช ความขุ่น และความโปร่งแสง (Hanpongkittikun, 2004) อย่างไรก็ตาม ในสภาวะการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นมาเป็นระยะ ๆ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำของระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำสามารถเกิดจากอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำตามช่วงเวลาได้ (Sriyasak *et al*., 2014; Asawamanasak *et al*., 2018; Meksumpun *et al*. 2018) โดยเฉพาะปัจจัยด้านการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณตะกอนแขวนลอย และปริมาณสารอาหารพืชที่มีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการไหลเข้ามาของมวลน้ำและการแห้งลงของพื้นที่ ซึ่งมีรายงานว่ามีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในระบบนั้น ๆ (Mengchouy *et al*., 2018; Muangsringam & Meksumpun, 2018; Rocha Junior *et al*., 2018)

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายในการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภัยแล้งในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ และความเชื่อมโยงต่อการเปลี่ยนแปลงของผู้ผลิตขั้นต้นโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดที่สร้างสารพิษได้ ผลจากการศึกษาสามารถนำไปประเมินสถานภาพและโอกาสการเกิดความเป็นพิษในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเพื่อหาแนวทางไปสู่การบริหารจัดการระบบน้ำที่สามารถเอื้อประโยชน์ในการอนุรักษ์ระบบนิเวศทางน้ำได้อย่างเหมาะสม

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จำนวน 5 สถานี (ภาพที่ 1) ได้แก่ พื้นที่รับน้ำตอนบน อยู่ในพื้นที่ตอนต้นของลำน้ำพอง (Phong River: A; E216440 N1862443) ซึ่งไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำในพื้นที่บ้านทรายทอง พื้นที่ตอนกลาง ประกอบไปด้วย พื้นที่เขตบ้านโน่นสว่าง (Nong Sawang: B; E223928 N1860865) บ้านท่าลาด (Tha Lat; C; E 230062 N1860008) และบ้านโป่งสัง (Pong Sang; D; E229464 N1836809) ซึ่งเป็นเขตชายฝั่งใกล้แหล่งทำประมงพื้นบ้าน และบ้านหนองกุงเซิน (Nong Kung Soen; E; E238361 N1842987) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่โดยรอบมีการเลี้ยงปลานิลในกระชังเชิงพาณิชย์เป็นจำนวนมาก (Meksumpun *et al*. 2018) ทำการออกสำรวจภาคสนามในเดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นช่วงปีที่ในเขื่อนอุบลรัตน์มีปริมาณน้ำเก็บกักลดลงระดับเรื่อยๆ โดยมีระดับในเดือนที่สำรวจดังกล่าว เท่ากับ 47%, 39%, 30%, และ 35% ตามลำดับ ทั้งนี้ ในแต่ละช่วงเดือน ใช้เวลาการสำรวจ 2 วัน (วันแรก ดำเนินการในสถานี A-C และวันที่สอง ดำเนินการในสถานี D-E)



ภาพที่ 1 สถานีสำรวจแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ใน ปี พ.ศ. 2561

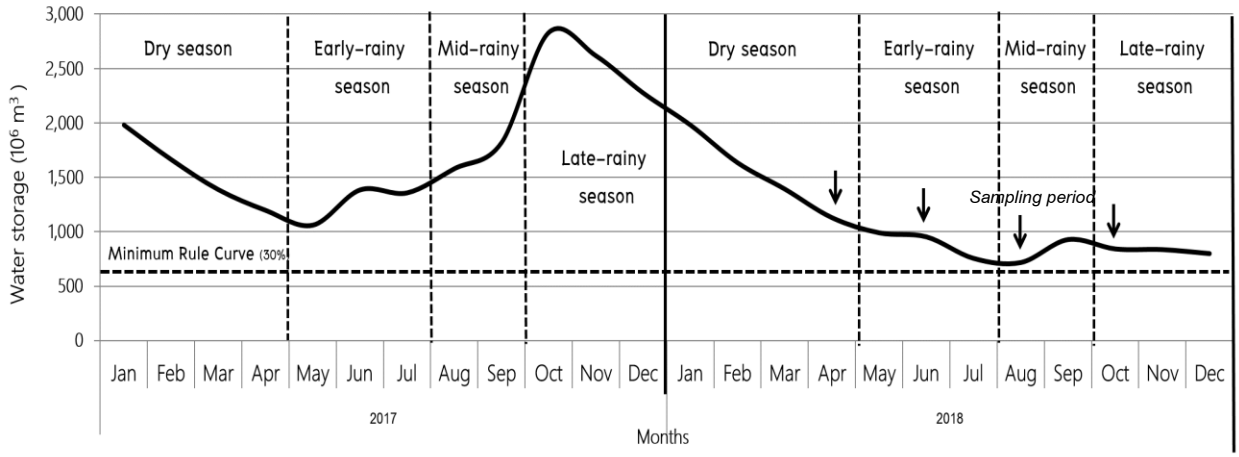
ข้อมูลทุติยภูมิด้านปริมาณน้ำเก็บกัก รวบรวมมาจากฐานข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2561 (Electricity Generation Authority of Thailand, 2018) ทั้งนี้ ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเก็บกักรายเดือนในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึง เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2561

