



ดัชนีชีวภาพเพื่อบ่งชี้คุณภาพของระบบนิเวศน้ำจืด

Bioindicators for indicating quality of freshwater ecosystem

ศรัญญา ยิ้มย่อง

คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว 27160

E-mail: sarunyayim@buu.ac.th

บทคัดย่อ

แพลงก์ตอนเป็นดัชนีชีวภาพ (biological indicators) สามารถใช้บ่งชี้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศนั้นๆ ได้ โดยประเมินที่ชนิดเด่น (dominant species) และจำนวน/ปริมาณของกลุ่มประชากรสิ่งมีชีวิตประจำถิ่น สามารถประยุกต์ใช้เพื่อตรวจติดตามคุณภาพของแหล่งน้ำในแต่ละฤดูกาล เช่น แพลงก์ตอนพืชใน division Chlorophyta ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว (green algae) เช่น *Cosmarium* sp., *Micrasterias* sp. และ *Staurastrum* sp. และแพลงก์ตอนพืชใน division Chrysophyta ได้แก่ ไดอะตอม (diatom) เช่น *Cyclotella* sp., *Cymbella* sp. และ *Eunotia* sp. สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำที่ดี ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชใน division Cyanophyta ได้แก่ blue-green algae หรือ cyanobacteria เช่น *Cylindrospermopsis* sp., *Oscillatoria* sp. และ *Microcystis aeruginosa* บ่งชี้คุณภาพน้ำที่ไม่ดี รวมทั้งการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) โดยการใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเพื่อการบ่งชี้คุณภาพน้ำ สามารถประเมินคุณภาพน้ำได้โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยเครื่องมือหรือสารเคมีและยังให้ค่าความถูกต้องมากกว่า 95% เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี ด้วยการใช้ค่าคะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำของ AARL-PP Score (Applied Algal Research Laboratory-Phytoplankton)

ABSTRACT

Planktons are biological indicators which are utilized to screen the health of the natural ecosystem in the environment by assessing the quantitative dominant genus to monitor the seasonal variation of water quality in freshwater ecosystems. Green algae in division Chlorophyta including *Cosmarium* sp., *Micrasterias* sp. and *Staurastrum* sp., and division Chrysophyta such as *Cyclotella* sp., *Cymbella* sp. and *Eunotia* sp. can be used as indicators for good quality of water. However, blue-green algae, also known as cyanobacteria in division Cyanophyta such as *Cylindrospermopsis* sp., *Oscillatoria* sp. and *Microcystis aeruginosa* are used to determine polluted water and warning signal of eutrophication. Furthermore, the assessment of water quality by using dominant phytoplankton species with AARL-PP Score (Applied Algal Research Laboratory-Phytoplankton) which is not required chemical reagents or apparatus can used with more than 95% of accuracy compared with physical and chemical water quality tests.

คำสำคัญ: ดัชนีชีวภาพ แพลงก์ตอน แพลงก์ตอนพืช ระบบนิเวศน้ำจืด การประเมินคุณภาพน้ำด้วย AARL-PP Score

Keywords: bioindicators, planktons, phytoplanktons, freshwater ecosystem, the assessment of water quality by AARL-PP Score

1. บทนำ

ดัชนีชีวภาพ คือการใช้สิ่งมีชีวิต เช่น พืช แพลงก์ตอนสัตว์ และจุลินทรีย์ ที่สามารถใช้เป็นตัวติดตามตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อม บอกสภาพความสมบูรณ์และสภาวะของนิเวศวิทยา การปนเปื้อนของมลสาร (pollutant) โดยการส่งสัญญาณผ่านการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณสิ่งมีชีวิตประจำถิ่น ซึ่งมีข้อดีคือ สะดวก ประหยัด และสามารถประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุมช่วงระยะเวลายาวนาน ทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในทิศทางบวกหรือลบ (Parmar, 2016) สำหรับการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำทางชีวภาพนั้นนิยมใช้แพลงก์ตอน (plankton) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับทั้งปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปัจจัยทางชีวภาพ ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ เพื่อประยุกต์และใช้ตรวจติดตามคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน (เบญจมาภรณ์, 2557) เนื่องจากแพลงก์ตอนเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ดำรงชีวิตลอยไปตามกระแสน้ำและกระแสนลม สามารถแบ่งตามคุณสมบัติในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้เป็น 2 กลุ่มคือ แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) หรือสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) และแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) เช่น โปรโตซัว และไรต์เฟอร์ ซึ่งมีการกระจายตัวค่อนข้างสูง ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อมได้ (ยุวรัตน์, 2550)

