

การใช้โปรโตซัวในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา The Usage of Protozoa for Water Quality Monitoring in Lumpaya Sub district, Muang District, Yala Province

รอฮานา ดาฮาเสง¹ วิสสา คงนคร² และ พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี³

¹ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 15 ถ.กาญจนวนิชย์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

โทรศัพท์ : 086-2981051 E-mail: rohana93@hotmail.com

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 15 ถ.กาญจนวนิชย์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

31 หมู่ 6 ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84000

บทคัดย่อ

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการใช้โปรโตซัวในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำดำเนินการศึกษาแหล่งน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ระหว่างเดือนสิงหาคม 2553 - สิงหาคม 2554 โดยศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีและผลการศึกษาดังนี้ อัตราการไหลของน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ $0.47 \text{ m/s} \pm 0.36$ อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ $26.18 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.88$ ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย 8.11 ± 0.69 การนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยคือ $54.03 \text{ }\mu\text{s/cm} \pm 12.55$ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ 6.46 ± 1.08 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำมีค่าเฉลี่ยคือ $1.49 \text{ mg/L} \pm 0.56$ ปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีค่าเฉลี่ยคือ $1.53 \text{ mg/L} \pm 0.58$ ปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าเฉลี่ยคือ $1.76 \text{ mg/L} \pm 0.92$ ปริมาณไนโตรเจนไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยคือ $2.49 \text{ mg/L} \pm 1.06$ ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยคือ $0.14 \text{ mg/L} \pm 0.21$ ตามลำดับ โดยคุณภาพน้ำในทุกสถานีไม่มีความแตกต่างกันยกเว้น ค่าการนำไฟฟ้า DO NO₃ และ NH₃ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่ทั้งนี้คุณภาพน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียงโดยรวม จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน ส่วนการศึกษาชนิดโปรโตซัว พบโปรโตซัวทั้งสิ้น 53 ชนิด จำแนกได้ 3 Class ดังนี้ (1) Class Mastigophora 25 ชนิด (2) Class Sarcodina 8 ชนิด และ (3) Class Ciliata 20 ชนิด โดยมีโปรโตซัวจำนวน 22 ชนิด ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาวะแวดล้อมของน้ำ คือ อัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ pH conductivity DO BOD ปริมาณฟอสฟอรัสรวม TKN NO₃ และ NH₃ และโปรโตซัวที่สำรวจในครั้งนี้สามารถนำมาใช้ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำเบื้องต้นในพื้นที่ตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียงจำนวน 11 ชนิด ได้แก่ *Litonotus fasiola*, *Euglena geniculata*, *Euglena caudate*, *Euglena ehrenbergi*, *Glenodinium* sp., *Halteria grandinella*, *Phacus pleuronectes*, *Peranema trichophorum*, *Trachelomonas piscatoris*, *Actinobolina radians* และ *Chilodotopsis vorax*

คำสำคัญ : โปรโตซัว, การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ, ตำบลลำพะยา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

Abstract

The monitoring of water quality and the usage of protozoa for water quality assessment in Lumpaya Subdistrict, Muang District, Yala Province were investigated between August 2010 - August 2011. The water qualities of the study sites were water velocity $0.47 \pm 0.36 \text{ m/s}$, water temperature $26.18 \pm 1.88 \text{ }^{\circ}\text{C}$, pH 8.11 ± 0.69 , electrical conductivity $54.03 \pm 12.55 \text{ }\mu\text{s/cm}$, dissolved oxygen $6.46 \pm 1.08 \text{ mg/L}$, bio oxygen demand $1.49 \pm 0.56 \text{ mg/L}$, total phosphorus $1.53 \pm 0.58 \text{ mg/L}$, Total Kjeldahl Nitrogen $1.76 \pm 0.92 \text{ mg/L}$, nitrate nitrogen $2.49 \pm 1.06 \text{ mg/L}$, ammonia nitrogen $0.14 \pm 0.21 \text{ mg/L}$. The water quality of sampling sites was at level 2 according to the Thai Water Pollution Standard. The investigation of protozoa showed that 3 Classes and 53 species of protozoa were recorded, 25 species of class Mastigophora, 8 species of Class Sarcodina, and 20 species of Class Ciliata. The water quality parameters that correlated with the protozoa 22 species were water velocity, water temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), total phosphorus, Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), Nitrate Nitrogen (NO₃) and ammonia nitrogen (NH₃). But eleven species of protozoa that may be used as a bio-indicator of water quality were *Litonotus fasiola*, *Euglena geniculata*, *Euglena caudate*, *Euglena ehrenbergi*, *Glenodinium* sp., *Halteria grandinella*, *Phacus pleuronectes*, *Peranema trichophorum*, *Trachelomonas piscatoris*, *Actinobolina radians* และ *Chilodotopsis vorax*

Keywords : protozoa, monitoring of water quality, Lumpaya Sub district, Muang District, Yala Province

1. บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีการใช้ในการดำเนินกิจกรรม ของมนุษย์ทั้งทางด้านอุปโภค บริโภค อุตสาหกรรมและการเกษตร จากการใช้ประโยชน์ดังกล่าวส่งผลตามมาคือ การปนเปื้อนของสารมลพิษลงสู่แหล่งน้ำ [1] ซึ่งเป็นที่แน่ชัดว่าคุณภาพน้ำภายหลังผ่านการใช้ประโยชน์จะมีคุณภาพที่เลวลงไปจากเดิมทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีววิทยา เมื่อมีการปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม ก็จะส่งผลต่อคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนั้น พื้นที่ตำบลลำพะยา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา เป็นพื้นที่ที่มีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำมากมาย และยังเป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำสายสำคัญ มีการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั้งในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน การประกอบอาชีพการเกษตรของชาวบ้าน อีกทั้งพื้นที่ดังกล่าวนี้มีสภาพที่อุดมสมบูรณ์ มีความสวยงามทางธรรมชาติ จึงมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยว ทำให้สภาพพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปและแหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำเสื่อมลง [2]

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นมาตรการหนึ่งในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยการดำเนินการเพื่อทราบถึงสถานภาพปัจจุบันของแหล่งน้ำ เป็นประโยชน์เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาที่จะเกิดในอนาคต การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพหรือการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่ได้รับความสนใจ โดยสิ่งมีชีวิตที่มีการใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (bioindicator) ประกอบด้วย ปลา สาหร่าย แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดินและโปรโตซัว ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ [3]

โปรโตซัวเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวพวกยูคาริโอต (Eukaryote) ที่มีขนาดเล็ก ปรากฏอยู่ทั่วไปตามแหล่งน้ำทั้งสภาพน้ำนิ่ง และน้ำไหล การที่มีเชื้อหุ้มเซลล์ที่ขอบบางทำให้มันมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมภายนอกได้อย่างรวดเร็ว และมีความต้องการสิ่งแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง ทั้งนี้การเจริญเติบโตของมันเป็นไปอย่างรวดเร็วในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม โดยชนิดของโปรโตซัวเหมือนกันหรือแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาวะเคมี และหรือฟิสิกส์ของแหล่งน้ำนั้น [4] โปรโตซัวบางชนิดสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นว่าดีหรือเสียได้ [5] กล่าวว่าโปรโตซัวสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ในการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศของแหล่งน้ำได้ เช่น *Synura uvella* และ *Stentor polymorphus* เป็นโปรโตซัวที่พบในแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนสูง [6] มีการยืนยันการพบ โปรโตซัวสกุล *Metopus* ในสภาพน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ [7] และพบว่าในสภาพที่คุณภาพน้ำมีความแตกต่างกัน เช่น ปริมาณของแบคทีเรียที่เป็นอาหารของโปรโตซัว ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนียไอออน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายอยู่ในน้ำมีปริมาณต่างกัน จะส่งผลต่อชนิดของโปรโตซัว คุณสมบัตินี้ดังกล่าวทำให้มีการใช้โปรโตซัวเป็นดัชนีทางชีวภาพบ่งบอกคุณภาพน้ำ

การใช้โปรโตซัวในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ทำให้ทราบถึงชนิดการดำรงชีวิตของโปรโตซัว และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ รวมทั้งการวิจัยครั้งนี้ยังสามารถทราบถึงชนิดของโปรโตซัวเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำได้ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทาง

ในการจัดการทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมและยั่งยืนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อประเมินคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยา
- 2.2 ศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของโปรโตซัว
- 2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของโปรโตซัวกับคุณภาพน้ำเพื่อทราบถึงชนิดของโปรโตซัวที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยา

3. แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โปรโตซัวซึ่งเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อมได้เนื่องจากการปรากฏชนิดของโปรโตซัวบางชนิดในแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำเช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิของน้ำ ระดับความลึกของความโปร่งแสง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัส ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยที่โปรโตซัวบางชนิดจะพบเฉพาะในน้ำเสียมาก บางชนิดพบเฉพาะในน้ำสะอาด เมื่อนำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรโตซัวกับคุณภาพน้ำ พบว่าโปรโตซัวบางชนิดอาจจะใช้เป็นดัชนีชีวภาพบ่งบอกคุณภาพน้ำได้ เช่น *Aspidisca costata*, *Chilodonella cullulus*, *Cyclidium glaucoma*, *Euplotes aediculatus*, *Entosiphon sp.*, *Euglena caudate*, *E. ehrenbergii*, *Euglena polymorpha*, *Euglena sp.*, *Phacus spp.* และ *Diffugia spp.* *Phacus torta*, *Trachelomonas armata*, *Trachelomonas sp.3*, *Trachelomonas sp.4*, *Chlamydomonas sp.*, *Pandorina morum*, *Glenodinium sp.* และ *Podophyra fixa* ทั้งนี้โปรโตซัวดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพชี้วัดคุณภาพน้ำสำหรับแหล่งน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาได้แก่

พินิจ หวังสมนึก ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบำบัดชีวภาพของโรงงานน้ำตาลมิตรวิเชียร พบว่าจำนวนและความแตกต่างของชนิดโปรโตซัวเนื่องมาจากความแตกต่างด้านกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำ เช่น ค่าความกรด-ด่าง อุณหภูมิ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ โปรโตซัวบางชนิดพบเฉพาะในน้ำเสียมาก เช่น *Podophyra colloni*, *P. fixa*, *Spirotomum teres* และ *Acinaria incurvata* บางชนิดพบเฉพาะในน้ำสะอาด เช่น *Amphileptus crapareder*, *Lacrymaria olor*, *Tetrahymena vorax*, *Entosiphon sulcatum*, *Distigmopsis grossei* and *Arcella bathystoma* โปรโตซัวเหล่านี้อาจใช้เป็นดัชนีชีวภาพชี้วัดคุณภาพน้ำได้ [14]

สุสรุทธิ์ ชูบุญ ได้ศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว และอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการสำรวจชนิดของโปรโตซัวพบว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณของโปรโตซัวจากสองแหล่ง Class

Ciliata และ Class Sarcodina มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วน Class Mastigophora และ Class Suctorina ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนผลการประเมินคุณภาพน้ำสามารถจัดคุณภาพน้ำอยู่ในประเภทที่ 2-3 เมื่อนำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพธิ์กับคุณภาพน้ำพบว่า ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว ปริมาณของโพธิ์ Class Mastigophora และ Class Ciliata มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบแปรผกผันกับปริมาณฟอสฟอรัส ส่วน Class Sarcodina มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบแปรผกผันกับ DO และสำหรับปริมาณโพธิ์ในอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเคี่ยนพบว่า Class Mastigophora มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบแปรผันตรงกับอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิของอากาศ และ pH แต่แปรผกผันกับ ระดับความลึกของความโปร่งแสง และ DO และ Class Ciliata มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบแปรผันตรงกับระดับความลึกของความโปร่งแสง ความกระด้าง และความขุ่น และ Class Sarcodina มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบแปรผันตรงกับอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิของอากาศ และ pH แต่แปรผกผันกับระดับความลึกของความโปร่งแสง ความกระด้าง ในขณะที่ Class Suctorina มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบแปรผันตรงกับปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน [15]

พินิจ หวังสมนึก และคณะ ทำการศึกษาความหลากหลายของโพธิ์ในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น โดยทำการสำรวจระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544 ถึงเดือนมิถุนายน 2545 พบโพธิ์รวมทั้งสิ้น 78 ชนิด และพบว่าโพธิ์ที่อาจจะใช้เป็นดัชนีชีวภาพบ่งบอกคุณภาพน้ำได้มี 15 ชนิด คือ *Aspidisca costata*, *Chilodonella cullulus*, *Cyclidium glaucoma*, *Euplotes aediculatus*, *Entosiphon* sp., *Euglena caudate*, *E. ehrenbergii*, *Phacus torta*, *Trachelomonas armata*, *Trachelomonas* sp.3, *Trachelomonas* sp.4, *Chlamydomonas* sp., *Pandorina morum*, *Glenodinium* sp. และ *Podophrya fixa* สำหรับการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบางประการพบว่า คุณภาพน้ำในสถานีเก็บตัวอย่างน้ำต่าง ๆ จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน และปี 2545 ได้สำรวจโพธิ์ในบางพื้นที่ของเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ระหว่างเดือนมิถุนายน 2544 ถึงเดือนมกราคม 2545 รวมระยะเวลา 8 เดือน พบโพธิ์ 4 Class รวมทั้งสิ้น 47 ชนิด และพบว่า Class Ciliata, Mastigophora และ Sarcodina มีการกระจายตัวคล้ายกันในสถานีที่เก็บตัวอย่าง ส่วน Class Suctorina พบการกระจายตัวค่อนข้างน้อย สำหรับคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบางประการพบว่าคุณภาพน้ำจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน [12]

