



การบำบัดน้ำเสียจากศูนย์อาหารโรงเรียนไกรภักดีวิทยาคมด้วยจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง Wastewater Treatment from Krai Phakdee Wittayakom School Food Court with Compressed Effective Microorganisms

ธีรนนท์ พินธุรัตน์¹ ศิริรัตน์ ทารักษ์¹ และ อภิญญา ไชยรา^{2*}

Thiranan Pinthurat¹ Sirirat Tharak¹ and Apinya Chaiyara^{2*}

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

²สาขาวิชาวิศวกรรมจัดการอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

¹Division of Environmental Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University

²Division of Industrial and Environmental Management Engineering, Faculty of Liberal Arts and Science,
Sisaket Rajabhat University

*Corresponding Author: apinya.t@sskru.ac.th

Received: September 1, 2023

Revised: December 4, 2023

Accepted: March 6, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาจุลินทรีย์ประสิทธิภาพ (EM) อัดแท่งในการบำบัดน้ำเสีย ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน คือ สูตรผสมผักตบชวาและสูตรผสมเปลือกสับปะรด ซึ่งเป็นการทดลองแบบไม่เติมออกซิเจน โดยมีวิธีการทำไอเอ็มอัดแท่งทั้ง 3 วิธี คือ แบบอบ แบบตากแดด และแบบตากลม พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids, TSS) ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลการทดลองพบว่า EM อัดแท่งสูตรที่สามารถลด TSS ได้ดี คือ EM อัดแท่งสูตรผสมเปลือกสับปะรดแบบอบ คิดเป็นร้อยละ 99.63 สูตรที่ช่วยเพิ่มปริมาณ DO ได้ดี คือ EM อัดแท่งสูตรผสมผักตบชวา ทั้ง 3 แบบ จาก 15.53 mg/L เพิ่มขึ้นเป็น 28.73 mg/L สูตรกำจัด BOD ได้ดี คือ EM อัดแท่งสูตรผสมเปลือกสับปะรดแบบอบ และแบบตากลม คิดเป็นร้อยละ 100 สูตรที่ลด TDS ได้ดีที่สุด คือ EM อัดแท่งสูตรผสมผักตบชวาแบบตากลม คิดเป็นร้อยละ 84.74 สูตรที่ปรับปรุง pH ได้ดี คือ EM อัดแท่ง ทั้ง 2 สูตร และสามารถใช้ได้ทุกแบบ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงของเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนด หากจะมีการเลือก EM อัดแท่ง ไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ควรเลือกใช้สูตรผสมเปลือกสับปะรด เพราะมีประสิทธิภาพในการบำบัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ดีกว่าสูตรผสมผักตบชวา

คำสำคัญ: ไอเอ็มอัดแท่ง สูตรผสมผักตบชวา สูตรผสมเปลือกสับปะรด การบำบัดน้ำเสีย

Abstract

The purpose of this research was to explore the effectiveness of Compressed Effective Microorganisms (EM) produced by mixing different raw materials, specifically water hyacinth and pineapple peel, in treating wastewater. The experiment was conducted under non-oxygenated conditions, and the EM Compressed was dried using three methods: baking, sun-drying, and wind-drying. Parameters analyzed included Total Suspended Solids (TSS), Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total



Dissolved Solids (TDS), and pH. The results revealed that the pineapple peel formulation of compressed EM, in baked form, achieved a reduction of TSS by 99.63%. The water hyacinth mixed formulation of compressed EM, in all forms, effectively increased DO levels from 15.53 mg/l to 28.73 mg/l. BOD removal was most effective with the pineapple peel formulation, both in baked and wind-dried forms, at 100%. The water hyacinth mixed formulation, in wind-dried form, was the most successful in reducing TDS by 84.74%. Moreover, both formulations, regardless of the drying method, effectively adjusted pH levels within standard limits. Hence, selecting the pineapple peel formulation for wastewater treatment is recommended due to its superior performance across various parameters.

