ความหลากหลายของสาหร่ายและดัชนีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสายหลัก จังหวัดนครศรีธรรมราช
Algae Diversity as Water Quality Indicator in the Main Water Sources, Nakhon Si Thammarat

มัณฑกา วีระพงศ์[1*] สุภาวดี รามสูตร[1] และ ดำรงศ์พันธ์ ใจห้าววีระพงศ์[2]
Manthaka Weeraphong[1*], Supawadee Ramasoot[1] and Damrongphun Jaihowweerapong[2]

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายบริเวณแหล่งน้ำสายหลัก จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 8 จุด ครอบคลุมแหล่งน้ำสายหลัก 8 อำเภอ ได้แก่ คลองกลาย อ.ท่าศาลา แม่น้ำปากพนัง อ.ปากพนัง คลองท่าดี อ.ลานสกา คลองน้ำตกโยง อ.ทุ่งสง คลองท่าแพ อ.เมือง แม่น้ำหลวง อ.ทุ่งใหญ่ คลองเสาธง อ.ร่อนพิบูลย์ และคลองนอกท่า อ.พรหมคีรี พบสาหร่าย 35 สกุล 60 ชนิด ใน 4 ดิวิชัน โดยพบสกุลในดิวิชั่น Chrysophyta (58%) มากที่สุด รองลงมา Chlorophyta (23%), Euglenophyta 13% และ Cyanophyta (6%) ดัชนีความหลากชนิด (H') ระหว่าง 0.57-2.21 สาหร่ายสกุลเด่นที่พบทุกจุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Navicula* spp., *Chlorella* spp., *Euglena* spp. และ *Pinnularia* spp. จากการใช้สาหร่ายสกุลเด่นเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำแบบ AARL-CMU Score พบคลองน้ำตกโยง อ.ทุ่งสง มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 5 จัดเป็นคุณภาพน้ำปานกลาง อยู่ในระดับสารอาหารปานกลาง (mesotrophic) โดยพบ *Fragilaria* spp., *Navicula* spp. และ *Pinnularia* spp. เป็นสกุลหลัก ส่วนคลองกลาย อ.ท่าศาลา, คลองนอกท่า อ.พรหมคีรี, แม่น้ำหลวง อ.ทุ่งใหญ่ และคลองเสาธง อ.ร่อนพิบูลย์ มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 6.75, 7.25, 7 และ 5.8 ตามลำดับ จัดเป็นคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี อยู่ในระดับสารอาหารปานกลางถึงสูง (mesotrophic to eutrophic) โดยพบ *Rhizosolenia setigera, Euglena* spp., *Chlorella* spp., *Navicula* spp., *Synedra* spp., *Scenedesmus* spp., *Oscillatoria* spp., *Gomphonema* spp., *Surirella* spp., *Pinnularia* spp., *Fragilaria* spp. และ *Phacus* sp. เป็นสกุลหลัก และแหล่งน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี ได้แก่ คลองท่าดี อ.ลานสกา แม่น้ำปากพนัง อ.ปากพนัง และคลองท่าแพ อ.เมือง มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 7.67, 8.67 และ 8.5 ตามลำดับ อยู่ระดับสารอาหารสูง (eutrophic) โดยพบ *Anabaena* sp., *Cruciginella* sp., *Hantzschia* sp., *Euglena* sp.2., *Trachelomonas* sp. และ *Scenedesmus* spp. เป็นสกุลหลัก การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ในภาพรวมมีค่าอุณหภูมิระหว่าง 27.9-31.2 °ซ, ความโปร่งแสงของน้ำระหว่าง 0.20-1.5 เมตร, สีของน้ำมีลักษณะตั้งแต่ใส ขุ่นเล็กน้อยจนถึงสีน้ำตาลคล้ำถึงดำ, ความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 7.00- 8.14, การละลายออกซิเจนในน้ำระหว่าง 1.8-9.4 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ระหว่าง 0.2-7 มิลลิกรัม/ลิตร

คำสำคัญ: ดัชนีชี้วัด สาหร่าย แหล่งน้ำสายหลัก จังหวัดนครศรีธรรมราช

Abstract

The diversity of algae in the 8 main water sources in Nakhon Si Thammarat including rivers, canals, and water falls was studied in eight districts: Klongcry in Tha Sala District, Pak Panang River in Pak Panang District, Klong Thadee in Lanska District, Klong Yong waterfall in Thungsong District, Klong Tha Pae in Maung District. Loung River in Thung Yai District, Klong Saothong in Ronpibul District and Klong Nok Tha in Phrom Khiri District. The results showed that a total of 35 genera belonging to 60 species of four divisions were found. The genera were mostly found in Division Chrysophyta (58%),

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[1]Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
[2]สาขาวิชาการพัฒนาชุมชน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[2]Community Development Program, Faculty of Humanities and Social Sciences, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
[*]Corresponding author, E-mail address: mantaka_wer@nstru.ac.th