แพลงก์ตอนพืชจัดเป็นผู้ผลิตลำดับแรก (primary producer) ในห่วงโซ่อาหารและเป็นอาหารของผู้บริโภคลำดับอื่นๆ โดยแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดจะมีการเจริญเติบโตและมีลักษณะการดำรงชีวิตแบบจำเพาะเจาะจง ทำให้ชนิดของแพลงก์ตอน (species composition) มีความแตกต่างในแต่ละฤดูกาล อีกทั้งยังมีความต้องการปัจจัยด้านสารอาหารที่แตกต่างกันด้วย (สันธิวัฒน์, 2557) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำจึงมีความสำคัญในการกำหนดชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในระบบนิเวศนั้นๆ โดยแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta ได้แก่ blue-green algae หรือ cyano-

bacteria เช่น *Cylindrospermopsis* sp., *Oscillatoria* sp. และ *Microcystis aeruginosa* สามารถบ่งชี้การเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) ในแหล่งน้ำต่างๆ ได้ เช่น อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ และหนองน้ำ (Parmar, 2016)

2. ชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่บ่งชี้คุณภาพน้ำ

แพลงก์ตอนสามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการประเมินคุณภาพน้ำอย่างง่าย โดยพิจารณาจากชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจาย ร่วมกับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี สามารถประยุกต์ใช้เพื่อการเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการใช้เป็นดัชนีสัญญาณเตือน (warning signal) ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดแหล่งน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง และกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดแหล่งน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี

แพลงก์ตอนพืชจำพวก *Cyclotella* spp., *Dinobryon* spp., *Melosira* spp., *Pinnularia* spp. และ *Staurastrum* spp. จะพบในน้ำที่สะอาดซึ่งงานวิจัยของสุภัทรา (2558) พบแพลงก์ตอนพืชจีส *Cosmarium* และ *Staurastrum* สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้วัดคุณภาพน้ำนิ่งที่มีคุณภาพดี รวมทั้งการพบ *Dinobryon* sp. แพร่กระจายมากในบึงบอระเพ็ด จ.นครสวรรค์ ของเดือนพฤศจิกายน 2553 ว่าสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำที่ดีได้ (ไพริน, 2553)

นอกจากนี้ สิริพร และปริญญ (2558) พบแพลงก์ตอนพืชจีสเด่น 3 ลำดับแรกคือ *Closterium* sp. 1 รองลงมาคือ *Ceratium furcoides* และ *Navicula* sp. 1 สามารถบ่งชี้ได้ว่าคุณภาพน้ำในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ อยู่ในระดับ mesotrophic สารอาหารปานกลาง มีคุณภาพน้ำปานกลาง อีกทั้งเจนจิรา และคณะ (2559) ที่พบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำน่านตอนบน จังหวัดน่านทั้ง 3 ฤดูกาล (ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน) คือ *Closterium ehrenbergii*, *Closterium tumidum*, *Melosira* sp., *Scenedesmus armatus*, *Eudorina* sp., *Cymbella tumida*, *Pinnularia* sp.,

Synedra ulna และ *Ceratium* sp. ซึ่งสามารถใช้บ่งชี้คุณภาพน้ำปานกลาง มีสารอาหารปานกลางได้

ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำเสียที่เกิดจากสารอินทรีย์สูง ได้แก่ *Euglena* spp. และ *Oscillatoria* spp. (สิริพร และปริญญ์, 2558) รวมทั้ง *Microcystis aeruginosa* ดังแสดงในรูปที่ 1 สร้างสารพิษชื่อว่า ไมโครซิสติน (microcystin) เป็นสารก่อมะเร็งระดับ โดยจะยับยั้ง protein phosphatase และชักนำให้เกิด reactive oxygen species (ROS) ทำให้เกิดความเสียหายแก่ DNA (Laughinghouse IV, 2012) และ *Cylindrospermopsis* sp. ดังแสดงในรูปที่ 2 สร้างสารพิษชื่อว่า ไซลินโดรสเปอร์มอพซิน (cylindrospermopsin) เร่งการเจริญของมะเร็งระดับ (ยุวดี, 2558) ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชจลินส์เด่นที่สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำที่มีปริมาณสารอาหารระดับสูง เนื่องด้วยแพลงก์ตอนพืชทั้งสองชนิดนี้เจริญได้ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารระดับสูง (ขจรเกียรติ, 2552) หากเกิดปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูม (bloom) ย่อมนำมาซึ่งปัญหาในเรื่องของสารพิษที่อาจส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ผ่านระบบห่วงโซ่อาหาร โดย Jia et al. (2018) พบว่าการบลูมของ *Microcystis aeruginosa* และ *Microcystis flos-aquae* สัมพันธ์กับการปนเปื้อนของโลหะหนักต่างๆ เช่น แคดเมียม ตะกั่ว และโครเมียมในทะเลสาบ Taihu ประเทศจีน และยัง

