

ประสิทธิภาพของอีเอ็มบอลจากขยะอินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียในจังหวัดอุบลราชธานี Efficiency of Organic Waste Effective Microorganisms (EM) Ball For Wastewater Treatment in Ubon Ratchathani province

ปวีณา ลิ้มปิทีปรการ^{1*} และ พัสตราภรณ์ โพธิ์แล²
Pawena Limpiteprakan^{1*} and Phattraporn Phothilaek²

¹ อาจารย์, วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34190

¹ Professor, College of Medicine and Public Health Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani province 34190

² นักวิชาการสิ่งแวดล้อม, บริษัท แนนเซอร์ล โซลูชันจำกัด เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10230

² Environmental scholar, Natural Solution CO.,LTD. Buengkum area, Bangkok 10230

*E-mail: pawena.l@ubu.ac.th

Received: Jan 30, 2019

Revised: May 08, 2019

Accepted: Jun 03, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ EM Ball (EMB) ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 2 ชุดตามตัวอย่างน้ำเสีย ได้แก่ น้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อแรกของระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และน้ำเสียท่วมขังในภาชนะน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองวารินชำราบ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 น้ำเสียแต่ละประเภทจะแบ่งเป็นชุดละ 6 ถัง ได้แก่ ถังที่ 1 ไม่เติม EMB (ถังควบคุม) ถังที่ 2 เติม EMB สูตรปกติ (ไม่ผสมขยะอินทรีย์) ถังที่ 3 4 5 และ 6 เติม EMB สูตรผสมเศษอาหาร เศษผัก เศษเปลือกผลไม้ และ ผักตบชวา ตามลำดับ อัตราส่วนการผสมอยู่ที่ 10 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจากสูตรปกติ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนบำบัด และที่ระยะเวลา 3, 7 และ 14 วัน ภายหลังการเติม EMB คุณภาพน้ำที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids: SS) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) จากผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด COD และ BOD มีแนวโน้มดีขึ้นในน้ำเสียทั้งสองแหล่ง โดยในน้ำเสียจากการท่วมขัง EMB สูตรปกติ บำบัด COD ได้ดีที่สุด คิดเป็น 70.8% สูตรผสมเปลือกผลไม้และสูตรผสมผักตบชวา บำบัด BOD ได้ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.0 เท่ากัน ในน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่า EMB สูตรผสมเปลือกผลไม้ บำบัด COD ได้ดีที่สุด คิดเป็น 76.2% สูตรผสมเปลือกผลไม้และสูตรผสมผักตบชวา บำบัด BOD ได้ดีที่สุด คือ 80.7% เท่ากัน และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติในถังควบคุมที่ไม่มีการเติม EMB พบว่า การเติม EMB มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมากกว่าการปล่อยให้จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียเองตามธรรมชาติ สำหรับการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในสูตร EMB ที่เป็นเปลือกผลไม้และผักตบชวา หรือใช้ทั้งสองชนิดนี้ผสมกัน เพื่อดูว่าสัดส่วนเท่าใดที่จะทำให้การบำบัดได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ EMB ในระยะยาว

คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสีย อีเอ็มบอล ขยะอินทรีย์ บีโอดี ซีโอดี

Abstract

This study investigated the wastewater treatment efficiency of EM Ball (EMB) on different raw materials. The experiment was divided into two sets which were wastewater from the first pond of the wastewater treatment system at Ubon Ratchathani University and sewage flooding from a village in Warinchamrap Municipality during November 2017. Each wastewater sample was divided into 6 buckets. The first bucket had no EMB. The second bucket contained regular EMB (no organic waste added). The 3rd 4th 5th and 6th bucket contained EMB mixed with food waste including vegetable scraps, fruit peel and water hyacinth. The mixing ratio was to add 10 kg of waste topped up from the regular formula. Water qualities were analyzed before treatment and at days 3, 7 and 14 after the addition of EMB. The parameters studied included Temperature, pH, Suspended Solids (SS), Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD). The results showed that COD and BOD efficacy improved in both wastewater samples. For the sewage flooding the best COD treatment was regular formula EMB (70.8%). Both of the fruit peel and water hyacinth EMB had the best BOD treatment at 80.0%. For

influent from the treatment ponds, it was found that fruit peel EMB was the best COD treatment (76.2%) and the best BOD treatment was fruit peel and water hyacinth EMB at 80.7%. In comparison with the natural microbial wastewater treatment in non-EMB control tanks, EMB is more effective in treating wastewater than allowing natural treatment process. Further study should be focused on the best proportion of fruit peel and water hyacinth EMB formulation and whether to use both types of mixing to observe what proportion of the treatment is most effective for the efficiency of EMB over a long period.

