

ความหลากหลายของยูกลีนาอยด์ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง จังหวัดเพชรบุรี Diversity of Euglenoids in Lower Phetchaburi River, Phetchaburi Province

ญาณพัฒน์ พรหมประสิทธิ์¹ บุญสนอง ช่วยแก้ว¹ วุฒิชัย ฤทธิ¹ สรวิต เผ่าทองสุข² อัครชัย บงศ์บุตร¹ และเกรียงศักดิ์ จำปาทิพย์¹
Yanaphat Prompasit¹, Boonsanong Chourykaew¹, Wuttichai Ritti¹, Sorawit Powtongsook², Akkarachai Boongbootr¹ and
Kringsuk Chumpatip¹

¹ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพชรบุรี 76000

² ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

¹ Division of Biology, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University

² Center of Excellence for Marine Biotechnology, Division of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn
University, Bangkok 10330

*Corresponding author; E-mail: roj_wiroku@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของยูกลีนาอยด์ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 โดยเก็บตัวอย่างยูกลีนาอยด์ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ทั้งหมด 4 จุดเก็บตัวอย่าง พบ ยูกลีนาอยด์ทั้งหมด 3อันดับ 4 วงศ์ 8 สกุล 36 ชนิด ได้แก่ สกุล *Phacus* (12 ชนิด) *Euglena* (10 ชนิด) *Lepocinclis* (4 ชนิด) *Heteronema* (4 ชนิด) *Trachelomonas* (3 ชนิด) *Astasia* (1 ชนิด) *Distigma* (1 ชนิด) และ *Strombomonas* (1 ชนิด) ซึ่งพบยูกลีนาอยด์ชนิดเด่นคือ *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov และ *Euglena acus* (O.F.Müller) Ehrenberg และยูกลีนาอยด์ที่พบการแพร่กระจายน้อยที่สุด 4 ชนิด ได้แก่ *Astasia variabilis* Skvortzov, *Distigma curvatum* f. *minor* Pringsheim *Heteronema leptosomum* และ *Skuja Skvortzov*, *Strombomonas* sp. โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 พบความหลากหลายของ ยูกลีนาอยด์มากที่สุด 22 ชนิด นอกจากนี้ยังพบว่าในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีความหลากหลายของยูกลีนาอยด์มากที่สุดจำนวน 23 ชนิด และพบน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 เพียง 6 ชนิด

คำสำคัญ ความหลากหลาย การจัดจำแนก ยูกลีนาอยด์

Abstract

The diversity of euglenoids in lower Phetchaburi River was studied during June 2014 to March 2015. The samples were collected from 4 sampling sites. The result showed that there were 3 orders, 4 families, 8 genus and 36 species. They were identified as *Phacus* (12 species), *Euglena* (10 species), *Lepocinclis* (4 species), *Heteronema* (4 species), *Trachelomonas* (3 species), *Distigma* (1



species), *Astasia* (1 species) and *Strombomonas* (1 species). The dominant species were *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzow and *Euglena acus* (O.F.Müller) Ehrenberg that could be found every months. A few individuals of euglenoids found were *Astasia variabilis* Skvortzow, *Strombomonas* sp., *Distigma curvatum* f. *minor* Pringsheim and *Heteronema leptosomum* Skuja. The highest diversity of euglenoids (22 species) was found at the third sampling site. Moreover, the result also showed that the highest diversity of euglenoids was found in August 2014 (23 species). In contrast, the lowest diversity was found in December 2014 (6 species).