สอดคล้องกับ Dung et al. (2016) ที่พบว่ามีความหนาแน่นของไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) เช่น *Oscillatoria* sp., *Microcystis pulvere*a และ *Microcystis aeruginosa* สูงในทะเลสาบ Truc Bach เมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ส่งผลให้คุณภาพน้ำของทะเลสาบไม่ดี มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูง ควรตระหนักถึงการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน อีกทั้งคณิน และคณะ (2555) ยังพบแพลงค์ตอนชนิดเด่นในสระมรกต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คือ *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Cylindrospermopsis philippinensis*, *Euglena acus*, *Planktolyngbya contorta* และ *Monoraphidium contortum* สามารถบ่งชี้ได้ว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่มีสารอาหารปานกลางถึงสูง คุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี เมื่อประเมินตาม AARL-PP Score นอกจากนี้ ผู้เขียนบทความได้ศึกษาหาแพลงค์ตอนจลินส์เด่นในอ่างเก็บน้ำพระปรอง อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว ระหว่างเดือนตุลาคม 2559 - กรกฎาคม 2560 พบการบลูมของไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis aeruginosa* ในเดือนมกราคม 2560 ทำให้น้ำเป็นสีเขียวขุ่น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ในระบบห่วงโซ่อาหาร เนื่องจากอ่างเก็บน้ำพระปรองเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่เก็บกักน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตร การประมง การอุปโภคบริโภค และการท่องเที่ยวของจังหวัดสระแก้ว



รูปที่ 1 *Microcystis aeruginosa* กำลังขยาย 400 เท่า ในเดือนมกราคม 2560



รูปที่ 2 *Cylindrospermopsis* sp. กำลังขยาย 400 เท่า ในเดือนมกราคม 2560

ตารางที่ 1 ชนิดของแพลงก์ตอนพืชและการบ่งชี้

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	การบ่งชี้	เอกสารอ้างอิง
<i>Dinobryon</i> sp.	มีปริมาณอินทรีย์สารในแหล่งน้ำระดับต่ำ น้ำ คุณภาพดี สะอาด	ไพริน และคณะ, 2553
<i>Closterium</i> sp.	มีปริมาณอินทรีย์สารในแหล่งน้ำระดับปานกลาง คุณภาพน้ำปานกลาง	เจนจิรา และคณะ, 2559 สิริพร และปริญญา, 2558
<i>Microcystis aeruginosa</i>	มีปริมาณอินทรีย์สารในแหล่งน้ำระดับปานกลาง ถึงสูง คุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี	สันธิวัฒน์ และคณะ, 2557 ขจรเกียรติ และคณะ, 2552 Dung et al., 2016
<i>Euglena acus</i>	มีปริมาณอินทรีย์สารในแหล่งน้ำระดับสูง คุณภาพ น้ำไม่ดี	เบญจมาภรณ์ และคณะ, 2557 ยุวรัตน์, 2550

3. การประเมินคุณภาพน้ำด้วย AARL-PP Score (Applied Algal Research Laboratory-Phytoplankton)

การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเพื่อการบ่งชี้คุณภาพน้ำ โดยใช้ค่าคะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำของ AARL-PP Score เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถประเมินคุณภาพน้ำได้โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยเครื่องมือหรือสารเคมีและยังบ่งชี้คุณภาพน้ำในอดีตได้ด้วย ซึ่งผลที่ได้จากการใช้วิธี AARL-PP Score ให้ค่าความถูกต้องมากกว่า 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ

คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี โดยจะประกอบด้วยคะแนนจาก 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการสร้างคะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำโดยอิงจากระดับสารอาหาร สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ระดับ คือ คุณภาพดี (oligotrophic status) ดีถึงปานกลาง (oligotrophic-mesotrophic status) ปานกลาง (mesotrophic status) ปานกลางถึงไม่ดี (mesotrophic-eutrophic status) ไม่ดี (eutrophic status) และไม่ดีมาก (hypereutrophic status) โดยใช้คะแนน 1-10 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำโดยอ้างอิงจากระดับสารอาหาร (ยุวดี และคณะ, 2550)

คะแนน	ระดับสารอาหาร	คุณภาพน้ำโดยทั่วไป
1.0 – 2.0	สารอาหารต่ำ	คุณภาพดี สะอาด
2.1 – 3.5	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง	ดีถึงปานกลาง ค่อนข้างสะอาด
3.6 – 5.5	สารอาหารปานกลาง	ปานกลาง
5.6 – 7.5	สารอาหารปานกลางถึงสูง	ปานกลางถึงไม่ดี ค่อนข้างสกปรก
7.6 – 9.0	สารอาหารสูง	ไม่ดี สกปรก
9.1 – 10.0	สารอาหารสูงมาก	ไม่ดีมาก เสื่อมโทรม

