

Received: June 19, 2023; Revised: November 10, 2023; Accepted: November 16, 2023

คุณภาพน้ำและความหลากหลายของโพรโทซัวในแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี Water quality and diversity of protozoa in the Chanthaburi River, Chanthaburi Province

วีระ ยินดี^{1*}, วิทวัส เวชกุล¹, นฤมล เวชกุล¹, ลิทธิ กุหลาบทอง¹, ดุสิต ศรีวิไล¹ และวัชนะชัย จুমผา²
Weera Yindee^{1*}, Wittawat Wetchagool¹, Narumon Wetchagool¹, Sitthi Kulabtong¹,
Dusit Srivilai¹ and Watchanachai Joompha²

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

¹Faculty of Agro-Industry Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus, Chanthaburi Province

²โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

²Faculty of Integrated Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus, Chanthaburi Province

*Corresponding Author E-mail Address: weera_yi@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายของโพรโทซัวในแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี จำนวน 8 สถานี ได้แก่ บ้านจันทเขลม อ่างเก็บน้ำศาลทราย Bokies house วัดกะทิง ถนนสุขุมวิท วัดจันทาราม โรบินสัน และร้านปันจิม ในฤดูแล้ง (เมษายน 2560) และฤดูน้ำหลาก (ตุลาคม 2559) โดยเก็บตัวอย่างโพรโทซัวด้วยถุงลากลาก แพลงก์ตอน ขนาด 40 ไมครอนเมตร ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ถึง เมษายน พ.ศ. 2560 โดยศึกษาคุณภาพน้ำมีผลการศึกษาเป็นดังนี้ อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ $26.4 \pm 0.88^{\circ}\text{C}$ ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย 6.83 ± 0.92 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ 8.15 ± 3.44 มิลลิกรัมต่อลิตร พบ โพรโทซัวทั้งหมด 2 คลาส 6 สกุล 17 ชนิด ดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner Index (H') ฤดูแล้งเท่ากับ 2.55 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 2.73 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) ทั้งสองฤดูในการพบโพรโทซัวไม่แตกต่างกัน โดยฤดูแล้งเท่ากับ 0.15 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 0.16

คำสำคัญ: โพรโทซัว แม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

Abstract

The objectives of this research were to study water quality and find out varieties of protozoa species in Chanthaburi river at Chanthaburi Province. Eight stations (Ban Chanthaklem, San Sai Reservoir, Bokies house, Krating, Sukumvit road, Chantharam, Robinson Department Store and Panjim) of Chanthaburi River were investigated in dry (April 2017) and wet seasons (October 2016). Protozoa were collected by using 40 micron mesh plankton net during October 2016-April 2017. The water qualities of the study sites were water temperature $26.4 \pm 0.88^{\circ}\text{C}$, pH 6.83 ± 0.92 and dissolved oxygen 8.15 ± 3.44 mg/l. A total of 2 classes, 6 genera and 17 species of protozoa were recorded. The Shannon-Weiner Index (H') wet seasons is 2.55, dry

season is 2.73. and Evenness index for both seasons in protozoa is not different. The wet season is 0.15 and the dry season is 0.16.

Keywords: Protozoa, Chanthaburi River, Chanthaburi Province

บทนำ

ในระบบนิเวศแพลงก์ตอนสัตว์จัดเป็นผู้บริโภคอันดับแรก (Primary consumer) โดยจะกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร จึงนับว่ามีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคลำดับสูงขึ้นไป การเปลี่ยนแปลงของประชากรของแพลงก์ตอนสัตว์จากเดิมย่อมส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคลำดับสูงขึ้นไป โปรโตซัวเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กสามารถดำรงชีวิตได้แทบทุกสภาวะของระบบนิเวศโดยมีความชื้นเป็นปัจจัย โปรโตซัวดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ จำนวนมากและมีสถานภาพอยู่ในระบบนิเวศ (Ecological niche) หลายสถานะตามลักษณะของโภชนาการ โปรโตซัวส่วนใหญ่อาศัยในน้ำพบทั้งในน้ำจืดน้ำเค็ม บางชนิดอาศัยในดินมีทั้งดำรงชีวิตอิสระกินแบคทีเรีย สาหร่าย และโปรโตซัว อื่น ๆ เป็นอาหารและพวกที่เป็นปรสิต การจำแนกโปรโตซัวออกเป็นไฟลัมหรือคลาสอาศัยรูปแบบของออร์แกเนลล์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ที่สำคัญดังนี้ คือแฟลเจลเลต (Flagellate) ซิลิเอต (Ciliate) ซาร์โคดีนา (Sarcodina) และพวกที่สร้างสปอร์ (Spore forming protozoa) (ศิริเพ็ญ, 2552) นอกจากนี้ Farmer (1980) กล่าวว่าโปรโตซัวบางชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้ในการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ การศึกษาการกระจายของโปรโตซัวทำให้ทราบชนิด ปริมาณ การดำรงชีวิตและการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำซึ่งจะเป็นแนวทางการวิจัยที่จะใช้โปรโตซัวเป็นดัชนีบอกคุณภาพน้ำหรือบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวในแหล่งน้ำในประเทศไทยมีการศึกษากันในหลายพื้นที่ ได้แก่ อินทรา (2541) สำรวจความหลากหลายของโปรโตซัวที่คลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัวทั้งหมด 4 คลาส 104 ชนิด ได้แก่ คลาส Mastigophora 36 ชนิด คลาส Sarcodina 24 ชนิด คลาส Suctorina 3 ชนิด และคลาส Ciliata 11 ชนิด ต่อมา นันทพร และบพิตร (2542) รวบรวมชนิดโปรโตซัวน้ำจืดในประเทศไทยที่มีการศึกษาในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 ถึง พ.ศ. 2542 รวม 166 สกุล และ 259 สายพันธุ์ การศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานจาก ธนาทิพย์ และวิชาญ (2543) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนปากมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2542 ถึงเดือนพฤษภาคม 2543 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 71 สกุล 221 ชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ 29 สกุล 77 ชนิด (Protozoa 3 สกุล 7 ชนิด) ต่อมา ภูวณ (2546) ศึกษาชนิดโปรโตซัวและคุณภาพน้ำในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบโปรโตซัวทั้งหมด 13 คลาส 78 ชนิดดังนี้ คลาส Cryptomonadea 1 ชนิด คลาส Heliozoa 1 ชนิด คลาส Lobosea 11 ชนิด คลาส Dinoflagellata 2 ชนิด คลาส Phytomonadea 3 ชนิด คลาส Euglenoidea 32 ชนิด คลาส Oligohemmenophorea 7 ชนิด คลาส Nassophorea 2 ชนิด คลาส Litostomatea 4 ชนิด คลาส Phyllopharyngea 4 ชนิด คลาส Prostomatea 2 ชนิด คลาส Spirotrichea 8 ชนิด และคลาส Kareolicea 1 ชนิด พิณิจและคณะ (2547) ศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544 ถึงเดือนมิถุนายน 2545 พบโปรโตซัว 78 ชนิด และพบว่า โปรโตซัวที่อาจใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำได้มี 15 ชนิด คือ *Aspidisca costata*, *Chilodonella cullulus*, *Chlamydomonas* sp., *Cyclidium glaucoma*, *Entosiphon* sp., *Euglena caudate*, *E. ehrenbergii*, *Euplotes aediculatus*, *Glenodinium* sp., *Pandorina morum*, *Phacus torta*, *Podophyra fixa*, *Trachelomonas armata*, *Trachelomonas* sp.3, และ *Trachelomonas* sp.4,