Key words Diversity, Classification, Euglenoid

บทนำ

ยูกลีโนออยด์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในอาณาจักรโพรทิสตาส่วนมากที่พบในแหล่งน้ำจืดจัดอยู่ในคลาส Euglenophyceae [1] เมื่อพิจารณา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและขนาด พบว่ามีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องศึกษาผ่านด้วยกล้องจุลทรรศน์ [2] ยูกลีโนออยด์เป็นทรัพยากรชีวภาพที่มีทั้งคุณค่าและความหลากหลายในตัวเอง [3] ซึ่งในด้านของระบบนิเวศวิทยา ยูกลีโนออยด์จัดเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางน้ำ นอกจากนี้ยังสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอีกด้วย [4, 5] ยูกลีโนออยด์จึงมีประโยชน์สามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ ชนิดของยูกลีโนออยด์ยังเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำและจำนวนชนิดสามารถใช้ตรวจความเน่าเสียของแหล่งน้ำได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานการสำรวจพบยูกลีโนออยด์ที่สามารถผลิตน้ำมันภายในเซลล์ เพื่อนำมาผลิตไบโอดีเซล [6] จากการสำรวจยูกลีโนออยด์ในประเทศไทย ในคลาส Euglenophyceae มี

รายงานการศึกษาของ อังาร และ ศิริเพ็ญ [7] ซึ่งสำรวจความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบแพลงก์ตอนพืช 6 ไฟลัม 24 สกุล และแพลงก์ตอนพืชที่พบมาก ได้แก่ *Cylindrospermopsis raciborski* Wolsz., *Staurastrum gracile* Ralfs. *Cyclotella* sp., *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Cryptomonas* sp., *Euglena hemichromata* Skuja. และ *Perridinium* sp. และในปีเดียวกัน ชัยศักดิ์ [8] สำรวจความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งสิ้น 5 ไฟลัม 27 วงศ์ 56 สกุล 27 วงศ์ 56 สกุล โดยมีแพลงก์ตอนพืชในไฟลัม Bacillariophyta 32 สกุล Cyanophyta 9 สกุล Chlorophyta 8 สกุล Pyrrophyta 4 สกุล และ Euglenophyta 3 สกุล ในที่นี้ยังพบว่าแพลงค์ตอนพืชที่พบปริมาณมากที่สุดอยู่ในไฟลัม Bacillariophyta และ Cyanophyta [4] ต่อมา จารุศรี [9] ได้สำรวจพบความหลากหลายของสาหร่ายที่พบในแม่น้ำเพชรบุรี ตอนกลางและตอนล่างพบทั้งสิ้น 3 ไฟลัม 8 คลาส 15 อันดับ 44 วงศ์ 98 สกุล 392 ชนิด โดยพบยูกลีโนออยด์



5 สกุล 38 ชนิด นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2555 ขจรเกียรติ และคณะ [10] ได้สำรวจความหลากหลายชนิด ปริมาณแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาบึงด้วยระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน พบว่าแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นในบ่อเลี้ยงปลาทั้ง 3 บ่อคือ *Scenedesmus* sp. และ *Euglena* sp.

ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษายูกลีนาออยด์ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ซึ่งปัจจุบันแม่น้ำเพชรบุรีมีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางด้านชีวภาพและกายภาพ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาสำรวจพื้นที่แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง โดยเก็บตัวอย่างของยูกลีนาออยด์และศึกษาในด้านสัณฐานวิทยา ออนุกรมวิธานในระดับสกุล (genus) และระดับชนิด (species) เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความหลากหลายของยูกลีนาออยด์และเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาด้านยูกลีนาออยด์ต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างโดยศึกษาแผนที่ของจังหวัดเพชรบุรี ตามแผนที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินริมฝั่งแม่น้ำเพชรบุรีของกรมควบคุมมลพิษที่ได้จัดทำไว้ เปรียบเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างในรายงานของจารุศรี เสียงใส [4] กำหนดสถานีแต่ละแห่งที่จะเก็บตัวอย่างยูกลีนาออยด์จำนวน 4 จุดเก็บตัวอย่าง ดังนี้ จุดที่ 1 บริเวณสะพานถนนเพชรเกษมที่อยู่ส่วนต้นของแม่น้ำที่เข้าสู่ตัว จังหวัดเพชรบุรี จุดที่ 2 บริเวณสะพานเทศบาล จังหวัดเพชรบุรี อยู่ด้านหลังจวนผู้ว่าราชการจังหวัดเพชรบุรี จุดที่ 3 บริเวณสะพานพระราชวังรัตนมิต หน้าวัดในกลางอำเภอบ้าน

