

05

การศึกษาการใช้จุลินทรีย์ ประสิทธิภาพอัดแท่งเพื่อการบำบัดน้ำเสีย A STUDY OF THE USE OF COMPRESSED EFFECTIVE MICROORGANISMS FOR WASTEWATER TREATMENT

ธินัดดา พิมพ์พวง ✉

โปรแกรมสุขภาพ ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

Thinadda Pimpuang ✉

Health Education Program, Department of Physical Education, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Pattani Campus

✉ thinadda-p@hotmail.com

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพ (EM) จัดแต่งในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อบำบัดน้ำเสียภายในห้องปฏิบัติการและในแหล่งน้ำ โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ สี ความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ วิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ บีโอดี ซีโอดี ดีโอ และ พีเอช วิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านชีวภาพ คือ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนของจุลินทรีย์ชนิดอัดแต่งที่เหมาะสม คือ จุลินทรีย์ประสิทธิภาพ (EM) ชนิดน้ำ 750 มิลลิลิตร น้ำสะอาด 750 มิลลิลิตร รำละเอียด 1.25 กิโลกรัม หอยละเอียด 0.75 กิโลกรัม และแป้งมันสำปะหลัง 1 กิโลกรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด มีจำนวน 4.7×10^8 CFU/mg เมื่อบำบัดน้ำเสียโดยใช้ จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแต่ง โดยทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (BOD) คิดเป็นร้อยละ 37.74 – 84.83 การกำจัดซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 19.16 – 58.62 เมื่อทดลองโดยการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (BOD) คิดเป็นร้อยละ 44.74 – 86.58 การกำจัดซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 14.63 – 75.59 ทั้งนี้พบว่า การเติมจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแต่งจะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในแหล่งน้ำ จากการทดสอบทางสถิติพบว่า การบำบัดน้ำเสียใน ห้องปฏิบัติการและในพื้นที่แหล่งน้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนการทดลองในพื้นที่แหล่งน้ำช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝน มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน ($p < 0.05$) การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่า หลังการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น ทุกๆการทดลอง

คำสำคัญ : จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแต่ง

การบำบัดน้ำเสีย คุณภาพน้ำ ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

Abstract

The purpose of this research was to explore the appropriate proportion for the use of compressed effective microorganisms and to study wastewater treatment in the laboratory and the fields. The physical parameters of water quality include color, turbidity, conductivity, suspended solids, and dissolved solids. The chemical parameters of water quality include BOD, COD, DO, and pH. The biological water characteristics include total bacterial count. The study revealed that the appropriate proportion of compressed effective microorganisms were liquid effective microorganisms 750 ml, water 750 ml, rice bran 1.25 kg, fine sand 0.75 kg and starch 1 kg. Total bacterial count of compressed effective microorganisms was 4.7×10^8 CFU/mg. The results in the laboratory revealed that the removal rates of BOD were 37.74 – 84.83%, and the removal rates of COD were 19.16 – 58.62%. The results from the fields revealed that the BOD removal rates were 44.74 – 86.58, the COD removal rates were 14.63 – 75.59 %. Additionally, adding more compressed effective microorganisms will increase dissolved oxygen (DO) in the water. The statistical tests showed that the wastewater treatment in the laboratory and in the fields by using compressed effective microorganism differed significantly ($p < 0.05$). The statistical test showed that the wastewater treatment in the dry season and in the rainy season differed significantly ($p < 0.05$). The analysis showed that after the treatment the total bacterial count increased in all experiments.

Keywords : Compressed effective microorganism, Wastewater treatment, Water quality, Mean percent reduction of water quality

บทนำ

ในปัจจุบันจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ทำให้มีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นทั้งในภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นมากและเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหามลพิษทางน้ำอันนำไปสู่ความเสียหายหลายด้าน ทั้งนี้ น้ำเสียจากชุมชน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจาก อาคารบ้านเรือน ร้านค้าพาณิชยกรรม ตลาดสด ร้านอาหาร สถาบันการศึกษา สถานที่ราชการ โรงแรม โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น (Siriananpaiboon, 2006) ส่วนใหญ่เป็นอินทรีย์สาร เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำเป็นปริมาณมากจะส่งผลให้แหล่งน้ำเน่าเสียเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไป และไม่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภค

การบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การบำบัดน้ำเสีย เช่น เพื่อป้องกันการเกิดภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อม หรือเพื่อป้องกันการระบาดของโรคทางน้ำ (Ratsak *et al.*, 1996) วิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีต่างๆ และถือว่เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด นั่นคือการใช้จุลินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ลงทุนน้อย ไม่มีค่าบำรุงรักษา ไม่มีค่าไฟฟ้า และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (Itsaranuwat, 2005) โดยเฉพาะการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms, EM) มีการศึกษาน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมฟาร์มสุกรที่ได้นำเอาจุลินทรีย์ประสิทธิภาพมาใช้ในการบำบัดของเสีย โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่เพาะขยายเชื้อเอง โดยนำไปพ่นบนของเสียจากมูลสุกร และนำของเสียหลังการบำบัดมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ดีโอ (DO) บีโอดี (BOD) ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) พบว่า บีโอดี ลดลงเกินกว่าร้อยละ 50 ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ลดลงกว่าร้อยละ 70 (Gingkeo, Chandum & Khongsuk 1996) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sirirot, Sawanon & Wangkopkiat (1995) ที่นำเอาจุลินทรีย์ประสิทธิภาพไปประยุกต์ใช้บำบัดของเสียจากฟาร์มสุกร พบว่าในบริเวณที่น้ำมีความเข้มข้นของของแข็งสูง ค่าบีโอดีลดลงร้อยละ 91 ส่วนในบริเวณที่น้ำมีความเข้มข้นของของแข็งต่ำ ค่าบีโอดี ลดลงร้อยละ 46 และจากการศึกษาของ Wangkubkiat, Sawanon & Sirirote (1996) ได้ศึกษาการใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย และผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำมูลสุกร ได้ทำการทดลองในระบบ โดยทำการเปรียบเทียบการปลูกเชื้อ 3 แบบ คือ ปลูกเชื้อจุลินทรีย์ประสิทธิภาพที่เพาะขยาย ปลูกเชื้อธรรมชาติที่ได้จากมูลสุกร และทำการเพาะขยายโดยไม่ใส่เชื้อใดๆ แต่จะมีเชื้อธรรมชาติที่ติดมากับมูลสุกร ผลปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างในการบำบัดน้ำเสียระหว่างการปลูกเชื้อทั้ง 3 แบบ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพ เพื่อบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร ทำให้ค่าซีโอดี (COD) ลดลงประมาณร้อยละ 70 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และค่าโอดี (Optical Density, OD) แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งธรรมชาติและจากโรงงานอุตสาหกรรมมีการศึกษาวิจัยของ Gede (2009) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การทดลองเบื้องต้นด้วยเทคโนโลยีจุลินทรีย์ประสิทธิภาพ ในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ประสิทธิภาพ โดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังจากใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพ พบว่าในตัวอย่างน้ำที่ไม่ปรับค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เท่ากับ 4.0 มีค่าซีโอดี ลดลงร้อยละ 80 และในตัวอย่างน้ำที่ปรับค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เท่ากับ 7.44 มีค่าซีโอดี ลดลงร้อยละ 76 หลังจากนั้นนำไปทดลองกับน้ำเสียในถังเติมอากาศ (Aeration) ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 10 พบว่าค่าซีโอดีลดลงอยู่ระหว่าง ร้อยละ 40 - 55 ค่าบีโอดีลดลงอยู่ระหว่างร้อยละ 42 - 55 ค่าของแข็งแขวนลอย (TSS) ลดลงอยู่ระหว่างร้อยละ 44 - 71 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Okuda & Higa (2009) ที่พบว่าการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น ได้แก่ ค่าบีโอดี ลดลงร้อยละ 93 ค่าซีโอดี ลดลงร้อยละ 20 และค่าของแข็งแขวนลอยลดลงร้อยละ 94

กลุ่มจุลินทรีย์ประสิทธิภาพคิดค้นพบโดย ศาสตราจารย์ ดร.เทโรฮะ ฮิงะ (Terou Higa) มหาวิทยาลัย วากิว เมืองโอกินาว่า ประเทศญี่ปุ่น (Okuda & Higa, 2009) โดยใช้เทคนิคทางชีวภาพรวบรวมเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ หมวดยีสที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ช่วยปรับปรุงสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียที่มีออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ต่ำ และน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) สูง ใช้หลักการการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ ด้วยสิ่งมีชีวิต (จุลินทรีย์) เป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซ น้ำ และพลังงาน สามารถแสดงดังสมการนี้

1) การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน

สารอินทรีย์ในน้ำเสีย + ออกซิเจน + สารอาหาร $\rightarrow$ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ + แอมโมเนีย + จุลินทรีย์ใหม่ + อื่นๆ

จุลินทรีย์ + ออกซิเจน $\rightarrow$ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + แอมโมเนีย + พลังงาน

2) การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน

สารอินทรีย์ในน้ำเสีย + จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน $\rightarrow$ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ + ก๊าซมีเทน + จุลินทรีย์ใหม่ + อื่น ๆ

กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์นั้นไม่ได้เกิดจากจุลินทรีย์เพียงชนิดเดียว หรือกลุ่มเดียวเท่านั้น แต่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์หลายกลุ่มต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ ซึ่งจะสนับสนุนซึ่งกันและกัน ทำให้สารอินทรีย์ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นอาหารพืช หรืออยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้ จุลินทรีย์ประสิทธิภาพ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria) กลุ่มที่สังเคราะห์แสง (Photosynthetic Bacteria) และกลุ่มยีสต์ (Yeast) นอกจากนี้ยังพบพวก Actinomycetes และ Fermenting Fungi จุลินทรีย์ประสิทธิภาพมีทั้งประเภทที่ใช้อากาศ (Aerobic bacteria) เช่น แบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจน (Azotobacter) และพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) อาศัยอยู่ร่วมกันได้ จุลินทรีย์ประสิทธิภาพที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีทั้งชนิดก้อนและชนิดน้ำ (Itsaranuwat, 2005) จุลินทรีย์ชนิดก้อนมีประสิทธิภาพดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดน้ำ เพราะก้อนจะค่อยๆ ละลายของเสียก้นบ่อและจะเป็นอาหารของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จะค่อยๆ คายออกซิเจนออกมาทำให้อุณหภูมิในน้ำดีขึ้น (Okuda & Higa, 2009) ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์แบบก้อนที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยพัฒนาสูตรวิธีทำมาจากภูมิปัญญาชาวบ้านบ้างแล้ว และจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดแต่ยังไม่แพร่หลายมากนัก และวิธีในการทำค่อนข้างยุ่งยาก และเอกสารเผยแพร่ทางวิชาการในการใช้จุลินทรีย์ชนิดก้อนในการบำบัดน้ำเสียยังไม่มี ดังนั้นในการแก้ปัญหาโดยนำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำมาประยุกต์เป็นจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย นับว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1) เพื่อเตรียมจุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดอัดแท่งในสัดส่วนที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย
- 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียภายในห้องปฏิบัติการและในแหล่งน้ำด้วย จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) ทั้งในห้องปฏิบัติการและในพื้นที่ มี 3 ตอน ดังนี้

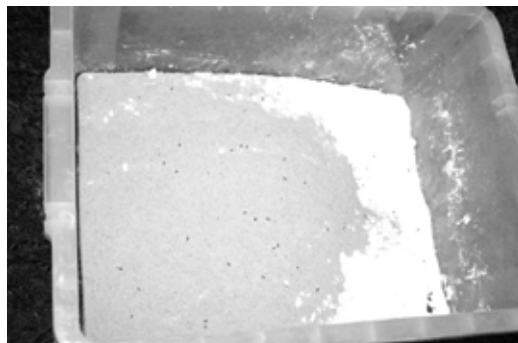
ตอนที่ 1 เตรียมจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง

วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการเตรียมจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง มีดังนี้

- 1) จุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำ ของสถาบันและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด กรมประมง
- 2) น้ำสะอาด เพื่อเป็นตัวประสานให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดี
- 3) รำละเอียด เพื่อเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ให้มากขึ้น
- 4) ทรายละเอียด เพื่อให้ก้อนจุลินทรีย์มีน้ำหนัก หากไม่ได้สัดส่วนจะทำให้ก้อนจุลินทรีย์ลอยเหนือน้ำ
- 5) แป้งมันสำปะหลัง เป็นตัวประสานส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากัน
- 6) อุปกรณ์อัดแท่งท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 11.50 ซม.
- 7) กระบอกดวง
- 8) เครื่องชั่งดิจิตอลยี่ห้อ CST รุ่น CDR-30
- 9) ภาชนะสำหรับผสมและถูงมือยาง

ขั้นตอนการทำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง

- 1) ใส่ ทรายละเอียด แป้งมัน รำละเอียด ในภาชนะสำหรับผสม คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน



(ก) ใส่ทรายละเอียด แป้งมัน รำละเอียดในภาชนะ

2) ใส่จุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำและน้ำสะอาด และคลุกเคล้าให้เข้ากัน

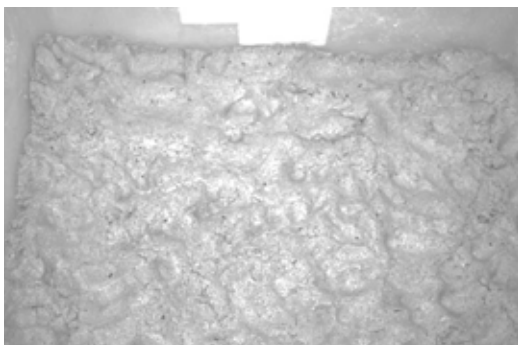


(v) ใส่จุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำและน้ำสะอาด



(ค) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

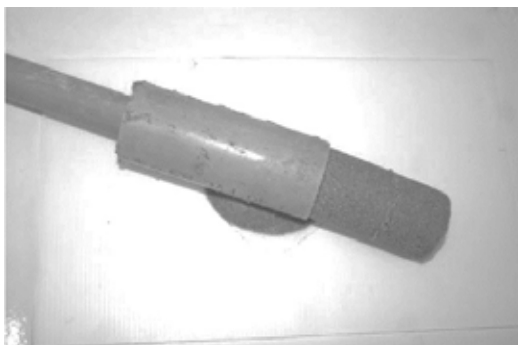
3) เมื่อผสมเข้ากันจะได้ส่วนผสมนี้จะเหนียวนุ่ม ไม่เป็นก้อน ไม่แฉะ สามารถขึ้นรูปได้ง่าย



(ง) ส่วนผสมที่เหมาะสม



(จ) นำใส่แท่งขึ้นรูป

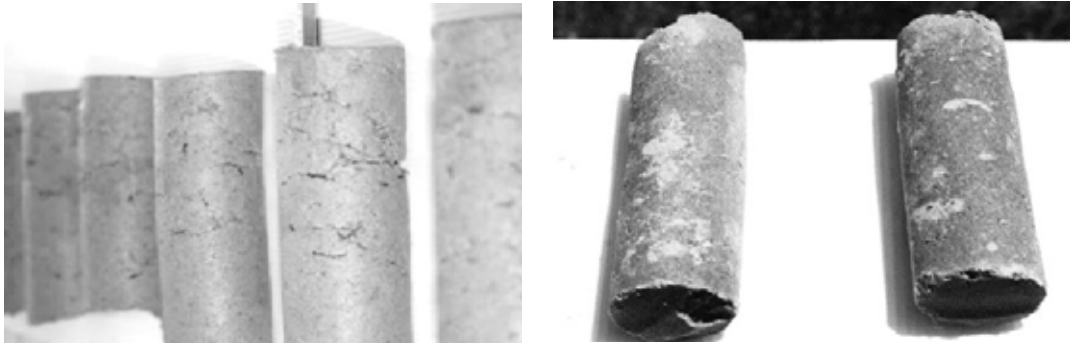


(ฉ) ดันออกมา



(ช) ได้เป็นจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง 1 แท่ง

4) นำไปจัดเรียงเพื่อผึ่งลมให้แห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงสามารถนำไปใช้ได้ หากนำไปตากแดด จะทำให้แห้งแตกและหัก



(ซ) ผึ่งลมอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

5) การจัดเก็บ เก็บในถุงพลาสติกที่กันความชื้นได้ และสามารถเก็บไว้ได้นาน



(ณ) จัดเก็บในถุงพลาสติกกันความชื้น

ภาพที่ 1 (ก)-(ณ) ขั้นตอนการกำจัดลิทธิประสิทธิภาพอัดแท่ง

ตอนที่ 2 การใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ

เก็บตัวอย่างน้ำด้วยวิธีการเก็บแบบจ้วง (Grab Sampling) เลือกจุดเก็บตรงกึ่งกลางความลึกของสระ และเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ (Sample Preservation) โดยใช้วิธีมาตรฐานตาม American Public Health Association (APHA, 1992) ก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้นวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนการทดลอง ประกอบด้วย การวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ สี ความขุ่น (Turbidity) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids, TSS) วิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) วิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ขั้นตอนการทดลอง นำตัวอย่างน้ำปริมาตร 3,000 มิลลิลิตร ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง พร้อมทั้งใส่ จุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดอัดแท่งที่มีน้ำหนัก 37.5 กรัม (เป็นปริมาณที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ดีที่สุด จากการทดลอง จำนวน 4 ครั้ง) หลังจากผ่านไปเป็นระยะเวลา 1 เดือน นำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณภาพ น้ำหลังการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในแหล่งน้ำ