Keywords: Compressed Effective Microorganisms, Water Hyacinth Mix Formula, Pineapple Peel Recipe, Wastewater treatment

1. บทนำ

ปัญหามลพิษเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญ เพราะมนุษย์ใช้น้ำในการดำรงชีวิตทั้งการอุปโภคบริโภคและในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ทั้งในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และชุมชนต่าง ๆ โดยเฉพาะน้ำเสียที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ที่มีองค์ประกอบของสารละลายหรือสารแขวนลอยอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่ จึงทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ซึ่งเกิดจากการที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำมากเกินไปจนเกินกว่าที่แหล่งน้ำจะสามารถบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้ และส่งผลให้มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นมาก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหามลพิษทางน้ำอันนำไปสู่ความเสียหายหลายด้าน ทั้งนี้ น้ำเสียจากชุมชน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากอาคารบ้านเรือน ร้านค้าพาณิชย์ ตลาดสด ร้านอาหาร สถาบันการศึกษา สถานที่ราชการ โรงแรม โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น (Siriananpaiboon, 2006) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ เมื่อถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำปริมาณมากจะส่งผลให้แหล่งน้ำเน่าเสียได้

ศูนย์อาหารโรงเรียนโกรกตวิทย์วิทยาคมมีการใช้น้ำในการชำระล้างภาชนะและยังไม่มีกักบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งน้ำจากการชำระล้างภาชนะและเศษอาหารต่าง ๆ นั้นมีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ เมื่อสารอินทรีย์ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่มีการบำบัดก่อน และถูกสะสมเป็นเวลานานจึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่าเสียและเสื่อมโทรมส่งกลิ่นเหม็นจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในที่สุด (Pollution Control Department, 2017) ปัญหาน้ำเสียที่ไม่มีการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ อาจก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษทางน้ำและเกิดผลกระทบต่อด้านสุขภาพ ด้านอุปโภคและบริโภค และจากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทั่วประเทศอย่างต่อเนื่อง ก็พบว่าแหล่งน้ำส่วนใหญ่ของประเทศไทยคุณภาพอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2019)

การใช้น้ำสกัดชีวภาพหรือการใช้น้ำจุลินทรีย์อีเอ็มที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms, EM) ในการบำบัดน้ำเสียเริ่มมีความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากน้ำอีเอ็มสามารถผลิตขึ้นใช้เองได้ และยังเป็นวิธีการบำบัดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมีส่วนประกอบทำมาจากธรรมชาติ (Wahid & Azman, 2016) และเป็นวิธีที่ใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้จริงมีค่าใช้จ่ายน้อย (Firdaus & Azman, 2018) จากงานวิจัยของ Namsivayam et al. (2011) และ Itsaranuwat (2005) พบว่าน้ำ EM มีความสามารถในการบำบัดความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งทั้งหมด BOD และ COD ในน้ำเสียชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการพัฒนาจุลินทรีย์ EM ในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจะนำจุลินทรีย์ EM มาผสมกับวัสดุที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาประสิทธิภาพ โดยนำ EM ที่ผสมแล้วมาขึ้นรูป แล้วนำมาฝังไว้ในที่ร่มจนแห้ง เมื่อนำ EM ที่ขึ้นรูปแล้วใส่ลงในตัวอย่างน้ำที่ทำการเก็บมา ตัว EM จะค่อย ๆ แตกตัวเพื่อปล่อยจุลินทรีย์ออกมาทำการย่อยสลายกากตะกอนตัวอย่างน้ำ และจุลินทรีย์จะช่วยในการบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การที่นำ EM มาขึ้นเป็นรูปก็เพื่อเป็นการสร้างที่ยึด



เกาะให้แก่จุลินทรีย์และเก็บรักษาได้นานมากขึ้น จะช่วยในการลดปริมาณตะกอน ลดกลิ่นเหม็นลงได้ (Park et al., 2016; Zakaria et al., 2010; Pimpuang, 2016)

ด้วยเหตุนี้จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้ EM อัดแท่งที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบธรรมชาติ โดยเฉพาะวัตถุดิบทางการเกษตร มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากศูนย์อาหารโรงเรียนไกรภักดีวิทยาคม ที่ปล่อยน้ำทิ้งโดยไม่ได้ผ่านการบำบัดลงสู่สระน้ำในเขตโรงเรียน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ EM อัดแท่ง ทั้ง 2 ชนิด คือสูตรผสมผักตบชวาและสูตรผสมเปลือกสับปะรด ในการบำบัดน้ำเสียจากศูนย์อาหารโรงเรียนไกรภักดีวิทยาคม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากศูนย์อาหารโรงเรียนไกรภักดีวิทยาคม ตำบลโพธิ์ อำเภอมือ จังหวัดศรีสะเกษ ในเดือนกุมภาพันธ์ 2565 โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 2 จุด ได้แก่ บริเวณริมสระน้ำและบริเวณปลายท่อที่ปล่อยน้ำเสียจากโรงอาหารลงสู่สระน้ำ โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids, TSS) ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) พารามิเตอร์และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ดำเนินการตามวิธีการของ APHA (APHA, 2017 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) (American Public Health Association, 2017)