ณัฐนันท์ ประยูรชาญ ได้ศึกษาความหลากหลายของโพธิ์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยทำการศึกษาดูโพธิ์ในน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน คือ น้ำเสียก่อนได้รับการบำบัดและน้ำเสียหลังได้รับการบำบัดจำนวน 6 บ่อ ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น น้ำคุณภาพดีจากสระพลาสติก ในเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่น และจากแหล่งน้ำกร่อย ในเขตตำบลโคกสูง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบโพธิ์ทั้งหมด 14 Class 116 ชนิด จากผลการศึกษสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามประเภทของแหล่งน้ำได้แก่ 1) โพธิ์ที่พบเฉพาะในน้ำ

สะอาด พบทั้งหมด 39 ชนิด, 2) โพธิ์ที่พบในบ่อน้ำเสียก่อนได้รับการบำบัด พบทั้งหมด 57 ชนิด และ 3) โพธิ์ที่พบในน้ำกร่อย พบทั้งหมด 43 ชนิด นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งโพธิ์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ได้อีกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำประเภทต่าง ๆ ดังนี้ (1) โพธิ์ที่พบเฉพาะในบ่อน้ำเสียก่อนได้รับการบำบัดในช่วงฤดูแล้งมีทั้งหมด 13 ชนิด ได้แก่ *Acineria incurvata*, *Echinospaerium* sp., *Anthophysys vegetans*, *Arcella vulgaris*, *Ceratium furca*, *Epistylis* sp., *Loxodes striata*, *L.vorax*, *Metopus* sp., *Paraurostyla weissei*, *Phacus ramula*, *Sphaenophrya* sp. และ *Stentor polymorphus* โพธิ์เหล่านี้อาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความเสียมาก (2) โพธิ์ที่พบเฉพาะในน้ำสะอาดจากสระพลาสติกมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงฤดูแล้ง มีทั้งหมด 17 ชนิด ได้แก่ *Euplotes affinis*, *Tokophrya lemnae*, *Amoeba* sp., *Centropyxis* sp., *Chilodonella ucinata*, *Coleps elongatus*, *C. hirtus*, *Euglena* sp.2, *Halteria grandinella*, *Heleopera petricola*, *Onychodromopsis flexilis*, *Oxytricha bifaria*, *Spathidium* sp., *Stylonychia pustulata*, *Trachelomonas piscatoris*, *Uronema* sp., และ *Vahlkampffia* sp. โพธิ์เหล่านี้อาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาดได้ (3) โพธิ์ที่พบเฉพาะในน้ำกร่อย เขตตำบลโคกสูง ในช่วงฤดูแล้งมีทั้งหมด 16 ชนิด ได้แก่ *Arcella bathystoma*, *Arcella* sp., *Condylostoma arenarium*, *Euglena geniculata*, *Heteronema* sp., *Holotricha* sp., *Linostoma* sp., *Loxophyllum helus*, *Mayorella bigemma*, *Phacus monilata*, *Pleuronema crassum*, *Pleurotricha grandis*, *Prorodon discolor*, *Raphidiophrys* sp., *Uroleptus limnetis* และ *Loxocephalus plagius* โพธิ์เหล่านี้อาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้บ่งบอกสภาวะน้ำกร่อยได้ [13]

(ยุวรัตน์ ปรมีศนาภรณ์, 2550) โพธิ์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อมได้ ผู้วิจัยจึงศึกษาสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบแม่น้ำเจ้าพระยาช่วง จนนทบุรี (ตามแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินรอบจังหวัดนนทบุรี พ.ศ. 2548) ที่มีผลต่อชนิดของโพธิ์ โดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างเป็น 5 สถานีตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงฤดูฝน (ธ.ค. 2548 - ก.พ. 2549) พบโพธิ์ 7 ชนิด 55 ชนิด มากกว่าในฤดูแล้ง (มิ.ย. - ส.ค. 2549) คือ 4 ชนิด 24 ชนิด บริเวณพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรมมีความหลากหลายชนิดของโพธิ์มากที่สุด (58 ชนิด) นอกจากนั้นยังพบโพธิ์ที่มีความสัมพันธ์ กับปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 95 คือ *Euglena polymorpha*, *Euglena* sp., *Phacus* spp. และ *Diffugia* spp. ซึ่งสามารถนำมาเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับแหล่งน้ำได้

(ธนาคม ธรรมชื่น ได้สำรวจชนิดของโพธิ์เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำสะลงในวิทยาเขต-ห้วยแอ่ง อำเภอแรมเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละประมาณ 1 เดือน พบโพธิ์ 6 สปีชีส์ใน 2 Class Sarcodina 1 สปีชีส์ คือ *Amoeba* sp. และ Class Ciliate 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Vorticella* sp., *Coleps* sp., *Paramecium caudatum*

และ *Tetrahymena pyriformis* โปรโตซัวที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ ได้แก่ *Paramecium caudatum* และ *Vorticella* sp. บ่งชี้คุณภาพน้ำว่าเป็นน้ำปกติ ส่วน *Coleps* sp. และ *Amoeba* sp. บ่งชี้คุณภาพน้ำว่าเป็นน้ำที่เริ่มเน่าเสีย และจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากอ่างเก็บน้ำสะลง ในวิทยาเขตสะลง-ชีเหล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำผิวดินของกระทรวงสาธารณสุข พบว่า อุณหภูมิ ความขุ่น pH และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำถือว่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

4. วิธีดำเนินงาน

4.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำโดยพิจารณาจากสภาพการใช้พื้นที่ที่แตกต่างกันได้แก่ บริเวณชุมชน, พื้นที่การเกษตร, บริเวณป่าต้นน้ำ รวมทั้งสิ้น 12 จุด โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 4 ครั้ง คือตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554

4.2 การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมี โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง ได้แก่ วัด pH ของน้ำโดยใช้ pH meter วัดอุณหภูมิของน้ำ โดยใช้ thermometer วัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้ conductivity meter และเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen : DO) โดยใช้วิธี Iodometric แบบ Azide Modification Method วัด

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Biochemical Oxygen Demand : BOD) โดยใช้วิธี Iodometric แบบ Azide Modification Method ตรวจวัดปริมาณสารอาหาร คือ Total Phosphorus ด้วยวิธี Ascorbic acid ด้วยเครื่อง UV – Spectrophotometer, Total Nitrogen ด้วยวิธี Kjeldahl method ในเตรทไนโตรเจน โดยวิธี Cadmium Reduction และ แอมโมเนียมไนโตรเจน โดยวิธี Nesslerization