Keywords: Wastewater Treatment Plant, EM Ball, Organic Waste, BOD, COD

1. บทนำ

ปัญหามลพิษเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำก็เป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญ เพราะมนุษย์ใช้น้ำในการดำรงชีวิตทั้งการอุปโภคบริโภคและในกระบวนการผลิตต่างๆ ทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม โดยน้ำเสียเป็นน้ำที่ผ่านการใช้มาแล้ว ที่มีองค์ประกอบของสารละลายหรือสารแขวนลอยอื่นๆ ปะปนอยู่ ปัญหามลพิษทางน้ำเกิดจากการที่มีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำมากเกินไปที่แหล่งน้ำจะสามารถบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้ จากสถานการณ์คุณภาพน้ำของประเทศไทยพบว่าน้ำเสียมาจากชุมชนมากกว่า 24 ล้านครัวเรือน หรือ 9.93 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่มีน้ำเสียที่ได้รับการบำบัดเพียง 3.26 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน [1] ปัจจุบันการใช้น้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำอีเอ็มในการบำบัดน้ำเสียเริ่มมีความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากน้ำอีเอ็มสามารถผลิตขึ้นใช้เองได้ และยังเป็นวิธีบำบัดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะส่วนประกอบนั้นทำมาจากธรรมชาติ [2] และเป็นวิธีที่ใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้จริง มีค่าใช้จ่ายน้อย [3] งานวิจัยของ Namsivayam Narendrakumar และ Kumar พบว่า น้ำอีเอ็มมีความสามารถในการบำบัดความเป็นต่าง ของแข็งทั้งหมด BOD และ COD ในน้ำเสียชุมชนลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4] อย่างไรก็ตามการใช้น้ำสกัดชีวภาพโดยส่วนใหญ่สามารถทำงานได้เพียงแค่อบริเวณผิวน้ำเท่านั้น ยังไม่ลงลึกไปถึงส่วนบริเวณท้องน้ำซึ่งมีภาคตะกอนอยู่มาก จึงมีการพัฒนาเป็น Effective Microorganisms Ball หรือ EM Ball (EMB) ซึ่งผลิตมาจากการนำน้ำสกัดชีวภาพมาผสมรวมกับกากน้ำตาล รำละเอียด มูลสัตว์ นำมาปั้นเป็นก้อนแล้วนำมาฝังในที่ร่มจนแห้ง เมื่อทิ้งจุลินทรีย์แบบก้อน หรือที่เรียกว่า EMB ลงในแหล่งน้ำ ตัว EMB จะจมลงสู่ท้องน้ำ และค่อยๆ แตกตัวเพื่อปล่อยจุลินทรีย์ออกมาทำการย่อยสลายภาคตะกอนใต้ท้องน้ำ ทำให้จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น EMB เป็นการสร้างที่ยึดเกาะให้แก่จุลินทรีย์ และเก็บรักษาได้นานขึ้น [5] ในประเทศมาเลเซียได้มีการนำ EMB มาช่วยบำบัดน้ำเสียในหนองน้ำ หรือบึง ซึ่งพบว่า EMB นั้นช่วยในการลดปริมาณตะกอน ลดกลิ่นเหม็นลงได้ และควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ [6]

ในสถานการณ์น้ำท่วมใหญ่ของประเทศไทยเมื่อปี 2554 ส่งผลให้หลายพื้นที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน เกิดปัญหา

น้ำเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็นขึ้น ดังนั้นจึงมีการคิดค้นวิธีการบำบัดน้ำเน่าเสียในกรณีน้ำท่วมขังโดยใช้ EMB ขึ้น แต่ก็ยังมีข้อถกเถียงกันอยู่ว่า การใช้ EMB ในการบำบัดน้ำเสียนั้น จะเป็นการช่วยบำบัดน้ำเสียได้จริงหรือไม่ หรือเป็นการเพิ่มความสกปรกให้ทำให้เกิดการเน่าเสียมากขึ้น งานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องก็จะเป็นการศึกษาประสิทธิภาพจุลินทรีย์อีเอ็มที่เป็นแบบน้ำ ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งน้ำประเภทต่างๆ เช่น การศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มในโรงอาหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่พบว่า EM สามารถบำบัดน้ำเสียได้ดี ทำให้ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี น้ำมันและไขมัน มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการบำบัด [7] ในงานวิจัยของ อิสระ ริยะชัน [8] ที่ได้ทำการศึกษการบำบัดน้ำเสียด้วยอีเอ็มก้อน: กรณีศึกษาน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบ พบว่า การใช้อีเอ็มก้อนไม่มีสวณช่วยในการบำบัดคุณภาพน้ำเสียจาก คลองแสนแสบ หรือการใช้อีเอ็มก้อนไม่ส่งผลให้มีความแตกต่างกันกับจุลินทรีย์ตามธรรมชาติในการบำบัดน้ำเสียจากคลองแสนแสบ จะเห็นได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะทำการศึกษการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์แบบน้ำหรือใช้จุลินทรีย์ตามธรรมชาติ แต่ในส่วนองงานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้อีเอ็มบอล มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียนั้นยังมีจำนวนจำกัด แต่มีการนำอีเอ็มบอลไปใช้แก้ปัญหาเน่าเสียจากการท่วมขัง ซึ่งยังไม่ทราบกันว่าประสิทธิภาพนั้นดีมาอย่างไร ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำ EMB ที่ผลิตร่วมกับขยะอินทรีย์แต่ละประเภท มาใช้บำบัดน้ำเสียจากการท่วมขังในสถานการณ์น้ำท่วม เปรียบเทียบกับน้ำเสียจากบ่อบำบัดแรกของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีขึ้น โดยเศษขยะอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตอีเอ็มบอล ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ และผักตบชวา และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ EMB แต่ละสูตรว่าสูตรใดมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด การศึกษาครั้งนี้ นอกจากจะเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากอีเอ็มบอลแล้ว ก็ยังเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ด้วย ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการปัญหาน้ำเสียโดยการใช้ EMB จากขยะอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. วิธีศตอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจาก EMB ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน

2.2 การเก็บและเตรียมน้ำเสียสำหรับการทดลอง

ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้เก็บจาก 2 แหล่ง คือ บ่อบำบัดน้ำเสียบ่อแรกของระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ จากหมู่บ้านแห่งหนึ่งในเขตเทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภวารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ที่ประสบภาวะน้ำท่วมและมีน้ำท่วมขังภายในหมู่บ้าน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2560 น้ำเสียจากทั้งสองแหล่ง จะถูกเก็บใส่แกลลอนพลาสติกขนาด 20 ลิตร โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) ตัวอย่างน้ำบางส่วนจะนำมาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทันทีในวันที่เก็บตัวอย่างน้ำมา ส่วนตัวอย่างน้ำที่เหลือจะถูกแช่เย็นไว้ที่อุณหภูมิ ± 4 องศาเซลเซียส

2.3 ขั้นตอนการเตรียมอีเอ็มบอล

ในการทดลองนี้ได้มีการเตรียม EMB ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร ได้แก่ สูตรผสมเศษอาหาร สูตรผสมเศษผัก สูตรผสมเปลือกผลไม้ และสูตรผสมผักตบชวา ขั้นตอนแรกจะเตรียมน้ำจุลินทรีย์ชีวภาพก่อน โดยการผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล และน้ำในอัตราส่วน หัวเชื้อจุลินทรีย์ 1 ส่วน : กากน้ำตาล 1 ส่วน : น้ำเปล่า 20 ส่วน ลงในภาชนะปิดฝาถึงให้สนิททิ้งไว้ประมาณ 7 วัน เพื่อให้หัวเชื้อขยายตัว จากนั้นนำหัวเชื้อที่ขยายตัวเรียบร้อยแล้วมาเพื่อทำเป็นอีเอ็มบอล โดยมีส่วนผสม ได้แก่ รำข้าว แกลบ และ ดินในอัตราส่วน 1:1:1 และเติมขยะอินทรีย์แต่ละประเภทที่เตรียมไว้ชนิดละ 10 กิโลกรัม จากนั้นใช้น้ำหัวเชื้อค่อยพรมให้มีความชื้นเพียงพอประมาณ 60% และนำมาปั้นให้เป็นก้อนดังแสดงใน Figure 1 ทั้งอีเอ็มบอลไว้ให้หมักต่ออย่างสมบูรณ์ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน ก่อนที่จะนำมาใช้งาน โดยอีเอ็มบอล 1 ลูก จะใช้บำบัดน้ำเสียในปริมาตร 10 ลิตร [5]



Figure 1 EM ball of each ingredient

2.4 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลองตามตัวอย่างน้ำเสีย ได้แก่ น้ำเสียที่ท่วมขังในภาชนะน้ำท่วม และน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อแรกของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยแบ่งเป็นชุดละ 6 ถัง ได้แก่ ถังที่ 1 ไม่เติม EMB (ชุดควบคุม) ถังที่ 2 เติม EMB สูตรปกติ (ไม่ผสมขยะอินทรีย์) ถังที่ 3 เติม EMB สูตรผสมเศษอาหาร ถังที่ 4 เติม EMB สูตรผสมเศษผัก ถังที่ 5 เติม EMB สูตรผสมเปลือกผลไม้ ถังที่ 6 เติม EMB สูตรผสมผักตบชวา ดังแสดงใน Figure 2 จะมีการวัดคุณลักษณะของน้ำเสียก่อนการทดลอง จากนั้นน้ำเสียในแต่ละถังจะถูกเก็บเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำเสียที่เปลี่ยนไปในวันที่ 3, 7 และ 14 พารามิเตอร์และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังแสดงใน Table 1



Figure 2 Experimental bucket

Table 1 Parameter and method of interested

Parameter	Method*
Temperature	Thermometer
pH	pH meter
Suspended Solids (SS)	Gravimetric Method
Dissolved Oxygen (DO)	Azide Modification method
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	Azide Modification method
Chemical Oxygen Demand (COD)	Close reflux method

* APHA, 2017 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [9]

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนและหลังจากการใช้ EMB แต่ละสูตรในการบำบัดน้ำเสีย โดยนำค่าพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดก่อนยังไม่เติม EMB มาเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์หลังการเติม EMB เมื่อผ่านไป 14 วัน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ และ

ผักตบชวา ว่าสูตร EMB ที่ผสมกับวัตถุดิบชนิดไหนสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการบำบัดและเทียบกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [9] นำเสนอข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การคำนวณหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย (Efficiency of wastewater treatment; E) ของ EMB โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ [10]

$$(E) = [(A-B) / A] \times 100$$

กำหนดให้

E คือ ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียแต่ละพารามิเตอร์ที่ศึกษา (%)

A คือ คุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์ก่อนการเติม EMB

B คือ คุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์หลังการเติม EMB

3. ผลการวิจัย

3.1 คุณลักษณะของน้ำเสียก่อนได้รับการบำบัด

จากการศึกษาพบว่าลักษณะทางกายภาพน้ำเสียทั้งสองแห่ง มีความคล้ายคลึงกันคือ มีความขุ่น มีคราบน้ำมันและไขมันเล็กน้อย มีกลิ่นเหม็นของน้ำจากการเน่าเสียของเศษอินทรีย์ต่างๆ ก่อนการเติม EMB ทั้งน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสีย และน้ำเสียจากการท่วมขัง พบว่ามีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงเป็นกลาง ของแข็งแขวนลอย มีปริมาณไม่สูงมาก ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่าสูงกว่า 7 mg/L ค่า BOD ของน้ำทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 342 - 390 mg/L ค่า COD อยู่ระหว่าง 672 และ 768 mg/L ดังแสดงใน ตารางที่ 2 โดยพารามิเตอร์ส่วนใหญ่จะลดลงหลังจากที่เติม EMB ยกเว้นในส่วนของ Suspended Solid ที่มีปริมาณมากขึ้น