ส่วนที่ 2 เป็นการให้คะแนนแพลงก์ตอนพืชจีสเด่นที่ปรากฏในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน โดยให้คะแนน 1-10 ซึ่งคะแนนน้อยจะบ่งชี้คุณภาพน้ำดี ส่วนคะแนนมากจะบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งสามารถทำได้โดยการรวบรวมแพลงก์ตอนพืชมาวินิจฉัยจัดจำแนกระดับจีส และหาความมากมายของแต่ละจีสด้วยการนับจำนวนแพลงก์ตอนโดยใช้ Sedgewick-Rafter counting chamber นำจีสเด่นซึ่งเรียงตามลำดับความมากมาย 3-5 จีส แล้วให้คะแนนด้วยการเทียบกับตารางมาตรฐาน หาค่าเฉลี่ยและนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ

กับตารางคะแนนคุณภาพน้ำในส่วนที่ 1 (ยุวดี และคณะ, 2550) ดังแสดงในตัวอย่าง

ในแหล่งน้ำแห่งหนึ่ง พบแพลงก์ตอนพืช 3 จีสเด่นคือ *Euglena* sp., *Trachelomonas* sp. และ *Navicula* sp. ซึ่งเมื่อเทียบกับตารางมาตรฐานในตารางที่ 3 พบว่า

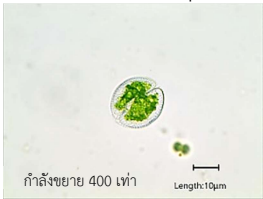
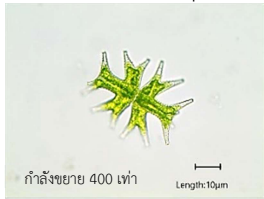
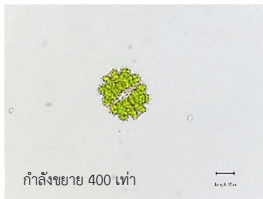
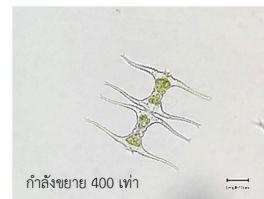
<i>Euglena</i> sp.	=	10
<i>Trachelomonas</i> sp.	=	8
<i>Navicula</i> sp.	=	5
รวม	10+8+5	= 23

ค่าเฉลี่ย $23/3 = 7.6$

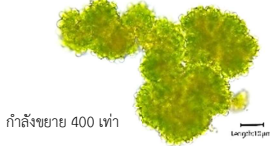
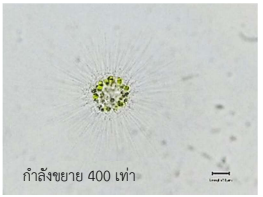
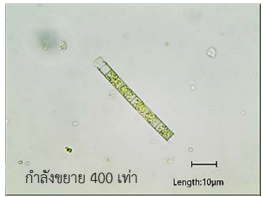
จากนั้น นำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางที่ 2 พบว่าที่ค่าเท่ากับ 7.6 มีระดับสารอาหารสูง ซึ่งแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพน้ำไม่ดี สกปรก สอดคล้องกับขจรเกียรติ และคณะ (2552) ที่ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำเบื้องต้นในแหล่งน้ำสาธารณะหนองสระเรียม อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ โดยพบแพลงก์ตอนพืชเด่นคือ *Microcystis aeruginosa* และ *Cylindrospermopsis* sp. ได้คะแนนเฉลี่ยตาม AARL-PP Score เท่ากับ 7.5 แสดงว่าแหล่งน้ำ

สาธารณะหนองสระเรียมมีคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี ค่อนข้างสกปรก และมีปริมาณสารอาหารระดับปานกลางถึงสูง (mesotrophic-eutrophic status) อีกทั้งสิริพร และปริญา (2558) พบแพลงก์ตอนพืชจีนัสเด่น 3 ลำดับแรกคือ *Closterium* sp. 1 รองลงมาคือ *Ceratium furcoides* และ *Navicula* sp. 1 ซึ่งมีคะแนน AARL-PP Score เท่ากับ 5.0 จัดได้ว่าคุณภาพน้ำในห้วยสำราญ จ.ศรีสะเกษ อยู่ในระดับ mesotrophic ปริมาณสารอาหารระดับปานกลาง มีคุณภาพน้ำปานกลาง

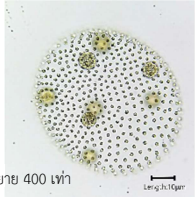
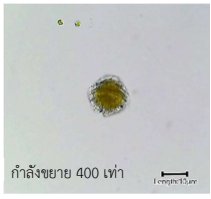
ตารางที่ 3 คะแนนแพลงก์ตอนพืชจีนัสเด่น (dominant phytoplankton genus) (ยวดี และคณะ, 2550; ยวดี, 2558)