Wongrat และ Pipatcharoenchai (2003) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำจืด ได้แก่ แม่น้ำลำธาร อ่างเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ นาข้าว หนองน้ำ และบึงในจังหวัดกาญจนบุรี พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 69 สกุล 141 ชนิด แพลงก์ตอนกลุ่มที่พบมากที่สุด คือ โรติเฟอร์ Jithlang และ Wongrat (2006) ศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี พบมีแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 49 สกุล 119 ชนิด แพลงก์ตอนกลุ่มที่พบมากที่สุด คือ โรติเฟอร์ ต่อมา เพชร และคณะ (2548) สำรวจโปรโตซัวที่เขื่อนท่าด่าน จังหวัดนครนายก พบโปรโตซัว 90 ชนิด ได้แก่ คลาส Mastigophora 20 ชนิด คลาส Sarcodina 20 ชนิด คลาส Suctorina 6 ชนิด และคลาส Ciliata 44 ชนิด ยัวร์ตัน (2551) ศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายชนิดของโปรโตซัวในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดนนทบุรี โดยเก็บตัวอย่างระหว่าง เดือนธันวาคม

2548 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 พบชนิดโพรโทซัวในฤดูฝน 7 คลาส 50 ชนิดดังนี้ คลาส Heliozoa 2 ชนิด คลาส Lobosea 7 ชนิด คลาส Phytomastigophorea 36 ชนิด คลาส Oligohemenophorea 1 ชนิด คลาส Prostomatea 1 ชนิด คลาส Spirotrichea 2 ชนิด และคลาส Litostomatidae 1 ชนิด

พินิจ และวรณยูภา (2550) ศึกษาความหลากหลายของโพรโทซัวในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบำบัดชีวภาพของโรงงานน้ำตาลมิตรภูเวียง พบว่า โพรโทซัวบางชนิดพบเฉพาะในน้ำเสียมาก เช่น *Podophyra colloni*, *P. fixa*, *Spirotomum teres* และ *Acinaria incurvata* บางชนิดพบเฉพาะในน้ำสะอาด เช่น *Arcella bathystoma*, *Amphileptus crapareder*, *Distigmopsis grossei*, *Entosiphon sulcatum*, *Lacrymaria olor* และ *Tetrahymena vorax* ดังนั้น โพรโทซัวดังกล่าวสามารถใช้เป็นดัชนีชี้ภาพชีวิตคุณภาพน้ำได้ ต่อมา ขนวรรณ และคณะ (2560) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ในเดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม และกันยายน พ.ศ. 2559 จากผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนสัตว์ 7 กลุ่ม 34 สกุล ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มโรติเฟอร์ จำนวน 19 สกุล คลาโดเซอรา 6 สกุล โพรโทซัว 3 สกุล โคพีพอด 2 สกุล ออสตราคอด 2 สกุล ตัวอ่อนของครัสเตเชียน 1 สกุล และแอนเนลิดา 1 สกุล

การศึกษาความหลากหลายของโพรโทซัวน้ำจืดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการศึกษาไม่บ่อยมากนัก ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาและจันทบุรีก็เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีป่าไม้ภูเขา รวมทั้งแม่น้ำที่ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของโพรโทซัวมากนัก จันทบุรีมีเนื้อที่ประมาณ 6,388 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศประกอบไปด้วยป่าไม้ ภูเขา ที่ราบสูง ที่ราบลุ่มแม่น้ำ และที่ราบชายฝั่งทะเล แม่น้ำที่สำคัญ คือ แม่น้ำจันทบุรีซึ่งเป็นแม่น้ำที่สำคัญที่สุดของจังหวัดจันทบุรีเกิดจากเทือกเขาสอยดาวมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 123 กิโลเมตรไหลผ่านพื้นที่หลายแบบเช่นภูเขา สวนผลไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและชุมชนในเมือง เป็นแม่น้ำที่มีความหลากหลายของพันธุ์โดยต้นน้ำเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีการรบกวนและแม่น้ำยังไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการปนเปื้อนจากสารเคมีจากการเกษตร รวมทั้งพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของเสียจากชุมชนในเขตเมืองอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความหลากหลายของโพรโทซัวในเขตจังหวัดจันทบุรี

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. สถานที่เก็บตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างโพรโทซัวเพื่อนำมาศึกษาโดยทำการสำรวจพื้นที่และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำจันทบุรีทั้งหมด 8 สถานี (ภาพที่ 1) ครอบคลุมพื้นที่ 3 อำเภอได้แก่ อำเภอเขาชีมภู อำเภอมะขาม และอำเภอเมือง

ตารางที่ 1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

สถานี	พิกัด
1. บ้านจันทเขลม ตำบลคลองพลู อำเภอเขาชีมภู จังหวัดจันทบุรี	N12° 59' 49" E 102° 3' 1"
2. เขื่อนศาลทราย ตำบลคลองพลู อำเภอเขาชีมภู จังหวัดจันทบุรี	N12° 55' 18" E 102° 1' 51"
3. Bokies House ตำบลพลวง อำเภอเขาชีมภู จังหวัดจันทบุรี	N12° 49' 36" E 102° 5' 11"
4. วัดกะทิง ตำบลพลวง อำเภอเขาชีมภู จังหวัดจันทบุรี	N12° 35' 6" E 102° 5' 9"
5. ถนนสุขุมวิท ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี	N12° 35' 3" E 102° 8' 37"
6. วัดจันทนาราม ตำบลจันทนิมิต อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี	N12° 35' 6" E 102° 5' 9"
7. ห้างโรบินสัน ตำบลจันทนิมิต อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี	N12° 36' 19" E 102° 7' 4"
8. ร้านอาหารบ้านจิม ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี	N12° 35' 6" E 102° 5' 9"