แหลม ซึ่งมีน้ำทะเลเข้าถึง จุดที่ 4 บริเวณปากแม่น้ำเพชรบุรี บริเวณสะพานวัดต้นสน อำเภอบ้านแหลมซึ่งมีน้ำทะเลเข้ามาถึงผู้วิจัยได้สำรวจเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 09.00 – 12.00 น. ด้วยถุงเก็บแพลงก์ตอนพืชขนาดผ้ากรอง 20 ไมโครเมตร ลากในแนวราบผิวน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างที่กำหนด แล้วนำตัวอย่างเก็บในขวดเก็บแพลงก์ตอนขนาด 250 มิลลิลิตร โดยแยกตัวอย่างเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งเติมน้ำยาลูกลด 1 มิลลิลิตร และฟอร์มาลิน เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ 0.5 มิลลิลิตร เพื่อรักษาสภาพ อีกชุดหนึ่งเก็บไว้ศึกษาในสภาพสด โดยไม่ต้องเติมลูกลดและฟอร์มาลิน เก็บในถังน้ำแข็ง นำกลับไปศึกษาในห้องปฏิบัติการ บันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาพร้อมทั้งถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Leica รุ่น DM750 P) ทำการระบุสกุลและชนิดโดยใช้รูปวิธานจำแนกสกุลและชนิดของ Graham และ Wilcox [10]

ผลการวิจัย

การศึกษานี้สำหรับในกลุ่มยูกลีนาออยด์บริเวณแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง พบ 3 อันดับ 4 วงศ์ 8 สกุล 36 ชนิด โดยสกุลที่พบมาก ได้แก่ *Phacus* (12 ชนิด) *Euglena* (10 ชนิด) *Lepocinclis* (4 ชนิด) *Heteronema* (4 ชนิด) *Trachelomonas* (3 ชนิด) *Distigma* (1 ชนิด) *Astasia* (1 ชนิด) และ *Strombomonas* (1 ชนิด) (Table1) และจากการศึกษาทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่างพบว่า ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 *Lepocinclis* (4 ชนิด) *Heteronema* (4 ชนิด) มีความหลากหลายของยูกลีนาออยด์มากที่สุด คือ



22 ชนิด รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2, 4 และ 1 โดยพบสาหร่ายกลุ่มยูกลีโนยด์ 14, 11 และ 9 ชนิด ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า ในเดือนสิงหาคม 2557 มีความหลากหลายมากที่สุด คือพบถึง 23 ชนิด รองลงมาได้แก่เดือนพฤศจิกายน 2557 พบ 20 ชนิด และพบเพียง 6 ชนิด ในเดือนธันวาคม ซึ่งสาหร่ายยูกลีโนยด์ที่พบมากที่สุดในการศึกษาคั้งนี้คือ *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov และ *Euglena acus* (O.F.Müller) Ehrenberg ตัวอย่างภาพของยูกลีโนยด์ที่พบในการศึกษาคั้งนี้แสดงใน Figure 1

อภิปรายผล

จากการศึกษายูกลีโนยด์ บริเวณแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง จำนวน 4 จุดเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 ถึงเดือนมีนาคม 2558 พบ 3 อันดับ 4 วงศ์ 8 สกุล 36 ชนิด ซึ่งมีความแตกต่างกับรายงานของอาภารัตน์ [3] ที่ทำการศึกษาคความหลากหลายของยูกลีโนยด์ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนกลาง และตอนล่าง จังหวัดเพชรบุรี โดยพบว่าพบอันดับ Euglenophyceae 5 สกุล 38 ชนิด โดยพบสกุลของยูกลีโนยด์มากขึ้น จาก 10 ปีที่แล้ว เนื่องจากมีน้ำเสีย