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการในแต่ละสถานีสำรวจในเขตชายฝั่ง ณ บริเวณที่มีความลึกน้ำ 1 เมตร ซึ่งการศึกษาแพลงก์ตอนพืช ดำเนินการโดยใช้กระบอกตวงพลาสติก เก็บตัวอย่างน้ำที่ความลึกในช่วง 0-30 เซนติเมตร เก็บน้ำปริมาตร 20 ลิตร 1 ซ้ำ กรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 15 ไมโครเมตร จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ในสารละลายฟอร์มาลินความเข้มข้นสุดท้าย 4% และนำไปจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ตามคู่มือของ Wongrat (1999) และ Peerapornpisal (2015) ส่วนการศึกษาด้านคุณภาพน้ำ ดำเนินการโดยใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม (Multi-parameter Probe, YSI Model 650) ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยด้าน อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และค่าออกซิเจนละลายน้ำ โดยตรวจวัดที่ระดับความลึกน้ำ 30 เซนติเมตร

ผลการวิจัย

ปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ในปีพ.ศ. 2560-2561 (ภาพที่ 2) พบว่าปริมาณน้ำเก็บกักในปีพ.ศ. 2560 มีปริมาณน้ำเก็บกักสูงและเพิ่มขึ้นตามเวลาอย่างชัดเจน โดยในเดือนเมษายนอยู่ที่ 49% และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นที่ระดับ 57%, 65%, และ 116% ในเดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคม และ เดือนตุลาคม ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2560-2561
ที่มา: ปรับปรุงจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2018)

ในขณะที่ ในปี พ.ศ. 2561 ปริมาณน้ำเก็บกักในเดือนเมษายน ซึ่งอยู่ที่ระดับ 47% นั้นมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ สู่ระดับ 39% และ 30% ในเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม ตามลำดับ (ภาพที่ 2) จากนั้นในเดือนตุลาคม ระดับน้ำได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (35%) และยังอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำเก็บกักในปีพ.ศ. 2561 สะท้อนสภาวะความแห้งแล้งอย่างต่อเนื่องของพื้นที่เขตชายฝั่งในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวม

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ (ตารางที่ 1) พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมมีความแตกต่างตามพื้นที่ ตั้งแต่ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 ซึ่งมีปริมาณน้ำเก็บกักอยู่ที่ 47% ของอ่างเก็บน้ำ โดยพบว่าในพื้นที่รับน้ำตอนบน (สถานี A) มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่ำที่สุด (6,993 cells/L) ขณะที่พื้นที่ตอนกลาง บริเวณบ้านโน่นสว่าง บ้านท่าลาด และบ้านโป่งสัง (สถานี B, C และ D) มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมสูงกว่า ที่ระดับ 16,508 14,237 และ 54,285 cells/L ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง (สถานี E) มีระดับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมสูงที่สุด (61,554 cells/L)

เมื่อเข้าสู่ช่วงที่มีปริมาณน้ำเก็บกักลดลงเป็น 39% (ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561) พบว่าทุกพื้นที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมสูงขึ้น โดยในพื้นที่รับน้ำตอนบนมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมสูงขึ้นประมาณ 6 เท่า (จาก 6,993 เป็น 42,153 cells/L) พื้นที่ตอนกลาง (บ้านโน่นสว่าง,บ้านท่าลาดและบ้านโป่งสัง) สูงขึ้นประมาณ 3.4 เท่า (จาก 14,237-54,285 เป็น 69,032-127,694 cells/L) ขณะที่พื้นที่เลี้ยงปลาในกระชัง มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมสูงขึ้น 1.7 เท่า (จาก 61,554 เป็น 106,232 cells/L)

ตารางที่ 1 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวม (cells/L) ในปี พ.ศ. 2561 ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ช่วงที่มีปริมาณน้ำเก็บกัก 47% (เดือนเมษายน), 39% (เดือนมิถุนายน), 30% (เดือนสิงหาคม) และ 35% (เดือนตุลาคม) ตามลำดับ (A; ลำน้ำพอง, B; บ้านโนนสว่าง, C; บ้านท่าลาด, D; บ้านโป่งสัง, และ E; บ้านหนองกุงเซิน)

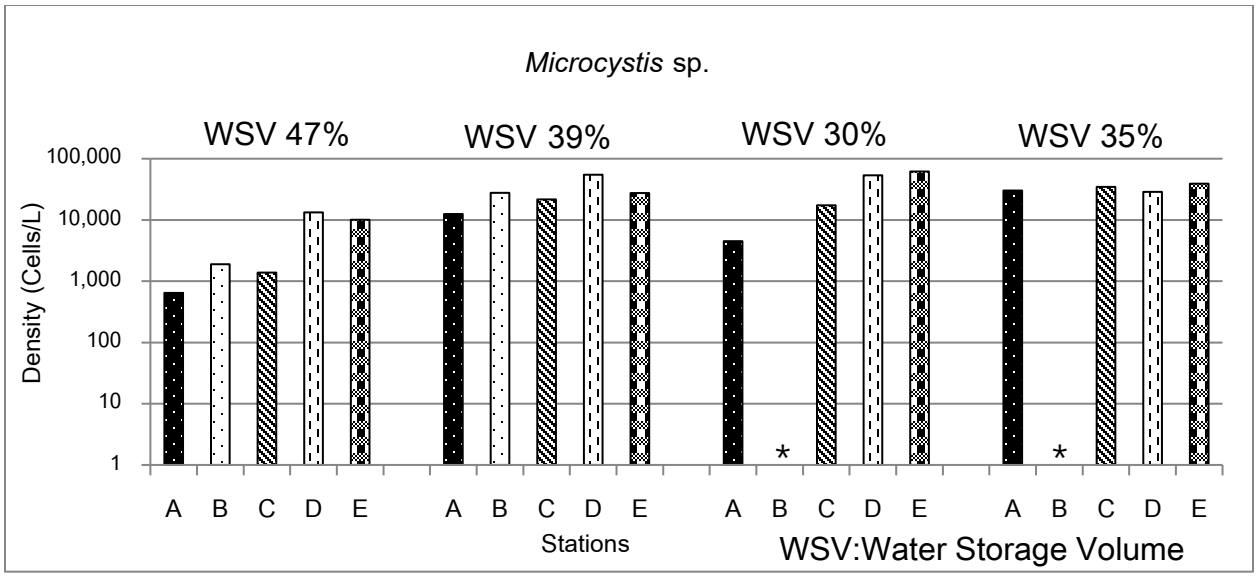
Stations	Total Density of Phytoplankton (cells/L) in each water storage levels of the Ubolratana reservoir during 2018			
	47% (April 2018)	39% (June 2018)	30% (August 2018)	35% (October 2018)
A	6,993	42,153	18,964	90,073
B	16,508	69,032	*	*
C	14,237	90,024	49,845	103,042
D	54,285	127,694	114,240	93,116
E	61,554	106,232	189,922	121,835