4.3 เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับตรวจหาโปรโตซัว โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำที่ทำการศึกษาในแนวราบ (Horizontal Sampling) ขนานกับผิวน้ำด้วย โดยใช้ถุงลากพลาสติกตอน (plankton net) ขนาดตาข่าย 20 ไมโครเมตร ลากบริเวณผิวน้ำที่อยู่ห่างฝั่ง 1 - 5 เมตร และใช้กระบอกตักน้ำบริเวณผิวน้ำที่อยู่ใกล้ฝั่งให้ได้น้ำที่ลอยอยู่ผิวน้ำติดมาด้วย รวมทั้งเก็บดินบริเวณพื้นที่ตื้น น้ำ และพืชน้ำในบริเวณที่เก็บตัวอย่างด้วย จากนั้นทำการ ตรวจหาโปรโตซัวน้ำจืดใส่ขวดปิดฝาให้สนิท ระบุจุดเก็บตัวอย่าง วันเดือนปี ติดข้างขวด จากนั้นทำการศึกษาจำแนกชนิดของโปรโตซัว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์และถ่ายภาพโปรโตซัวทุกชนิด ทั้งนี้อ้างอิงจากเอกสารหลัก [9-11]

4.4 ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดของโปรโตซัวเพื่อทราบถึงชนิดของโปรโตซัวที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้วัดคุณภาพน้ำโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ



ภาพที่ 1 แผนที่การไหลผ่านของน้ำในบริเวณตำบลลำพะยา จังหวัดยะลา

5. ผลการศึกษา/การทดลอง

5.1 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี

การศึกษาคูณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบางประการของแหล่งน้ำ ในพื้นที่ตำบลลำพะยา และพื้นที่ใกล้เคียงของอำเภอเมือง จังหวัดยะลา พบว่า อัตราการไหลของน้ำมีค่าระหว่าง 0.00-1.37 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 0.47 ± 0.36 m/s อุณหภูมิของน้ำมีค่าระหว่าง $24.75-31.88^{\circ}\text{C}$ โดยมีค่าเฉลี่ยคือ $26.18 \pm 1.88^{\circ}\text{C}$ ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าระหว่าง 7.26-9.41 มีค่าเฉลี่ย 8.11 ± 0.69 การนำไฟฟ้า มีค่าระหว่าง 35.58-76.33 $\mu\text{s}/\text{cm}$ โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 54.03 ± 12.55 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าระหว่าง 4.25-7.88 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 6.46 ± 1.08 mg/l ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ มีค่าระหว่าง 1.03-2.44 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 1.49 ± 0.56 mg/l ปริมาณฟอสฟอรัสรวม มีค่าระหว่าง 0.65-2.59 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 1.53 ± 0.58 mg/l ปริมาณไนโตรเจนรวม มีค่าระหว่าง 0.50-3.75 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 1.76 ± 0.92 mg/l ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน มีค่าระหว่าง 1.25-4.84 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 2.49 ± 1.06 mg/l ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน มีค่าระหว่าง 0.02-0.78 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 0.14 ± 0.21 mg/l

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังกล่าวนำมาจัดกลุ่มโดยวิธี cluster analysis และสามารถแบ่งจุดศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม (ตาราง 2) คือ กลุ่มที่ 1 เป็นพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำปนเปื้อนของสารอาหารที่มาจากจากการทำการเกษตร ซึ่งได้แก่ สถานีที่ 5,7,8 และ 9 กลุ่มที่ 2 เป็นพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำปนเปื้อนของสารอาหารมากกว่าและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าพื้นที่กลุ่มอื่นเนื่องจากอยู่ในบริเวณแหล่งชุมชน ซึ่งได้แก่สถานีที่ 10,11 และ 12 และกลุ่มที่ 3 เป็นพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำปนเปื้อนสารมลพิษน้อยเนื่องจากอยู่ในเขตบริเวณป่าธรรมชาติ ซึ่งได้แก่สถานีที่ 1,2,3,4 และ 6 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำระหว่างกลุ่มพื้นที่ศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำในแต่ละกลุ่มพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในส่วนของความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ส่วนอัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสรวม ปริมาณไนโตรเจนรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 กลุ่มพื้นที่ศึกษา ($p > 0.05$) แต่คุณภาพน้ำโดยรวมแล้วจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 [8]

5.2 การศึกษาชนิดโพรโทซัว

ชนิดของโพรโทซัวที่พบในแหล่งน้ำตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียงระหว่างเดือนสิงหาคม 2553 ถึงเดือนสิงหาคม 2554 มีจำนวนทั้งสิ้น 53 ชนิด โดยจำแนกตามหลักการของ Kudo (1996) ได้เป็น 3 Class [9] ดังนี้ (1) Class Mastigophora 25 ชนิด (2) Class Sarcodina 8 ชนิด และ (3) Class Ciliata 20 ชนิด (ตาราง 1) ทั้งนี้โพรโทซัวที่พบดังกล่าวมีบางชนิดพบเฉพาะบางสถานี และบางชนิดพบได้หลายสถานี โดยโพรโทซัวที่พบเฉพาะส่วนโพรโทซัวที่พบเฉพาะในพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 1 ได้แก่ *Trachelomonas hispida*, *Centropyxis aculeate*, *Centropyxis hemisphaerica*, *Pernadochlamys arcelloides*,

Frontonia leucus, *Litonotus fasilola* และโพรโทซัวที่พบเฉพาะในพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 2 ได้แก่ *Euglena anabaena*, *Euglena geniculata*, *Euglena caudate*, *Euglena ehrenbergi*, *Euglena spiroides*, *Glenodinium sp.*, *Phacus sp.*, *Halteria grandinella*, *Paramecium bursaria*, *Sphaerophyra magna* โพรโทซัวที่พบเฉพาะในพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 3 นั้น ได้แก่ *Entosiphon sulcatum*, *Euglena oxyuris*, *Phacus acuminatus*, *Phacus pleuronectes*, *Peranema trichophorum*, *Trachelomonas horrid*, *Trachelomonas piscatoris*, *Trachelomonas urceolata*, *Difflugia oblongata*, *Euglepha filifera*, *Actinobolina radians*, *Chilodotopsis vorax*, *Cyclidium glaucoma*, *Neobursaridium Paramecium multimicronucleatum*, *Uroleptus longicaudata*

5.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโพรโทซัวกับคุณภาพน้ำ

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำและชนิดของโพรโทซัวที่พบในแหล่งน้ำมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำบางประการกับชนิดของโพรโทซัวที่พบในแหล่งน้ำด้วย Pearson's correlation of coefficient ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$ (ตาราง 2) พบว่า อัตราไหลของน้ำมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับชนิดของโพรโทซัวคือ *Actinobolina radians*, *Euglena caudate*, *Euglena ehrenbergi*, *Glenodinium sp.*, *Spirotomum minus*, *Peranema trichophorum* และ *Stentor polymorpha* อุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Chlamydomonas angolosa*, *Chilodotopsis vorax*, *Pandorina morum* และ *Trachelomonas piscatoris* ความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Arcella polyphora*, *Chilodotopsis vorax*, *Colep hirtus*, *Euglena geniculata*, *Pandorina morum*, *Phacus longicaudata* และ *Stentor roeseli* แต่แปรผกผันกับ *Actinobolina radians* ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Actinobolina radians* ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงแปรผกผันกับ *Actinobolina radians*, *Euglena oxyuris* และ *Glenodinium sp.* ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Arcella bathystoma* ปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Actinobolina radians*, *Glenodinium sp.* แต่แปรผกผันกับ *Stylonychia mytilus* ปริมาณไนโตรเจนรวมมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Euglena caudate*, *Euglena ehrenbergi*, *Glenodinium sp.*, *Peranema trichophorum*, *Spirotomum minus* และ *Stentor polymorpha* ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Actinobolina radians*, *Euglena oxyuris*, *Glenodinium sp.* และ *Halteria grandinella* ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนมีความสัมพันธ์เชิงแปรผันตามกับ *Actinobolina radians*, *Euglena oxyuris*, *Glenodinium sp.*, *Halteria grandinella*, *Litonotus fasilola* และ *Phacus pleuronectes* จากความสัมพันธ์ดังกล่าวประกอบกับการพิจารณาแหล่งอาศัยของโพรโทซัว พบว่าโพรโทซัวที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำจำนวน 11 ชนิด ได้แก่