followed by Chlorophyta (23%), Euglenophyta (13%), and Cyanophyta (6%). The diversity index (H') ranged between 0.57 and 2.21. The dominant genera in all samples were *Navicula* spp., *Chlorella* spp., *Euglena* spp. and *Pinnularia* spp. Regarding the use of the dominant algal genera as indicators of water quality by AARL-CMU Score, it was found that the water quality index in Klong Yong waterfall, Thungsong District was 5 that means moderate status with medium nutrients (mesotrophic). The dominant genera were *Fragilaria* spp., *Navicula* spp. and *Pinnularia* spp. The water quality indexes in Klongcry, ThaSala District; Klong Nok Tha, Phrom Khiri District; Loung River, ThungYai District; and Klong Saothong, Ronpibul District were 6.75, 7.25, 7 and 5.8, respectively in average water scores that mean moderate to polluted status with medium to high nutrients (mesotrophic to eutrophic). The dominant genera were *Rhizosolenia setigera, Euglena* spp., *Chlorella* spp., *Navicula* spp., *Synedra* spp., *Scenedesmus* spp., *Oscillatoria* spp., *Gomphonema* spp., *Surirella* spp., *Pinnularia* spp., *Fragilaria* spp. and *Phacus* sp. Also, poor water quality (the high nutrient levels) showed in Klong Thadee, Lanska District; Pak Panang River, Pak Panang District; and Klong Klong Tha Pae, Maung District with the average water quality indexes of 7.67, 8.67 and 8.5, respectively. The dominant genera were *Anabaena* sp., *Cruciginella* sp., *Hantzschia* sp., *Euglena* sp.2., *Trachelomonas* sp. and *Scenedesmus* spp. Moreover, the physical and chemical characteristics of water quality as a whole included the temperature ranging between 27.9-31.2 °C, the transparency of the water ranging from 0.20 to 1.5 meters, color of the water starting from clear, slightly opaque dark brown to black, a pH between 7.00- 8.14, the dissolved oxygen (DO) between 1.8 to 9.4 mg/L, and microbes using oxygen to decompose organic materials (BOD) was between 0.2 to 7.0 mg/L.

Keywords: indicator, algae, the main water sources, Nakhon Si Thammarat

คำนำ

จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นจังหวัดที่มีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติ มีแหล่งน้ำที่สำคัญที่ใช้ประโยชน์ในการเกษตรกรรม อุปโภคบริโภค หรือกิจการอุตสาหกรรมหลายสายที่ไหลผ่านอำเภอต่างๆ โดยมีทั้งแม่น้ำสายใหญ่ ได้แก่ แม่น้ำตาปี ไหลผ่านอำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช แม่น้ำตรังเป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดตรัง เมื่ออยู่ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช เรียกว่า แม่น้ำหลวง นอกจากนี้ยังมีแหล่งน้ำสายรองลงมาที่ไหลผ่านแต่ละอำเภอ ได้แก่ แม่น้ำปากพนัง ไหลลงสู่อ่าวนครศรีธรรมราช คลองท่าแพ ไหลลงสู่อ่าวนครศรีธรรมราช ต้นน้ำเรียกว่าคลองนอกท่า ใกล้ปากน้ำเรียกว่าคลองท่าแพ เป็นคลองที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาแต่สมัยโบราณ คลองปากพญา – คลองปากนคร ไหลผ่านอำเภอเมือง ต้นน้ำเรียกว่า คลองท่าดี ผ่านตำบลท่าซัก ออกทะเลที่ปากพญาเรียกว่า คลองปากพญา (The Nakhonsithammarat Provincial Office of the Comptroller General's Department, 2020) แหล่งน้ำแต่ละแหล่งก็มีคุณภาพแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสิ่งที่เจือปนอยู่ในบริเวณนั้น ไม่ว่าจะเป็นสารอาหารจากผู้ผลิตอย่างพืชน้ำ และสาหร่าย หรือสารเคมีที่เกิดการปนเปื้อนจากการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งการดำรงชีวิตของคนที่อาศัยริมแหล่งน้ำนั้นๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพแหล่งนั้นได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ โดยเฉพาะสาหร่าย ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีทั้งขนาดเล็กมาก จนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนไปถึงขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อันดูเหมือนมีราก ลำต้นและใบ ซึ่งรวมเรียกว่า ทัลลัส (Thallus) ส่วนใหญ่จะมีคลอโรฟิลล์ช่วยในการสังเคราะห์แสง มีหลากหลายชนิดทั้งสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีน้ำตาล สาหร่ายสีทอง และสาหร่ายชนิดอื่นๆ มีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ผลิตในสายใยอาหารของระบบนิเวศ และหมุนเวียนแร่ธาตุในแหล่งน้ำ อีกทั้งยังเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย และมีช่วง