คะแนน	จีนัส (genus)	รูปร่างลักษณะของแพลงก์ตอน
1	<i>Dinobryon</i>	 มีรูปร่างเป็นกรวยคล้ายแจกันเรียกว่า ลอริกา เซลล์อยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายดอกไม้
2	<i>Cosmarium</i> <i>Cyclotella</i> <i>Eunotia</i> <i>Micrasterias</i>	 <i>Cosmarium</i> sp. เซลล์เป็นรูปไข่แบน รูปหลายเหลี่ยม มาเชื่อมต่อกันด้านบนยอดของเซลล์แบนโดยมีส่วนที่เว้าค่อนข้างลึก มักมีหนามอยู่เป็นคู่  <i>Micrasterias</i> sp. มีขนาดใหญ่ แบนรี ค่อนข้างกลม แต่ละเซลล์ประกอบด้วย 2 เซลล์ พูด้านบนแผ่แบน ที่ปลายยอดบางครั้งมีปุ่มยื่นยาวออกมา คลอโรพลาสต์มีพริ้นอยตมกน้อยต่างกัน
3	<i>Euastrum</i> <i>Staurostrum</i> <i>Staurodesmus</i>	 <i>Euastrum</i> sp. เป็นเซลล์ที่ประกอบด้วย 2 เซลล์ที่มีรูปร่างแบบพีระมิดปลายตัดประกอบด้วยพู่ส่วนฐาน 2 พู่และส่วนยอด 1 พู่ เซลล์ค่อนข้างแบน รอยคอดระหว่างเซลล์ลึกและแคบ  <i>Staurostrum</i> sp. รูปร่างสมมาตรแบบรัศมี มีรอยคอดตรงกลางระหว่าง 2 เซลล์ เซลล์มีรูปร่างแบบรูปไข่สามเหลี่ยม สีเขียวคางหมู ปลายมนหรือเป็นมุมแหลม อาจมีหรือไม่มีหนามหรือเป็นรยางค์กลาง

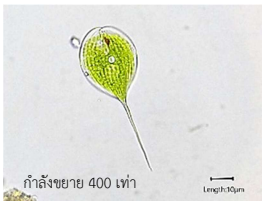
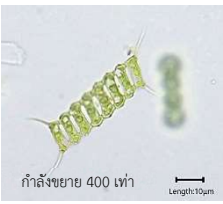
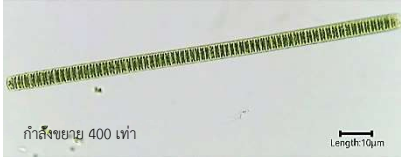
ตารางที่ 3 คะแนนแพลงก์ตอนพืชจีนัสเด่น (dominant phytoplankton genus) (ยูวดี และคณะ, 2550; ยูวดี, 2558) (ต่อ)

คะแนน	จีนัส (genus)	รูปร่างลักษณะของแพลงก์ตอน	
4	<i>Botryococcus</i> <i>Centritractus</i> <i>Ceratium</i>	<i>Botryococcus</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า	<i>Centritractus</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า
		กลุ่มเซลล์ประกอบด้วยเซลล์รูปไข่หรือรูปไข่แบน มีไฟเร็นอยต์ 1 อัน มีหยดน้ำมันจำนวนมากในกลุ่มเซลล์	มีรูปร่างแบบไข่แบนจนถึงทรงกระบอก เซลล์ตรงหรือโค้งเล็กน้อยและมีส่วนที่เป็นหนามอยู่แต่ละมุม มีคลอโรพลาสต์ข้างเซลล์หลายอัน พบหยดน้ำมันในเซลล์ด้วย
5	<i>Actinastrum</i> <i>Acanthoceras</i> <i>Aphanocapsa</i> <i>Cymbella</i> <i>Fragilaria</i> <i>Golenkinia</i> <i>Isthmochloron</i> <i>Kirchneriella</i> <i>Melosiera</i> <i>Navicula</i> <i>Nephrocytium</i> <i>Pinnularia</i> <i>Rhopalodia</i> <i>Stauroneis</i>	<i>Actinastrum</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า	<i>Golenkinia</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า
		เซลล์มีรูปร่างคล้ายกระบอกแผ่เป็นแฉก ออกมาจากจุดเดียวคล้ายดาวมีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่น	เซลล์มีรูปร่างกลมเกือบเป็นไข่ มีหนามเรียวยาวเป็นรัศมีออกมาจากเมือกหุ้ม
		<i>Kirchneriella</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า	<i>Melosiera</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า
		กลุ่มเซลล์มีรูปร่างทรงกลมหรือรี มีเมือกหุ้มเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์มีลักษณะโค้งหรือรูปพระจันทร์เสี้ยว รูปร่างคล้ายตัวเอสหรือบิดเป็นเกลียว	ฝาของเซลล์เป็นรูปทรงกระบอก เซลล์เรียงต่อกันเป็นสายไข่นาน คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นกลมหรือเป็นจุดขนาดไม่เท่ากัน มีจำนวนมากอยู่บริเวณขอบเซลล์
6	<i>Amphora</i> <i>Aulacoseira</i> <i>Chlamydomonas</i> <i>Chlorella</i> <i>Chroococcus</i> <i>Closterium</i> <i>Cocconeis</i> <i>Encyonema</i> <i>Epithemia</i> <i>Gomphonema</i> <i>Gonium</i>	<i>Aulacoseira</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า	<i>Closterium</i> sp.  กำลังขยาย 400 เท่า
		เซลล์มีรูปร่างทรงกระบอก ผิวของฝาเรียบหรือเป็นรูเล็กๆ มีหนามซึ่งยาวแตกต่างกันอยู่รอบขอบฝาของเซลล์	เป็นเซลล์เดี่ยวประกอบด้วย 2 เซมิเซลล์ ไม่มีรอยคอดเซลล์ยาวโค้งงอปลายเรียว ในแต่ละเซมิเซลล์มีคลอโรพลาสต์เป็นแนวยาวของเซลล์ มีไฟเร็นอยต์หลายเม็ดเรียงเป็นแถวเดียวบนแผ่นคลอโรพลาสต์