หมายเหตุ * พื้นที่แห้งขอด ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้

องค์ประกอบทางชนิดและการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของแพลงก์ตอนพืช

การศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในช่วงปี พ.ศ. 2561 พบแพลงก์ตอนพืชใน 5 Divisions ได้แก่ Cyanophyta, Chlorophyta, Pyrrophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) จัดเป็นกลุ่มเด่นที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2561 ซึ่งสามารถพบชนิดเด่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีความเป็นพิษ (Toxic cyanobacteria) คือ *Microcystis* sp. และ *Anabaena* sp. ซึ่งได้กำหนดเป็นชนิดที่ติดตามวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามสภาวะความแห้งแล้งในพื้นที่ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา (ภาพที่ 3-4) เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชใน Division Bacillariophyta (ชนิด *Rhizosolenia* sp.; ภาพที่ 5) ซึ่งเป็นตัวแทนที่สะท้อนคุณภาพน้ำที่ดีกว่า Division Cyanophyta (Peerapornpisal, 2015)

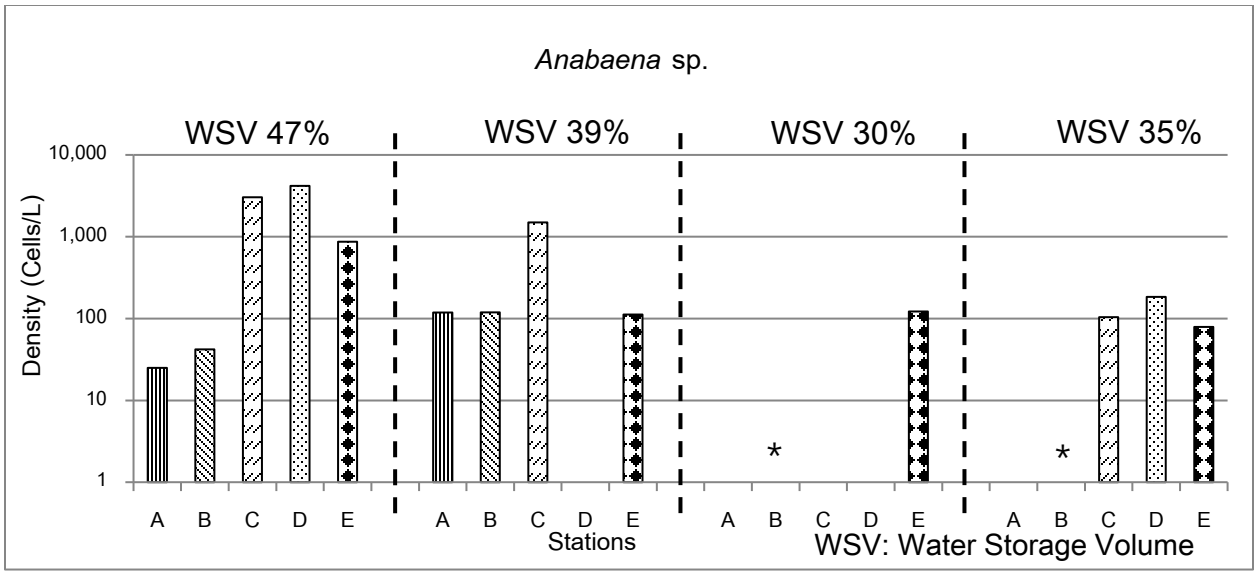
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชนิด *Microcystis* sp. ตามสภาวะความแห้งแล้งในพื้นที่ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา (ภาพที่ 3) พบว่าในเดือนเมษายน สถานี A ที่เป็นพื้นที่ตอนบน มีความหนาแน่นของชนิด *Microcystis* ในระดับต่ำที่ 644 cells/L ส่วนสถานี B, C และ D (พื้นที่ตอนกลาง) มีความหนาแน่นปานกลางถึงสูงอยู่ที่ 1,892 1,386 และ 13,290 cells/L ตามลำดับ สำหรับในสถานี E (พื้นที่เลี้ยงปลาในกระชัง) มีความหนาแน่นสูงอยู่ที่ 10,073 cells/L ซึ่งเมื่อระดับน้ำลดลงจาก 47% (ในเดือนเมษายน) ไปเป็น 39% (ในเดือนมิถุนายน) พบว่าชนิด *Microcystis* sp. มีการเพิ่มความหนาแน่นอย่างชัดเจน โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่า ในภาพรวมของทุกพื้นที่