อายุสั้น การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายมีหลายประเภท ได้แก่ เป็นอาหารของคน และสัตว์ (Kaewchamnong et al., 2021; Pereira, 2021) ปุ๋ย ยารักษาโรค อื่นๆ และการใช้เป็นตรวจวัดคุณภาพของแหล่งน้ำด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biomonitoring) (Peerapornpisal, 2015) โดยการตรวจวัดคุณภาพของแหล่งน้ำด้วยวิธีทางชีวภาพ สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีสำหรับบอกคุณภาพของน้ำได้ เนื่องจาก ชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหนึ่งๆ จะเป็นผลรวมของคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นๆ โดยที่เราสามารถนำสิ่งมีชีวิตต่างๆ เหล่านี้เช่น พืช สัตว์ต่างๆ โดยเฉพาะสาหร่าย ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งแหล่งน้ำตามความมากน้อยของสารอาหารออกเป็น 3 ระดับคือ แหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย น้ำจะมีคุณภาพน้ำดี แหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง น้ำมีคุณภาพปานกลาง และแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก น้ำมีคุณภาพไม่ดี ซึ่งในแต่ละแหล่งจะพบสาหร่ายชนิดต่างๆ ซึ่งใช้เป็นดัชนีแสดงสภาพของแหล่งน้ำได้ว่ามีลักษณะเช่นใด การวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยทางชีวภาพนั้น สาหร่ายจะเป็นเครื่องชี้สภาพของแหล่งน้ำนั้นได้เป็นอย่างดี โดยจากการรายงานของ Peerapornpisal (2006) เกี่ยวกับการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายและเทียบกับระดับสารอาหารในแหล่งน้ำต่างๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า แหล่งน้ำจืดที่มีสภาพน้ำดี (สารอาหารน้อย) สาหร่ายในแหล่งน้ำนั้นประกอบด้วยไดอะตอมบางชนิด และอาจมีสาหร่ายเขียวประเภทเดสมิดส์ และสาหร่ายสีแดงปะปน โดยปริมาณของสาหร่ายแต่ละสกุลจะมีน้อย แต่ถ้าแหล่งน้ำใดมีสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายยูกลีนอยด์ โดยเฉพาะที่เป็นสายปนอยู่กับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยมีจำนวนสกุลน้อย แต่ปริมาณของแต่ละสกุลมีมาก หรือเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Bloom) ก็หมายความว่าแหล่งน้ำนั้นมีสภาพเป็นมลภาวะ ทั้งยังสามารถใช้ความแตกต่างของกลุ่มสาหร่ายเป็นค่าที่ช่วยชี้สภาพของชุมชนได้ แหล่งน้ำในสภาวะปกติที่ไม่ได้รับมลภาวะ ค่าดัชนีความแตกต่างจะสูง ปริมาณของสาหร่ายแต่ละสกุลจะน้อย นอกจากนี้ยังมีวิธีที่นิยมใช้ควบคู่การพิจารณาหรือประเมินคุณภาพของน้ำในแหล่งต่างๆ ว่า น้ำมีค่าได้มาตรฐานสำหรับประโยชน์ในการใช้สอยหรือไม่นั้นมีหลายวิธี (Passago et al., 2018) ได้แก่ การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ การวิเคราะห์ทางเคมี และการตรวจวัดด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น สำหรับการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและการวิเคราะห์ทางเคมีนั้น เป็นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำโดยพิจารณาจากปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น อุณหภูมิ ความขุ่น ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ การนำไฟฟ้า ความกระด้าง ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ รวมทั้งปริมาณสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ เป็นต้น ส่วนการตรวจวัดด้วยวิธีทางชีวภาพนั้น เป็นการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการตรวจดูชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำซึ่งเป็นวิธีการเบื้องต้นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้บ่งคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำควบคู่ไปกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ การศึกษาที่ใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัดโดยพบสาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีแดง ได้แก่ *Batrachospermum macrosporum* Montague, *Batrachospermum vugum* Agardh และ *Nemalionopsis shawii* Skuja บ่งบอกคุณภาพน้ำดีซึ่งมีสารอาหารน้อย นอกจากนี้พบว่าสาหร่ายสีแดง *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague บ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง ส่วนดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี บ่งบอกน้ำที่มีสารอินทรีย์ปานกลางถึงสูงคือ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ ได้แก่ *Gomphonema parvulum* (Kitzing) Grunow และ *Nitzschia palea* (Kitzing) W. Smith ไดอะตอมใน Order Pennales ชนิดเด่นคือ *Navicula symmetrica* Patrick, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow, *Luticula goeppertiana* (Bleisch) D.G.Mann, *Nitzschia clausii* Hantzsch และ *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg นอกจากนี้ยังพบไดอะตอมใน Order Cenrales ได้แก่ *Cyclotella stelligera* Cleve, *Meloseira varians* Agardh และ *Aulacoseira granulata* Ehrenberg (Peerapornpisal et al., 2001)

นอกจากนี้การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำโดย Pollution Control Department (2018) ได้มีกำหนดคุณภาพน้ำโดยใช้พารามิเตอร์ต่างๆเพื่อบ่งบอกมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจะมีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความเป็นกรดหรือด่างของน้ำ (pH) ควรมีค่าระหว่าง 6.8-7.3, ความขุ่นเกิดจากตะกอนดินที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ แหล่งน้ำทั่วไปควรมีค่า

ความขุ่นน้อยกว่า 100 NTU, ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (BOD) น้ำที่มีคุณภาพดีควรมีค่าไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าความโปร่งแสงที่เหมาะสมอยู่ 30-60 เซนติเมตร และค่าอุณหภูมิของน้ำปกติอยู่ในช่วง 28-32°C เป็นต้น

โดยการศึกษาชนิดของสาหร่ายในแหล่งน้ำสายหลักเพื่อเป็นดัชนีชี้วัดทางชีวภาพที่แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำในแต่ละบริเวณได้เป็นอย่างดี อันเป็นการเพิ่มองค์ความรู้ของทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น และนำไปสู่การตรวจสอบระบบนิเวศต่อไปในระยะยาว และเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการสภาพแวดล้อมในชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ เพื่อสำรวจชนิดของสาหร่ายทั้งชนิดแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายขนาดใหญ่ในแหล่งน้ำสายหลัก จ.นครศรีธรรมราช และศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำสายหลัก จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้สกุลของสาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัด

วิธีการศึกษา

การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง โดยเลือกเก็บจาก 8 จุด กำหนดให้ จุดที่ 1-8 เป็นแหล่งน้ำสายหลัก ได้แก่ คลองกลาย อ.ท่าศาลา, แม่น้ำปากพนัง อ.ปากพนัง, คลองท่าดี อ.ลานสกา, คลองน้ำตกโยง อ.ทุ่งสง, คลองท่าแพ อ.เมือง, แม่น้ำหลวง อ.ทุ่งใหญ่, คลองเสาธง อ.ร่อนพิบูลย์ และ คลองนอกท่า อ.พรหมคีรี จ.นครศรีธรรมราช เก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง แบ่งเก็บเป็น 2 ฤดู เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม เป็นตัวแทนของฤดูร้อน เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2558 เป็นตัวแทนของฤดูฝน แสดงดัง Figure 1

การเก็บตัวอย่างสาหร่ายขนาดเล็ก และสาหร่ายขนาดใหญ่

สาหร่ายขนาดเล็ก (แพลงก์ตอนพืช) : โดยเก็บใช้ถังเก็บตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 10 ลิตร กรองผ่านถุงลากแพลงก์ตอน ขนาดตา 22 ไมครอน เก็บในแนวดิ่งลงจากผิวน้ำ 30 เซนติเมตร ใส่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่มีความจุ 150 มิลลิลิตร ทำการเก็บรักษาตัวอย่างด้วยสารละลายลูกอล (Lugol's solution) (Wongrat & Boonyapiwat, 2003) ปิดฝาขวดให้สนิท ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 8 จุด ๆ ละ 3 ซ้ำ ติดป้ายบอกตำแหน่งและจุดเก็บ พร้อมบันทึกวัน/เดือน/ปี ที่เก็บ