2.2 การเตรียมน้ำหมัก EM

การผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล และน้ำในอัตราส่วน คือ หัวเชื้อจุลินทรีย์ 1 ส่วน : กากน้ำตาล 1 ส่วน : น้ำสะอาด 20 ส่วน ลงในภาชนะ คนส่วนผสมทุกอย่างให้เข้ากัน แล้วนำวัตถุดิบที่จะทำการหมักใส่ลงไปในภาชนะ โดยมีผักตบชวา 1 ถัง และเปลือกสับปะรด 1 ถัง คนส่วนผสมทุกอย่างให้เข้ากันอีกครั้ง เมื่อครบ 14 วัน ทำการกรองน้ำและกรอกใส่ภาชนะที่เตรียมไว้

2.3 การทำ EM อัดแท่ง

EM อัดแท่งของทั้ง 2 สูตร ใช้ส่วนผสมจาก EM ชนิดน้ำของสูตรผสมผักตบชวาและสูตรผสมเปลือกสับปะรด อย่างละ 750 mL ผสมกับ น้ำสะอาด 750 mL รำละเอียด 1.25 Kg หอยละเอียด 0.75 Kg และแป้งมันสำปะหลัง 1 Kg ในการผสมจะนำรำละเอียด หอยละเอียด และแป้งมันสำปะหลัง ใส่ลงในภาชนะสำหรับผสม คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นใส่ EM ชนิดน้ำที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ต่างกันในแต่ละสูตร ได้แก่ สูตรผสมผักตบชวาและสูตรผสมเปลือกสับปะรด และน้ำสะอาด คลุกเคล้าให้เข้ากัน เมื่อผสมเข้ากันจะได้ส่วนผสมที่มีเนื้อเหนียวนุ่ม ไม่เป็นก้อน ไม่แฉะ สามารถขึ้นรูปได้ง่ายทั้ง 2 สูตร จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ใส่เข้าไปในท่อ PVC ใช้ไม้ดันส่วนผสมอัดให้แน่นและให้ได้ความยาวตามที่กำหนด แล้วใช้ไม้ดันตัวอัดอัดแท่งออก อัดแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าส่วนผสมที่เตรียมไว้จะหมด ทำเหมือนกันทั้งสูตรผสมผักตบชวาและสูตรผสมเปลือกสับปะรด ในการเตรียม 1 ครั้ง ได้ EM อัดแท่ง 36 แท่ง น้ำหนักเฉลี่ยแท่งละ 80 กรัม ความยาว 10.5 เซนติเมตร จากนั้นนำจุลินทรีย์อัดแท่งที่ได้ไปทำให้แห้ง โดยแยกออกเป็น 3 วิธีการ คือ แบบตากลม แบบตากแดด และแบบอบ หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้ตัว EM อัดแท่งยัดติดกัน 20 นาที แล้วจัดเก็บในถุงพลาสติกที่กันความชื้น



Figure 1. Compressed Effective Microorganisms (EM) with water hyacinth mixed formulation and pineapple peel mixed formulation. The Compressed EM was dried using three methods: 1. Baking, 2. Sun-drying, and 3. Wind-drying.

2.4 การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

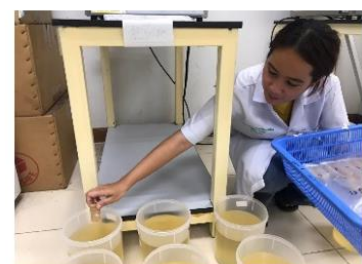
ศึกษาการใช้ EM อัตราสูงที่สุดที่สกัดจากพืชและเปลือกสับปะรดในการบำบัดน้ำเสีย จะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน-หลัง โดยทำการทดลองแบบไม่เติมออกซิเจน มีวิธีการดังนี้คือ เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงอาหารทั้ง 2 จุด แล้วเติมน้ำเสียปริมาตร 3,000 มิลลิลิตร ลงในถังที่มีฝาปิด จากนั้นเติม EM อัตราที่มีน้ำหนัก 37.5 กรัม ลงในถังน้ำเสียแล้วปิดฝา (ตัวอย่างละ 3 ข้าง) และตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือน เมื่อครบ 1 เดือน นำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ประกอบด้วย การวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ออกซิเจนละลาย และ บีโอดี จากนั้นคำนวณหาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียของแต่ละพารามิเตอร์



(A)



(B)



(C)

Figure 2. (A) Experiment conducted under non-oxygenated conditions. (B) Infusion of Compressed Effective Microorganisms with water hyacinth mixed formulation. (C) Infusion of Compressed Effective Microorganisms with pineapple peel mixed formulation.