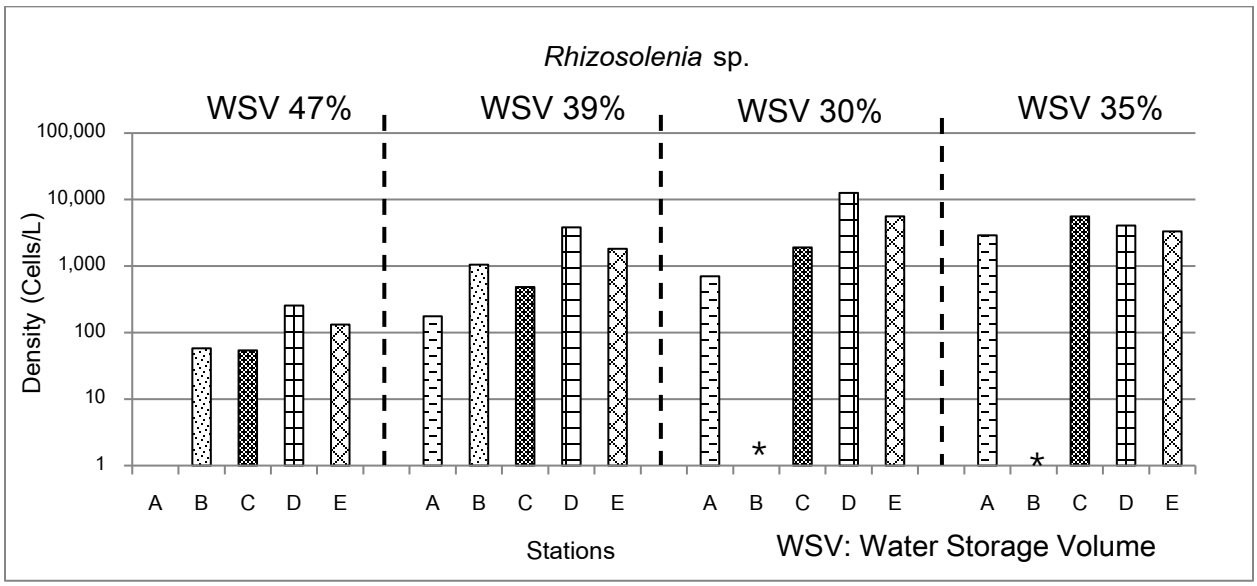
ภาพที่ 3 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Microcystis* sp. ที่พบในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2561 (A; ลำน้ำพอง, B; บ้านโนนสว่าง, C; บ้านท่าลาด, D; บ้านโป่งสัง, และ E; บ้านหนองกุงเซิน) (* พื้นที่แห้งขอด ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้)

ระดับความหนาแน่นของชนิด *Microcystis* sp. ที่สูงขึ้นดังกล่าว มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นอีกในพื้นที่ตอนกลางและพื้นที่การเลี้ยงปลาในกระชัง เมื่อระดับน้ำเก็บกักลดลงเป็น 30% (ในเดือนสิงหาคม;ภาพที่ 3) ขณะที่ในช่วงเวลานั้น พื้นที่ตอนบน (สถานี A) ที่มีโอกาสรับน้ำใหม่ในช่วงกลางฤดูฝนอย่างชัดเจน จะพบระดับความหนาแน่นที่ต่ำลง อย่างไรก็ตาม ในทุกพื้นที่มีความหนาแน่นที่สูงในช่วงเดือนตุลาคม ถึงแม้จะมีระดับน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (35%)

สำหรับ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีความเป็นพิษชนิด *Anabaena* sp. ในภาพรวมมีระดับเฉลี่ยของความหนาแน่นที่น้อยกว่าชนิด *Microcystis* sp. อย่างไรก็ตาม พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และตามเวลาอย่างชัดเจน (ภาพที่ 4) ในช่วงที่มีปริมาณน้ำเก็บกัก 47% (ในเดือนเมษายน) ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน พบความหนาแน่นของชนิด *Anabaena* sp. ในสถานี A ซึ่งเป็นพื้นที่ตอนบน ค่อนข้างต่ำอยู่ที่ 25 cells/L ส่วนในพื้นที่ตอนกลางและในพื้นที่เลี้ยงปลาในกระชัง สถานี B, C, D และ E มีความหนาแน่นสูงกว่าตอนบน อยู่ที่ 42, 3,036 4,185 และ 869 cells/L ตามลำดับ ซึ่งนับเป็นช่วงที่มีความหนาแน่นสูงที่สุดในรอบปี และเมื่อเข้าในช่วงที่มีปริมาณเก็บกักลดลงเป็น 39% (ในเดือนมิถุนายน) และ 30% (ในเดือนสิงหาคม) ความหนาแน่นของชนิด *Anabaena* sp. ในทุกพื้นที่มีแนวโน้มที่ลดลง โดยไม่พบเลยในพื้นที่รับน้ำและในพื้นที่ตอนกลางบางพื้นที่ในช่วงฤดูฝน