สาหร่ายขนาดใหญ่ : เก็บรวบรวมสาหร่ายสีเขียวน้ำจืดขนาดใหญ่ และบันทึกลักษณะของวัตถุที่ ให้ยึดเกาะ (substrate) ได้แก่ ก้อนหิน พืชน้ำ และพื้น ดิน ทำการสุ่มตัวอย่างขนาดแปลงย่อย 3 ซ้ำ ภายในพื้นที่ แปลงใหญ่ 1.25 x 1.25 เมตร โดยสุ่มตัวอย่าง 3 ซ้ำ ขนาดพื้นที่ 25 x 25 เซนติเมตร แยกชนิดใส่ถุงพลาสติก ทำการเก็บรักษาตัวอย่างในน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 4% (Wongrat & Boonyapiwat, 2003; Kunpradid & Semmmanee, 2011) เพื่อนำไปจัดจำแนกชนิดของสาหร่ายที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

การจำแนกสาหร่าย และคำนวณค่าดัชนีความหลากชนิดของสาหร่าย จำแนกชนิดของสาหร่ายขนาดเล็ก ทำโดยนำน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร มาเขย่า และนำน้ำ 5 มิลลิลิตร มาปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 2,000 รอบ 5 นาที นำตะกอนตัวอย่างหยดบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมถ่ายภาพ ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่นำมาถ่ายภาพด้วยกล้องสเตอริโอทำการจำแนกสกุล และชนิดของสาหร่ายตามลักษณะสัณฐานวิทยาตามหนังสือสาหร่าย (Hoek et al., 1995; Bold & Wynne, 1985; Peerapornpisal, 2015)

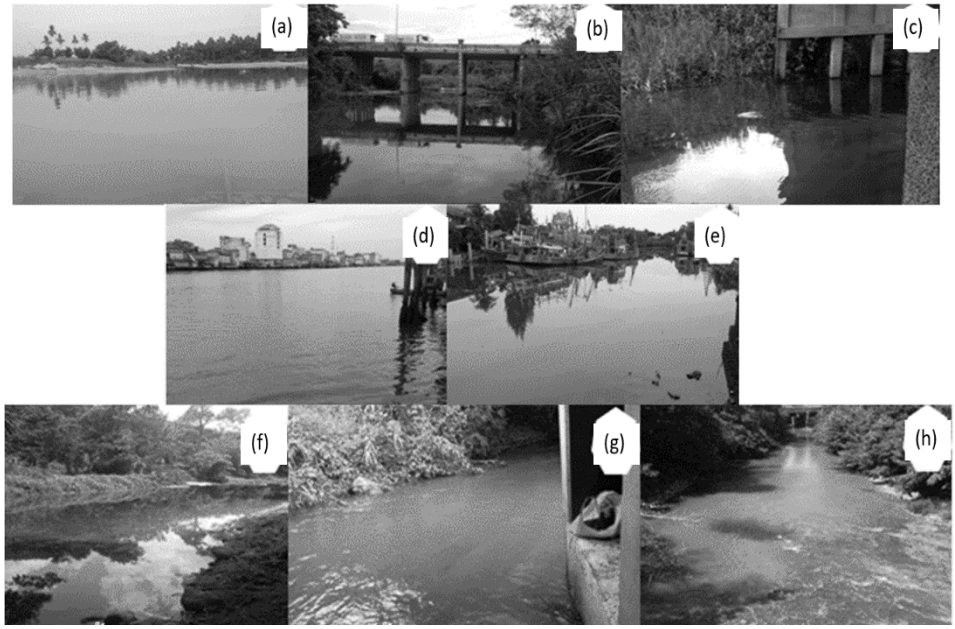

Figure 1 Main water sources study stations; (a) Klongcry (Tha Sala District), (b) Klong Thadee (Lanska District), (c) Klong Nok Tha (Phrom Khiri District), (d) Pak Panang River (Pak Panang District), (e) Klong Tha Pae (Maung District), (f) Klong Yong water fall (Thungsong District), (g) Loung river (Thung Yai District), and (h) Klong Saothong (Ronpibul District).

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น โดยวัดอุณหภูมิของน้ำ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์, วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดย pH meter, วัดค่าความโปร่งแสงของน้ำด้วยจานวัดความโปร่งแสง (Secchi disc) และเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดเก็บตัวอย่างแบบทึบให้เต็มขวดไล่ฟองอากาศปิดฝาให้สนิท นำมาวิเคราะห์ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) โดยวิธี Azide Modification of the Winkler Method และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) โดยวิธี 5 Day Incubation and Azide Modification of the Winkler Method

การใช้สาหร่ายขนาดเล็ก (แพลงก์ตอนพืช) สกุลเด่นเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำโดยวิธี Applied algal research laboratory-phytoplankton score (AARL-CMU Score) (Peerapornpisal, 2006; 2015) โดยมีการแสดงค่าคะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร (trophic level) และคุณภาพน้ำทั่วไปดัง Table 1 และคะแนนของสาหร่ายชนิดเด่นจัดตามระดับสารอาหาร ดัง Table 2 และ การจำแนกสาหร่ายในระดับสกุล นับจำนวนสกุลเด่นที่สุด และรองลงไป 3-5 สกุล เทียบคะแนนสาหร่ายที่บ่งบอกคุณภาพน้ำ นำคะแนนมารวมกันและหาค่าเฉลี่ย นำไปเทียบค่าคะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร และคุณภาพน้ำทั่วไป

Table 1 Score of water quality depended on nutrient concentrations (trophic level) (Peerapornpisal (2006).

