การศึกษาประสิทธิภาพของไบโอชาร์ต่อการบำบัดน้ำเสีย บริเวณแหล่งน้ำใน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม

พรปวีร์ เอี่ยมเอกสุวรรณ, พัทธดนย์ จิรกิจรัตน์, ณัฏฐ์วรัชญ์ ทองยินดี, น้อยหน่า ศรีทัศน์, เทิดศักดิ์ สกุลสุข, และ จิราภรณ์ แสงประทุม*

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ตำบลนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
** Corresponding author: jiraporns@webmail.npru.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของไบโอชาร์ชนิดที่แตกต่างกันในการบำบัดคุณภาพน้ำผิวดินของแหล่งน้ำ 3 แหล่งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม ถึงมีนาคม พ.ศ. 2568 โดย ไบโอชาร์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย ไบโอชาร์จากถ่านไม้ ไบโอชาร์จากจุลินทรีย์ และไบโอชาร์จากถ่านไม้ไผ่ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินประกอบด้วย ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS) ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือออกซิไดซ์ (ORP) ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำผิวดินของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ในการศึกษาประสิทธิภาพของไบโอชาร์ทั้ง 3 ชนิดในการบำบัดน้ำเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ พบว่าการใช้ไบโอชาร์จากจุลินทรีย์มีค่า DO สูงสุดในทุกแหล่งน้ำ และมีค่า ORP ติดลบมากที่สุด นอกจากนี้ไบโอชาร์จากไม้ไผ่และจุลินทรีย์มีค่าของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS) เกินมาตรฐานคุณภาพผิวดินที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (WHO) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง DO และ ORP ของไบโอชาร์จากจุลินทรีย์ในระยะเวลา 0, 24, 48, และ 72 ชั่วโมง พบว่าค่า DO เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่า ORP ลดลงและมีค่าติดลบ จากผลการศึกษาการใช้ไบโอชาร์ในการบำบัดน้ำนี้สามารถเพิ่มค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ โดยเฉพาะไบโอชาร์จากจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเพิ่มค่า DO และลดค่า ORP ได้

คำสำคัญ: ถ่านชีวภาพ / คุณภาพน้ำ / น้ำเสีย / การบำบัดน้ำเสีย / ค่าออกซิเจนละลายน้ำ

A Study on the Efficiency of Biochar for Wastewater Treatment in Water Sources at Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom Province

Pornpawee Iameksuwan, Pattadon Jirakitrat, Nutwarach Thongyindee, Noyna Srithat, Teardsak Skunsuk, and Jiraporn Sangpratum*

Science and Technology, Demonstration School of Nakhon Pathom Rajabhat, Thailand
** Corresponding author: jiraporns@webmail.npru.ac.th*

Abstract

This study aimed to evaluate the efficiency of three different types of biochar in improving the quality of surface water from three water sources located within Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom Province, during the period from January to March 2025. The types of biochar used in the experiment included: biochar derived from wood charcoal, biochar derived from microbial biomass, and biochar derived from bamboo charcoal. Surface water quality was assessed based on several parameters: electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), dissolved oxygen (DO), pH, and oxidation-reduction potential (ORP). The results indicated that the surface water quality in all three sources met the World Health Organization (WHO) standards for surface water quality. To determine the treatment efficiency of the three biochar types, laboratory experiments were conducted over a 72-hour period at room temperature. Among the tested biochars, microbial biochar showed the highest DO levels across all water sources and produced the most negative ORP values. However, both bamboo biochar and microbial biochar exhibited significantly elevated TDS values, exceeding the WHO surface water quality standards, with statistical significance ($p < 0.05$). Further analysis of the relationship between DO and ORP for microbial biochar at 0, 24, 48, and 72 hours revealed that DO levels increased over time, while ORP values decreased and became negative. These findings suggest that the use of biochar, particularly microbial biochar, can effectively enhance dissolved oxygen levels in surface water and reduce oxidative potential, making it a promising material for sustainable water treatment.