ภาพที่ 4 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Anabaena* sp. ที่พบในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2561 (A; ลำน้ำพอง, B; บ้านโนนสว่าง, C; บ้านท่าลาด, D; บ้านโป่งสัง, และ E; บ้านหนองกุงเซิน)
(* พื้นที่แห้งขอด ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้)



ภาพที่ 5 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Rhizosolenia* sp. ที่พบในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2561 (A; ลำน้ำพอง, B; บ้านโนนสว่าง, C; บ้านท่าลาด, D; บ้านโป่งสัง, และ E; บ้านหนองกุงเซิน)
(* พื้นที่แห้งขอด ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้)

ในช่วงที่พบสภาวะความแห้งแล้งของพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ในช่วงปี พ.ศ. 2561 สามารถพบการเพิ่มความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชใน Division Bacillariophyta หรือแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มอื่น ๆ ได้เช่นเดียวกัน จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตัวแทน ชนิด *Rhizosolenia* sp. (ภาพที่ 5) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในช่วงที่ปริมาณน้ำเก็บกักลดลงจาก 47% เป็น 39% อย่างชัดเจน โดยในพื้นที่ต้นน้ำ (สถานี A) มีการเพิ่มความหนาแน่นขึ้นประมาณ 100 เท่า ส่วนพื้นที่ B, C, D และ E ซึ่งมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่า (จาก 54-255 cells/L เป็น 484-3,822 cells/L) ซึ่งการเพิ่มของความหนาแน่นดังกล่าว เกิดได้อย่างต่อเนื่องในช่วงที่มีปริมาณน้ำเก็บกักลดลงไปเป็น 30% (ในเดือนสิงหาคม) อย่างไรก็ตาม ในเดือนตุลาคม เมื่อระดับน้ำสูงขึ้นเป็น 35% ความหนาแน่นของชนิด *Rhizosolenia* sp. มีแนวโน้มที่ลดลงเล็กน้อย

ตารางที่ 2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (อุณหภูมิน้ำ; Temperature, ค่าออกซิเจนละลายน้ำ; DO, ความเป็นกรด-เบส; pH) ที่สำรวจตามสถานีศึกษาในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2561 (A; ลำน้ำพอง, B; บ้านโนนสว่าง, C; บ้านท่าลาด, D; บ้านโป่งสัง, และ E; บ้านหนองกุงเซิน)

Stations	Water quality parameters	Water storage volumes of the Ubolratana reservoir during the surveyed periods in 2018			
		47% (April 2018)	39% (June 2018)	30% (August 2018)	35% (October 2018)
A	Temperature (C°)	30.87	28.00	30.90	29.70
	DO (mg/L)	6.93	6.18	7.29	6.76
	pH	*N/A*	7.76	7.65	8.08
B	Temperature (C°)	32.86	31.00	*	*
	DO (mg/L)	7.17	5.28	*	*
	pH	8.10	8.12	*	*
C	Temperature (C°)	30.90	32.30	29.10	31.00
	DO (mg/L)	7.12	7.29	5.63	7.63
	pH	8.45	8.12	7.13	8.31
D	Temperature (C°)	*N/A*	29.90	30.00	32.90
	DO (mg/L)	*N/A*	3.84	5.62	7.47
	pH	*N/A*	7.72	7.82	8.55
E	Temperature (C°)	*N/A*	31.10	29.90	31.00
	DO (mg/L)	*N/A*	8.16	10.96	8.92
	pH	*N/A*	8.74	9.00	9.25

(* พื้นที่แห้งขอด ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้, N/A การวิเคราะห์ผิดพลาด)

การเปลี่ยนแปลงทางด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

จากการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่เป็นปัจจัยต้นซึ่งมีบทบาทต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในน้ำ (ตารางที่ 2) ปัจจัยทางด้านของอุณหภูมิน้ำในช่วงปี พ.ศ. 2561 ที่อยู่ในสภาวะความแห้งแล้งนี้ ได้สะท้อนให้เห็นว่าทุกพื้นที่มีค่าอุณหภูมิน้ำที่ผันแปรปานกลาง (28.00-32.90 องศาเซลเซียส) และแตกต่างไปตามพื้นที่

โดยในสถานี A ซึ่งเป็นพื้นที่ตอนต้นของอ่างเก็บน้ำ มีระดับอุณหภูมิน้ำต่ำสุด (28 องศาเซลเซียส) และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำมากที่สุด สำหรับพื้นที่ตอนกลางของอ่างเก็บน้ำ (สถานี B-E) อื่นไม่มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำที่ชัดเจน สำหรับค่าความเป็นกรด-เบส พบว่าในภาพรวมของทุกพื้นที่ มีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 7.13-9.25 โดยค่าความเป็นกรด-เบส ในพื้นที่การเลี้ยงปลาในกระชังสูงกว่าพื้นที่อื่น (มีค่าอยู่ที่ 8.74-9.25) (ตารางที่ 2)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ในปีพ.ศ. 2560-2561 (ภาพที่ 2) จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำเก็บกักในปีพ.ศ. 2561 สะท้อนสภาวะความแห้งแล้งอย่างต่อเนื่องของพื้นที่บริเวณชายฝั่งในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ซึ่งจากการศึกษาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Royal Irrigation Department, 2018) พบว่า ปริมาณน้ำเก็บกักในปีพ.ศ. 2560 เกิดจากอิทธิพลของของปริมาณน้ำที่ไหลอ่างอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ในขณะที่ในปี พ.ศ. 2561 มีปริมาณน้ำที่ไหลเข้าน้อย แต่ยังมีการปล่อยน้ำออกอย่างมาก ทำให้น้ำในอ่างเก็บน้ำลดลงอย่างชัดเจน จนถึงระดับใกล้เคียงกับ Minimum Rule Curve (ภาพที่ 2)