Range of score	water quality depended on nutrient concentrations	Water quality status
1.0-2.0	Oligotrophic (low nutrient concentrations)	good
2.1-3.5	Oligo-mesotrophic (low to medium nutrient concentrations	good to moderate
3.6-5.5	Mesotrophic (medium nutrient concentrations)	moderate
5.6-7.5	Meso-eutrophic (medium to high nutrient concentrations)	moderate to polluted
7.6-9.0	Eutrophic (high nutrient concentrations)	polluted
9.1-10.0	Hypereutrophic (too high nutrient concentrations)	most polluted

Table 2 Score of dominant genera depended on nutrient concentrations (Peerapornpisal, 2006).

Genus	Scoring by nutrient concentrations	Genus	Scoring by nutrient concentrations
Actinastrum	5	*Cymbella*	5
Acanthoceras	5	*Dictyosphaerium*	7
Achnanthes	6	*Dimorphococcus*	7
Amphora	6	*Dinobryon*	1
Anabaena	8	*Elakatothrix*	3
Ankistrodesmus	7	*Encyonema*	6
Aphanocapsa	5	*Epithemia*	6
Aphanothece	5	*Euastrum*	3
Aulacoseira	6	*Eudorina*	6
Bacillaria	7	*Euglena*	10
Botryococcus	4	*Eunotia*	2
Centritractus	4	*Fragilaria*	5
Ceratium	4	*Golenkinia*	5
Chlamydomonas	6	*Gomphonema*	6
Chlorella	6	*Gonium*	6
Chroococcus	6	*Gymnodinium*	6
Closterium	6	*Gyrosigma*	7
Cocconeis	6	*Hantzschia*	8
Coelastrum	7	*Isthmochloron*	5
Cosmarium	2	*Kirchneriella*	5
Crucigenia	7	*Melosiera*	5
Crucigeniella	7	*Merismopedia*	9
Cryptomonas	8	*Micractinium*	7
Cyclotella	2	*Micrasterias*	2
Cylindrospermopsis	7	*Microcystis*	8
Monoraphidium	7	*Rhizosolenia*	6
Navicula	5	*Rhodomonas*	8
Nephrocytium	5	*Rhopalodia*	5
Nitzschia	9	*Scenedesmus*	8
Oocystis	6	*Spirulina*	9
Oscillatoria	9	*Staurastrum*	3
Pandorina	6	*Staurodesmus*	3
Pediastrum	7	*Stauroneis*	5
Peridiniopsis	6	*Strombomonas*	8
Peridinium	6	*Surirella*	6
Phacus	8	*Synedra*	6

Genus	Scoring by nutrient concentrations	Genus	Scoring by nutrient concentrations
Phormidium	9	*Synura*	8
Pinnularia	5	*Tetraedron*	6
Planktolyngbya	7	*Trachelomonas*	8
Pseudanabaena	7	*Volvox*	6

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความหลากหลายของสาหร่ายในแหล่งน้ำสายหลัก จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผลการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในแหล่งน้ำสายหลัก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม (ตัวแทนฤดูร้อน) และมิถุนายน - กรกฎาคม (ตัวแทนฤดูฝน) จำนวนทั้งสิ้น 8 จุด ครอบคลุมแหล่งน้ำสายหลัก 8 อำเภอ พบสาหร่ายทั้งสิ้น 35 สกุล 60 ชนิด ใน 4 ดิวิชัน (Figure 2) โดยพบสกุลสาหร่ายในดิวิชัน Chrysophyta (58%) มากที่สุด สกุลเด่นที่พบในดิวิชันนี้ ได้แก่ *Navicula* spp., *Nitzschia* sp., *Surirella* spp., *Cymbella* sp. และ *Pinnularia* spp. รองลงมาคือ Chlorophyta (23%) สกุลเด่นที่พบในดิวิชันนี้ ได้แก่ *Chlorella* spp., *Spirogyra* sp. และ *Scenedesmus* spp. ส่วน Euglenophyta (13%) สกุลเด่นที่พบในดิวิชันนี้ ได้แก่ *Euglena* spp., *Phacus* spp. และ *Trachelomonas* sp. ส่วน Cyanophyta (6%) สกุลเด่นที่พบในดิวิชันนี้ ได้แก่ *Oscillatoria* spp. และเมื่อศึกษาความหลากหลายของสาหร่าย พบว่ามีค่ามากที่สุดในฤดูฝน คือเดือนกรกฎาคม 32 สกุล รองลงมาเดือนมิถุนายน 29 สกุล ส่วนฤดูร้อนพบมีค่าความหลากหลายน้อยกว่า คือเดือนกุมภาพันธ์ 23 สกุล และเดือนมีนาคมพบน้อยที่สุด 20 สกุล (Figure 3) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sudthang et al., (2011). ที่ได้ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ พบความหลากหลายของสาหร่ายที่สุดในเดือนกรกฎาคม (41 สกุล) และเดือนมีนาคมพบน้อยที่สุด (33 สกุล) เนื่องจากในช่วงเดือนกรกฎาคม น้ำมีค่าความขุ่นไม่มาก โดยค่าความโปรงใสของน้ำอยู่ที่ 37 เซนติเมตร ตะกอนสะสมอยู่ที่ก้นแหล่งน้ำ แสงสามารถส่องผ่านได้ดี ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช สอดคล้องกับแหล่งน้ำในช่วงเดือนดังกล่าวในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีฝนตกประปราย ไม่หนักมาก มีน้ำไหลลงมาจากขอบฝั่งของแหล่งน้ำ ทำให้มีสารอาหารจากบนดินเอื้อต่อการเจริญเติบโต และเมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น ทำให้แหล่งน้ำใสขึ้น น้ำมีความนิ่ง และใสขึ้น ทำให้แสงอาทิตย์สามารถส่องผ่านลงมายังน้ำได้มากขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมและเอื้อต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ตรงข้ามกันในฤดูร้อน แสงจากดวงอาทิตย์ส่องลงมายังน้ำโดยตรงทำให้อุณหภูมิน้ำสูง น้ำมีการระเหย ส่งผลต่อปริมาตรน้ำที่น้อยลง การไหลเวียนของสารอาหารมีน้อย ส่งผลต่อการแพร่กระจาย และการเพิ่มปริมาณของสาหร่าย และสัตว์น้ำอื่นๆ ด้วย