หมายเหตุ : สถานีที่ 1 เป็นต้นน้ำมีการปนเปื้อนน้อย, สถานีที่ 2, 3, 4, 5 มีพื้นที่ทำการเกษตรสวนผลไม้, สถานีที่ 6, 7, 8 ชุมชนบ้านเรือนมีการปนเปื้อนน้ำเสียจากชุมชน

เก็บตัวอย่างโพรโทซัวด้วยถุงลากลากแพลงก์ตอนขนาดตา 40 ไมโครเมตร โดยลากขนานกับผิวน้ำเป็นระยะทาง 5 เมตร เก็บตัวอย่างน้ำที่จะทำการศึกษาใส่ในขวดเก็บตัวอย่างและรักษาตัวอย่างโดยใช้ฟอร์มาลินเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ทำการวัดคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการ เพื่อวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี คุณภาพน้ำทั้งหมดที่

ตรวจวัดในภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ, ความเป็นกรด-ด่าง (HANNA/Hi98129) และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (EUTECH/cyberscan DO 300) โดยเก็บตัวอย่าง 2 จุดคือ ฤดูน้ำหลาก (ตุลาคม 2559) และฤดูน้ำน้อย (เมษายน 2560)

2. การตรวจสอบชนิดโพรโทซัว

นำตัวอย่างโพรโทซัวที่เก็บรักษาตัวอย่างด้วยสารละลายฟอร์มาลินเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นำมาตรวจสอบชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400-1,000 เท่า โดยใช้เอกสารการตรวจสอบชนิดและบันทึกภาพโพรโทซัว โดยทำการจัดจำแนกชนิดและการจัดหมวดหมู่ตาม บพิธ และนันทพร (2538), บพิธและนันทพร (2539), อินทรา (2541), บพิธและนันทพร (2542), นันทพร และบพิธ (2542), วรรณดา (2544), บพิธ (2545), บพิธ (2546), ภูวณ (2546), นันทพร (2547), ลัดดา (2547), บพิธและนันทพร (2549), Grell (1973), Farmer (1980), Kudo (1996), Charubhan and Charubhan (2000) และ Wongrat and Pipatcharoenchai (2003)

3. การวัดความหนาแน่นของ โพรโทซัว

เก็บตัวอย่างโพรโทซัวโดยใช้ถุงน้ำส้มเก็บตัวอย่างที่มีความลึก 30 เซนติเมตร โดยตักให้ครอบคลุมสถานที่เก็บตัวอย่าง ปริมาตรน้ำจำนวน 20 ลิตร จากนั้นกรองด้วยถุงเก็บแพลงก์ตอนขนาดตา 40 ไมโครเมตร นำตัวอย่างที่ได้ใส่ลงในขวดพลาสติกที่เตรียมไว้เก็บรักษาตัวอย่างด้วยฟอร์มาลินเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ความหนาแน่นของโพรโทซัวในห้องปฏิบัติการทำได้โดยเขย่าขวดเก็บตัวอย่างเพื่อให้โพรโทซัวกระจายทั่วกัน นำตัวอย่างโพรโทซัวมา 1 มิลลิลิตรใส่ลงในสไลด์นับจำนวน (Sedwick-Rafter) จากนั้นปิดด้วยกระจกปิดสไลด์แล้วนำไปนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง นับจำนวนโพรโทซัวตามที่เห็นในช่องตารางสไลด์นับเซลล์ โดยสุ่มนับปริมาณ 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ยจำนวนที่นับได้ นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณเพื่อหาปริมาณความหนาแน่นของ โพรโทซัว (เซลล์ต่อลิตร) ตามแบบของ ลัดดา และโสภณา (2546) ดังนี้