Euglena caudata, *Euglena ehrenbergi*, *Glenodinium* sp., *Halteria grandinella*, *Trachelomonas piscatoris*, *Litonotus fassola*, *Euglena geniculata*, *Phacus pleuronectes*, *Peranema trichophorum*, *Actinobolina radians* และ *Chilodotopsis vorax*

6. การอภิปรายผล

จากผลการศึกษาคูณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีในพื้นที่ตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียงจำนวน 12 สถานี ในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคม 2553 ถึง เดือนสิงหาคม 2554 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของน้ำระหว่าง $24.75-31.88 \pm 1.88$ °C ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิของแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั่วไป คือ $23-32$ °C และใกล้เคียงกับการศึกษาของ [15] ส่วนความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง $7.26-9.41 \pm 0.69$ ซึ่งเป็นช่วงความเป็นกรดต่างของแหล่งน้ำธรรมชาติคือมีค่าอยู่ในช่วง 5-9 (4) แต่ช่วงความเป็นกรดต่างที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำจะอยู่ในช่วง 6-8 [16] โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 7.26 ที่สถานีที่ 12 ซึ่งมีความแตกต่างกับสภาพแหล่งน้ำโดยรวมที่มีสภาพค่อนข้างเป็นด่างหรือ pH มากกว่า 7 ทั้งนี้เนื่องจากในบริเวณใกล้เคียงสถานีที่ 12 มีโรงงานอุตสาหกรรมยางพารา ซึ่งอาจทำให้แหล่งน้ำมีการปนเปื้อนสารเคมีจากอุตสาหกรรมดังกล่าวทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดสูงกว่าบริเวณอื่น [17] ส่วนการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยระหว่าง $35.58-76.33 \pm 12.55$ $\mu\text{S/cm}$ จัดอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนดค่าการนำไฟฟ้าของแหล่งน้ำผิวดินจะไม่เกิน $1,000$ $\mu\text{S/cm}$ (4) โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 35.58 $\mu\text{S/cm}$ ที่สถานีที่ 1 เนื่องจากเป็นบริเวณป่าธรรมชาติ แหล่งน้ำจึงมีการปนเปื้อนของสิ่งเจือปนต่าง ๆ น้อย ค่าการนำไฟฟ้าจึงต่ำ ส่วนสถานีที่ 12 มีค่าเฉลี่ยของการนำไฟฟ้าสูงที่สุดเท่ากับ 76.33 $\mu\text{S/cm}$ เนื่องจากแหล่งน้ำอาจปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์จากชุมชนและอุตสาหกรรมยางพาราที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง และส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มีปริมาณต่ำกว่าจุดศึกษาอื่น [18] คือ 4.25 mg/l และมีปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ (2.44 mg/l) ซึ่งต่ำกว่าจุดศึกษาอื่น และพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสรวม (2.59 mg/l) ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (4.84 mg/l) และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (0.78 mg/l) สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ อาจเป็นเพราะมีการปนเปื้อนของสารอาหารที่มาจาก การปล่อยน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ [19] เนื่องจากเป็นบริเวณชุมชนมีทั้งบ้านเรือนหนาแน่นกว่าบริเวณสถานีอื่น แต่ทั้งนี้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูงสุดในแหล่งน้ำสถานีที่ 12 ก็มีค่าไม่เกิน 1.00 mg/l ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำธรรมชาติปกติ สำหรับปริมาณไนโตรเจนรวม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง $0.50-3.75 \pm 0.92$ mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.50 mg/l ที่สถานีที่ 3 และ 9 และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.75 mg/l ที่สถานีที่ 11 ทั้งนี้บริเวณดังกล่าวก็เป็นแหล่งชุมชนหนาแน่นด้วยเช่นกัน และใน

การศึกษาค้นคว้าพบว่าคุณภาพน้ำบางประการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่มของพื้นที่ศึกษา คือ ค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งปกติแล้วน้ำในธรรมชาติจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสารเจือปนอยู่ในน้ำมากน้อยแตกต่างกัน และขึ้นกับแหล่งที่มาของน้ำนั้น [20] แต่ทั้งนี้คุณภาพน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียงจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 สามารถนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้แต่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน [8]

สำหรับผลการสำรวจในครั้งนี้พบโปรโตซัวในแหล่งน้ำพื้นที่ตำบลลำพะยาและบริเวณใกล้เคียงพบโปรโตซัว Class Mastigophora มากที่สุด [21] ทั้งนี้การพบโปรโตซัว Class Mastigophora มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรด-ด่างของน้ำ คือแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายมากก็จะพบโปรโตซัวใน Class Mastigophora มากเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าที่ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแหล่งน้ำพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง เนื่องจากแหล่งน้ำที่ศึกษาเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ซึ่งจัดว่าเป็นน้ำคุณภาพดี [8] และมีโปรโตซัว 15 ชนิดที่พบเหมือนกับการศึกษาของภูวณกร พันธุ์ [22] ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 และ 13 ชนิดเหมือนกับการศึกษาของมนตรี ประเสริฐฤทธิ์ [23] เช่น กลุ่ม Euglenidae ได้แก่ *E. ehrenbergii*, *E. rostrifera*, *E. oxyuris*, *E. anabaena* ซึ่งเป็นกลุ่มที่มักพบทั่วไปในแหล่งน้ำจืด และสามารถปรับตัวให้อาศัยอยู่ในน้ำที่มีคุณภาพและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ดีกว่าโปรโตซัวชนิดอื่น ๆ [24] และสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าด้วยเช่นกัน เนื่องจากพบโปรโตซัวกลุ่มดังกล่าวนี้ในทุกกลุ่มพื้นที่ศึกษา