Keywords: Biochar / Water quality / Watse water / Watse water treatment / Dissolved oxygen

1. บทนำ

ในปัจจุบันมนุษย์เผชิญกับปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น มลพิษทางอากาศ มลพิษทางดิน มลพิษทางน้ำ โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำเป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้สำหรับอุปโภคและบริโภค จากข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษได้ระบุรายงานผล 19% ของแหล่งน้ำผิวดินในประเทศไทยมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมหรือควรเฝ้าระวังและ 39% อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ปัญหามลพิษทางน้ำทำให้เกิดโรคต่างๆและอันตรายต่อสุขภาพ เช่น โรคท้องร่วง อหิวาตกโรค โรคบิด ไทฟอยด์ และโปลิโอ ที่ส่งผลต่ออัตราการเสียชีวิตมากกว่า 500,000 คน ทั่วโลกทุกปี โดยมลพิษทางน้ำเกิดจากการได้รับสิ่งปนเปื้อนจากน้ำทิ้งต่างๆ เช่น กิจกรรมในครัวเรือน โรงงานที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำ การเกษตร และรวมถึงจากธรรมชาติที่มีการทับถมของใบไม้และแหล่งน้ำที่ไม่มีการหมุนเวียนของน้ำ ที่ส่งผลทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย ปัญหาน้ำขุ่น ตะกอนสะสม และการปนเปื้อนของสารอินทรีย์หรือโลหะหนัก ที่นำไปสู่มลพิษทางน้ำ [1] ในการพัฒนาและฟื้นฟูแหล่งน้ำ เป็นเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals, SDGs) ที่มีทั้งหมด 17 เป้าหมาย และเพื่อฟื้นฟูแหล่งน้ำให้เป็นไปตามโครงการ ในเป้าหมายที่ 6 การจัดการน้ำสะอาดและสุขาภิบาล, เป้าหมายที่ 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเป้าหมายที่ 15 เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศให้กลับมามีสภาพใหม่และหยุดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ [2] แหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ตั้งอยู่ใกล้บริเวณพื้นที่ชุมชนและได้รับน้ำจากแหล่งน้ำบริเวณรอบมหาวิทยาลัย ซึ่งมีโอกาสที่จะได้รับการปนเปื้อนจากทั้งภาคเกษตรกรรมและชุมชน รวมถึงการตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยที่อาจจะได้รับสิ่งปฏิกูลจากกิจกรรมต่างๆ ซึ่งมีโอกาสน้ำไปสู่น้ำเน่าเสีย ดังนั้นการป้องกันฟื้นฟูบำบัดน้ำเสีย และทำให้คุณภาพของน้ำดีขึ้น เพื่อลดโอกาสที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้คนที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ และความปลอดภัยของนักเรียน นักศึกษาในมหาวิทยาลัย ไบโอชาร์ (Biochar) เป็นวัสดุที่ได้จากการเผาชีวมวลภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนซึ่งมีโครงสร้างที่มีรูพรุนสูง สามารถดูดซับสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และโลหะหนักได้ดี ไบโอชาร์สามารถลดค่าความสกปรกในน้ำได้ โดยการดูดซับโลหะหนักภายในแหล่งน้ำเช่น ตะกั่ว และโครเมียมซึ่งไบโอชาร์จะเข้าเกาะกลุ่มกับสารเคมีที่เป็นมลพิษทางน้ำ ทำให้น้ำมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ซึ่งให้ผลดีกว่าการใช้ถ่านกัมมันต์ ไบโอชาร์ถูกแบ่งประเภทตามชีวมวลที่นำมาผลิต ซึ่งมวลชีวภาพต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน รวมถึงองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับสารปนเปื้อน [3] ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นในศึกษามลพิษทางแหล่งน้ำและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการนำไบโอชาร์จากชีวมวล 3 ชนิด มาในการดูดซับสารที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารที่ปนเปื้อนในน้ำจากชนิดของไบโอชาร์ที่ต่างกัน