ตารางที่ 3 คะแนนแพลงก์ตอนพืชจีนัสเด่น (dominant phytoplankton genus) (ยูวติ และคณะ, 2550; ยูวติ, 2558) (ต่อ)

คะแนน	จีนัส (genus)	รูปร่างลักษณะของแพลงก์ตอน
6	<i>Gymnodium</i>	<i>Surirella</i> sp.
	<i>Oocystis</i>	
	<i>Pandorina</i>	
	<i>Peridiniopsis</i>	
	<i>Peridinium</i>	
	<i>Rhizosolenia</i>	
	<i>Surirella</i>	เซลล์มีกอยู่เดี่ยวๆ รูปร่างคล้ายลิ้ม ฝาเป็นเส้นตรงจนถึงรูปไข่
	<i>Synedra</i>	หรือรูปไข่คว่ำ ลวดลายมักมีหลายแถว ราวเป็นสันตื้นหรือลึก
	<i>Tetraedron</i>	
	<i>Volvox</i>	กลุ่มเซลล์มีขนาดใหญ่ รูปร่างกลม มีไพเรโนอยด์ 1 อัน มีแฟลเจลลัม 2 เส้น มีคอนแทร็กไทล์แควคิวโอลหลายอัน และอาจมีหรือไม่มีเส้นใยเชื่อมเซลล์ต่อเซลล์ มีกลุ่มเซลล์ลูกจำนวนมากอยู่ภายในกลุ่มเซลล์แม่
7	<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Chlorella</i> sp.
	<i>Bacillaria</i>	
	<i>Coelastrum</i>	
	<i>Crucigenia</i>	
	<i>Crucigeniella</i>	
	<i>Cylindrospermopsis</i>	เซลล์มีขนาดเล็ก ทรงกลมหรือรูปไข่ อาจอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
	<i>Dictyosphaerium</i>	เซลล์เล็กๆ มีคลอโรพลาสต์ 1 อันอยู่ด้านข้าง
	<i>Dimorphococcus</i>	
	<i>Gyrosigma</i>	
	<i>Micractinium</i>	
7	<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Ankistrodesmus</i> sp.
	<i>Bacillaria</i>	
	<i>Coelastrum</i>	<i>Coelastrum</i> sp.
	<i>Crucigenia</i>	
	<i>Crucigeniella</i>	
	<i>Cylindrospermopsis</i>	กลุ่มเซลล์มีลักษณะเป็นทรงกลม กลวง อาจมีกลุ่มเซลล์เป็นรูปหลายเหลี่ยมหรือพีระมิด อยู่ติดกันหรืออัดแน่น
	<i>Dictyosphaerium</i>	<i>Dictyosphaerium</i> sp.
7	<i>Bacillaria</i>	
	<i>Coelastrum</i>	<i>Pediastrum</i> sp.
	<i>Crucigenia</i>	
	<i>Crucigeniella</i>	
	<i>Cylindrospermopsis</i>	
	<i>Dictyosphaerium</i>	กลุ่มเซลล์มีลักษณะแบน รูปร่างคล้ายจานหรือรูปดาวแบน ขอบของเซลล์ที่อยู่ด้านริมจะมีส่วนยื่นออกไป บางครั้งอาจมีหนามที่มีลักษณะเป็นเมือกปกคลุมเซลล์
	<i>Dimorphococcus</i>	

ตารางที่ 3 คณะแพลงก์ตอนพืชจีนัสเด่น (dominant phytoplankton genus) (ยูวดี และคณะ, 2550; ยูวดี, 2558) (ต่อ)