แต่เมื่อพิจารณาโปรโตซัวที่พบเฉพาะกลุ่มพื้นที่ศึกษา คือ กลุ่มที่ 1 โปรโตซัวที่พบส่วนใหญ่เป็นโปรโตซัว Class Ciliate และ Class Sarcodina อาจเป็นเพราะแหล่งน้ำดังกล่าวมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์จากการเกษตรและเลี้ยงสัตว์ เนื่องจาก Ciliates ส่วนใหญ่กินแบคทีเรียเป็นอาหาร ประชากรของ Ciliates จึงมีความสัมพันธ์กับประชากรของแบคทีเรีย ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ [25] ส่วนโปรโตซัวที่พบเฉพาะในพื้นที่ศึกษา กลุ่มที่ 2 ได้แก่ *Chilomonas paramecium* ซึ่ง Kudo (5) พบว่า *Chilomonas paramecium* เป็นโปรโตซัวที่พบในน้ำที่มีสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ และพบกลุ่ม Euglenioids ได้แก่ *Euglena anabaena*, *Euglena geniculata*, *Euglena caudate*, *Euglena ehrenbergi*, *Euglena spiroides* เป็นโปรโตซัวกลุ่มนี้เป็นโปรโตซัวที่ต้องการสารอาหารมากในการดำรงชีวิต [21] และมีความทนทานต่อคุณภาพน้ำที่มีสารอาหารสูง [25] และยังพบ *Paramecium bursaria* ซึ่ง XU. et al. [26] กล่าวว่า *Paramecium bursaria* เป็นโปรโตซัวที่สามารถทนต่อน้ำที่มีปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทสูงได้ดี นอกจากนี้ยังพบ *Vorticella campanula*, *Glenodinium* sp., *Phacus* sp., *Halteria grandinella*, *Sphaerophyra magna* อีกด้วย และโปรโตซัวที่

พบเฉพาะในพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 3 นั้น มี 3 ชนิดที่เป็นชนิดเดียวกันกับการศึกษาของพินิจ หวังสมนึก [12] และ ณัฐนันท์ ประยูรชาญ [13] คือ *Euglena oxyuris*, *Phacus acuminatus* และ *Trachelomonas horrid* ซึ่งพบในแม่น้ำพองโดยจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน ทั้งนี้เป็นเพราะคุณสมบัติของน้ำที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ลักษณะทางนิเวศวิทยาเหมือนกันด้วย [5] นอกจากนี้ยังพบ *Entosiphon sulcatum*, *Phacus pleuronectes*, *Peranema trichophorum*, *Trachelomonas urceolata* ซึ่งเป็นโพรโทซัวที่พบในน้ำคุณภาพดี รวมถึง *Phacus acuminatus* และ *Trachelomonas horrid* ก็พบในน้ำดี [5] และพบ *Chilodotopsis vorax* ซึ่งเป็นโพรโทซัวที่พบในน้ำคุณภาพดีปานกลาง (7) ส่วน *Paramecium multimicronucleatum* ซึ่งพบในแหล่งน้ำที่แตกต่างจากการศึกษาของมุกดา [27] ที่พบว่าโพรโทซัวชนิดนี้พบในน้ำเสียนอกจากนี้ยังพบ *Loxodes straitus*, *Trachelomonas piscatoris*, *Difflugia oblongata*, *Euglepha filifera*, *Actinobolina radians*, *Cyclidium glaucoma*, *Neobursaridium*, *Uroleptus longicaudata* นอกจากนี้มีโพรโทซัวบางชนิดที่พบในแหล่งน้ำทุกกลุ่มพื้นที่ศึกษา คือ *Colep hirtus*, *Stentor polymorpha*, *Stentor roeseli*, *Stylonychia mytilus*, *Euglena rostifera* ซึ่งโพรโทซัวกลุ่มนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพน้ำต่าง ๆ กันได้ [23] แสดงว่าโพรโทซัวเหล่านี้สามารถมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถปรับตัวอยู่ได้ในทุกสภาวะของแหล่งน้ำ

นอกจากนี้การศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับชนิดของโพรโทซัว พบว่า อุณหภูมิมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบแปรผันตรงกับ *Chlamydomonas angolosa*, *Pandorina morum* และ *Trachelomonas piscatoris* ซึ่งอยู่ใน Class *Mastigophora* [21] เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นสังเกตได้ว่าจะมีความสัมพันธ์กับสารอาหารในน้ำ และสภาวะแวดล้อมในแหล่งน้ำ [23] ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสรวม ปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณไนเตรท ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน และจากความสัมพันธ์ดังกล่าวประกอบกับการพิจารณาแหล่งอาศัยของโพรโทซัว พบว่าโพรโทซัวที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ เช่น *Euglena caudata*, *Euglena ehrenbergi*, *Glenodinium* sp. [12] *Halteria grandinella*, *Trachelomonas piscatoris* [13] นอกจากนี้ยังมี *Litonotus fasilola*, *Euglena geniculata*, *Phacus pleuronectes*, *Peranema trichophorum*, , *Actinobolina radians* และ *Chilodotopsis vorax*

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าเพื่อศึกษาสภาพพื้นที่ตำบลลำพะยา อำเภอมือ จังหวัดยะลา พบว่าพื้นที่ทั้งที่เป็นป่า มีพื้นที่การเกษตรได้แก่สวนยาง สวนผลไม้ และทุ่งนา เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ยังคงประกอบอาชีพการเกษตรเป็นหลัก และมีพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งบ้านเรือน ตลอดจนสถานที่สำคัญตั้งอยู่ เช่น โรงเรียน องค์การบริหารส่วนตำบล สถานีอนามัย เป็นต้น หรือที่เรียกว่าแหล่งชุมชน และในพื้นที่ยังมีแหล่งน้ำซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาสันกาลาศรีไหลลงมาผ่านตำบลลำพะยา ผ่านตำบลใหม่ ตำบลพร่อน และตำบลท่าสาป ลงสู่แม่น้ำปัตตานี สำหรับการศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียงจำนวน 12 สถานีนั้น พบว่า คุณภาพน้ำทั้ง 12 สถานี มีความแตกต่างกันในส่วนของการนำไฟฟ้า, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ส่วนคุณภาพอื่น ๆ ที่ศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน และทุกแหล่งน้ำทุกสถานีสามารถจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ส่วนการศึกษานี้ของโพรโทซัว พบโพรโทซัวทั้งสิ้น 53 ชนิด จัดเป็น 3 กลุ่ม คือ โดยจำแนกตามหลักการของ [9] ได้เป็น 3 Class ดังนี้ (1) Class *Mastigophora* 25 ชนิด (2) Class *Sarcodina* 8 ชนิด และ (3) Class *Ciliata* 20 ชนิด และในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดโพรโทซัวนั้น พบว่าโพรโทซัวที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำมีทั้งสิ้น 22 ชนิด และได้โพรโทซัวที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียงจำนวน 11 ชนิด

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี และดร. วัสนา คงนคร ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้านี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลลำพะยาที่ให้ข้อมูลของพื้นที่ศึกษา และช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณอาจารย์สังกัดคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์เครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง นักวิทยาศาสตร์ของศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ให้ความสะดวกในการวิเคราะห์ตัวอย่าง และผู้บริหาร ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดการศึกษาค้นคว้า

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] สิทธิชัย ต้นธนะสุภะดี, เทคนิคการเก็บตัวอย่างน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, ๒๕49.
- [2] เฉลิมยศ อุทัยรัตน์, ความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืด ในพื้นที่ตำบลลำพะยาและแนวทางในการอนุรักษ์พันธุ์กรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2548.
- [3] บุญเสถียร บุญสูง, เอกสารประกอบการบรรยายวิชา 424482 ชีววิทยาของมลพิษ (ม.ป.ป.)
- [4] Curds, C. R. 1992. Protozoa and the water industry. Cambridge University Press.
- [5] Farmer, J. N., The PROTOZOA: Introduction to PROTOZOLOGY. The C. V. Mosby Company, 1980.