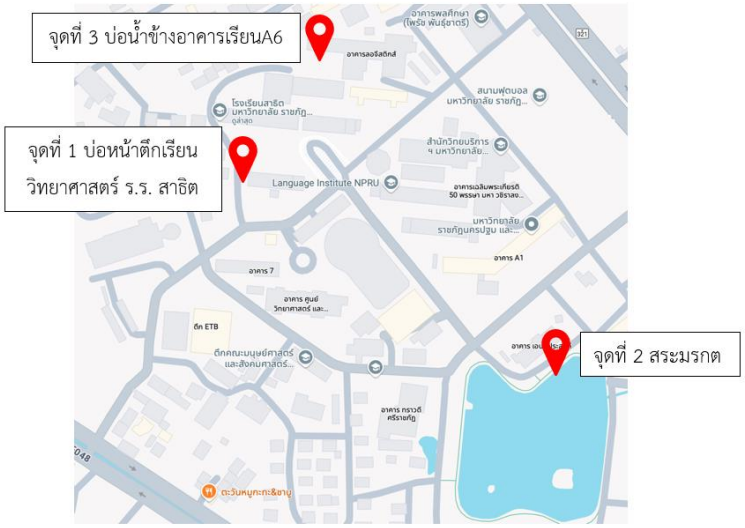
3. ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นศึกษาคุณภาพแหล่งน้ำ 3 แห่ง ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม และเปรียบเทียบตัวอย่างน้ำจากการเก็บตัวอย่างแต่ละแหล่งน้ำเพื่อมาทำการทดสอบการดูดซับสารปนเปื้อนโดยใช้ไบโอชาร์

4. ขั้นตอนและการดำเนินงาน

4.1 ขั้นตอนการสำรวจแหล่งน้ำ

4.1.1 ศึกษาคุณภาพของน้ำ และเก็บตัวอย่างน้ำ โดยจะทำการสำรวจ 3 ครั้ง ได้แก่เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2568 แหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมใช้ในการสำรวจและทำการศึกษา ได้แก่ จุดสำรวจที่ที่ 1 พื้นที่บ่อน้ำหน้าอาคารวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, จุดสำรวจที่ 2 พื้นที่บ่อน้ำสระมรกต และจุดที่ 3 พื้นที่บ่อน้ำข้างอาคารเรียน A6 (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงจุดสำรวจแหล่งบริเวณแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม

4.1.2 เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมโดยรอบ ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ของแหล่งน้ำ, ลักษณะความขุ่นใสของน้ำ, ลักษณะพืชโดยรอบแหล่งน้ำและพืชใต้น้ำ และตรวจสอบแหล่งขยะบริเวณใกล้เคียง

4.1.3 การวัดและวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำบริเวณจุดสำรวจ ได้แก่ วัดอุณหภูมิเหนือน้ำ (Air temperature, วัดอุณหภูมิใต้น้ำ (Water temperature), ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC), ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solid, TDS), ค่าความเป็นกรดด่าง (pH), ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO), ค่าความเค็มของน้ำ (Salinity) และค่าศักยภาพในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation Reduction Potential, ORP)

4.1.4 เก็บตัวอย่าง ณ จุดสำรวจ โดยทำการตักน้ำปริมาตร 1,000 ml บรรจุในขวดโพลีเอทิลีน (Polyethylene)

4.2 ขั้นตอนการศึกษาการดูดซับสารปนเปื้อนโดยใช้ไบโอชาร์

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บปริมาตร 1,000 ml ของแต่ละแหล่งน้ำ นำมาแบ่งใส่บีกเกอร์ 200 ml หลังจากนั้นใส่ไบโอชาร์ 3 ชนิด ได้แก่ ไบโอชาร์จากถ่านไม้ (BC1), ไบโอชาร์จากถ่านไม้ไผ่ (BC2) และไบโอชาร์จากจุลินทรีย์หมัก (BC3) อัตราส่วน 1 กรัม : 100 ml ในแต่ละบีกเกอร์ของน้ำตัวอย่าง ที่อุณหภูมิห้อง และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยทำการวัดค่าพารามิเตอร์น้ำทุก 24 ชั่วโมง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