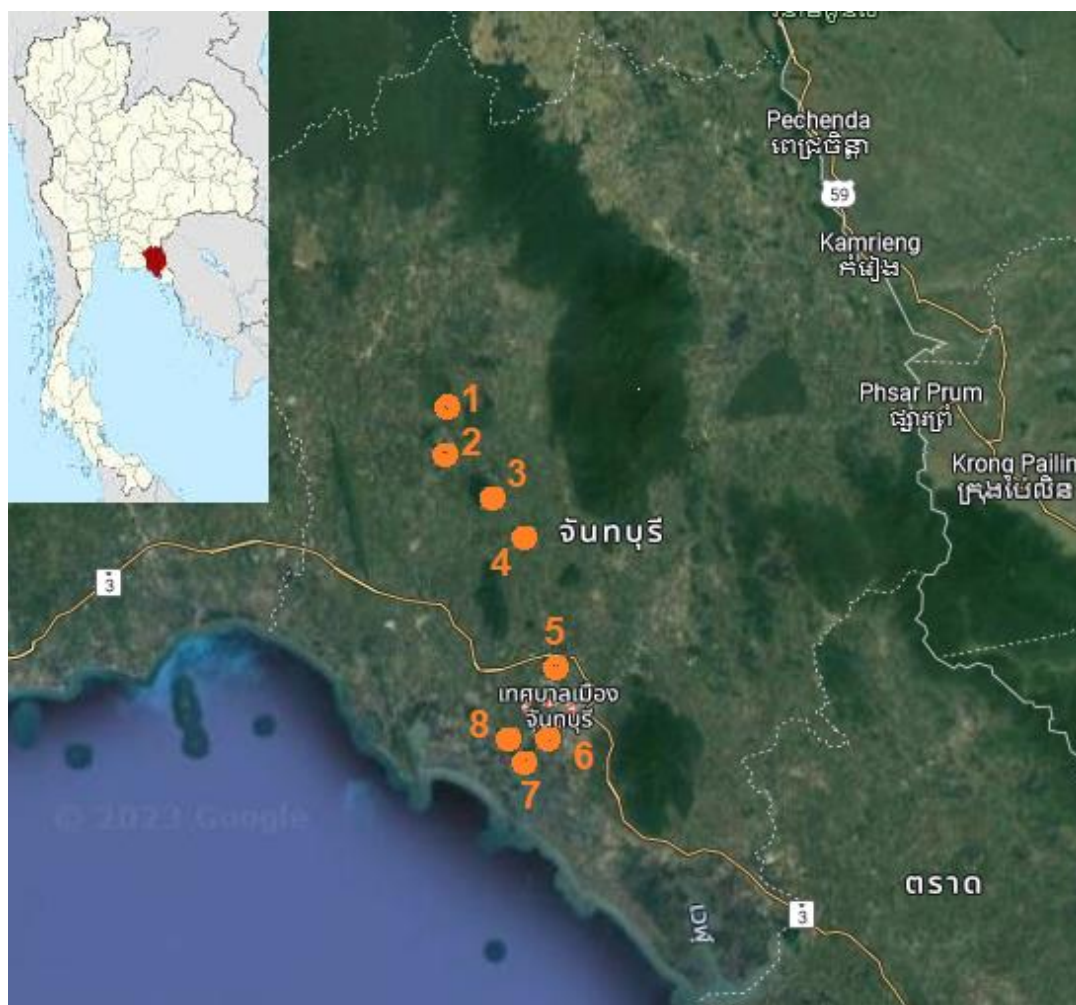
$$C = NV_2/V_1 \quad (1)$$

เมื่อ C = ความหนาแน่นของ โพรโทซัว (เซลล์ต่อลิตร)

N = ค่าเฉลี่ยจำนวน โพรโทซัวที่นับได้ในน้ำ 1 มิลลิลิตร

V_1 = ปริมาตรน้ำที่กรองผ่านถุงเก็บแพลงก์ตอน (ลิตร)

V_2 = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (มิลลิลิตร)



- สถานที่เก็บตัวอย่าง 1. บ้านจันทเขลม 2. เขื่อนศาลทราย 3. Bokies house 4. วัดกะทิง 5. ถนนสุขุมวิท 6. วัดจันทนาราม 7. ห้างโรบินสัน 8. ร้านอาหารปั่นจิ้ม

รูปที่ 1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำโดยใช้สถิติพรรณนานอกจากนี้ยังใช้การวิเคราะห์ One-Way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณภาพน้ำและความหนาแน่นของโพธิ์ท้าว คำนวณค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพโดยใช้สูตรของ Shannon-Weiner Index (H') (Nolan and Callahan, 2005), Evenness index (Shannon, 1948) ตามสูตร ดังนี้

สูตรคำนวณค่าความหลากหลายชนิด (Shannon-Wiener Diversity Index, H')

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i) \quad (2)$$

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลาย

S = จำนวนชนิด

P_i = สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตที่พบต่อจำนวนประชากรทั้งหมด

สูตรคำนวณค่าความสม่ำเสมอของสิ่งมีชีวิต (Shannon Evenness, J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

เมื่อ H' = Shannon-Wiener Index

S = จำนวนชนิด

ผลการวิจัย

1. ค่าคุณภาพน้ำ

ค่าคุณภาพน้ำทั้ง 8 สถานี พบว่า คุณภาพน้ำในแต่ละสถานี และฤดูกาลในทุกพารามิเตอร์ตลอดการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 25.0-28.5 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 26.4 องศาเซลเซียส), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 6.25-7.30 (เฉลี่ย 6.83), ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าระหว่าง 5.4-20.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (เฉลี่ย 8.15 มิลลิกรัมต่อลิตร) และพบว่า ค่าอุณหภูมิในแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่า DO และ pH ในแต่ละสถานีไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ตารางที่ 2

เมื่อพิจารณาค่าอุณหภูมิทั้ง 8 สถานีจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่ม a ได้แก่ สถานีที่ 1, 2, 4, 5, 6, 7 และ 8 กลุ่ม b ได้แก่ สถานีที่ 3 ส่วนค่า DO ทั้ง 8 สถานีจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่ม กลุ่ม a ได้แก่ สถานีที่ 1 กลุ่ม b ได้แก่ สถานีที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 และค่า pH ทั้ง 8 สถานีจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่ม a สถานีที่ 6 กลุ่ม b ได้แก่ สถานีที่ 2, 3, 4, 5, 7 และ 8 กลุ่ม c ได้แก่ สถานีที่ 1, 4 และ 5

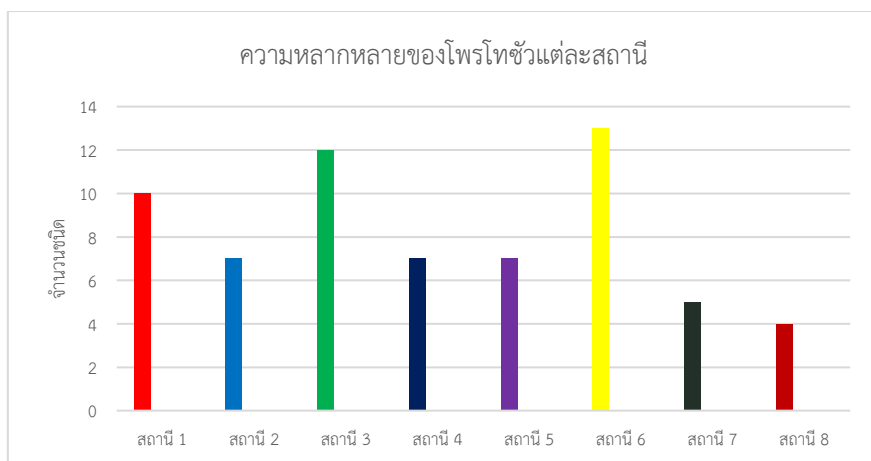
ตารางที่ 2 ค่าคุณภาพน้ำ

ค่าคุณภาพน้ำ	สถานี							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperature	26±0.50 ^a	25.6±0.60 ^a	28.25±0.25 ^b	26.45±0.65 ^a	25.90±0.30 ^a	26.35±0.65 ^a	26.65±0.15 ^a	26.00±0.20 ^a
DO	17.75±2.75 ^a	6.60±0.60 ^b	6.75±0.15 ^b	5.70±0.10 ^b	8.00±0.80 ^b	7.00±0.70 ^b	6.10±0.20 ^b	7.00±0.30 ^b
pH	7.25±0.05 ^c	6.85±0.25 ^b	8.00±0.05 ^b	6.75±0.80 ^{bc}	6.10±0.70 ^{bc}	7.00±0.20 ^a	7.30±0.20 ^b	7.30±0.20 ^b

2. ความหลากหลายชนิดของโพรโทซัว

การศึกษาชนิดและความชุกชุมของโพรโทซัวจากการเก็บตัวอย่าง 2 ฤดู คือ ฤดูน้ำหลาก และฤดูน้ำน้อยในแม่น้ำจันทบุรี พบโพรโทซัวทั้งหมด 17 ชนิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 คลาส 6 สกุล สกุลเด่นคือ *Euglena* (รูปที่ 4, 8) พบมากที่สุด 9 ชนิด ได้แก่ *Euglena acus*, *E. filifera*, *E. longicauda*, *E. oxyuris* (รูปที่ 4), *E. rostrifera*, *E. rubra*, *E. spiroides*, *E. spirogyra* และ *E. tripteris* รองลงมาคือ *Arcella* (4 ชนิด) ได้แก่ *Arcella bathystoma* (รูปที่ 6), *A. megastoma*, *A. polypore* (รูปที่ 9) และ *Arcella* sp.