Table 2 Characteristic of wastewater before and after treatment with EMB

Parameter	Wastewater from the first pond		Wastewater from sewage flooding	
	Before	After	Before	After
Temperature (°C)	27.5±0.07	25.3±0.14	26.6±0.07	25.8±0.07
pH	7.4±0.00	6.4±0.00	7.2±0.14	8.7±0.07
Suspended Solid (mg/L)	144±4.95	160±28.28	146±8.49	120±28.28
DO (mg/L)	7.2±0.21	8.3±0.14	8.3±0.21	8.6±0.07
BOD (mg/L)	342±23.33	96±25.46	390±42.43	126±25.46
COD (mg/L)	672±90.50	224±45.25	768±11.13	224±45.25

3.2 คุณลักษณะของน้ำเสียหลังการได้รับการบำบัดด้วย EMB

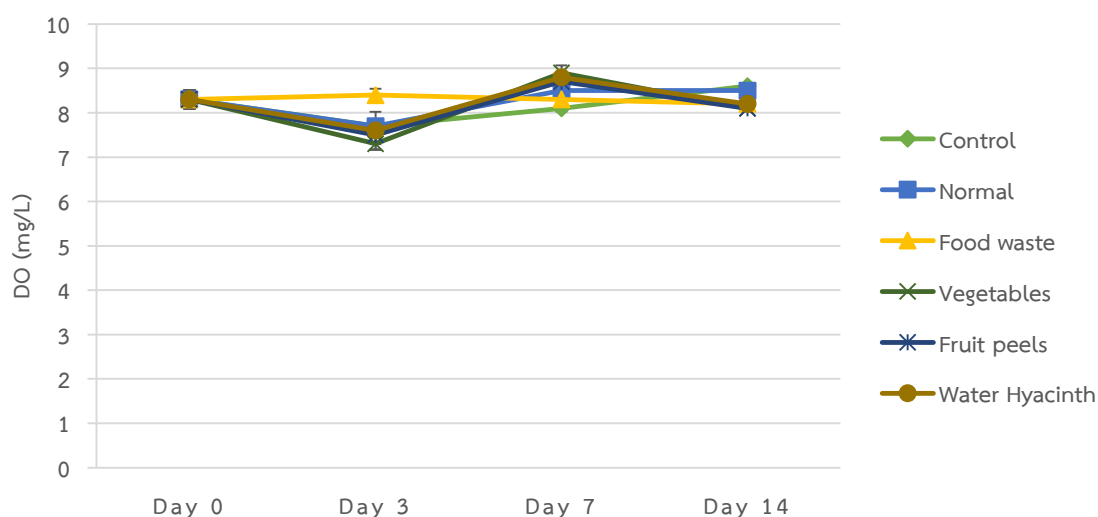


Figure 3 (a)

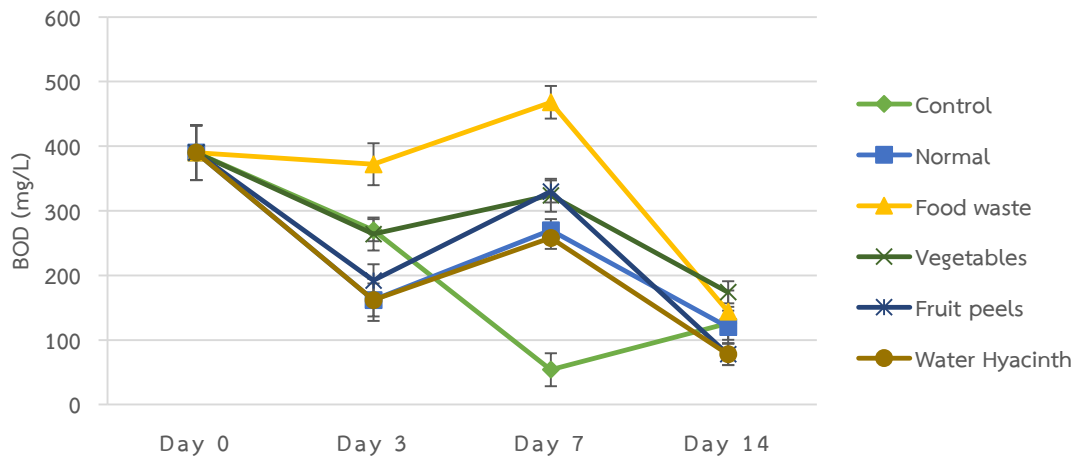


Figure 3 (b)