ตอนที่ 3 การใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ

จากผลการทดลองในตอนที่ 2 นำมาคำนวณหาปริมาณจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งที่ต้อง ใช้ในแต่ละแหล่งน้ำ ดังนี้

1) แหล่งน้ำ A ปริมาตรน้ำ 5,280 ลูกบาศก์เมตร เป็นแหล่งรองรับน้ำตามธรรมชาติ รองรับ น้ำทั้งจากหอพักนักศึกษา และแหล่งรองรับน้ำทั้งจากการเลี้ยงปลา ลักษณะน้ำเป็นแหล่งน้ำไหลจาก ท่อระบายน้ำใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพชนิดอัดแท่ง จำนวน 528 ก้อน

2) แหล่งน้ำ B ปริมาตรน้ำ 1,750 ลูกบาศก์เมตร เป็นแหล่งรองรับตามธรรมชาติ และเป็นแหล่ง รองรับน้ำทั้งจากบ้านพักคนงาน ลักษณะน้ำเป็นแหล่งน้ำนิ่งใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพชนิดอัดแท่ง จำนวน 175 ก้อน

วิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนการทดลอง หลังจากนั้นใส่จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งครั้งเดียว ตลอดการทดลอง เนื่องจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าการใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งมาก เกินไปและมีความถี่มากเกินไปได้ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำ ทำการทดลองทั้งในช่วงหน้าแล้งเป็นระยะ เวลา 1 เดือน คือ เดือนมีนาคม พ.ศ 2553 และช่วงหน้าฝนเป็นระยะเวลา 1 เดือน คือ เดือนธันวาคม พ.ศ 2553 หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์คุณภาพน้ำภายหลังการทดลอง รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังเติมจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง

รายการวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	วิธีไฟฟ้า (Electrometric method)
ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC)	เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า
ความขุ่น (Turbidity)	เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟโฟมิเตอร์
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 °C
ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS)	วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 °C
สี (Color)	วิธีเปรียบเทียบโดยใช้หลอดเนสเลอร์
ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO)	วิธีเอไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification)
บีโอดี (BOD)	วิธีแบบเจือจาง
ซีโอดี (COD)	วิธีฟลักซ์แบบเปิด (Open Reflux Method)
ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด	วิธี Standard Plate Count

ที่มา : APHA, AWWA & WPCF (1992)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

2) ทดสอบหาความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำ ในกรณีกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (ก่อนและหลังการทดลอง) โดยทดสอบด้วย pair t- test

ผลการทดลอง

สัดส่วนจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง

ในการทดลองหาสัดส่วนของส่วนผสมของการทำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งที่เหมาะสมเพื่อให้บำบัดน้ำเสีย ผลการศึกษาพบว่าสูตรจุลินทรีย์อัดแท่งที่เหมาะสมคือ จุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำ 750 มิลลิลิตร น้ำสะอาด 750 มิลลิลิตร รำละเอียด 1.25 กิโลกรัม ทรายละเอียด 0.75 กิโลกรัม แป้งมันสำปะหลัง 1 กิโลกรัม เติร์ยม 1 ครั้ง ได้จุลินทรีย์อัดแท่ง 20 แท่ง น้ำหนักแท่งละ 150 กรัม เมื่อนำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งมาวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีจำนวน 4.7×10^8 CFU/mg ส่วนปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของจุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำมีจำนวน 9.6×10^5 CFU/ml หลังจากนั้นนำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งไปทดลองบำบัดน้ำเสียทั้งในห้องปฏิบัติการและพื้นที่แหล่งน้ำ

การใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในห้องปฏิบัติการช่วงฤดูแล้ง

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งน้ำ A ในช่วงฤดูแล้ง พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) และปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 99.44, 92.06, 86.27, 71.26 และ 58.62 ตามลำดับ และยังช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) เพิ่มขึ้นจาก 3.5 เป็น 7.1 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนผลการทดลองในแหล่งน้ำ B พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 98.30, 32.59, 72.20, 84.83 และ 33.85 ตามลำดับ และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) จาก 2.5 เป็น 6.8 มิลลิกรัม/ลิตร รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน-หลังการทดลองและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในห้องปฏิบัติการช่วงฤดูแล้ง