จากการใช้น้ำอุปโภค บริโภคมาก ส่งผลให้แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างมีคุณภาพน้ำต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ จัดอยู่ในคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมพบอินทรีย์สารจำนวนมาก ซึ่งแหล่งน้ำได้รับน้ำเสียจากการระบายน้ำทิ้งจากชุมชนเกษตรกรรม และการปศุสัตว์ มีรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2557 ระบุว่าแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง อ.บ้านแหลม และ อ.เมือง จ.เพชรบุรี มีความเสื่อมโทรมมาก และมีการปนเปื้อนของแหล่งน้ำทิ้งจากแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria; FCB) และแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria; TCB) สูง [11] จากการศึกษพบว่า ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 พบจำนวนยูกลีโนยด์มากที่สุด ถึง 22 ชนิด ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะเป็นจุดที่มีการใช้น้ำในการอุปโภคมากที่สุด จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในปี 2557 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ในเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนน้อย [11] ทำให้แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างมีปริมาณน้ำในแหล่งน้ำน้อย ส่งผลให้ระดับคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม และพบยูกลีโนยด์มากที่สุด จำนวน 23 ชนิด

Table 1 Thirty-six euglenoid species found in lower Phetchaburi River from this study

Order	Family	Genus	Species	Sampling sites
Euglenales	Euglenaceae	<i>Phacus</i>	<i>Phacus anomalus</i> F.E.Fritsch & M.F.Rich	2
			<i>P. curvicauda</i> Svirenko	2
			<i>P. dangeardii</i> Lemmermann	3
			<i>P. hamatus</i> Pochmann	1 2
			<i>P. helikoides</i> Pochmann	4
			<i>P. horridus</i> Pochmann	2



Table 1 Thirty-six euglenoid species found in lower Phetchaburi River from this study (Cont.)

Order	Family	Genus	Species	Sampling sites
			<i>P. longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	2
			<i>P. myersii</i> Skvortzov	2
			<i>P. pleuronectes</i> (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	2
			<i>P. ranula</i> Pochmann	1
			<i>P. stokesii</i> Lemmermann	2 3
			<i>P. tortus</i> (Lemmermann) Skvortzov	2 4
		<i>Euglena</i>	<i>Euglena acus</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	1 2 3 4
			<i>E. caudata</i> Hiebner	2 4
			<i>E. ehrenbergii</i> Klebs	1 2 3
			<i>E. mesnillii</i> Deflandre & Dusi	1 3
			<i>E. oxyuris</i> Schmarda	2
			<i>E. proxima</i> P.A.Dangeard	2
			<i>E. sanguinea</i> Ehrenberg	3
			<i>E. splendens</i> P.A.Dangeard	2 3
			<i>E. subehrenbergii</i> Skuja	1 2
			<i>E. tripteris</i> (Dujardin) Klebs	2 3
		<i>Lepocinclis</i>	<i>Lepocinclis acicularis</i> France	2 3
			<i>L. ovum</i> (Ehrenberg) var. <i>angustata</i> (Deflandre) Conrad	2
			<i>L. ovum</i> (Ehrenberg) var. <i>gracilicauda</i> Deflandre	1
			<i>L. salina</i> Fritsch	1
		<i>Trachelomonas</i>	<i>Trachelomonas mirabilis</i> Svirenko	2 3 4
			<i>T. rugulosa</i> F.Stein	1 3
			<i>T. superba</i> Svirenko	1 3
		<i>Strombomonas</i>	<i>Strombomonas</i> sp.	4
	Cyclidiopsidaceae	<i>Astasia</i>	<i>Astasia variabilis</i> Skvortzov	4
Eutreptales	Eutreptiaceae	<i>Distigma</i>	<i>Distigma curvatum</i> f. <i>minor</i> Pringsheim	2
Heteronematales	Peranemaceae	<i>Heteronema</i>	<i>Heteronema leptosomum</i> Skuja.	3
			<i>Heteronema</i> sp. 1	4
			<i>Heteronema</i> sp. 2	1 2
			<i>Heteronema</i> sp. 3	3 4