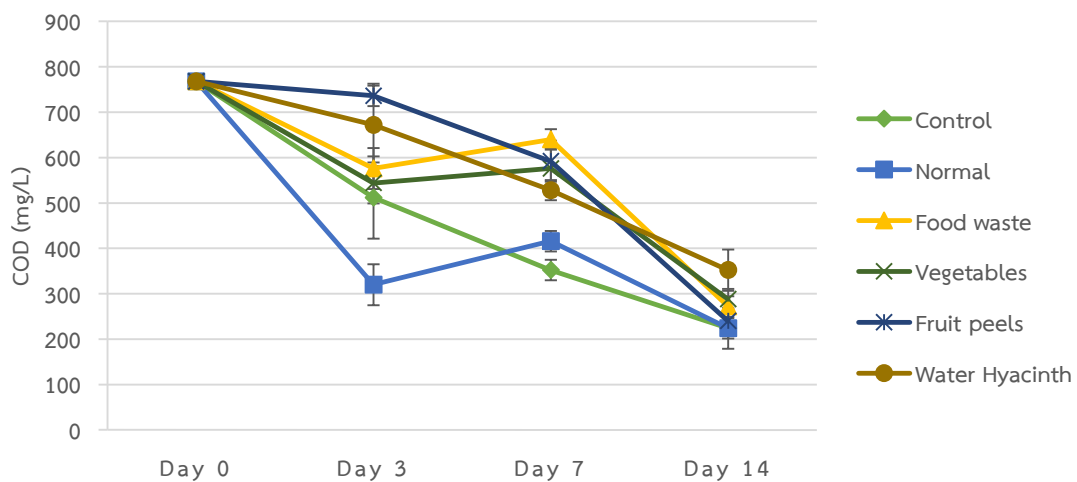


Figure 3 (c)

Figure 3 DO BOD and COD of sewage flooding from a village after treated with EMB

จาก Figure 3 (a) พบว่าหลังจากการบำบัดด้วย EMB 14 วัน น้ำตัวอย่างมีค่า DO ในทุกการทดลองสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนบำบัด โดยมีค่า DO อยู่ในช่วง 8.2 – 8.6 mg/L ในถังที่ไม่เติม EMB จะมีค่า DO สูงที่สุดเมื่อเทียบกับถังอื่น ๆ โดยสูตร EMB แบบปกติบำบัดได้ดีที่สุดคือ มีค่า DO เพิ่มขึ้นเป็น 8.5

mg/L สำหรับค่า BOD ส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงในวันที่ 7 โดยสูตรผสมเปลือกผลไม้ และผักตบชวา สามารถลดค่า BOD ได้มากที่สุดเมื่อสิ้นสุดวันที่ 14 คือมีปริมาณ BOD เหลือเพียง 78 mg/L ดังแสดงใน Figure 3 (b) สำหรับค่า COD ภายหลังจากบำบัด พบว่า สูตร EMB สูตรปกติบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด คือมีค่า COD เหลือเพียง 224 mg/L ดังแสดงใน Figure 3 (c)

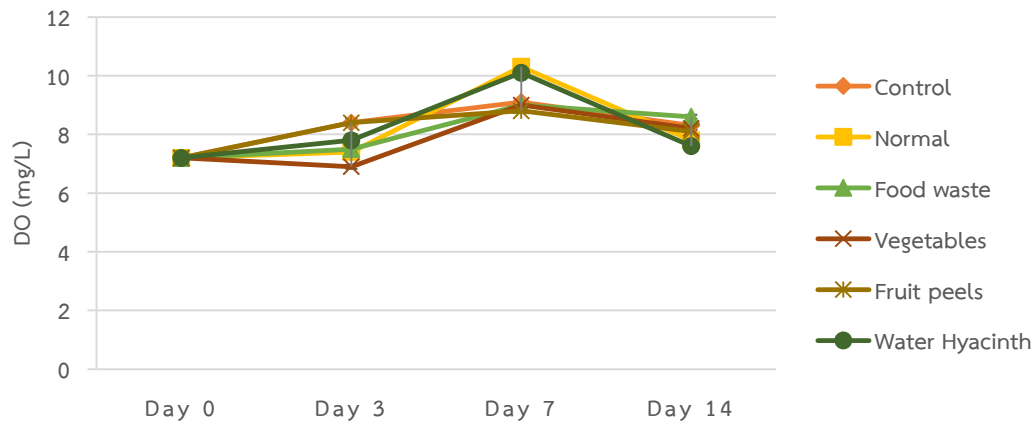


Figure 4 (a)

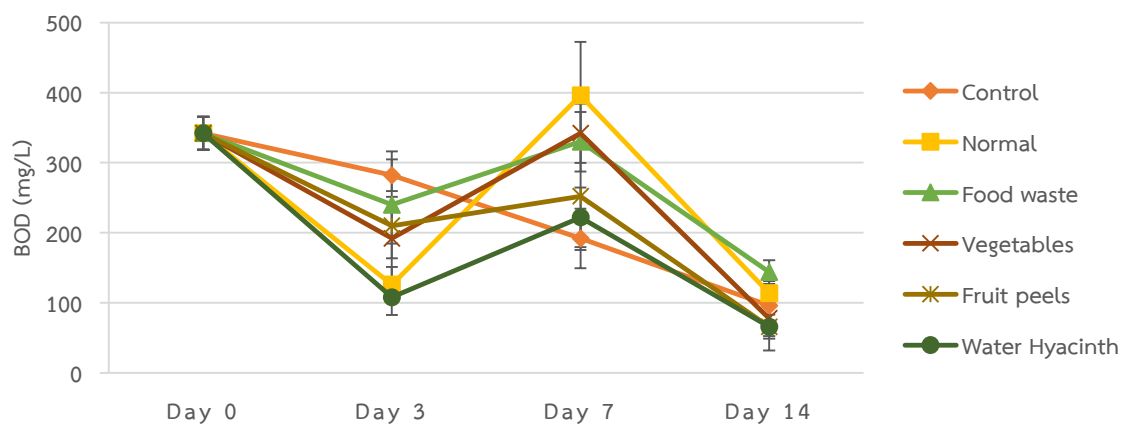


Figure 4 (b)