4.3 สถิติที่ใช้ในการศึกษา

ค่าพารามิเตอร์น้ำที่วัดได้ ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel คำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูล (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ซึ่งใช้การเปรียบเทียบเชิงสถิติด้วยความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$ จากค่าพารามิเตอร์ของน้ำที่วัดได้

5. ผลการศึกษา

5.1 ผลการศึกษาสภาพแหล่งน้ำบริเวณที่ทำการสำรวจ

จุดสำรวจที่ 1 พิกัด 13.835966, 100.028723 : พื้นที่บ่อน้ำหน้าอาคารวิทยาศาสตร์ ร.ร. สาธิตฯ (รูปที่ 1A)
ลักษณะของแหล่งน้ำ : น้ำมีลักษณะขุ่นเล็กน้อย มีต้นไม้เล็กอยู่บริเวณรอบสระน้ำ ไม่พบพืชใต้น้ำ

จุดสำรวจที่ 2 พิกัด 13.838165, 100.026501 : พื้นที่บ่อน้ำสระมรกต (รูปที่ 1B)
ลักษณะของแหล่งน้ำ : น้ำมีลักษณะขุ่นเล็กน้อย มีต้นไม้เล็กอยู่บริเวณรอบสระน้ำ ไม่พบพืชใต้น้ำ

จุดสำรวจที่ 3 พิกัด 13.838551, 100.026592 : พื้นที่บ่อน้ำข้างอาคารเรียน A6 (รูปที่ 1C)
ลักษณะของแหล่งน้ำ : น้ำมีลักษณะขุ่นเล็กน้อย น้ำมีสีเขียวปนน้ำตาล มีต้นไม้ใหญ่และเล็กอยู่บริเวณรอบสระน้ำ

รูปที่ 1 ลักษณะของแหล่งน้ำ ณ จุดสำรวจ (A: จุดสำรวจที่ 1, B: จุดสำรวจที่ 2, และ C: จุดสำรวจที่ 3)

5.2 ผลการประเมินคุณภาพน้ำตามพารามิเตอร์บริเวณสระน้ำภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

จากผลการวัดคุณภาพของแหล่งน้ำพบว่าสระน้ำทั้ง 3 บริเวณ ผ่านเกณฑ์คุณภาพของน้ำผิวดินตามค่ามาตรฐานเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน [1] ได้แก่ ค่า อุณหภูมิใต้น้ำ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) และค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Dolid : TDS) จากการศึกษาค่าความเป็นกรดด่างของทั้ง 3 จุดสำรวจมีค่าใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง 7.80 - 8.00 ค่า DO ที่มีค่าสูงสุดบริเวณจุดสำรวจที่ 1 (8.30±1.40 mg/L) และค่าต่ำสุดบริเวณจุดสำรวจที่ 3 (4.30±0.40 mg/L) ค่าเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Conductivity) มีค่าสูงสุดได้แก่ บริเวณจุดสำรวจที่ 3 (783.33±38.73 uS/cm) และค่าต่ำสุดได้แก่จุดสำรวจที่ 1 (520.00±1.29 uS/cm) ค่า TDS พบว่าบริเวณจุดสำรวจที่ 2 และจุดสำรวจที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง 370.00 – 400.00 ppm แต่จุดสำรวจที่ 1 ให้ค่าต่ำที่สุด (259.67±65.52 ppm) และค่าความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือออกซิไดซ์ (ORP) สูงสุดที่บริเวณจุดสำรวจที่ 1 และค่าต่ำสุดที่จุดสำรวจที่ 3 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำ จากค่าพารามิเตอร์น้ำที่ใช้ บริเวณจุดสำรวจสระน้ำภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