3. ผลการวิจัย

3.1 การใช้ EM อัดแท่ง สูตรผสมผักตบชวาแบบบอบ แบบตากแดดและแบบตากลม ในการบำบัดน้ำเสีย

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่ง สูตรผสมผักตบชวา แบบบอบในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณริมสระน้ำ ประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 8.01, 66.70 และ 83.53 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 15.53 เป็น 28.73 mg/L รายละเอียดแสดง ดัง Table 1

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่ง สูตรผสมผักตบชวา แบบบอบในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปลายท่อที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่สระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 78.97, 80.86 และ 83.97 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 17.17 เป็น 28.73 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 1

Table 1. Results of water quality analysis before and after the experiment using the baked-type water hyacinth mixed formula of compressed effective microorganisms (EM) for wastewater treatment

Parameters	Pondside Area		Wastewater Outfall Area	
	Before	After	Before	After
TSS (mg/L)	3.62±0.04	3.33±3.34	17.78±8.39	3.74±0.16
DO (mg/L)	15.53±2.46	28.73±0.2	17.17±3.00	28.73±0.11
BOD (mg/L)	8.80±8.19	2.93±1.80	11.13±5.13	2.13±2.20
TDS (mg/L)	198.00±23.81	32.60±0.00	197.08±4.10	31.70±0.00
EC (µs/cm)	198.00±23.81	65.70±0.00	197.80±4.10	63.00±0.00
pH	6.49±0.00	3.62±0.04	6.33±0.00	3.74±0.16
Temp (°C)	29.90±0.00	28.73±0.20	27.60±0.00	0.05±0.11

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่งสูตรผสมผักตบชวา แบบตากแดดในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณริมสระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 65.13, 0.27 และ 2.64 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 15.53 เป็น 28.73 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 2

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่งสูตรผสมผักตบชวา แบบตากแดดในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปลายท่อที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่สระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 79.25, 99.45 และ 84.46 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 17.17 เป็น 28.9 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 2



Table 2. Results of water quality analysis before and after the experiment using the sun-drying-type water hyacinth mixed formula of compressed effective microorganisms (EM) for wastewater treatment

Parameters	Pondside Area		Wastewater Outfall Area	
	Before	After	Before	After
TSS (mg/L)	3.67±0.07	3.33±3.34	17.78±8.39	3.69±0.10
DO (mg/L)	15.53±2.46	28.73±0.05	17.17±3.00	28.9±0.3
BOD (mg/L)	11.4±6.24	2.93±1.80	385.1±536.64	2.13±2.20
TDS (mg/L)	200.9±13.17	32.60±0.00	204±4.35	31.70±0.00
EC (µs/cm)	65.70±0.00	200.9±13.17	63.00±0.00	204±4.35
pH	6.49±0.00	3.67±0.07	6.33±0.00	3.69±0.10
Temp (°C)	29.90±0.00	28.73±0.05	27.60±0.00	28.9±0.30

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่งสูตรผสมผักตบชวาแบบตากลมในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณริมสระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 10.00, 68.49 และ 84.59 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 15.53 เป็น 28.73 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 3

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่งสูตรผสมผักตบชวา แบบตากลมในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปลายท่อที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่สระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 78.85, 55.25 และ 84.74 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 17.17 เป็น 28.67 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 3

Table 3. Results of water quality analysis before and after the experiment using the wind-drying-type water hyacinth mixed formula of compressed effective microorganisms (EM) for wastewater treatment

Parameters	Pondside Area		Wastewater Outfall Area	
	Before	After	Before	After
TSS (mg/L)	3.70±0.07	3.33±3.34	17.78±8.39	3.76±0.04
DO (mg/L)	15.53±2.46	28.73±0.05	17.17±3.00	28.67±0.05
BOD (mg/L)	9.3±5.30	2.93±1.80	4.76±4.44	2.13±2.20
TDS (mg/L)	211.67±3.78	32.60±0.00	207.67±2.30	31.70±0.00
EC (µs/cm)	65.70±0.00	211.67±3.78	63.00±0.00	207.67±2.30
pH	6.49±0.00	3.70±0.07	6.33±0.00	3.75±0.04
Temp (°C)	29.90±0.00	28.73±0.05	27.60±0.00	28.67±0.05