คะแนน	จีนัส (genus)	รูปร่างลักษณะของแพลงก์ตอน
8	Anabaena	Phacus sp.
	Cryptomonas	Scenedesmus sp.
	Microcystis	
	Phacus	
	Rhodomonas	
	Scenedesmus	
	Strombomonas	เซลล์รูปร่างเกือบกลมโดยจะกว้างด้านบนแต่ท้ายเรียว
	Synura	เซลล์แบนคล้ายใบไม้ ภายในมีเพลลิดีลเป็นเส้นเซลล์บิดเป็นเกลียวบริเวณด้านท้าย
9	Trachelomonas	
	Merismopedia	Merismopedia sp.
	Nitzschia	Oscillatoria sp.
	Oscillatoria	
	Phormidium	
10		
	Euglena	

กลุ่มเซลล์มีลักษณะเป็นแผ่นแบน เซลล์รูปค่อนข้างกลมหรือรี
จำนวน 4-16 เซลล์ฝังอยู่ในเมือก

เป็นเส้นสายประกอบไปด้วยเซลล์มาเรียงตัวกันเรียกว่า
ตรัยโคม รูปร่างทรงกระบอก เหยียดตรง
หรือเป็นเกลียวเล็กน้อย

เซลล์สีเขียวรูปร่างยาวเรียว มีอายสปอตสีแดง มีแฟลเจลลัม 2 เส้นยาวไม่เท่ากัน คลอโรพลาสต์รูปไข่หลายอัน
มีพาราไมโทคอนเดรียลักษณะคล้ายจานแบนอยู่ในเซลล์

4. การตรวจติดตามคุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละฤดูกาล

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำมีความผันแปรตามสถานที่และฤดูกาล ซึ่งพบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ยในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องจากในฤดูฝนมีความเข้มข้นของธาตุอาหาร เช่น แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกต ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่แพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนสูงกว่าในฤดูร้อน (บุษยา และจินตนา, 2559)

การใช้แพลงก์ตอนชนิดเด่นเพื่อชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่างในระหว่างฤดูหนาว ฤดูร้อนและฤดูฝนนั้นพบว่าแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดทั้ง 3 ฤดู คือ สาหร่ายสีเขียวในดิวิชัน Chlorophyta คิดเป็นร้อยละ 46.23 ส่วนแพลงก์ตอน

สัตว์ที่พบบ่อยและพบมากที่สุด คือ โรติเฟอร์ในไฟลัม Rotifera คิดเป็นร้อยละ 41.6 นอกจากนี้ ยังพบว่าในช่วงฤดูหนาวคุณภาพน้ำมีค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ทุกสถานีสูงกว่าค่ามาตรฐาน และในบางพื้นที่พบค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม จึงต้องมีการเฝ้าระวังและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง (อนุชา และคณะ, 2555) สอดคล้องกับสันธิวัฒน์ และคณะ (2557) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำบางประการกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำอิง ปี 2555-2556 ในฤดูแล้ง ต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และฤดูหนาว ซึ่งพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 ดิวิชัน 55 ชนิด กลุ่มที่พบมากที่สุดคือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว รองลงมาคือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในการศึกษาครั้งนี้

คือ *Coelastrum cambricum*, *Anabaena* sp., *Oocystis* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii* และ *Microcystis incerta* นอกจากนี้ ยังพบว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำอิงมีค่า BOD อยู่ระหว่าง 0.8-3.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งบ่งบอกถึงการมีอินทรีย์สารอยู่ในแหล่งน้ำ โดยน้ำที่มีค่า BOD สูงแสดงว่ามีสารอินทรีย์อยู่มาก นอกจากนี้ สิริพร และปริญญา (2558) ยังพบว่าแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น *Closterium* sp. 1 มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการนั้น ยังพบพวกไดโนแฟลเจลเลต เช่น *Peridinium* sp. ซึ่งมักพบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง คุณภาพน้ำปานกลาง ว่ามีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในขณะที่ *Euglena acus* ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนที่บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดินนั้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับไนเตรต ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (เบญจมาภรณ์ และคณะ, 2557)

5. บทสรุป

การใช้สาหร่ายน้ำจืดขนาดเล็กหรือแพลงก์ตอนพืชเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำจืด เช่น บ่อ บึง สระน้ำจืด หนองน้ำ ทะเลสาบ แม่น้ำ และอ่างเก็บน้ำ ในแต่ละฤดูกาล ร่วมกับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น ความขุ่น/ความโปร่งแสงของน้ำ ความลึกของแหล่งน้ำและความเร็วของกระแส น้ำ คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ ค่า BOD และการตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) นั้น สามารถประยุกต์ใช้เพื่อการเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศหรือการปนเปื้อนของมลสารจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการใช้สิ่งมีชีวิตประจำถิ่น เช่น สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และไดอะตอมที่เป็นถิ่น/ชนิดเด่นเพื่อประเมินหรือบ่งชี้