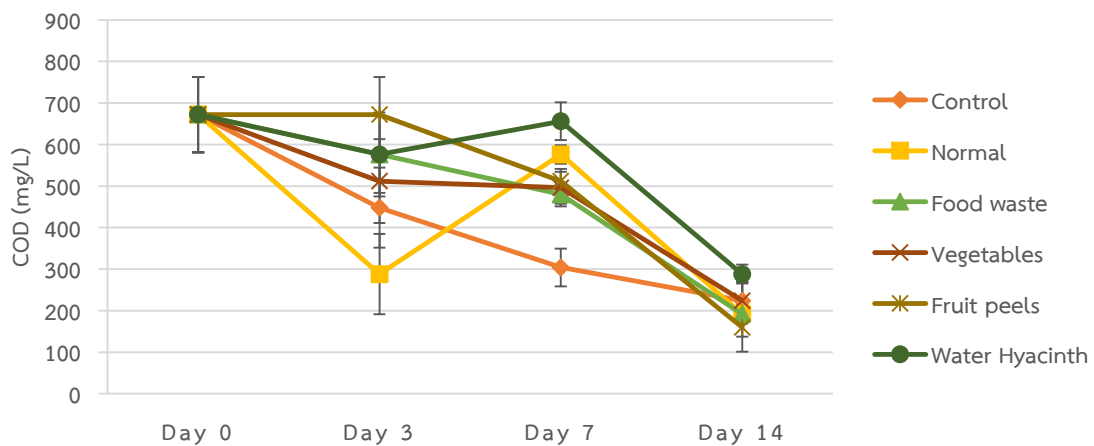


Figure 4 (c)

Figure 4 DO BOD and COD of wastewater from the treatment system after treated with EMB

จาก Figure 4 ผลการทดลองน้ำเสียจากบ่อบำบัด พบว่า ค่า DO ในทุกชุดของการทดลองมีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.2 – 10.3 mg/L โดยสูตรผสมเศษอาหารบำบัดได้ดีที่สุดคือ มีค่า DO เพิ่มขึ้นเท่ากับ 8.6 mg/L (Figure 4 (a)) ประสิทธิภาพการบำบัด BOD ที่ดีที่สุด คือ สูตร

เปลือกผลไม้และผักตบชวา โดยมีปริมาณ BOD เริ่มต้นเท่ากับ 342 mg/L เหลือเพียง 66 mg/L (Figure 4 (b)) ค่า COD ภายหลังจากการบำบัด พบว่าสูตรที่ผสมเปลือกผลไม้บำบัดได้ดีที่สุด คือมีปริมาณ COD เหลือเพียง 160 mg/L (Figure 4 (a))

3.3 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ EMB

เมื่อนำค่าประสิทธิภาพการบำบัดด้วย EMB ในน้ำเสียจากการท่วมขัง มาเปรียบเทียบกับในแต่ละสูตรที่แตกต่างกัน ได้แก่ สูตรปกติ สูตรผสมเศษอาหาร สูตรผสมเศษผัก สูตรผสมเปลือกผลไม้ และสูตรผสมผักตบชวา ณ วันที่ 14 ของการทดลอง พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดค่า COD ดีที่สุดสำหรับน้ำท่วมขัง

คือ การไม่เติม EMB และสูตรปกติ และสำหรับน้ำจากบ่อบำบัด คือ สูตรผสมเปลือกผลไม้ สำหรับประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD ดีที่สุดสำหรับน้ำท่วมขัง และน้ำจากบ่อบำบัด คือ สูตรผสมเปลือกผลไม้ และสูตรผสมผักตบชวา ทั้งคู่ ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Efficiency of wastewater treatment by EMB in each formula

EMB formula	Efficiency of wastewater treatment by EMB (%)					
	DO		COD		BOD	
	Sewage Flooding	Wastewater	Sewage Flooding	Wastewater	Sewage Flooding	Wastewater
Control	3.5	13.3	70.8	66.6	67.7	71.9
Normal	2.4	7.7	70.8	71.5	69.2	66.7
Food waste	-1.2	16.3	64.6	71.4	63.1	57.9
Vegetables	-2.5	12.2	62.5	66.6	55.4	77.2
Fruit peels	-2.5	11.1	68.7	76.2	80.0	80.7
Water Hyacinth	-1.2	5.3	54.2	57.1	80.0	80.7

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าพารามิเตอร์ที่ไม่มีผลต่อการบำบัดด้วย EMB คือ ความเป็นกรด – ด่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อิศริยะ ริยะชัน [8] ซึ่งพบว่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่บำบัดด้วยอีเอ็มก้อน นั้นอยู่ในช่วงของเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนด คือ 5.00-9.00 สำหรับพารามิเตอร์อุณหภูมิ เนื่องจากการย่อยสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่ได้ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงและจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 20-45 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิของที่ตั้งถังบำบัดของงานวิจัยนี้ สำหรับค่า DO จะเห็นว่าในทุกชุดของการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้จะเกิดจากการทดลองที่เป็นระบบเปิด และในระหว่างการทดลองมีการกวนถังน้ำตัวอย่าง ทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในระบบไปในตัว โดยค่า DO ของถังควบคุมจะมีค่าสูงกว่าค่าอื่น สาเหตุเนื่องมาจากในถังควบคุมไม่ได้มีการเติมจุลินทรีย์เข้าไปในระบบ ทำให้ค่า DO ในวันที่ 14 มีค่าสูงกว่าทุกถัง

เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำหลังการเติม EMB ในแต่ละพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาก็จะเห็นว่า ปริมาณของแฉะแขวนลอย มีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นหลังจากการเติม EMB ในช่วงแรก และค่อยๆลดปริมาณลงตามระยะเวลาการบำบัด ซึ่งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 120 – 700 mg/L เนื่องจากการเติม EMB

ลงไปถึงน้ำซึ่งมีปริมาตรเพียง 10 ลิตร ทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณเศษวัตถุดิบต่างๆลงในน้ำตัวอย่างมากขึ้น และอีเอ็มบอลในบางสูตรมีการแตกตัวเมื่ออยู่ในน้ำเป็นเวลานาน ทำให้ในน้ำมีปริมาณของแฉะแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นในช่วงแรก แต่เมื่อมีระยะเวลาที่นานมากขึ้นเศษวัตถุดิบต่างๆมีการจมตัวลงสู่ก้นถังและมีการย่อยสลายจากจุลินทรีย์ ทำให้ปริมาณของแฉะแขวนลอยมีการลดจำนวนลงเรื่อยๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กานตกานท์ เทพณรงค์ [12] ที่พบว่า ปริมาณของแฉะแขวนลอยจะเพิ่มขึ้นเมื่อเติม EMB และจะค่อย ๆ ลดลงในวันต่อๆ มา โดยการทำงานของ EMB จะเป็นการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid organism) โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้จะปลดปล่อยกรดอินทรีย์ เอนไซม์ สารแอนติออกซิแดนท์ ออกมาทำให้น้ำเกิดเป็นสภาพแวดล้อมแบบแอนติออกซิแดนท์ขึ้น ซึ่งส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแยกตัวระหว่างของแฉะกับน้ำทำให้น้ำมีความใสสะอาดมากขึ้น [13] ดังนั้นสัดส่วนการใช้ปริมาณ EMB ต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำที่จะใช้บำบัดด้วย ซึ่งในการทดลองครั้งนี้สัดส่วนอยู่ที่ 1 ก้อน ต่อ น้ำ 10 ลิตร

เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า COD ก่อนการเติม EMB จะเห็นว่าในน้ำเสียจากการท่วมขังมีค่า 768 mg/L และในน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสียมีค่า 672 mg/L และเมื่อนำน้ำเสียมาบำบัดด้วย EMB ที่มีส่วนผสมเป็นวัตถุดิบที่แตกต่างกัน พบว่า ในน้ำ

ท่วมขัง สูตรปกติบำบัดน้ำได้ดีที่สุด คือ 70.8 % เหลือเพียง 224 mg/L และในน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสีย สูตรที่ผสมเปลือกผลไม้บำบัดได้ดีที่สุด คือ 76.2 % เหลือเพียง 160 mg/L สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไกรสร มะโน และคณะ ที่พบว่า จุลินทรีย์อีเอ็มสามารถใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้ดีในระดับหนึ่งไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่าง แต่พบว่ามีค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี น้ำมันและไขมัน มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการบำบัด [7] แต่อย่างไรก็ตามค่า COD ยังไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ได้มีการกำหนดไว้คือไม่เกิน 120 mg/L [10] อย่างไรก็ตามส่วนผสมของ EMB แต่ละสูตรที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกลับมีประสิทธิภาพบำบัด COD ได้น้อยกว่าสูตรปกติแสดงให้เห็นว่า ค่า COD ที่ลดลงไม่ได้ขึ้นกับส่วนผสมที่ใส่ลงใน EMB มากเมื่อเทียบกับสูตรปกติ

ประสิทธิภาพการบำบัด BOD มีแนวโน้มดีขึ้นในน้ำตัวอย่างทั้งสองตัวอย่าง โดยในน้ำเสียจากการท่วมขังพบว่า สูตรเปลือกผลไม้และผักตบชวา บำบัด BOD ได้ดีที่สุด คือ 80.0 % มีปริมาณ BOD เหลือเพียง 78 mg/L ในน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด BOD ที่ดีที่สุด คือ สูตรเปลือกผลไม้และผักตบชวา คือ 80.7 % มีปริมาณ BOD เหลือเพียง 66 mg/L ซึ่งอาจเนื่องมาจากในเปลือกผลไม้จะมีจุลินทรีย์ที่ช่วยสลายธาตุอาหารต่างๆที่เมื่อถูกย่อยสลายโดยกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์สาร จะถูกปลดปล่อยออกมา เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ทองสุข อ่อนละมัย ที่พบว่าน้ำหมักผลไม้สุกมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย ทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีความใสขึ้นและทำให้น้ำในบ่อไม่เสีย [13] และสำหรับผักตบชวาเองก็มีคุณสมบัติทำหน้าที่เป็นตัวกรองตามธรรมชาติ คือใช้ผักตบชวาซึ่งเป็นวัชพืชที่มีอยู่มากในน้ำมาทำหน้าที่ดูดซับความสกปรก และสารพิษจากแหล่งน้ำเน่าเสีย โดยผักตบชวาจะทำหน้าที่ดูดซับอาหารต่างๆ และโลหะหนักในน้ำ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ร่วมกับระบบฟุนลอยได้ถึง 10 เท่า จากการบำบัดแบบปกติ [14] แต่เมื่อเทียบกับมาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน พบว่าคุณภาพน้ำยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 mg/L [10]