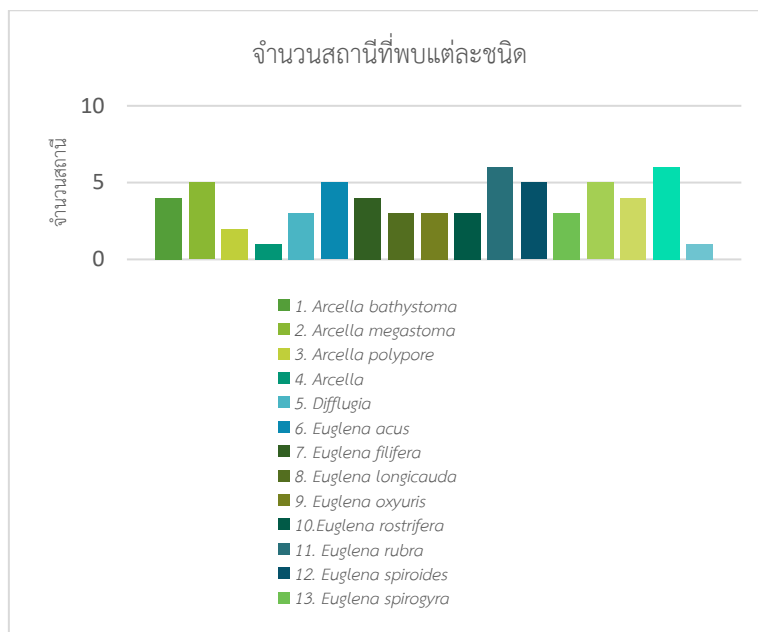
ชนิดที่พบแพร่กระจายมากที่สุด 6 สถานีมี 2 ชนิด คือ *E. rubra* และ *Pleodorina illinoisensis* (รูปที่ 7) รองลงมาพบ 5 สถานีมี 3 ชนิด ได้แก่ *Arcella megastoma*, *E. acus* และ *E. spiroides* (รูปที่ 8) ชนิดที่พบแพร่กระจายน้อยที่สุด 1 สถานี คือ *Heteronema acus* และ *Arcella* sp. (รูปที่ 3) ความหลากหลายของโพรโทซัวในแต่ละสถานีพบว่า สถานีที่ 6 (วัดจันทนาราม) มีความหลากหลายมากที่สุด 13 ชนิด รองลงมาคือสถานีที่ 3 (Bokies house) พบโพรโทซัว 12 ชนิด ส่วนสถานีที่พบจำนวนชนิดโพรโทซัวน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 8 (ร้านอาหารบ้านจิม) พบ 4 ชนิด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความหลากหลายของโพรโทซัวแต่ละสถานี

ตารางที่ 3 ชนิดของโพรโทซัวที่พบ (1 พบโพรโทซัว, 0 ไม่พบโพรโทซัว)

ชนิดของโพรโทซัว	สถานที่เก็บตัวอย่างโพรโทซัว							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Phylum Sarcomastigophora								
Class Lobosea								
Genus <i>Arcella</i>								
<i>Arcella bathystoma</i>	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>Arcella megastoma</i>	0	1	1	0	1	1	1	0
<i>Arcella polypore</i>	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Arcella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1
Genus <i>Diffugia</i>								
<i>Diffugia</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0	1
Phylum Sarcomastigophora								
Class Phytomastigophorea								
Genus <i>Euglena</i>								
<i>Euglena acus</i>	1	1	1	1	0	1	0	0
<i>Euglena flifera</i>	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Euglena longicauda</i>	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Euglena oxyuris</i>	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Euglena rostrifera</i>	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Euglena rubra</i>	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Euglena spiroides</i>	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Euglena spirogyra</i>	1	0	0	1	1	1	0	0
<i>Euglena tripteris</i>	1	1	1	0	1	0	1	0
Genus <i>Phacus</i>								
<i>Phacus</i> sp.	1	1	1	0	0	1	0	0
Genus <i>Pleodorina</i>								
<i>Pleodorina illinoisensis</i>	0	1	1	0	1	1	1	1
Genus <i>Heteronema</i>								
<i>Heteronema acus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0



รูปที่ 3 จำนวนสถานที่พบโพรโทซัว

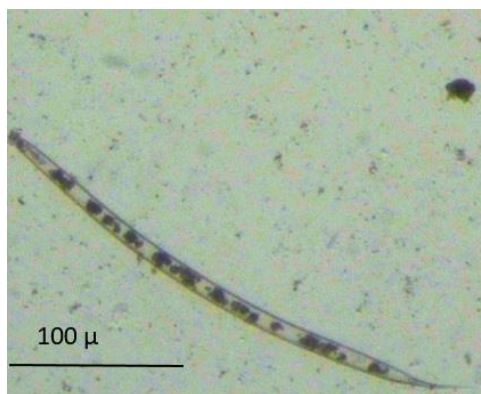
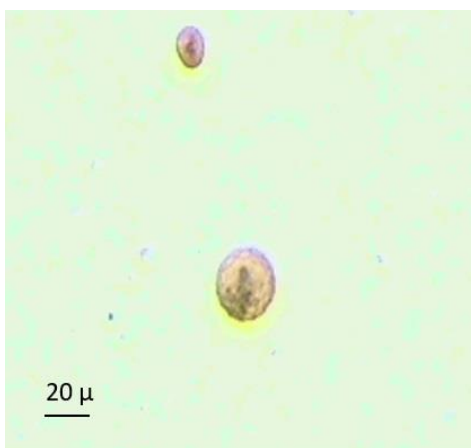
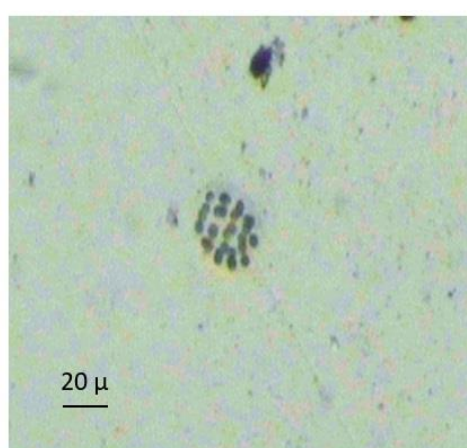
3. ความหนาแน่นของโพรโทซัว