พารามิเตอร์น้ำที่ใช้	เกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน	จุดสำรวจที่ 1	ผลการประเมิน	จุดสำรวจที่ 2	ผลการประเมิน	จุดสำรวจที่ 3	ผลการประเมิน
อุณหภูมิใต้น้ำ (℃)	เป็นไปตามธรรมชาติ	26.75±1.77	อยู่ในเกณฑ์	26.05±2.19	อยู่ในเกณฑ์	25.45±3.32	อยู่ในเกณฑ์
ค่า pH ของน้ำ	5 - 9	7.89±1.66	อยู่ในเกณฑ์	7.91±0.84	อยู่ในเกณฑ์	7.96±0.67	อยู่ในเกณฑ์
ออกซิเจนในน้ำ (DO) (mg/L)	≥ 4	8.30±1.40	อยู่ในเกณฑ์	6.77±1.77	อยู่ในเกณฑ์	4.30±0.40	อยู่ในเกณฑ์
ค่าเหนี่ยวนำกระแไฟฟ้า (Conductivity) uS/cm	-	520.00±1.29	-	735.00±24.33	-	783.33±38.73	-
ค่า Total Dissolved Solid (TDS) (ppm)	≤ 500	259.67±65.52	อยู่ในเกณฑ์	370.00±15.52	อยู่ในเกณฑ์	388.67±19.35	อยู่ในเกณฑ์
ค่า ORP (mV)	-	173.33±18.37	-	146.00±63.17	-	104.00±32.97	-

หมายเหตุ ค่าทางสถิติที่ใช้ Mean±Standard deviation

5.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพไบโอชาร์ต่างชนิด ในการฟื้นฟูน้ำเสีย

จากการศึกษาการใช้ไบโอชาร์ 3 ชนิด ได้แก่ ไบโอชาร์จากถ่านไม้ (BC1) ไบโอชาร์จากถ่านไม้ไผ่ (BC2) และไบโอชาร์จากจุลินทรีย์ (BC3) โดยนำไบโอชาร์ทั้ง 3 ชนิดแช่ในน้ำตัวอย่างที่เก็บได้ในแต่ละจุดสำรวจ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และทำการวัดค่าพารามิเตอร์ของตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 1 (ตารางที่ 2), ตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 2 (ตารางที่ 3) และตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 3 (ตารางที่ 4) พบว่าค่า pH ของน้ำที่ใช้ BC1 มีค่าต่ำกว่าค่า control ของทั้ง 3 ตัวอย่างน้ำ ค่า DO ของน้ำที่ให้ค่าสูงสุดพบในการใช้ BC3 ในการดูดซับ รองลงมาได้แก่ BC2 และ BC1 ตามลำดับ ในค่า conductivity พบว่า BC3 มีค่าสูงสุด ค่าผลการศึกษา TDS พบว่าการใช้ BC3 มีค่าสูงสุด และค่า ORP พบว่าการใช้ BC3 ทำให้ค่า ORP มีค่าติดลบ

ตารางที่ 2 ค่าผลการศึกษาประสิทธิภาพของไบโอชาร์ 3 ชนิด จากน้ำตัวอย่างบริเวณจุดสำรวจที่ 1

	72 ชั่วโมง			
ค่าที่วัด	จุดสำรวจที่ 1 (Control)	BC1	BC2	BC3
อุณหภูมิใต้น้ำ (℃)	27.13±0.85	26.93±0.93	27.37±1.01	26.77±0.83
ค่า pH ของน้ำ	9.27±0.06	8.73±0.528	9.14±0.09	10.17±0.16
ออกซิเจนในน้ำ (DO) (mg/L)	4.87±1.96	5.40±0.36	5.77±1.05	5.97±1.10
ค่าเหนี่ยวนำกระแไฟฟ้า (Conductivity) uS/cm	591.67±44.77	683.33±91.90	810.00±10.63	1382.33±221.81
ค่า Total Dissolved Solid (TDS) (ppm)	297.67±22.48	350.00±3.74	409.00±60.23	697.67±98.33
ค่า ORP (mV)	-7±8.72	38.00±4.95	2.00±38.74	-22.67±35.81

หมายเหตุ ค่าทางสถิติที่ใช้ Mean ± Standard deviation

ตารางที่ 3 ค่าผลการศึกษาประสิทธิภาพของไบโอชาร์ 3 ชนิด จากน้ำตัวอย่างบริเวณจุดสำรวจที่ 2