สถานการณ์ในการลดระดับต่ำลงดังกล่าว สามารถส่งผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของสารอาหารที่มาจากกระบวนการย่อยสลายภายในมวลน้ำและจากบริเวณพื้นท้องน้ำ ซึ่งมีบทบาทต่อการเติบโตและเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายบริเวณพื้นท้องน้ำ โดยมีรายงานว่าในสภาวะดังกล่าว กลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีความเป็นพิษ (Toxic cyanobacteria) สามารถเจริญได้ดีและเพิ่มปริมาณขึ้นได้ (Bakker & Hilt, 2016)

ผลการศึกษาด้านความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ (ตารางที่ 1) พบว่าความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างตามพื้นที่ เมื่อเข้าสู่ช่วงที่มีปริมาณน้ำเก็บกักลดลงในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 โดยพบว่าทุกพื้นที่มีความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชสูงขึ้น ผลการศึกษายังสะท้อนให้เห็นว่าในพื้นที่สำรวจที่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง มีความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ตามช่วงเวลาที่ระดับเก็บกักน้ำลดลง และพบความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 189,922 cells/L ในช่วงที่ปริมาณน้ำเก็บกักลดลงจนถึงระดับต่ำสุด (30%) สำหรับช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เข้าสู่กลางฤดูฝน ซึ่งหลายพื้นที่ มีแนวโน้มที่ความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชน้อยลงได้ และเป็นไปตามสภาพทางธรรมชาติของพื้นที่ ที่มีมักมีการพัดพาของมวลน้ำใหม่เข้ามาเจือจาง รวมทั้งเกิดจากการที่มวลน้ำโดยรอบในเขตชายฝั่ง มีความขุ่นของน้ำมากขึ้นในช่วงช่วงกลางฤดูฝนด้วย (Mengchouy *et al*., 2019)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชข้างต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Hanpongkittikul (2004) ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ซึ่งพบว่าช่วงที่ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณลดต่ำลงจะพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงขึ้น ขณะที่พบจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อยลง ซึ่ง Rocha Junior *et al*. (2018) พบว่าในช่วงที่อ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้ำเก็บกักน้อยลงนั้น สารอาหารพืชในพื้นที่อ่างเก็บน้ำจะมีความเข้มข้นสูงขึ้นมากและส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชได้

อนึ่ง สำหรับการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่เลี้ยงปลาในกระชังบริเวณบ้านหนองกุงเชิง ที่มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามเวลาแม้ว่าเข้าสู่ช่วงกลางฤดูฝนนั้น น่าจะมีสาเหตุมาจากภายในระบบนิเวศบริเวณดังกล่าวมีการสะสมของเศษอาหารที่เหลือและสารอินทรีย์จากการขับถ่ายของปลา ทำให้ภายในระบบมีโอกาสการเพิ่มของสารอาหารในมวลน้ำที่สูง (Meksumpun *et al*., 2018) และเป็นปัจจัยกระตุ้นการเติบโตและเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชได้ นอกจากนี้ เนื่องจากลักษณะทางธรรมชาติของพื้นที่หนองกุงเชิงเป็นอ่าวกึ่งปิด ห่างจากจุดรับน้ำ มีน้ำค่อนข้างลึกและใสกว่าพื้นที่อื่น และการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำมีน้อย มวลน้ำจึงมักมีการคงค้างเป็นเวลานาน ทำให้พื้นที่ดังกล่าวเกิดการรวมกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชและเกิดการเพิ่มของระดับผลผลิตขั้นต้นในมวลน้ำได้อย่างต่อเนื่อง (Kimmel *et al*., 1990; Wetzel, 1990)

สำหรับผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีพิษ ชนิด *Microcystis* sp. และ *Anabaena* sp. ตามสภาวะความแห้งแล้งในพื้นที่ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา (ภาพที่ 3-4) พบว่าเมื่อระดับน้ำลดลงจาก 47% (ในเดือนเมษายน) ไปเป็น 39% (ในเดือนมิถุนายน) พบว่าชนิด *Microcystis* sp. มีการเพิ่มความหนาแน่นอย่างชัดเจน โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่า ในภาพรวมของทุกพื้นที่ ส่วนชนิด *Anabaena* sp. ในภาพรวมมีระดับเฉลี่ยของความหนาแน่นที่น้อยกว่าชนิด *Microcystis* sp. อย่างไรก็ตาม พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และตามเวลาเช่นกัน โดยพื้นที่ตอนบน มีค่าค่อนข้างต่ำ แต่ในพื้นที่ตอนกลางและในพื้นที่เลี้ยงปลาในกระชังมีความหนาแน่นที่สูงกว่าตอนบน และในฤดูร้อน (เมษายน) เป็นช่วงที่ชนิด *Anabaena* sp. มีความหนาแน่นสูงที่สุดในรอบปี และความหนาแน่นจะลดลงในช่วงฤดูฝน ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างในการเพิ่มความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีพิษ 2 ชนิดที่แตกต่างกัน โดยชนิด *Anabaena* sp. มีความจำเพาะกับพื้นที่ตอนล่างที่น้ำมีความโปร่งแสงสูงกว่าตอนบน สอดคล้องกับการศึกษาของ Shigeo & Takuya (2003) ที่พบว่าความหนาแน่นของชนิด *Anabaena* sp. มักลดลงในช่วงฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) เนื่องจากมีระดับของอุณหภูมิน้ำและปริมาณแสงที่ส่องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