ชนิดที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดในฤดูแล้งคือ *Phacus* sp. จำนวน 200 ตัว/ลิตร ชนิดที่พบหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *A. polypore*, *E. oxyuris* และ *E. tripteris* จำนวน 50 ตัว/ลิตร ส่วนในฤดูน้ำน้อยชนิดที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดคือ *E. acus*, *Phacus* sp. และ *H. acus* จำนวน 200 ตัว/ลิตร ชนิดที่พบหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *A. polypore* (รูปที่ 9) *Arcella* sp. และ *E. tripteris* จำนวน 50 ตัว/ลิตร ดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner Index (H') ฤดูแล้งหลากหลายเท่ากับ 2.55 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 2.73 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) ทั้งสองฤดูในการพบโพรโทซัวไม่แตกต่างกัน โดยฤดูแล้งหลากหลายเท่ากับ 0.15 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 0.16 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 จำนวนโพรโทซัวที่พบ (จำนวนตัว/ลิตร)

Protozoa	จำนวนตัว/ลิตร	
	Wet	Dry
Phylum Sarcomastigophora		
Class Lobosea		
Genus <i>Arcella</i>		
<i>Arcella bathystoma</i>	100	150
<i>A. megastoma</i>	100	100
<i>A. polypore</i>	50	50
<i>Arcella</i> sp.	100	50
Genus <i>Diffflugia</i>		
<i>Diffflugia</i> sp.	150	100
Class Phytomastigophora		
Genus <i>Euglena</i>		
<i>Euglena acus</i>	150	200
<i>E. filifera</i>	150	150
<i>E. longicauda</i>	100	100

<i>E. oxyuris</i>	50	100
<i>E. rostrifera</i>	150	75
<i>E. rubra</i>	125	112
<i>E. spiroides</i>	100	100
<i>E. spirogyra</i>	100	117
<i>E. tripteris</i>	50	50
Genus <i>Phacus</i>		
<i>Phacus</i> sp.	200	200
Genus <i>Pleodorina</i>		
<i>Pleodorina illinoisensis</i>	112	100
Genus <i>Heteronema</i>		
<i>Heteronema acus</i>	100	200
Shannon-Weiner Index (H')	2.55	2.73
Evenness index	0.15	0.16

รูปที่ 4 *Euglena oxyuris*รูปที่ 5 *Difflugia* sp.รูปที่ 6 *Arcella bathystoma*รูปที่ 7 *Pleodorina illinoisensis* (พบมากที่สุด 6 สถานี)

รูปที่ 8 *Euglena spiroides*รูปที่ 9 *Arcella polyopore*

การอภิปรายผล

1. ค่าคุณภาพน้ำ

ค่าคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี จำนวน 8 สถานี พบว่า คุณภาพน้ำในแต่ละสถานีและฤดูกาลในทุกพารามิเตอร์ตลอดการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิมีน้ำอยู่ระหว่าง 25.0-28.5 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างมีค่าระหว่าง 6.25-7.30 จัดว่าเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำโดย pH ที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 6-8 (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 5.4-20.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สรุปว่า ค่าคุณภาพน้ำจาก 8 สถานีทั้ง 2 ฤดูดังกล่าวจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (Environmental Protection Agency, 1973) จากข้อมูลพบว่าแม่น้ำจันทบุรีจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำพอใช้ (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2530)

2. ความหลากหลายชนิดของโพรโทซัว

การศึกษาชนิดและความหลากหลายของโพรโทซัวจากการเก็บตัวอย่าง 2 ฤดู ในแม่น้ำจันทบุรีพบทั้งหมด 17 ชนิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 คลาส 6 สกุล ได้แก่ *Arcella*, *Euglena*, *Diffugia*, *Pleodorina*, *Phacus* และ *Heteronema* ซึ่งพบน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ อินทรา (2541) ศึกษาโพรโทซัวในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อปี 2541 พบโพรโทซัว 4 คลาส ได้แก่ *Ciliata*, *Mastigophora*, *Sarcodina* และ *Sutria* อาจเป็นเพราะคุณภาพน้ำในแม่น้ำจันทบุรีมีการปนเปื้อนของยาฆ่าแมลงและสารปราบวัชพืชจากสวนผลไม้ การศึกษาในครั้งนี้พบจำนวนชนิดโพรโทซัวค่อนข้างน้อยอาจเป็นเพราะแหล่งน้ำที่เก็บตัวอย่างมีอัตราการไหลของน้ำค่อนข้างแรงทำให้พบชนิดโพรโทซัวน้อย เนื่องจากมีการสะสมของแร่ธาตุและจำนวนแพลงก์ตอนพืชน้อย ซึ่งในน้ำไหลสารอาหารหรือแพลงก์ตอนจะถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำได้มากกว่าทำให้พบแพลงก์ตอนทั้งจำนวนและชนิดน้อยกว่าในน้ำนิ่ง (Suthers and Rissik, 2011)

การศึกษานี้พบโพรโทซัวสกุลเด่น คือ *Euglena* พบมากที่สุด 9 ชนิด รองลงมาคือ *Arcella* (4 ชนิด) สอดคล้องกับ ยุวรัตน์ (2551) ศึกษาความหลากหลายชนิดของโพรโทซัวและคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาเขตจังหวัดนนทบุรี พบโพรโทซัว 60 ชนิด สกุลที่เด่น ได้แก่ *Euglena* และ *Phacus* ซึ่งมีจำนวนชนิดมากกว่าการศึกษานี้ที่พบเพียง 17 ชนิด อาจจะเป็นเนื่องมาจากการศึกษานี้เก็บตัวอย่างไม่ได้ทำทุกเดือน การศึกษานี้พบทั้งสกุล *Euglena* และ *Phacus* ซึ่งสามารถใช้ประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำโดยใช้ AARL-PP Score ตามแบบ Peerapornpisal et al. (2004) โดยคิดคะแนนจาก *Euglena* = 10 และ *Phacus* = 8 มีค่าเฉลี่ย = 9 บ่งชี้ได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูง (Eutrophic status)