นอกจากนี้ยังพบสกุล *Navicula* spp., *Chlorella* spp., *Euglena* spp. และ *Pinnularia* spp. (Figure 4) ในทุกจุดเก็บตัวอย่าง

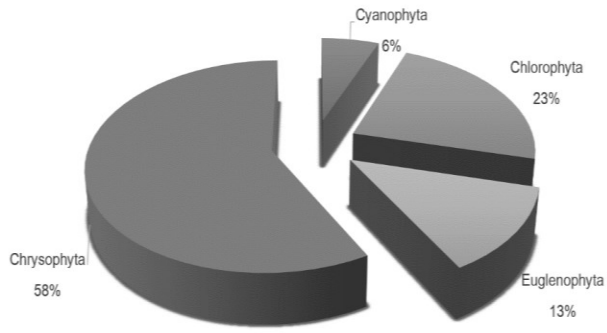

Figure 2 Division percentages of algae genera found in study areas.

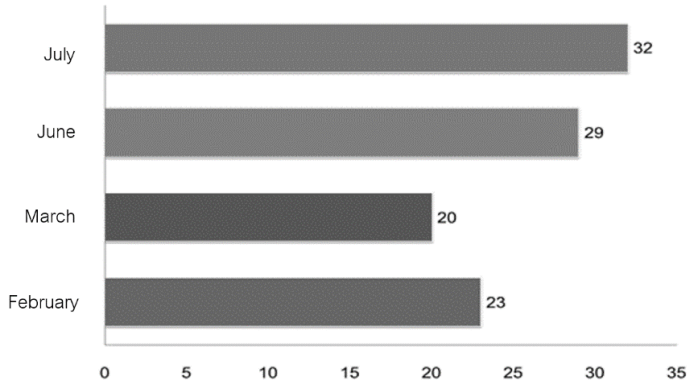

Figure 3 Monthly algae genera (Summer: February-March; Rainy: June-July).

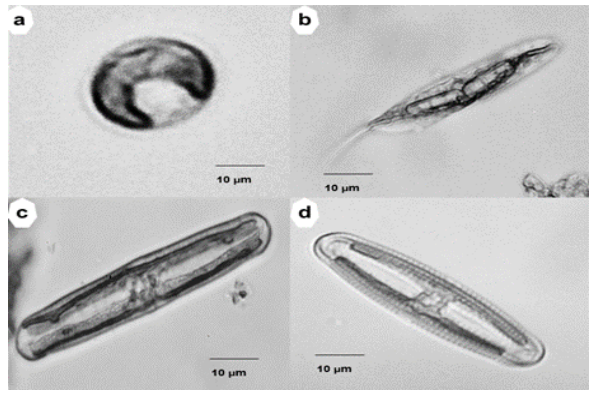

Figure 4 Dominant genera found all study stations (a) *Chlorella* (b) *Euglena* (c) *Pinnularia* (d) *Navicula*.

การศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำสายหลัก จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้สกุลของสาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัด และเปรียบเทียบกับค่าคุณภาพน้ำที่มีการตรวจสอบทั้งทางกายภาพและทางเคมี สาหร่ายสกุลเด่นเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ (Table 3) สามารถแบ่งคุณภาพน้ำได้เป็น 3 กลุ่มคือ คุณภาพน้ำปานกลาง คุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี และคุณภาพน้ำไม่ดี โดยแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำปานกลาง อ้างอิงวิธีการประเมินคุณภาพน้ำแบบ AARL-CMU Score (Peerapornpisal, 2006) ได้แก่ จุดเก็บที่ 6 คลองน้ำตกโยง อ.ทุ่งสง โดยมีสาหร่ายสกุลเด่นได้แก่ *Fragilaria* spp., *Navicula* spp. และ *Pinnularia* spp. ระดับคะแนนตามระดับสารอาหารเท่ากับ 5 จัดอยู่ในระดับ Mesotrophic สารอาหารปานกลาง จัดเป็นคุณภาพน้ำปานกลาง ส่วนแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี ได้แก่ จุดเก็บที่ 1 คลองกลาย อ.ท่าศาลา จุดเก็บที่ 3 คลองนอกท่า อ.พรหมคีรี จุดเก็บที่ 7 แม่น้ำหลวง อ.ทุ่งใหญ่ และจุดเก็บที่ 8 คลองเสาธง อ.ร่อนพิบูลย์ โดยมีตัวแทนสกุลของสาหร่ายคล้ายคลึงกันได้แก่ *Oscillatoria* sp. และ *Surirella* spp. มีระดับคะแนนตามระดับสารอาหารจัดอยู่ใน 5.6-7.5 ซึ่งถือว่าเป็นระดับ Meso-eutrophic สารอาหารปานกลางถึงสูง แสดงถึงคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี และกลุ่มที่ 3 คือ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพที่ไม่ดี ได้แก่ จุดเก็บที่ 2 คลองท่าดี อ.ลานสกา จุดเก็บที่ 4 แม่น้ำปากพนัง อ.ปากพนัง และจุดเก็บที่ 5 คลองท่าแพ อ.เมือง โดยมีสกุลสาหร่ายเด่น ได้แก่ *Euglena* sp.2, *Cruciginella* sp. และ *Anabaena* sp. มีระดับคะแนนตามระดับสารอาหารจัดอยู่ในช่วง 7.6-9.0 ซึ่งถือว่าเป็นระดับ Eutrophic สารอาหารสูง แสดงถึงคุณภาพน้ำไม่ดี ทั้งนี้การเจริญเติบโตของสาหร่ายขึ้นอยู่ระดับสารอาหารที่สามารถสื่อถึงคุณภาพน้ำ นั่นคือแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีการปนเปื้อนของสารอาหารน้อย น้ำมีคุณภาพดี พบแพลงก์