3.2 การใช้ EM อัดแท่ง สูตรผสมเปลือกสับปะรดแบบอบ แบบตากแดด และแบบตากลมในการบำบัดน้ำเสีย

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่งสูตรผสมเปลือกสับปะรด แบบอบในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณริมสระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 99.63, 49.48 และ 80.24 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 11.43 เป็น 15.53 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 4



จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัตราส่วนสูตรผสมเปลือกสับปะรด แบบอบในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปลายท่อที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่สระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 96.17, 100 และ 80.96 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 11.32 เป็น 17.17 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 4

Table 4. Results of water quality analysis before and after the experiment using the baked-type pineapple peel mixed formula of compressed effective microorganisms (EM) for wastewater treatment

Parameters	Pondside Area		Wastewater Outfall Area	
	Before	After	Before	After
TSS (mg/L)	907.78±197.49	3.33±3.34	464.44±464.44	17.78±8.39
DO (mg/L)	11.43±2.55	15.53±2.46	11.32±1.5	17.17±3.00
BOD (mg/L)	5.8±1.27	2.93±1.80	2.13±2.20	0±0
TDS (mg/L)	165.01±13.65	32.60±0.00	166.5±6.18	31.70±0.00
EC (µs/cm)	65.70±0.00	330.33±27.610	63.00±0.00	335±5.29
pH	6.49±0.00	3.77±0.05	6.33±0.00	3.71±0.08
Temp (°C)	29.90±0.00	28.4±0.00	27.60±0.00	28.33±0.11

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัตราส่วนสูตรผสมสับปะรด แบบตากแดดในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณริมสระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 99.57, 78.50 และ 81.04 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 7.83 เป็น 15.53 มิลลิกรัม/ลิตร รายละเอียดแสดงดัง Table 5

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัตราส่วนสูตรผสมสับปะรด แบบตากแดดในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปลายท่อที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่สระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 97.12 , 51.91 และ 80.74 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 13.46 เป็น 17.17 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงดัง Table 5

Table 5. Results of water quality analysis before and after the experiment using the sun-drying-type pineapple peel mixed formula of compressed effective microorganisms (EM) for wastewater treatment

Parameters	Pondside Area		Wastewater Outfall Area	
	Before	After	Before	After
TSS (mg/L)	766.67±70	3.33±3.34	617.7±383.03	17.78±8.39
DO (mg/L)	7.83±1.33	15.53±2.46	13.46±4.08	17.17±3.00
BOD (mg/L)	2.93±1.80	0.63±0.55	4.43±4.30	2.13±2.20
TDS (mg/L)	171.96±10.55	32.60±0.00	164.56±2.74	31.70±0.00
EC (µs/cm)	65.70±0.00	343.33±21.57	63.00±0.00	327.66±7.02
pH	6.49±0.00	3.99±0.12	6.33±0.00	3.94±0.15
Temp (°C)	29.90±0.00	28.4±0.10	27.60±0.00	28.8±0.00



จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่ง สูตรผสมสับปะรด แบบตากลมในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณริมสระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 99.27, 100 และ 81.35 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 10.8 เป็น 15.53 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 6

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้ EM อัดแท่ง สูตรผสมสับปะรด แบบตากลมในการบำบัดน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปลายท่อที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่สระน้ำ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS, BOD และ TDS คิดเป็นร้อยละ 96.17, 57.4 และ 82.20 ตามลำดับ และ DO เพิ่มขึ้นจาก 14.86 เป็น 17.17 mg/L รายละเอียดแสดงดัง Table 6

Table 6. Results of water quality analysis before and after the experiment using the wind-drying-type pineapple peel mixed formula of compressed effective microorganisms (EM) for wastewater treatment