ในภาพรวมของการศึกษาที่พบว่าแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta เป็นกลุ่มเด่นที่สามารถพบได้ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ และชนิด *Microcystis* sp. มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่น้ำลดลงนี้ มีความสอดคล้องกับผลจากการศึกษาอื่น ๆ ที่ผ่านมาในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ (Hanpongkittikul 2004; Bakker *et al*. 2006; Muangsringam & Meksumpun, 2019) และสามารถประยุกต์ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของแหล่งน้ำ โดยบ่งบอกถึงสภาวะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นได้ (Kimmel *et al*., 1990; Wetzel, 1990) ซึ่งจากการศึกษาของ Welch (1952) พบว่าแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta สามารถเจริญเติบโตได้ดีและทนต่ออุณหภูมิน้ำในช่วงกว้าง (25-40 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ ยังพบการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มที่สามารถสร้างสารพิษได้ (อาทิ ชนิด *Microcystis* sp.) ในแทบทุกพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของชนิด *Microcystis* sp. รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มที่สามารถสร้างสารพิษได้นี้ สามารถส่งผลกระทบในทางลบต่อระบบนิเวศทางน้ำ และมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำในพื้นที่ได้ (Havens, 2008)

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่เป็นปัจจัยต้นซึ่งมีบทบาทต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในด้านอุณหภูมิของน้ำกับค่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตามช่วงเวลาในแต่ละพื้นที่ที่สำรวจ พบว่าในพื้นที่ตอนต้นของอ่างเก็บน้ำ ในช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำเก็บกักลดลงจาก 47% เป็น 39% ช่วงเวลานั้นมีอุณหภูมิน้ำลดลงจาก 30.87 เป็น 28.00 องศาเซลเซียส และพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้นจาก 6,993 เป็น 42,153 cells/L อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ตอนกลางของอ่างเก็บน้ำ (อาทิ สถานี E ที่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง) ในช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำเก็บกักลดลงจาก 47% เป็น 39% นั้น มีอุณหภูมิน้ำลดลงเพียงเล็กน้อยจาก 31.10 เป็น 29.90 องศาเซลเซียส แต่กลับพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน จาก 106,232 เป็น 189,922 cells/L ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์สำหรับแต่ละพื้นที่ ซึ่งทำการออกสำรวจตามเวลา (ในรอบวัน) ที่ใกล้เคียงกัน จึงสะท้อนให้เห็นว่าอุณหภูมิน้ำในแต่ละเดือนน่าจะไม่ใช่ปัจจัยหลักในการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละพื้นที่ อนึ่ง สำหรับค่าความเป็นกรด-เบส ที่เพิ่มสูงขึ้นถึง 9.25 ในพื้นที่การเลี้ยงปลาในกระชัง สอดคล้องกับการที่ในพื้นที่นั้น มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในระดับสูงตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา นอกจากนี้ เวลาดำเนินการสำรวจอยู่ในสภาพที่มีแสง (ช่วง 11:00-12:00 น.) แพลงก์ตอนพืชมีโอกาสเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดี (พบค่าออกซิเจนละลายน้ำที่สูงมากในช่วง 8.16-10.96 mg/L) ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณไบคาร์บอเนตในน้ำ และทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสในน้ำสูงตามไปด้วย (Meksumpun, 2007)

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่าการลดลงของระดับน้ำที่เก็บกักภายในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์อย่างมาก ในช่วงปี พ.ศ. 2561 จนถึงระดับเก็บกัก 30% ซึ่งสะท้อนสภาวะความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศชายฝั่งของอ่างเก็บน้ำนั้น ได้ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชโดยรวมได้สูงสุดถึง 189,922 cells/L นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม Cyanophyta บางชนิดที่สามารถสร้างสารพิษได้ ซึ่งในการศึกษานี้พบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีความเป็นพิษ ในชนิด *Microcystis* sp. เป็นชนิดเด่นที่ตอบสนองต่อสภาวะความแห้งแล้งดังกล่าวได้อย่างชัดเจน โดยสามารถเพิ่มจำนวนขึ้นได้สูงสุด ถึง 61,807 cells/L ในช่วงที่ระดับเก็บกักลดลงต่ำสุด และอยู่ในสถานการณ์ที่น่าเป็นห่วง ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงในความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดังกล่าว ไม่ได้เป็นผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงในอุณหภูมิของน้ำ แต่น่าจะมีปัจจัยร่วมอื่น ๆ อาทิ ปริมาณสารอาหารในน้ำ ความขุ่นของน้ำในแต่ละช่วงเวลา และการถ่ายเทมวลน้ำ ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาติดตามเพื่อการสร้างความรู้ความเข้าใจให้ชัดเจนในโอกาสต่อไป