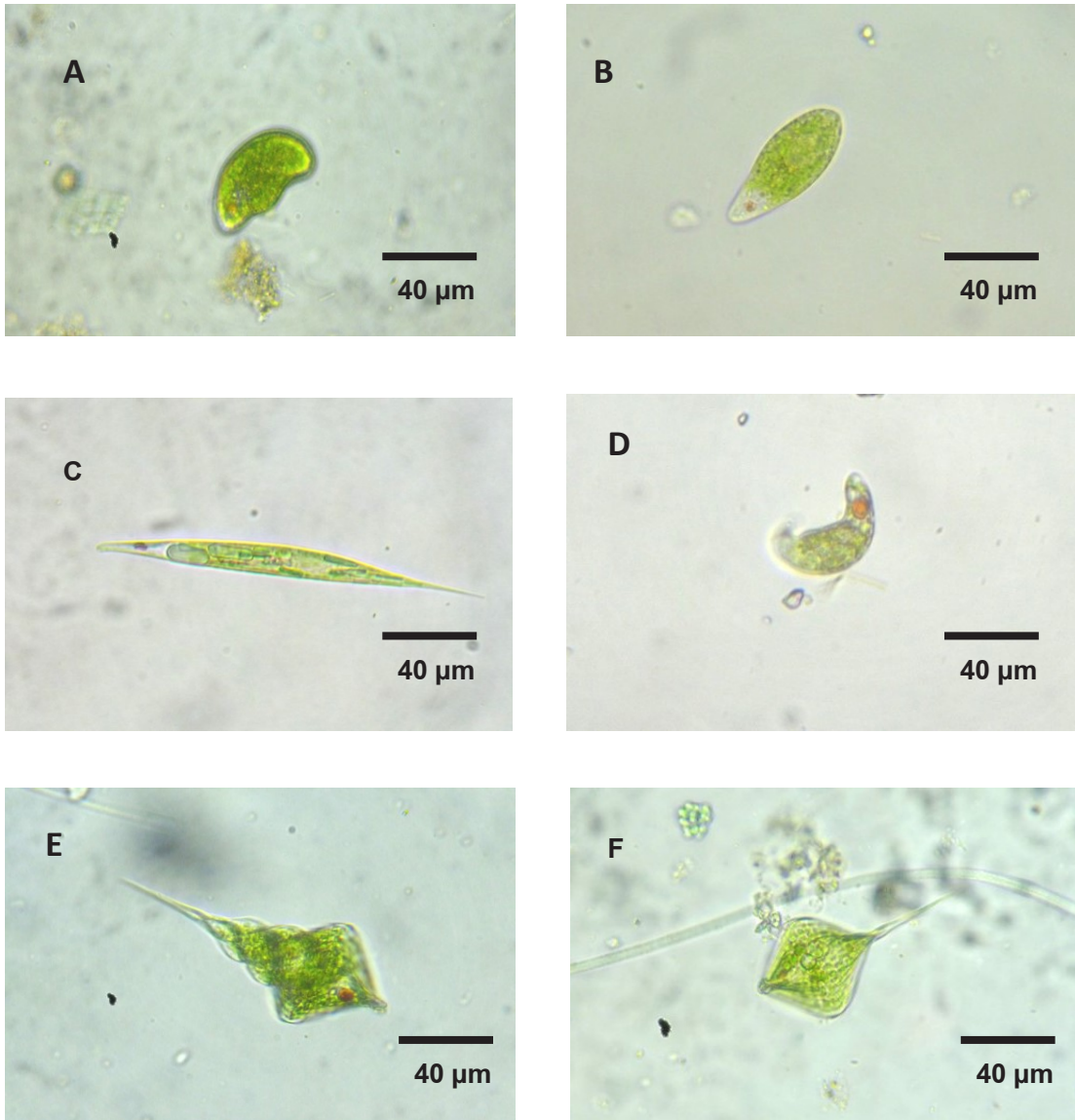


Figure 1. Example of six euglenoids from lower Phetchaburi River A: *Astasia variabilis* Skvortzov, B: *Distigma curvatum* f. *minor* Pringsheim, C: *Euglena acus* O.F.Müller) Ehrenberg, D: *Heteronema leptosomum* Skuja, E: *Phacus helikoides* Pochmann F: *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov

สรุปการวิจัย

จากการศึกษายูกลีนาออยด์ บริเวณแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 ถึงเดือนมีนาคม 2558 พบ 3 อันดับ 4 วงศ์ 8 สกุล 36 ชนิด โดยสกุลที่พบมาก ได้แก่ สกุล *Phacus* (12 ชนิด) *Euglena* (10 ชนิด) *Lepocinclis* (4 ชนิด) *Heteronema* (4 ชนิด) *Trachelomonas* (3 ชนิด) *Distigma* (1 ชนิด) *Astasia* (1 ชนิด) และ *Strombomonas* (1 ชนิด) โดยจำแนกชนิดของยูกลีนาออยด์ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง พบการกระจายพันธุ์มากที่สุด มี 2 ชนิด คือ *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzow และ *Euglena acus* (O.F.Müller) Ehrenberg และสาหร่ายยูกลีนาออยด์ที่พบการแพร่กระจายน้อยที่สุด 4 ชนิด ได้แก่ *Astasia variabilis* Skvortzov, *Strombomonas* sp., *Distigma curvatum* f. *minor* Pringsheim และ *Heteronema leptosomum* Skuja ในเดือนสิงหาคม 2557 มีความหลากหลายมากที่สุด 23 ชนิด รองลงมาได้แก่เดือนพฤศจิกายน 2557 พบความหลากหลายของยูกลีนาออยด์ 20 ชนิด และในเดือนธันวาคม 2557 พบน้อยที่สุดเพียง 6 ชนิด และยังพบว่าในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 พบยูกลีนาออยด์มากที่สุด 22 ชนิด จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 สถานี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยได้รับการสนับสนุนจากโครงการอนุรักษ์

พันธุกรรมพืช มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และขอขอบคุณโครงการปัญญาวิทย์ ผลิตนักเทคโนโลยี (YSTP) สวทช. ที่สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับปริญญาโท และทุนในการนำเสนอผลงานตามสัญญาทุนเลขที่ SP-56-BT03 ของสำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

1. ยูวดี พิรพรพิศาล. 2556. สาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ไซตนาพรีนตีง, เชียงใหม่.
2. นุชนาถ แซ่ม้าชัย. 2557. สาหร่ายขนาดเล็ก: การเพาะเลี้ยงและการนำมาใช้ประโยชน์. *วารสาร มจร วิชาการ*. 17: 169-172.
3. อภารัตน์ มหาจันทร์. 2543. *บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand)*. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). 39-65.
4. จารุศรี เสียงใส. 2547. ความหลากหลายของสาหร่ายในแม่น้ำเพชรบุรีตอนกลางและตอนล่าง *วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*. 1: 13-22.
5. Brennan, L. & Owende, P. 2009. Biofuels from microalgae – A review of technologies for production, processing, and extraction of biofuels and co-products. *Renew. Sust. Energy Rev.* 1-21.



6. Abubakar, L.U., Mutie, A.M., Kenya, E.U. & Muhoho A., 2012. Characterization of Algae Oil (Oilgae) and its Potential as Biofuel in Kenya. *Journal of Applied Phytotechnology in Environmental Sanitation*, 1: 147-153.
7. อ่าง ประเกียรติ และ ศิริเพ็ญ อารัยไชยาพร. 2542. ความหลากหลายแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่จันทน์ชล. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
8. ชัยศักดิ์ รินเกลื่อน. 2543. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่สภาพแวดล้อมต่างกัน บริเวณแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท. มหาวิทยาลัยมหิดล. 1-168.
9. ขจรเกียรติ ศรีนวลสม บัญญัติ มนเทียร อาสน์ และ จงกล พรมยะ. 2555. ความหลากหลายชนิดปริมาณแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาบึกด้วยการเลี้ยงที่แตกต่าง. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.* 40(1): 121-134.
10. Graham, L. E. & Wilcox, L. W. 2000. *Algae*. Prentice Hall. p. 193.
11. กรมควบคุมมลพิษ. 2558. *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2557*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร. 1-21.