Parameters	Pondside Area		Wastewater Outfall Area	
	Before	After	Before	After
TSS (mg/L)	455.57±183.09	3.33±3.34	464.44±118.43	17.78±8.39
DO (mg/L)	10.8±4.53	15.53±2.46	14.86±4.25	17.17±3.00
BOD (mg/L)	2.93±1.80	0±0	5±5.63	2.13±2.20
TDS (mg/L)	174.76±8.73	32.60±0.00	178.1±5.12	31.70±0.00
EC (µs/cm)	65.70±0.00	349.66±17.61	63.00±0.00	356.66±9.50
pH	6.49±0.00	3.70±0.16	6.33±0.00	3.66±0.07
Temp (°C)	29.90±0.00	28.43±0.05	27.60±0.00	29.06±0.28

4. อภิปรายผลการวิจัย

การนำ EM ชนิดน้ำมาแปรรูปเป็น EM อัดแท่ง เป็นการช่วยเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากส่วนผสมของ EM อัดแท่ง มีแป้งมันสำปะหลังและรำละเอียดที่สามารถเป็นอาหารให้กับจุลินทรีย์ในรูปของสารอินทรีย์ และมีเอนไซม์จากวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรหลายชนิด ได้แก่ ผักตบชวา เปลือกสับปะรด ที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีหลายรูปแบบ (Ehrlich, 2002) การนำ EM ชนิดน้ำมาแปรรูปเป็น EM อัดแท่ง ยังมีผลทำให้จุลินทรีย์เกิดการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ หากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะทำให้จุลินทรีย์มีการเพิ่มจำนวนเป็นทวีคูณได้ในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า EM อัดแท่ง สูตรเปลือกสับปะรดแบบอบ เมื่อเติมลงในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณริมสระ พบว่ามีประสิทธิภาพในการลด TSS เฉลี่ยร้อยละ 99.63 EM อัดแท่ง สูตรเปลือกสับปะรดแบบอบที่เติมลงในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณปลายท่อ พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD เฉลี่ยร้อยละ 100 และ EM อัดแท่งสูตรผสมผักตบชวา แบบตากลมเติมลงในตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บจากบริเวณปลายท่อ พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด TDS เฉลี่ยร้อยละ 84.74 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Pimpuang (2016) ที่ได้ศึกษาการใช้ EM อัดแท่งเพื่อบำบัดน้ำเสียพบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัด TSS เฉลี่ยร้อยละ 46.53–77.92 และ Sirirote et al. (1995) ที่ได้ศึกษาการใช้ EM ในการบำบัดน้ำเสียและผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำมูลสุกร พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด TSS เฉลี่ยร้อยละ 72.76 ในการกำจัด BOD มีความสอดคล้องกับการทดลองของ Pimpuang (2016) ที่ได้ศึกษาการใช้ EM อัดแท่งเพื่อบำบัดน้ำเสีย พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD เฉลี่ยร้อยละ 44.74–86.58 ในส่วนของค่า DO สอดคล้องกับการศึกษาของ Okuda & Higa (2009) ที่ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียให้บริสุทธิ์ด้วย



EM และการใช้ประโยชน์ในการเกษตร พบว่าค่า DO มีประสิทธิภาพการปรับปรุง เฉลี่ยร้อยละ 84.99 ประสิทธิภาพในการบำบัดกรด-ด่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Riyakan (2012) ที่ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียด้วย EM ก่อน ในน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบ พบว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วงของเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนด คือ 5.00-9.00 ทั้งนี้จากผลการศึกษาของพวกเราพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีความผกผัน สอดคล้องกับการทดลองของ Sirising (1982) ที่ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำและน้ำเสีย พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำ อุณหภูมิของน้ำในขณะทำการตรวจวัด ชนิดของสารที่มีประจุแต่ละชนิด การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ EM อัดแท่งที่เก็บตัวอย่างน้ำจากสระ พบว่าเป็นช่วงฤดูฝนที่มีน้ำในสระในปริมาณมากกว่าปกติ จึงมีผลทำให้น้ำตัวอย่างที่เก็บมา มีการเจือจางสิ่งสกปรกตามไปด้วย ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้อง คือ ความร้อน ความเย็น แก๊ส ความเป็นกรด-ด่าง รังสี ความชื้น และแรงดัน เป็นต้น (Kunsuwan, 2012)