อนึ่ง ผลการศึกษาในภาพรวม ยังสะท้อนความจำเป็นในการเฝ้าระวังปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากการสะสมความเป็นพิษของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในห่วงโซ่อาหารทางน้ำ และควรหาแนวทางในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการแก้ปัญหาและ/หรือเพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศของพื้นที่อ่างเก็บน้ำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นผลงานส่วนหนึ่งจากแผนงานศึกษาวิจัยเชิงบูรณาการ เรื่อง *ระบบการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรและการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์* ซึ่งดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2560-2562 ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทีมนิสิตจากห้องปฏิบัติการวิจัยดินตะกอนและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ภาควิชาชีววิทยาประมง และห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง ที่ให้ความร่วมมือในการออกสำรวจทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในภาคสนามเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Asawamanasak, P., Poungcharean, S., & Meksumpun, C. 2019. Morphological and Hydrological Characteristics for Fishery Resource Conservation Approach of the Ubolratana Reservoir, Thailand In *Proceeding of 8th Phayao Research Conference 2019*. (pp. 1394-1407). Phayao. (in Thai)

Bakker, E.S., & Hilt, S. (2016). Impact of water-level fluctuations on cyanobacterial blooms: Options for Management. *Aquatic Ecology*, *50*(3), 485–498.

Electricity Generation Authority of Thailand. (2006). *Electricity Generation Authority of Thailand*. Retrieved April 5, 2019, from http://www.egat.co.th/index.php? option=com.

Hanpongkittikul, A. (2004). *Distribution of phytoplankton in the Pasak Jolasid reservoir, Lop Buri province.* (Master's thesis, Kasetsart University). (in Thai)

Haven, K.E. (2008). Cyanobacteria blooms: effects on aquatic ecosystem. *Advances in Experimental Medicine* and *Biology, 619*, 733-47.

Kimmel, B.L., Lind, O.T., & Paulson, L.J. (1990). *Reservoir Primary Production: In Reservoir Limnology. Ecological Perspectives.* New York: John Wiley & Sons.

Kodsup, P. (2007). Assessment of aquatic resource enrichment status by integration of aquatic plant biomass database: A Case study in Vajiralongkorn reservoir and Srinakarin reservoir. Kanchanaburi province. In *Proceedings of 45 Kasetsart University Annual Conference*. (pp. 302-309). Bangkok. (in Thai)

Meksumpun, C. 2007. Water Qualities in Pasak Jolasid Reservoir. *In SUMAFISH: A Case Study of Reservoir Fisheries (Wongrat, L. ed.).* 17-23.

Meksumpun, C., Mengchouy, R., Buakaew, K., & Nimsantijaroen, W. (2018). The Ubolratana Reservoir and Meteorological Changes during 50 Years: Trend and Risk of Air Temperature on Fishery Resources, *In Proceeding of 7th Phayao Research Conference 2018*. (pp. 1429-1441). Phayao. (in Thai)

Mengchouy, R., & Meksumpun, C. (2018). Analysis of water quality index for fishery resource conservation approach in the Ubolratana reservoir ecosystem: A case study on integrated function of storage volume in the reservoir area, *In Proceeding of 7th Phayao Research Conference 2018*. (pp. 1078-1088). Phayao. (in Thai)

Mengchouy, R., Meksumpun, C., Buakaew, K., Nimsanticharoen, W. & Sangmek, P. (2019). Nutrient Pathway and their Role on Abundant Status of Primary Production in the Ubolratana Reservoir, In *Proceeding of 8th Phayao Research Conference 2019*. (pp. 1382-1393). Phayao. (in Thai)

Muangsringam, J. & Meksumpun, C. (2019). Roles of Drought Conditions on Changes of Species and Density of Phytoplankton in the Ubolratana Reservoir, In *Proceeding of 8th Phayao Research Conference 2019*. (pp. 1408-1417). Phayao. (in Thai)

Peerapornpisal, Y. (2015). *Freshwater Algae in Thailand*. (3). Chiang Mai. Applied Algal Research Laboratory, Microbiology Section, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University. (in Thai)

Rocha Junior, C.A.N., Costa, M.R.A., Menezes, R.F., Attay de, J.L., & Becker, V. (2018). Water volume reduction increases eutrophication risk in tropical semi-arid reservoirs. *Acta Limnologica Brasiliensia*. (30), pp. 106.

Royal Irrigation Department. (2018). *Reports of water status in reservoir*. Retrieved April 5, 2019, from http:// www. thaiwater.net/DATA/REPORT/php/rid_bigcm.html.

Seeya, N., Wangvoralak, S., Meksumpun, C., Adjimangkun, J., Nedtharnn, U., Srisomwong, M., & Poungcharean, S. (2018). Fishing Situation in Ubolratana Reservoir, In *Proceeding of 7th Phayao Research Conference 2018*. (pp. 1059-1068). Phayao. (in Thai)

Shigeo, T., & Takuya, O. (2003). Development of Anabaena Blooms in a small reservoir with dense sediment akinete population, with special reference to temperature and irradiance. *Journal of plankton research*, *25*, 1059-1067.

Sriyasak, P., Whangchai, N., Chitmanat, C., Promya, J., & Louis, L. (2014). Impacts of Climate and Season on Water Quality in Aquaculture Ponds, *Journal of Science and Technology, 19*(5), 743-751. (in Thai)

Thai Meteorological Department. (2019. *Drought Condition*. Retrieved April 5, 2019, from https://www. tmd.go. th/info/info.php?FileID=71.

Welch, P.S. (1952). *Limnology*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Wetzel, R.G. (1990). Land-water interfaces: Metabolic and Limnological Regulators. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung der Limnologie*, *24*, 6-24.

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