	72 ชั่วโมง			
ค่าที่วัด	จุดสำรวจที่ 2 (control)	BC1	BC2	BC3
อุณหภูมิน้ำ (°C)	27.50±1.11	27.47±1.01	27.03±1.69	26.80±1.04
ค่า pH ของน้ำ	6.23±2.39	6.19±2.78	8.99±0.04	9.75±0.33
ออกซิเจนในน้ำ (DO) (mg/L)	5.13±0.58	5.47±0.47	5.63±0.91	5.83±0.21
ค่าเหนี่ยวนำกระแไฟฟ้า (Conductivity) uS/cm	761.00±16.00	902.33±136.70	1050.00±55.76	1562.0±129.90
ค่า Total Dissolved Solid (TDS) (ppm)	380.00±11.53	447.00±68.02	525.00±26.06	756.33±87.18
ค่า ORP (mV)	8.33±47.17	16.67±31.56	-26.33±14.29	-12.67±9.24

หมายเหตุ ค่าทางสถิติที่ใช้ Mean ± Standard deviation

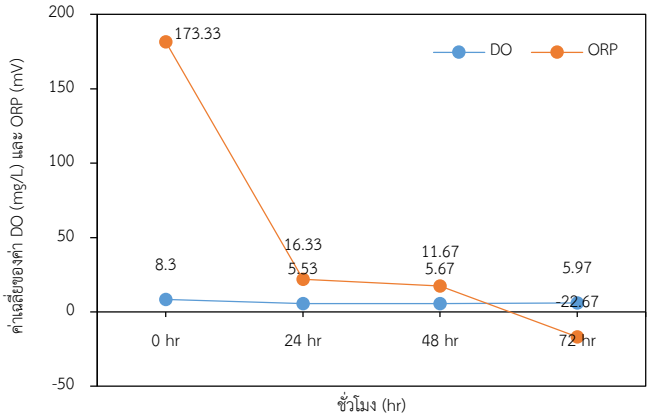
ตารางที่ 4 ค่าผลการศึกษาประสิทธิภาพของไบโอชาร์ 3 ชนิด จากน้ำตัวอย่างบริเวณจุดสำรวจที่ 3

	72 ชั่วโมง			
ค่าที่วัด	จุดสำรวจที่ 3 (control)	BC1	BC2	BC3
อุณหภูมิใต้น้ำ (°C)	27.50±1.45	27.53±1.11	25.90±0.56	26.87±1.21
ค่า pH ของน้ำ	9.05±0.08	8.78±0.14	9.37±0.69	9.67±0.30
ออกซิเจนในน้ำ (DO) (mg/L)	4.30±0.40	4.37±0.15	4.67±0.57	5.60±0.78
ค่าเนี่ยวนำกระแไฟฟ้า (Conductivity) uS/cm	831.67±2.89	1060.00±21.93	1082.00±515.01	1631.67±251.73
ค่า Total Dissolved Solid (TDS) (ppm)	410.00±1.00	524.67±9.29	822.67±305.73	844.00±73.32
ค่า ORP (mV)	14.67±25.03	-10.33±57.83	2.00±31.80	-20.67±31.01

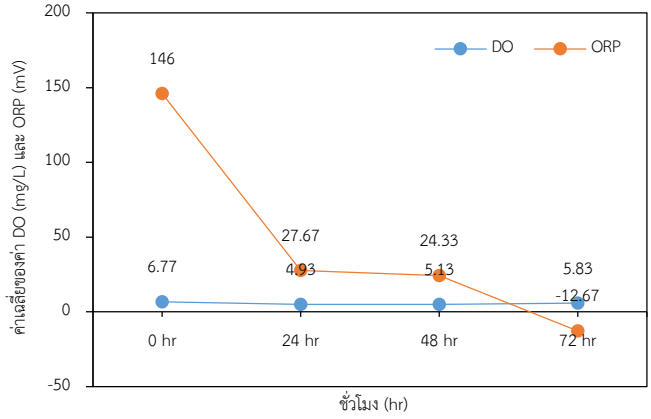
หมายเหตุ ค่าทางสถิติที่ใช้ Mean ± Standard deviation

5.4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า DO และค่า ORP จากการใช้ BC3 ของน้ำตัวอย่างแต่ละจุดสำรวจ