- [6] บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, โพรโทซัวในแหล่งน้ำจืด. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน กรุงเทพฯ, 2539.
- [7] ยัวร์ตัน ปรมิตนารณ์, ปัจจัยทางเคมี-กายภาพของระบบนิเวศน้ำจืดที่สัมพันธ์กับความหลากหลายชนิดของโพรโทซัวตามฤดูกาล กรณีศึกษาในแม่น้ำเจ้าพระยา เขตจังหวัดนนทบุรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, 2551.
- [8] คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, เรื่องการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 4/2537 เล่ม 111 ตอนที่ 162 ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537, 2537
- [9] Richard R. Kudo, Protozoology. 5th ed. Illinois: Charles C. Thomas Publishing, 1996.
- [10] นันทพร จารุพันธ์, โพรโทซัวและจุลชีพสัตว์ในน้ำจืด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2547.
- [11] บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, โพรโทซัวในแหล่งน้ำจืด, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2549.
- [12] พินิจ หวังสมนึกและคณะ, ความหลากหลายของโพรโตซัวในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. ว.วิทย.มข. 32(1) : 53-69, 2547.
- [13] ณัฐนันท์ ประยูรชาญ, ความหลากหลายของโพรโทซัวในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.
- [14] พินิจ หวังสมนึกและวรุณยุภา เย็นเฉื่อย, ความหลากหลายของโพรโทซัวในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพของโรงงานน้ำตาลมิตรภูเวียง. ว.วิทย.มข. 35(4) 264-276, 2550.
- [15] สุขสันต์ ชูบุญ, ความหลากหลายของโพรโทซัวและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว และอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า จังหวัดเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่, 2547
- [16] กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2535.8
- [17] พัทธภรณ์ จำแก้ว, การบำบัดน้ำเสียโรงงานน้ำตาลขันธ์ด้วยระบบตะกอนเร่ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2546.
- [18] พรรณี ใจสะอาด, ความหลากหลายของโพรโทซัวในบริเวณแหล่งชุมชนในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. สถาบันราชภัฏนครสวรรค์, 2543.
- [19] พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี, การศึกษาตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณลุ่มน้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี, 2548.
- [20] ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข, การศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำที่สำคัญในเขตภาคเหนือ ในระหว่างปี 2537-2538 : รายงานการศึกษา / ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข. 2539.
- [21] สุขสรรค์ ชูบุญ และชโลบล วงศ์สวัสดิ์, ความสัมพันธ์ของโพรโตซัวและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว และห้วยตึงเฒ่า จังหวัดเชียงใหม่. เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2550.
- [22] ภูวณ กรพันธ์, ความหลากหลายของโพรโทซัวในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.
- [23] มนต์รี ประเสริฐฤทธิ์, การกระจายตัวและความหลากหลายชนิดของโพรโทซัวและสัตว์น้ำขนาดเล็ก ในคลองสมถวิลเทศบาลเมืองมหาสารคาม, โรงเรียนบางกะปิ กรุงเทพมหานคร, 2551.
- [24] Akter, N., Water Quality Monitoring of Chiang Mai Moat in 1994. Master thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai, 1995.
- [25] โฉมยงค์ ไชยอุบล, ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2541. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2541.
- [26] XU. et al, Tolerance of ciliated protozoan Paramecium bursaria (Protozoa, Ciliophora) to ammonia and nitrites. Chinese Journal of Oceanology and Limnology Volume 23, Number 3, 349-353, DOI: 10.1007/BF02847159, 2005.
- [27] มุกดา สุขสมาน, การศึกษานิเวศวิทยาและการเผยแพร่กระจายของโพรโตซัวในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. สถาบันไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536

ตาราง 1 ชนิดของโพรโทซัวที่พบในแหล่งน้ำตำบลลำพะยา และพื้นที่ใกล้เคียง

ชนิดของโพรโทซัว	สถานที่เก็บตัวอย่างโพรโทซัว											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Class Mastigophora												
<i>Chlamydomonas angulosa</i>	+											+
<i>Cryptomonas ovata</i>		+			+		+		+		+	
<i>Entosiphon sulcatum</i>	+											
<i>Euglena anabaena</i>											+	
<i>Euglena geniculata</i>											+	
<i>Euglena caudata</i>												+
<i>Euglena ehrenbergi</i>											+	
<i>Euglena oxyuris</i>			+									
<i>Euglena rostifera</i>	+		+						+			
<i>Euglena spiroides</i>											+	+
<i>Glenodinium sp.</i>												+
<i>Gonium peccatorale</i>						+						+
<i>Phacus acuminatus</i>	+											
<i>Phacus alata</i>									+			+
<i>Phacus longicaudata</i>	+	+			+					+		+
<i>Phacus pleuronectes</i>				+								
<i>Phacus sp.</i>											+	
<i>Pandorina morum</i>				+						+		
<i>Peranema trichophorum</i>			+									
<i>Trachelomonas armata</i>						+			+	+		
<i>Trachelomonas hispida</i>					+		+					
<i>Trachelomonas horrida</i>		+										
<i>Trachelomonas piscatoris</i>			+									
<i>Trachelomonas urceolata</i>	+											
Class Sarcodina												
<i>Arcella bathystoma</i>			+							+		
<i>Arcella polypora</i>									+	+		
<i>Arcella vulgaris</i>	+		+		+	+		+		+	+	+
<i>Centropyxis aculeata</i>					+				+			
<i>Centropyxis hemispharica</i>					+							
<i>Diffflugia oblongata</i>						+						
<i>Euglepha filifera</i>			+									
<i>Pernadochlamys arcelloides</i>									+			
Class Ciliata												
<i>Actinobolina radians</i>	+											
<i>Chilodotopsis vorax</i>	+											
<i>Colep hirtus</i>			+	+			+					+
<i>Cyclidium glaucoma</i>			+									
<i>Frontonia leucus</i>								+				
<i>Halteria grandinella</i>										+		
<i>Litonotus fasiola</i>					+							
<i>Neobursaridium</i>						+						
<i>Paramecium bursaria</i>											+	
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>		+										
<i>Sphaerophyra magna</i>											+	

ตาราง 1 ชนิดของโพรโทซัวที่พบในแหล่งน้ำตำบลลำพะยา และพื้นที่ใกล้เคียง (ต่อ)

ชนิดของโพรโทซัว	สถานที่เก็บตัวอย่างโพรโทซัว											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Class Ciliata												
<i>Spirotomum minus</i>	+											
<i>Stentor polymorpha</i>	+		+							+		
<i>Stentor roeseli</i>	+										+	
<i>Stylonychia mytilus</i>			+									+
<i>Uroleptus longicaudata</i>			+									