ค่าคุณภาพน้ำในการศึกษานี้พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ 26.4°C ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย 6.83 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ 8.15 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับ อินทรา (2541) พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าระหว่าง 20.1-34.3°C ความเป็นกรด-ด่าง 5.45-8.48 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าระหว่าง 0.1-8.50 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความแตกต่างกันมากเนื่องมาจากคลองแม่ข่าเป็นคลองที่รับน้ำเสียจากชุมชน และเมื่อพิจารณาถึงชนิดโพรโทซัวที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ น้ำเสีย พบว่า การศึกษานี้มีจำนวนโพรโทซัว 3 ชนิด คือ *E. spirogyra*, *E. tripteris* และ *H. acus* ขณะที่คลองแม่ข่ามี

ชนิดโพรโทซัวที่บ่งชี้ว่าเสียถึง 21 ชนิด จำนวนที่ต่างกันมากเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ส่วนมากเป็นแหล่งต้นน้ำมีการปนเปื้อนน้ำเสียจากชุมชนน้อยกว่าคลองแม่ข่าที่รับน้ำทิ้งจากชุมชน

การศึกษาครั้งนี้พบสกุล *Diffugia* 1 ชนิด และพบ 3 สถานเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ ชนวรรณ และคณะ (2560) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ในเดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม และกันยายน พ.ศ. 2559 พบโพรโทซัวสกุล *Diffugia* มากที่สุด 3 ชนิด เมื่อเทียบกับรายงานของ ธนาทิพย์ และ วิชาญ (2543) พบโพรโทซัวในเขื่อนปากมูล จังหวัดอุบลราชธานี พบสกุลเด่น คือ *Diffugia* และอินทรีรา (2541) พบสกุล *Diffugia* 3 ชนิด แสดงว่า *Diffugia* เป็นโพรโทซัวที่มีการแพร่กระจายหลายพื้นที่ในประเทศไทย

ผลการสำรวจในครั้งนี้พบโพรโทซัว คลาส Phytomastigophora มากที่สุด ทั้งนี้การพบโพรโทซัว คลาส Phytomastigophora มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรด-ด่างของน้ำ คือแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมากก็จะพบโพรโทซัวใน คลาส Phytomastigophora มากเช่นกัน (สุขสรรค์, 2548) ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพของแหล่งน้ำพบว่า มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง 5.4-20.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากแหล่งน้ำที่ศึกษาเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ซึ่งจัดว่าเป็นน้ำคุณภาพดี (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) นอกจากนี้มีโพรโทซัวบางชนิดที่พบในแหล่งน้ำหลายสถาน คือ *E. rostifera* ซึ่งโพรโทซัวกลุ่มนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพน้ำต่าง ๆ กันได้ สอดคล้องกับรายงานของ มนตรี (2551) ว่า *E. rostifera* มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดีสามารถปรับตัวอยู่ได้กับแหล่งน้ำหลายแบบได้

การศึกษาครั้งนี้พบโพรโทซัว *A. bathystoma* สอดคล้องกับ พินิจ และวรณยุภา (2550) ศึกษาความหลากหลายของโพรโทซัวในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบำบัดชีวภาพของโรงงานน้ำตาลมิตรภูเวียง พบว่า *A. bathystoma* พบเฉพาะในแหล่งน้ำสะอาด ดังนั้นแม่น้ำจันทบุรีถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความปนเปื้อนจากมลพิษค่อนข้างน้อย (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

นอกจากนี้ยังพบโพรโทซัว *E. spiroides* ซึ่งเป็นโพรโทซัวที่ต้องการสารอาหารมากในการดำรงชีวิต (สุขสรรค์, 2548) และมีความทนทานต่อคุณภาพน้ำที่มีสารอาหารสูง (โณมยงค์, 2541) เนื่องจากบริเวณที่ศึกษามีการทำการเกษตรค่อนข้างมากและมีการชะล้างของปุ๋ยลงสู่แหล่งน้ำ

3. ความหนาแน่นของโพรโทซัว

โพรโทซัวชนิดที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดในฤดูน้ำหลากคือ *Phacus* sp. จำนวน 200 ตัว/ลิตร ชนิดที่พบหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *A. polypore*, *E. oxyuris* และ *E. tripteris* จำนวน 50 ตัว/ลิตร ส่วนในฤดูแล้งชนิดที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดคือ *E. acus*, *Phacus* sp. และ *H. acus* จำนวน 200 ตัว/ลิตร ชนิดที่พบหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ *A. polypore*, *Arcella* sp. และ *E. tripteris* จำนวน 50 ตัว/ลิตร จากข้อมูลทั้งสองฤดูโพรโทซัว *Phacus* sp. มีความหนาแน่นมากที่สุดแสดงว่าเป็นชนิดที่มีความชุกชุมมากในแม่น้ำจันทบุรี ดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner Index (H') ฤดูแล้งเท่ากับ 2.55 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 2.73 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแต่เนื่องจากจันทบุรีมีฝนตกมากในฤดูน้ำหลากน้ำไหลแรงทำให้สารอาหารถูกพัดพาไปอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีดัชนีความหลากหลายน้อยกว่า ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) ทั้งสองฤดูในการพบโพรโทซัวไม่แตกต่างกัน โดยฤดูแล้งเท่ากับ 0.15 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 0.16

บทสรุป

ผลการศึกษาการศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายของโพรโทซัวในแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ทั้งหมด 8 สถานี เก็บตัวอย่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ $26.4 \pm 0.88^{\circ}\text{C}$ ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย 6.83 ± 0.92 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ 8.15 ± 3.44 มิลลิกรัมต่อลิตร พบโพรโทซัวทั้งหมด 2 คลาส 6 สกุล 17 ชนิด ความหนาแน่นของโพรโทซัวชนิดที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดในฤดูน้ำหลากคือ *Phacus* sp. จำนวน 200 ตัว/ลิตร ชนิดที่พบหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *A. polypore*, *E. oxyuris* และ *E. tripteris* จำนวน 50 ตัว/ลิตร ส่วนในฤดูแล้งชนิดที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดมี 3 ชนิดคือ *E. acus*, *Phacus* sp. และ *H. acus* จำนวน 200 ตัว/ลิตร ชนิดที่พบหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *A. polypore*, *Arcella* sp. และ *E. tripteris* จำนวน 50 ตัว/ลิตร ดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner Index (H') ฤดูแล้งเท่ากับ 2.55 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 2.73 และดัชนี Evenness index ฤดูแล้งเท่ากับ 0.15 ส่วนฤดูน้ำน้อยเท่ากับ 0.16