คุณภาพน้ำของระบบนิเวศบริเวณนั้นๆ ด้วยวิธี AARL-PP Score นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว (เมื่อประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ) และตรวจสอบสภาพแวดล้อมที่ดำเนินมาก่อนวันที่ทำการศึกษาซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางเคมี อีกทั้งผลที่ได้จากการใช้วิธี AARL-PP Score นั้น ยังให้ค่าความถูกต้องมากกว่า 95% เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

6. เอกสารอ้างอิง

- ขจรเกียรติ ศรีนวลสม กิตติพงศ์ คำคง ญัฐพงษ์ แก้วมงคล และพีรวัส ทรัพย์ประทานพร. (2552). การประเมินคุณภาพน้ำจากฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำ: กรณีศึกษาพื้นที่หนองสระเรียม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ (กรกฎาคม-ตุลาคม 2550). วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 26(1): 11-23.
- คณิน ศรีรัตน์ จาริษา สุขศรี และจุฑาทิพย์ หงสกุล. (2555). การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในสระมรกต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี: 159 หน้า.
- เจนจิรา ลานแก้ว สวาท สายปาระ ปกรณ์ สุนทรเมธ อมรชัย ล้อทองคำ และเขาวลัย ใจสุข. (2559). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านตอนบนจังหวัดน่าน. วารสารวิจัย 9(2): 60-66.
- บุษยา ปลั่งอ่อน และจินตนา สและน้อย. (2559). การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(4): 587-598.
- เบญจมาภรณ์ จุจิตร สิริแซ พงษ์สวัสดิ์ อัญชลี ทองกำเหนิด และสุทธวรรณ สุพรรณ. (2557). ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและการประยุกต์ใช้ในการตรวจติดตามคุณภาพน้ำในบ่อน้ำพื้นที่พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 19(1): 47-60.
- ไพริน สุดทั้ง สรัญญา วัชรไทย์ ศรีสม สุวรรณวงศ์ และณัฐภา เสนีवास. (2553). ความหลากหลายของสาหร่ายในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 2 (ฉบับพิเศษ): 21-31.
- ยุวดี พิรพรพิศาล จีรพร เพกเกาะ ดวงมด โพธิ์หวังประสิทธิ์ ธรรพล ทนคำดี อติณัฐ หงษ์ศิริชาติ และทัตพร คุณประดิษฐ์. (2550). การประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่งโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นด้วย AARL-PP Score. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 1(1): 71-81.

- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2558). สหรัยน้ำจืดในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: โชตนาพรินท์. หน้า 54-71.
- ยุวรัตน์ ปรมิตานาภรณ์. (2550). การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยดัชนีโปรโตชีวในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดนนทบุรี. ใน: การประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ. 1-7.
- สิริพร ยศแสน และปริญญา มูลสิน. (2558). การใช้แฟล่งก์ตอนพืชชนิดเด่นในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 38(3): 295-309.
- สุภัทรา แก้วมณี เนริสา คุณประทุม และสุนีย์ สิริธรรมใจ. (2558). ความหลากหลายของแฟล่งก์ตอนและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำประปาและสระน้ำบริเวณลานสมเด็จพระนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. แหล่งข้อมูล: www.ncap2015.com. ค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2558.
- สันธิวัฒน์ พัทธ์กุลพล กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และศิริลักษณ์ วลัยชัยเพียร. (2557). คุณภาพน้ำและความหลากหลายของแฟล่งก์ตอนพืชในแม่น้ำอิง. แก่นเกษตร 42(1): 778-784.
- อนุชา เพียรชนะ นันทพร มณีรัตน์ จุฑารัตน์ ไชยสนาม และอรพรรณ วงศรีแก้ว. (2555). การใช้แฟล่งก์ตอนชนิดเด่นในการชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง. ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50, กรุงเทพฯ. 1-8.
- Dung, N.T., Hung, V.D., Lien, N.T., Ha, L.T. and Dau, P.T. (2016). The composition of Algae, Cyanobacteria and the application in Water Quality assessment in Truc Bach lake, Hanoi. Journal of Science: Natural Sciences and Technology 32(15): 26-32.
- Jia, Y., Chen, W., Zuo, Y., Lin, L. and Song, L. (2018). Heavy metal migration and risk transference associated with cyanobacterial blooms in eutrophic freshwater. Science of the total environment 613-614: 1324-1330.
- Laughinghouse IV, H.D., Prá, D., Silva-Stenico, M.E., Rieger, A., Frescura, V.D., Fiore, M.F. and Tedesco, S.B. (2012). Biomonitoring genotoxicity and cytotoxicity of *Microcystis aeruginosa* (Chroococcales, Cyanobacteria) using the *Allium cepa* test. Science of the Total Environment 432: 180-188.
- Parmar, T.K., Rawtani, D., and Agrawal, Y.K. (2016). Bioindicator: the natural indicator of environmental pollution. Frontiers in life science 9(2): 110-118.