ตอนพืชแต่ละชนิดมีจำนวนน้อย ตรงข้ามกันแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีการปนเปื้อนของสารอาหารมาก น้ำมีคุณภาพไม่ดี พบแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีจำนวนมาก (Waiyaka & Buddee, 2022)

ส่วนการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ในภาพรวมของแหล่งน้ำคือ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.9±0.04-31.2±0.03 องศาเซลเซียส, ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าระหว่าง 0.18±0.02-1.5±0.02 เมตร, ลักษณะสีของน้ำมีลักษณะตั้งแต่ ใส ขุ่นเล็กน้อยจนถึงสีน้ำตาลคล้ำถึงดำ, ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 6.99±0.03-8.07±0.07, ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ (DO) มีค่าระหว่าง 1.8±0.02-9.4±0.07 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) อยู่ระหว่าง 0.2±0.02-7±0.04 มิลลิกรัม/ลิตร (Table 4) และจากการใช้สาหร่ายสกุลเด่นคำนวณคะแนนตามระดับสารอาหาร เพื่อจัดระดับคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสายหลักจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งสอดคล้องกับค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ซึ่งเป็นช่วงค่าที่อยู่ในมาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับค่า BOD น้ำที่มีคุณภาพดีควรมีค่าบีโอดี ไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามาก แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรจะจัดเป็นน้ำเน่าหรือน้ำเสีย โดยเฉพาะค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร และ BOD น้ำที่มีคุณภาพดีควรมีค่าบีโอดี ไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร (Pollution Control Department, 2018) ซึ่งในคลองกลาย อ.ท่าศาลา, คลองท่าดี อ.ลานสกา, แม่น้ำปากพนัง อ.ปากพนัง และคลองท่าแพ อ.เมืองที่แสดง คุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี จากการใช้สาหร่ายสกุลเด่นเป็นดัชนีชี้วัด มีค่า DO ต่ำกว่า มาตรฐานทั่วไป คือมีค่าระหว่าง 1.8-3.4 มิลลิกรัม/ลิตร และ ค่า BOD เกินกว่ามาตรฐาน (เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร) อยู่ 3 แหล่ง คือ คลองท่าดี อ.ลานสกา แม่น้ำปากพนัง อ.ปากพนัง และ คลองท่าแพ อ.เมือง จัดว่าเป็นน้ำคุณภาพไม่ดี ดังนั้น จากการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ โดยใช้วิธีวิธีการประเมินคุณภาพน้ำแบบ AARL-CMU Score สอดคล้องกับค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น จึงเป็นการยืนยันสภาพแหล่งน้ำนั้นๆ และสามารถใช้สาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำได้

Table 3 Score of dominant algae genera and water quality depended on nutrient concentrations.

Stations	Scoring by nutrient concentrations	Range of score	Water quality by nutrient concentrations	Water quality status
Klongcry (Tha Sala District)	6.75	5.6-7.5	Meso-eutrophic	moderate to polluted
Klong Thadee (Lanska District)	7.67	7.6-9.0	Eutrophic	polluted
Klong Nok Tha (Phrom Khiri District)	7.25	5.6-7.5	Meso-eutrophic	moderate to polluted
Pak Panang River (Pak Panang District)	8.67	7.6-9.0	Eutrophic	polluted
Klong Tha Pae (Maung District)	8.5	7.6-9.0	Eutrophic	polluted
Klong Yong water fall (Thungsong District)	5	3.6-5.5	Mesotrophic	moderate
Loung river (Thung Yai District)	7	5.6-7.5	Meso-eutrophic	moderate to polluted
Klong Saothong (Ronpibul District)	5.8	5.6-7.5	Meso-eutrophic	moderate to polluted

Note: Algae and water quality scoring by AARL-CMU Score (Peerapornpisal, 2006).

Table 4 Means of physical and chemical water quality measurement of each study areas.

Station	Physical and chemical water quality parameters					
	Temperature (°C)	Transparency (m)	Water colour /Turbidity	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)
Klongcry (Tha Sala District)	29.8±0.01	0.18±0.02	Light green & turbid	8.07±0.07	3.4±0.08	4.3±0.03
Klong Thadee (Lanska District)	28.7±0.02	0.29±0.01	Clear	7.30±0.02	7.8±0.01	0.3±0.01
Klong Nok Tha (Phrom Khiri District)	27.9±0.04	1±0.04	Clear	7.31±0.04	9.4±0.07	0.4±0.00
Pak Panang River (Pak Panang District)	28.8±0.02	1.5±0.02	Dark brown-black & turbid	8.02±0.05	1.8±0.02	6.5±0.04
Klong Tha pae (Maung District)	29.2±0.03	0.30±0.03	Dark brown-black & turbid	7.19±0.03	2.6±0.06	7±0.04
Klong Yong water fall (Thungsong District)	29.7±0.03	0.70±0.01	Light green	7.00±0.06	6.8±0.02	0.2±0.02
Loung river (Thung Yai District)	28±0.03	0.50±0.02	Clear	7.81±0.04	6.4±0.08	0.3±0.03
Klong Saothong (Ronpibul District)	31.2±0.03	0.50±0.01	Clear	6.99±0.03	6.0±0.12	1.8±0.01

Note: DO: Dissolved Oxygen, BOD: Biological Oxygen Demand.