เมื่อนำประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วย EMB มาเปรียบเทียบกับการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติในถังควบคุมที่ไม่มีการเติม EMB พบว่า การเติม EMB มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมากกว่าการปล่อยให้จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียตามธรรมชาติเพียงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากการเติม EMB ลงในถังทดลองในช่วงแรกเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำเสีย ทำให้น้ำมีปริมาณอินทรีย์สาร

เพิ่มมากกว่าถังที่มีการควบคุมซึ่งไม่มีการเติม EMB อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าการบำบัดน้ำเสียด้วย EMB นั้น มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีและมีแนวโน้มในเรื่องของการใช้ระยะเวลาในการบำบัดคือการลดลงของค่าพารามิเตอร์ในแต่ละพารามิเตอร์ได้ปริมาณมากและรวดเร็วกว่าการปล่อยให้มีการบำบัดโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Seng, Dokkratoom และ Pijarn [15] ที่พบว่า EMB สามารถช่วยบำบัดค่า COD และค่า BOD ให้ลดลงได้ภายใน 2 สัปดาห์

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า EMB ในสูตรผสมเปลือกผลไม้ และสูตรผสมผักตบชวานั้นมีประสิทธิภาพเหมาะกับการนำไปใช้บำบัดน้ำเสียมากกว่าสูตรอื่น ซึ่งเป็นการนำขยะอินทรีย์กลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง จึงควรมีการส่งเสริมให้ใช้ EMB สูตรนี้ ในการบำบัดน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นการใช้ในการ pre-treatment ในการแก้ไขและการบำบัดน้ำเสียได้ การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในสูตร EMB ที่เป็นเปลือกผลไม้และผักตบชวา หรือใช้ทั้งสองชนิดนี้ผสมกัน เพื่อดูว่าสัดส่วนเท่าใดที่จะทำให้มีการบำบัดได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ EMB ในระยะยาว

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือการทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. References

- [1] Pollution Control Department. 2017. **Thailand State of Pollution Report 2017**. <http://www.pcd.go.th/file/AP-Pollution-Report2017.pdf>. Accessed 4 September 2018. (in Thai)
- [2] Wahid, W. and Azman, S. Improvement of Water Quality using Effective Microorganisms. In: University Technology Malaysia, **Proceeding of the 1st Environmental Engineering, Hydraulics and Hydrology**; 7-8 June 2016; Malaysia. p. 57-66.
- [3] Firdaus, A. and Azman, S. 2018. Improvement of Sungai Sebulung Water Quality Using Effective Microorganism. **International Journal of Engineering & Technology**. 7 (3.9): 59-61.

- [4] Namsivayam, S.K.R., Narendrakumar, G. and Kumar, J.A. 2011. Evaluation of Effective Microorganism (EM) for treatment of domestic sewage. **Journal of Experimental Sciences.** 2 (7): 30-32.
- [5] Park, G.S., and 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.
- [6] Zakaria, Z., and et al. N.M. 2010. Effective Microorganisms (EM) Technology for Water Quality Restoration and Potential for Sustainable Water Resources and Management. In: **Proceedings of 5th International Congress on Environmental Modelling and Software**, 1 July 2010. Ontario, Canada. 448-456.
- [7] Mano, K., and et al. 2007. **Study on Effective Microorganism (EM) for Treatment of Rajabhat Maha Sarakham University Cafeteria Wastewater.** [Special problem] Rajabhat Mahasarakham University. (in Thai)
- [8] Riyakan, I., 2012. **Wastewater Treatment by Effective Microorganism Ball: A Case Study of Wastewater Sample from San-Sab Canal.** M.Sc. Thesis, National Institute of Development Administration. (in Thai)
- [9] APHA, 2017. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 23rd Edn, Eds A.D.Eaton, L.S. Clesceri & A.E. Greenberg, American Public Health Association, Washington, DC.
- [10] Notification of Ministry of Natural Resources and Environment, No. 133 (2016) entitled **“The standards for controlling effluent from industry**, industrial estate and industrial area. (in Thai)
- [11] Kraivuttinun, P, and Kumjaidee, P. 2017. The efficiency of filter media used in anaerobic filter in wastewater treatment. **KKU Sci. J.** 45(2): 399-405. (in Thai)
- [12] Thepnarong, and et al. 2015. **Efficiency of Fermented Organic Matter and Effective Microorganism (EM) Ball for Treating Effluent from Freshwater Aquaculture.** Thaksin University Journal. 18(1): 15-22. (in Thai)
- [13] Zhou, and et al. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. **Bioresource Technology.** 100 (16): 3780-3786.
- [14] Onlamai, T. 2016. **Fermented fruit juice for Wastewater treatment.** <http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=4259&s=tblplant>. Accessed 4 September 2018. (in Thai)
- [15] Seng, H., and et al. 2015. Effect of EM Ball on DO, BOD and COD of Wastewater Treatment Plant in Bangkokthonburi University, Thailand. **International Journal of Chemical, Enrionmental & Biological Sciences.** 3 (4): 307-311.