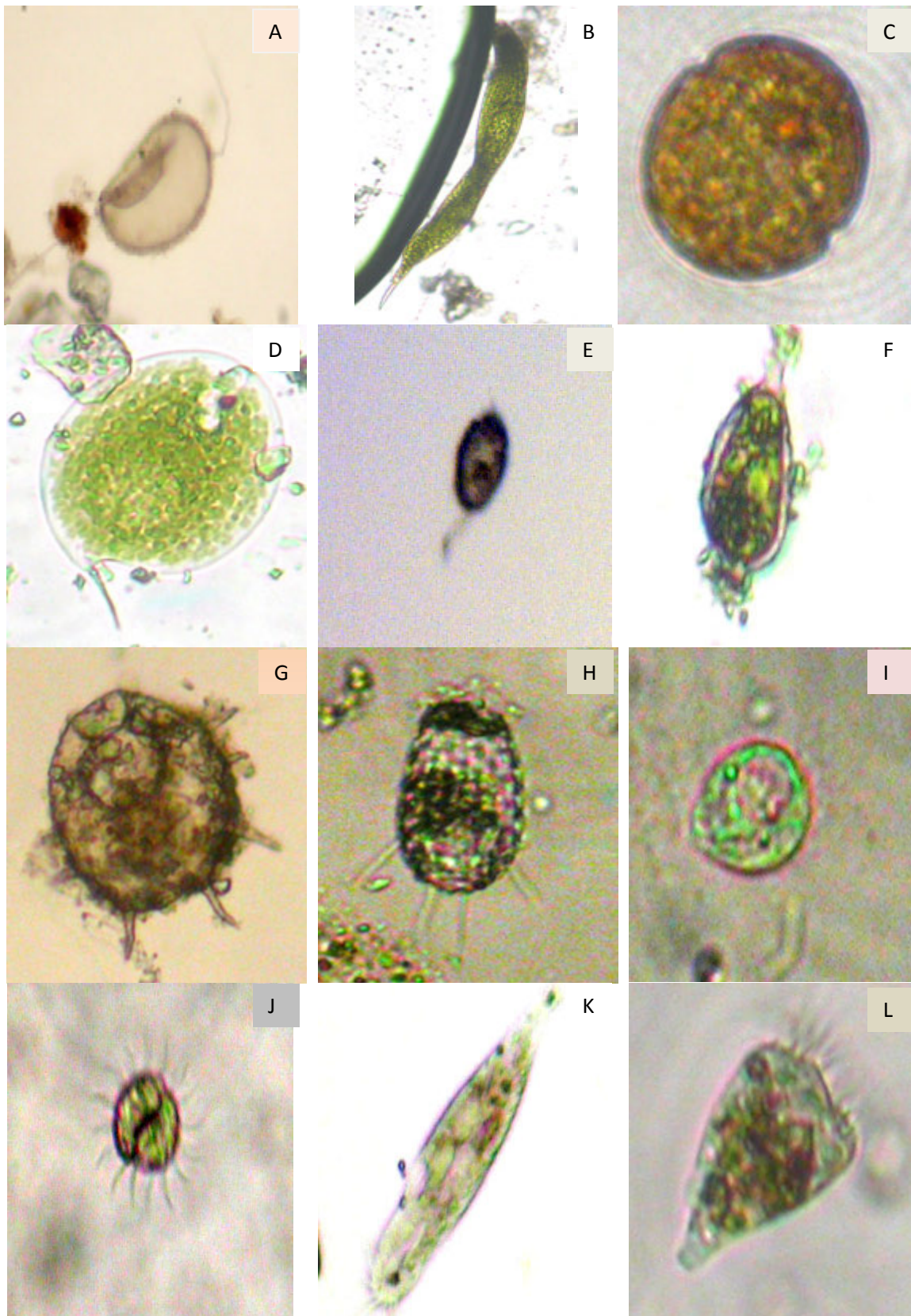
ตาราง 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างโพรโทซัว และค่าคุณภาพน้ำบางประการ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

*P < 0.05 , **P < 0.01

Protozoa	Velocity	temp	pH	Conduct	DO	BOD	TP	TKN	NO ₃	NH ₃
<i>Actinobolina radians</i>	0.599*		-0.741*	0.975*	-0.828*		0.691*		0.886*	0.707*
<i>Arcella bathystoma</i>						0.774*				
<i>Arcella polypora</i>			0.589*							
<i>Chilodotopsis vorax</i>		0.685*								
<i>Chlamydomonas angolosa</i>		0.954*	0.593*							
<i>Colep hirtus</i>		0.589*								
<i>Euglena geniculata</i>			0.589*							
<i>Euglena caudata</i>	0.771*							0.683*		
<i>Euglena ehrenbergi</i>	0.771*							0.683*		
<i>Euglena oxyuris</i>					-0.647*				0.698*	0.993*
<i>Glenodinium sp.</i>	0.817*			0.697*	-0.671*		0.586*	0.759*	0.873*	0.796
<i>Halteria grandinella</i>					-0.647				0.698*	0.933*
<i>Litonotus fasiola</i>										0.609*
<i>Pandorina morum</i>		0.954*	0.593*							
<i>Peranema trichophorum</i>	0.771*							0.683*		
<i>Phacus longicaudata</i>			0.589*							
<i>Phacus pleuronectes</i>										0.643*
<i>Spirotomum minus</i>	0.771*							0.683*		
<i>Stentor polymorpka</i>	0.771*							0.683*		
<i>Stentor roeseli</i>			0.589*							
<i>Stylonychia mytilus</i>							-0.593*			
<i>Trachelomonas piscatoris</i>		0.716								

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคุณภาพสิ่งแวดล้อมในกลุ่มจุดศึกษา

Parameter	Group 1	Group 2	Group 3
ค่าการนำไฟฟ้า (μs/cm)	54.08±24.46 ^a	70.22±25.28 ^b	42.03±13.20 ^a
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/L)	6.35±1.11 ^a	5.15±1.30 ^b	7.01±1.15 ^a
ปริมาณไนโตรเจนในไตรเจน(mg/L)	2.34±2.10 ^a	3.95±2.65 ^b	1.67±1.40 ^a
ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน(mg/L)	0.07±0.05 ^a	0.42±0.68 ^b	0.03±0.03 ^a



ภาพ 2 ตัวอย่างโพรโทซัวที่พบในแหล่งน้ำตื้นลำพะยาและพื้นที่ใกล้เคียง อ.เมือง จ.ยะลา : A. *Entosiphon sulcatum*, B. *Euglena oxyuris*, C. *Glenodinium* sp., D. , *Phacus pleuronectes*, E. *Peranema trichophorum*, F. *Trachelomonas urceolata*, G. *Centropyxis hemispharica*, H. *Euglepha filifera*, I. *Actinobolina radians*, J. *Sphaerophyra magna*, K. *Uroleptus longicaudata*, L. *Vorticella campanula*