ข้อเสนอแนะ การศึกษาความหลากหลายของโพรโทซัวในแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ทั้งหมด 8 สถานี เก็บตัวอย่าง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบโพรโทซัวทั้งหมด 2 คลาส 6 สกุล 17 ชนิด การศึกษาครั้งนี้พบ จำนวนชนิดโพรโทซัวค่อนข้างน้อยเนื่องจากเก็บตัวอย่างเพียงสองเดือน ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรเก็บตัวอย่างทุกเดือน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่หลากหลายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2538). พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม: กรุงเทพฯ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2546). รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำ 2546. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ: กรุงเทพฯ.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2537). เรื่องการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน ประกาศ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ: กรุงเทพฯ.
- โหมยงค์ ไชยอุบล. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนวรรณ ไทวรรณ, บัณฑิตา สวัสดิ์ และจุฑารัตน์ แก่นจันทร์. (2560). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำเสียว ในเขตจังหวัดมหาสารคาม. รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาสารคาม.
- ธนาทิพย์ แผลมคม และวิษณุ แก้วเลื่อน. (2543). การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนปากมูล. ใน การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 39 สาขาประมง. 5-7 กุมภาพันธ์ 2544 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 70-79.
- นันทพร จารุพันธุ์. (2547). โพรโทซัวและจุลชีพสัตว์ในน้ำจืด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- นันทพร จารุพันธุ์ และบพิตร จารุพันธุ์. (2542). การสำรวจโปรโตซัวน้ำจืดในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- บพิตร จารุพันธุ์. (2545). สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โพรโทซัวถึงทาร์ดิกราดา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- บพิตร จารุพันธุ์. (2546). โพรโทซัววิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- บพิตร จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. (2538). สัตววิทยา Zoology. รุ่งวัฒนาการพิมพ์: กรุงเทพฯ.
- บพิตร จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. (2539). โปรโตซัวในแหล่งน้ำจืด. ห้างหุ้นส่วนจำกัดพินิจพิสัย: กรุงเทพฯ.
- บพิตร จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. (2542). การสำรวจโปรโตซัวน้ำจืดในประเทศไทย. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- บพิตร จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. (2549). โพรโทซัวในแหล่งน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- พินิจ หวังสมนึก, ภูวนธร กรพันธุ์ และสมพงษ์ ดุลย์จินดาบวร. (2547). ความหลากหลายของโปรโตซัวในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 32(1): 53-69.
- พินิจ หวังสมนึก และวรุณยุภา เย็นเฉื่อย. (2550). ความหลากหลายของโพรโทซัวในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพของโรงงานน้ำตาลมิตรภูเวียง. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 35(4): 264-276.
- เพชร ประสานบุญ, สุรินทร์ เมตรดาชีพ และพรกฤษณ์ ดำรงโรจน์วัฒนา. (2548). การศึกษาโพรโทซัวในเขื่อนคลองท่าด่าน จังหวัดนครนายก. ค้นเมื่อ 16 กันยายน 2565. <http://kucon.lib.ku.ac.th/FullText/KC4505070.pdf>.

- ภูวนธร กรพันธ์. (2546). ความหลากหลายของโปรโตซัวในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มนตรี ประเสริฐฤทธิ์. (2551). การกระจายตัวและความหลากหลายชนิดของโปรโตซัวและสัตว์น้ำขนาดเล็กในคลองสมถวิลเทศบาลเมืองมหาสารคาม. โรงเรียนบางกะปิ: กรุงเทพฯ.
- ยุวรัตน์ ปรมิตนาภรณ์. (2551). ปัจจัยทางเคมี-กายภาพของระบบนิเวศน้ำจืดที่สัมพันธ์กับความหลากหลายชนิดของโปรโตซัวตามฤดูกาลกรณีศึกษาในแม่น้ำเจ้าพระยา เขตจังหวัดนนทบุรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. วารสารวิจัย มสค สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 3(1): 21-34.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. (2547). แพลงก์ตอนสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. (2546). คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย. (2544). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริเพ็ญ สุภัทราวิวัฒน์. (2552). สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ. โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.
- สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. (2530). เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด. เอกสารวิชาการ. ฉบับที่ 75.
- สุขสรรค์ ชูบุญ. (2548). ความสัมพันธ์ของโปรโตซัวและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วและห้วยตึงเฒ่า จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อินทรา ประเกียรติ. (2541). ความหลากหลายของโปรโตซัวและคุณภาพน้ำในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Charubhan B. and Charubhan N. (2000). Biodiversity of Freshwater Protozoa in Thailand. Kasetart Journal (Natural Science). 34: 486-494.
- Environmental Protection Agency. (1973). Water Quality Criteria, 1972. A Report of the Committee on Quality Criteria, Environmental Studies Board, U.S. Government Printing Office: Washington D.C.
- Farmer J.N. (1980). The Protozoa: Introduction to Protozoology. 1st Edition. The C. V. Mosby Company: St. Louis.
- Grell K.G. (1973). Protozoology. Toppen Printing Co.(S) Pte. Ltd., Singapore.
- Kudo R.R. (1966). Protozoology 5th Edited. Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois.
- Jithlang I. and Wongrat L. (2006). Composition and distribution of zooplankton in the Pasak Jolasid Reservoir, Lop Buri Province. Kasetart University Fisheries Research Bulletin. 30: 1-18.
- Nolan A.K. and Callahan E.J. (2006). Beachcomber Biology: The Shannon-Weiner Species Diversity Index. 367 ABLE 2005 Proceedings. Blacksburg, Virginia. 334-338.
- Peerapornpisal Y., Chaiubol C., Pekkoh J., Kraibut H., Chorum M., Wannathong P., Ngearnpat N., Jusakul K., Thammathiwat A., Chuanunta J. and Inthasotti T. (2004). Monitoring of water quality in Ang Kaew reservoir of Chiang Mai University using phytoplankton as bioindicator from 1995-2002. Chiang Mai Journal of Science. 31(1): 85-94.
- Shannon C.E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal. 27(3): 379-423.
- Suther L.M. and Rissik D. (2011). Plankton. Csiro Publishing. Australia.
- Wongrat L. and Pipatcharoenchai W. (2003). Zooplankton of Kanchanaburi Province. Kasetart University Fisheries Research Bulletin. 25: 8-29.