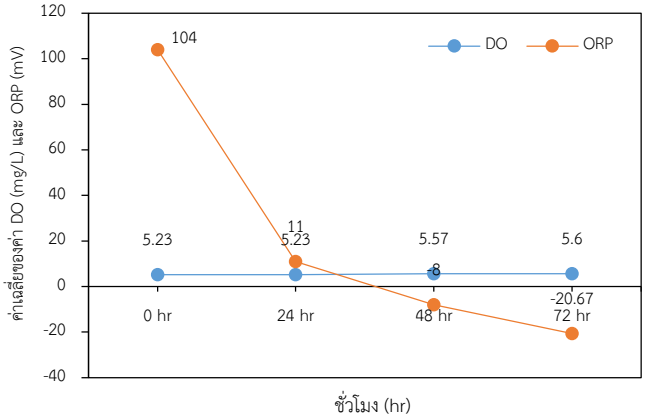
จากการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง DO และค่า ORP พบว่า หลังจากการใช้ BC3 ของตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 1 (รูปที่ 2), ตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 2 (รูปที่ 3) และตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 3 (รูปที่ 4) เมื่อเวลาผ่านไป พบว่าค่า DO ของน้ำตัวอย่างเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า ORP ณ 0 ชั่วโมง มีค่าสูงสุด และลดต่ำลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง และลดต่ำลงจนค่าติดลบเมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง จากความสัมพันธ์ค่า DO เมื่อเพิ่มสูงขึ้น ค่า ORP แปรผกผัน ให้ค่าลดลง



รูปที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า DO และค่า ORP ของตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 1



รูปที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า DO และค่า ORP ของตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 2



รูปที่ 4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า DO และค่า ORP ของตัวอย่างน้ำจากจุดสำรวจที่ 3

6. อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พบว่าน้ำจากทุกจุดสำรวจ ได้แก่ พื้นที่บ่อน้ำหน้าอาคารวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พื้นที่บ่อน้ำสระมรกต และพื้นที่บ่อน้ำข้างอาคารเรียน A6 มีลักษณะน้ำที่ขุ่นเล็กน้อยและไม่มีพืชใต้น้ำ โดยที่ค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน ได้แก่ค่า pH , DO , Conductivity และ TDS อยู่ในเกณฑ์คุณภาพของน้ำผิวดิน [1] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมยังสามารถรับรองระบบนิเวศได้ระดับหนึ่ง การศึกษาประสิทธิภาพของไบโอชาร์ 3 ชนิด ต่อการทดลองการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแหล่งน้ำ ได้แก่ ไบโอชาร์จากถ่านไม้, ไบโอชาร์จากถ่านไม้ไผ่, และไบโอชาร์จากจุลินทรีย์แสดงให้เห็นว่าไบโอชาร์ทุกชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ในแต่ละน้ำจากจุดสำรวจ [4] จากการวัดค่าDO(Dissolved Oxygen) ไบโอชาร์จากจุลินทรีย์มีผลการเปลี่ยนแปลงดีที่สุดในการเพิ่มขึ้นของค่าDO ในทุกแหล่งน้ำ แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ที่อัดแท่งเป็นไบโอชาร์ มีบทบาทในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจน [5] โดยที่จากค่าเฉลี่ย DO ที่ต่ำที่สุดคือพื้นที่บ่อน้ำข้างอาคารเรียน A6 บ่งชี้ให้เห็นถึงการสะสมของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากหรือการไหลเวียนของน้ำต่ำ ส่งผลให้ค่าออกซิเจนในน้ำมีปริมาณต่ำ [6] ค่า ORP (Oxidation-Reduction Potential) ไบโอชาร์ชนิดที่ 3 มีผลต่อการลดลองของค่า ORP อย่างชัดเจน โดยค่าORP มีค่าติดลบในทุกตัวอย่างน้ำ หลังจากครบ 72 ชั่วโมง ซึ่งสะท้อนการเกิดสภาวะรีดิวซ์ในแหล่งน้ำ เป็นผลมาจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างสภาวะเหมาะสมต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน[7] ค่า ORP ที่ลดลงสัมพันธ์กับค่า DO ที่เพิ่มขึ้นแสดงถึงกระบวนการฟื้นฟูระบบนิเวศในแหล่งน้ำอย่างเป็นระบบ [8] ค่า pH ของไบโอชาร์จากจุลินทรีย์ มีผลทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่บ่อน้ำหน้าอาคารวิทยาศาสตร์ ร.ร. สาธิตฯ ซึ่งอาจมีผลต่อความสมดุลของระบบนิเวศในระยะยาว หากค่าสูงอาจมีผลกระทบสิ่งมีชีวิตที่ไวต่อความเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) และ TDS เพิ่มขึ้นหลังการใช้ไบโอชาร์จากจุลินทรีย์เป็นผลมาจากการปล่อยแร่ธาตุหรือสารประกอบจากไบโอชาร์ [9]

7. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษา ไบโอชาร์ทั้งสามชนิดมีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะไบโอชาร์จากจุลินทรีย์ แสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการเพิ่มค่า DO และลดค่า ORP ซึ่งเป็นดัชนีสำคัญที่สะท้อนถึงคุณภาพของน้ำที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามผลกระทบค่า pH และการเพิ่มขึ้นของ Conductivity และ TDS ต้องมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวเพื่อประสิทธิภาพของไบโอชาร์ต่อการบำบัดน้ำเสีย

เอกสารอ้างอิง

[1] กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2562). *คู่มือการปฏิบัติงานการดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.* สืบค้น เมษายน 7, 2568 จาก https://www.pcd.go.th/water.

[2] Sustainable Development Goals. (2015). *The 17 Sustainable Development Goals (SDGs)*. Retrieved from https://sdgs.un.org/goals.

[3] สุพิชญา เจนใจวิทย์, นนทิภา สุพรรณไชยมาตย์, Andrew J. Hunt, ยุวรัตน์ เงินเย็น, พงศธร ทวีธนวาณิชย์, และ สุมนา สิริพัฒนากุล-ราษฎร์ภักดี. (2563). การดูดซับและการย่อยสลายสารไตรโคลคาร์บานทางชีวภาพด้วยไบโอชาร์และไบโอชาร์ตรึงเซลล์ที่ผลิตจากไม้ไผ่และยูคาลิปตัส. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 14*(1), 58-70.

[4] Alshehri, M.A., & Pugazhendhi, A. (2024). Biochar for wastewater treatment: Addressing contaminants and enhancing sustainability: Challenges and solutions. *Journal of Hazardous Materials Advances, 16.* https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100504

[5] Mukherjee, S., Sarkar, B., Aralappanavar, V.K., Mukhopadhyay, R., Basak, B.B., Srivastava, P., Mikolajczyk, O., Bhatnagar, A., Semple, K.T., & Bolan, N. (2022). Biochar-microorganism interactions for organic pollutant remediation: Challenges and perspectives. *Environmental Pollution, 308* .

[6] ธินัฐดา พิมพ์พวง. (2016). การศึกษาการใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งเพื่อการบำบัดน้ำเสีย. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน , 12*(1), 82–97.

[7] Sun, H., Chen, T., Ji, L., Tian, D., Li, X., & Sun, C. (2024). Waste derived biochar for water purification: the roles of redox properties. *Waste Disposal&Sustainable Energy, 6,* 565-587.

[8] Wang, X., Wu, Y., Chen, N., Piao, H., Sun, D., Ratnaweera, H., Maletskyi, Z., & Bi, X. (2022). Characterization of Oxidation-Reduction Potential Variations in Biological Wastewater Treatment Processes: A Study from Mechanism to Application. *Processes,10*, 1-11.

[9] Ruangrit K, Phinyo K, Chailungka S, Duangjan K, Naree A, Thasana J, et al. (2025). Enhanced nitrate removal in aquatic systems using biochar immobilized with algicidal Bacillus sp. AK3 and denitrifying Alcaligenes sp. M3: A synergistic approach. *PLoS ONE*, *20*(3): e0318416. https://doi.org/10.1371/ journal.pone.0318416