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

EM อัดแท่งที่สามารถลด TSS ได้ดีคือ EM อัดแท่งสูตรผสมเปลือกสับปะรดแบบอบ คิดเป็นร้อยละ 99.63 สูตรที่ช่วยเพิ่มปริมาณ DO ได้ดี คือ EM อัดแท่ง สูตรผสมผักตบชวาทั้ง 3 แบบ จาก 15.53 mg/L เพิ่มขึ้นเป็น 28.73 mg/L สูตรกำจัด BOD ได้ดีคือ EM อัดแท่ง สูตรผสมเปลือกสับปะรด แบบอบและแบบตากลม คิดเป็นร้อยละ 100 สูตรลด TDS ได้ดีที่สุดคือ EM อัดแท่ง สูตรผสมผักตบชวาแบบตากลม คิดเป็นร้อยละ 84.74 สูตรที่ปรับปรุงความเป็นกรด-ด่าง ได้ดีคือ EM อัดแท่ง ทั้ง 2 สูตร และสามารถใช้ได้ทุกแบบ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงของเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินที่กำหนด อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้เป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานเท่านั้น การใช้ EM อัดแท่ง ต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสมและมีอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งจากการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ หากแต่การนำ EM อัดแท่งไปใช้ประโยชน์จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลองต่าง ๆ ด้วย เช่น อุณหภูมิ ความร้อน ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจน ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ทั้งในด้านสถานที่ วัสดุในการวิจัย และคำปรึกษาแนะนำต่าง ๆ จนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- American Public Health Association. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd ed. Washington: American Public Health Association.
- Ehrlich, HL. (2002). Geomicrobiology, 4th ed. New York: Marcel Dekker.
- Firdaus, A., & Azman, S. (2018). Improvement of Sungai Sebulung Water Quality Using Effective Microorganism. International Journal of Engineering & Technology, 7(3.9), 59-61.
- Itsaranuwat, P. (2005). Effective microorganisms for agricultural nature. Khon Kaen Agriculture Journal, 33, 175-183. (in Thai).
- Kunsuwan, D. (2012). Environmental Influences: Suitable environment for microorganisms [Online]. Retrieved January 15, 2012, from: <http://www.sites.google.com/site/deunpen601/4-xiththipl-khxng-sphaph-waedlxm>. (in Thai)
- Namsivayam, SKR, Narendrakumar, G., & Kumar, JA. (2011). Evaluation of Effective Microorganism (EM) for treatment of domestic sewage. Journal of Experimental Sciences, 2(7), 30-32.



- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2019). Situation report Environmental quality 2019. Research report. Bangkok: Office of Policy and Planning Natural resources and environment. (in Thai)
- Okuda, A., & Higa, T. (2009). Purification of wastewater with effective microorganisms and its utilization in agriculture [Online]. Retrieved October 18, 2009, from: <http://emfsafe.com/em/EMWWT&AG Japan.pdf>
- Park, GS., Khan, AR., Kwak, Y., et al. (2016). An improved effective microorganism (EM) soil ball-making method for water quality restoration. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1100-1107.
- Pimpuang, T. (2016). Study of the use of effective microbial briquettes for wastewater treatment. Health education program. Pattani: Department of Physical Education, Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus. (in Thai)
- Pollution Control Department. (2017). Manual for domestic wastewater and wastewater treatment systems [Online]. Retrieved July 20, 2023, from: <http://www.oic.go.th/FILEWER CABINFOCENTER3/DRAWE R056/ GENERAL/ DATA0000/00000973.PDF>. (in Thai)
- Riyakan, I. (2012). Wastewater Treatment by Effective Microorganism Ball: A Case Study of Wastewater Sample from San-Sab Canal. Master of Science Thesis. Bangkok: National Institute of Development Administration. (in Thai)
- Sirananpaiboon, S. (2006). Wastewater treatment system, selection, design, operation and solutions. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Sirirote, P., Sawanon, S., & Wangkubkiat, A. (1995). Swine manure wastewater treatment and biogas production by using EM. Paper presented at the conference of EM research project and the effects on agriculture and environment. Thailand: Bangkok. (in Thai)
- Sirising, K. (1982). Chemical analysis of water and sewage. Bangkok: Faculty of Health Sciences, Mahidol University. (in Thai)
- Wahid, W., & Azman, S. (2016). Improvement of Water Quality using Effective Microorganisms. Proceeding of the 1st Environmental Engineering, Hydraulics and Hydrology, June 7-8, 2016. Malaysia: University Technology Malaysia, 57-66.
- Zakaria, Z., Gairola, S., & Sharif, NM. (2010). Effective Microorganisms (EM) Technology for Water Quality Restoration and Potential for Sustainable Water Resources and Management. Proceedings of 5th International Congress on Environmental Modelling and Software, July 1, 2010. Canada: Ontario. 448-456.