สรุปผลการศึกษา

การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในแห่งน้ำสายหลัก จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้วิธีวิธีการประเมินคุณภาพน้ำแบบ AARL-CMU Score สอดคล้องกับค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น โดยความหลากหลายของสาหร่าย พบสาหร่าย 35 สกุล 60 ชนิด ใน 4 ดิวิชัน คือ Chrysophyta (58%), Chlorophyta (23%), Euglenophyta (13%) และ Cyanophyta (6%) มีค่าดัชนีความหลากชนิด (H') ระหว่าง 0.57-2.21 สาหร่ายสกุลเด่นที่พบทุกจุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Navicula* spp., *Chlorella* spp., *Euglena* spp. และ *Pinnularia* spp. และจากการใช้สกุลของสาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัด สามารถแบ่งคุณภาพน้ำได้เป็น 3 กลุ่มคือ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำปานกลาง (mesotrophic) ได้แก่ คลองน้ำตกโยง อ.ทุ่งสง ส่วนแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี (mesotrophic to eutrophic) ได้แก่ คลองกลาย อ.ท่าศาลา, คลองนอกท่า อ.พรหมคีรี, แม่น้ำหลวง อ.ทุ่งใหญ่ และคลองเสาธง อ.ร่อนพิบูลย์ และ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพที่ไม่ดี (eutrophic) ได้แก่ คลองท่าดี อ.ลานสกา, แม่น้ำปากพนัง อ.ปากพนัง และคลองท่าแพ อ.เมือง สอดคล้องกับค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี โดยเด่นชัดคือค่า DO ที่ต่ำกว่ามาตรฐานทั่วไป คือ มีค่าระหว่าง 1.8-3.4 มิลลิกรัม/ลิตร และค่า BOD เกินกว่ามาตรฐาน (เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร) จัดเป็นคุณภาพไม่ดี ดังนั้น การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาพแหล่งน้ำ โดยแหล่งน้ำสภาพน้ำดี

(สารอาหารน้อย) จะมีค่าความหลากหลายสูงแต่ปริมาณแต่ละสกุลน้อย ตรงกันข้ามกันแหล่งน้ำเสีย (สารอาหารสูง) จะมีค่าหลากหลายต่ำ แต่ปริมาณแต่ละสกุลมาก และสามารถใช้สาหร่ายสกุลเด่นตรวจวัดคุณภาพน้ำซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบค่าคุณภาพน้ำเบื้องต้น จึงเป็นการยืนยันสภาพแหล่งน้ำนั้นๆ และสามารถใช้สาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่สนับสนุนงบประมาณวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Bold, H. C. & Wynne, M. J. (1985). **Introduction to the Algae: Structure and Reproduction**. New Jersey: Prentice-Hall.

Hoek, C., Mann, D.G., & Jahns, H. M. (1995). **Algae: An introduction to Phycology**. Cambridge: Cambridge University Press.

Kaewchamnong, T., Rodjaroen, S., Wetchakul, A., Sampim, T., Thongprajukaew, K., Nuntapong, N., Adam, M., & Malawa, S. (2021). Effects of cyannobacteria, *Nostoc commune* Vaucher TISTR 8870 supplementation on growth, feed utilization and coloration of Siamese fighting fish (Betta splendens Regan, 1910). **Wichcha Journal**. 40(1), 106-120.

Kunpradid, T. & Semmmanee, P. (2011). The study on water resources management in Ban Eake Village Sanpayang Sub-District, Mae Tang District, Chiang Mai Province. **Rajabhat Chiang Mai Research Journal**. 12(2), 35-44.

Passago, S., Kurukot, J., & Nuesee, C. (2018). Study on water quality and biodiversity of benthos in Chi River. **Prawarun Agricultural Journal**. 15(1), 156-167.

Peerapornpisal. Y. (2006). **Phycology**. 2nd Edition. Chiang Mai: Chotana Print.

Peerapornpisal. Y. (2015). **Freshwater algae in Thailand**. 3rd Edition. Chiang Mai: Chotana Print.

Peerapornpisal, Y., Kluensuwan, S., Niwasabutra, Sh., Kaweewat, K., Promkutkaew, S., Pekthong, T., Waiyaka, P., & Kunpradid, T. (2001). Biodiversity of benthic diatoms and macroalgae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai. In: V. Baimai & R. Kumhom. **BRT Research Reports 2001** (pp. 17-23). Bangkok: Biodiversity Research and Training Program.

Pereira, L. (2021). Macroalgae. **Encyclopedia**. 1(1), 177-188.

Pollution Control Department. (2018). **Work manual of water quality assessment in surface water**. Retrieved from: https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/04/pcdnew-2020-04-21_09-32-00_948434.pdf. (in Thai).

Sudthang, P., Vajrodaya, S., Suwanwong, S., & Sanevas, N. (2011). Vertical diversity of algae in Bueng Boraphet, Nakhon Sawan Province. In **Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Plant.** (pp. 105-112). Bangkok: Kasetsart University.

The Nakhon Si Thammarat Provincial Office of the Comptroller General's Department. (2020). **Water sources**. Retrieved from: http://www.nakhonsithammarat.go.th/web_52/river.php. (in Thai).

Waiyaka, P. & Buddee, R. (2022). Study on phytoplankton diversity for using as indicator of water quality in water reservoir at Chiang Rai Rajabhat University. **Journal of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University**. 2(1), 15-33.

Wongrat, L. & Boonyapiwat, S. (2003). **Manual of sampling and analytical methods of plankton**. Bangkok: Kasetsart University Press.

วันรับบทความ (Received date) : 5 ต.ค. 64
วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 15 ส.ค. 65
วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 4 ต.ค. 65