พารามิเตอร์	แหล่งน้ำ A		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำ B		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
pH	7.17±0.03	7.13±0.01		8.22±0.04	8.12±0.04	
EC (mS/cm)	110.04±0.191	160.47±4.0		140.11±0.06	150.74±31.0	
Turbidity (NTU)	48.11±6.28	27.0±0.02	99.44	87.88±2.52	14.9±0.18	98.30
TDS (mg/l)	12,247±105.0	973±10.0	92.06	16,483±35.0	11,111±125.0	32.59
TSS (mg/l)	153±11	21±0.00	86.27	241± 24.0	67±0.00	72.20
Color (HU)	16.63±0.51	2.0±0.00	87.97	24.13±0.35	8.0±0.10	66.85
DO (mg/l)	3.5±0.10	7.1±0.10		2.53±0.15	6.8±0.20	
BOD (mg/l)	45.23±0.15	13.0±0.10	71.26	46.13±0.25	7.0±0.10	84.83
COD (mg/l)	54.5±0.3	16.0±0.10	58.62	55.7±0.30	17.±0.10	33.85

การใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำช่วงฤดูแล้ง

จากการทดลองใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ A ช่วงฤดูแล้งพบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 58.86, 27.81, 52.85, 44.74 และ 14.63 ตามลำดับ และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) จาก 1.1 เป็น 2.7 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ B พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 57.44, 50.69, 46.53, 45.52 และ 30.30 ตามลำดับ และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) จาก 0.1 เป็น 4.9 มิลลิกรัม/ลิตร รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน-หลังการทดลองและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำช่วงฤดูแล้ง

พารามิเตอร์	แหล่งน้ำ A		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำ B		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
pH	8.01±1.0.12	7.51±0.08		8.33±0.12	7.8±0.08	
EC (mS/cm)	150.81±29.00	150.17±3.00		100.0±32.00	60.0±6.00	
Turbidity (NTU)	82.92±14.55	34.11±2.54	58.86	66.76±4.96	28.41±0.73	57.44
TDS (mg/l)	712±3.00	514±9.00	27.81	685.3±47.00	337.9±159.00	50.69
TSS (mg/l)	579±0.00	273±0.00	52.85	346±0.00	185±0.00	46.53
Color (HU)	42.7±0.80	12±0.50	71.90	19.4±0.20	9.2±1.10	52.58
DO (mg/l)	1.1±0.10	2.7±0.10		0.1±0.10	4.9±0.30	
BOD (mg/l)	15.2±0.40	8.4±1.40	44.74	14.5±2.90	7.9±0.80	45.52
COD (mg/l)	20.5±0.70	17.5±0.80	14.63	19.8±0.40	13.8±0.30	30.30

การใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในห้องปฏิบัติการช่วงฤดูฝน

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเมื่อใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียของจากแหล่งน้ำ A ในช่วงฤดูฝน พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 12.17, 50.00, 87.26, 37.74 และ 38.74 ตามลำดับ และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) จาก 5.4 เป็น 6.3 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ B พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 23.88, 37.48, 82.98, 47.88 และ 19.16 ตามลำดับ และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) จาก 4.0 เป็น 5.6 มิลลิกรัม/ลิตร รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน-หลังการทดลองและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในห้องปฏิบัติการช่วงฤดูฝน

พารามิเตอร์	แหล่งน้ำ A		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำ B		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
pH	7.24±0.04	6.83±0.01		6.95±0.01	7.57±0.03	
EC (mS/cm)	10.06±10.60	20.17±0.02		20.01±1.53	30.33±0.01	
Turbidity (NTU)	18.32±1.32	16.09±0.11	12.17	16.96±1.21	21.01±0.41	23.88
TDS (mg/l)	1,082±13	541±5.00	50.00	1,614±60	1,009±4.00	37.48
TSS (mg/l)	212±22.00	27±3.00	87.26	282±29.00	48±9.00	82.98
Color (HU)	18.5±0.30	8.5±0.30	54.05	20.2±0.30	8.2±0.20	59.41
DO (mg/l)	5.4±0.20	6.3±0.10		4.0±0.20	5.6±0.20	
BOD (mg/l)	25.7±0.10	16.0±0.20	37.74	23.6±0.10	12.3±0.30	47.88
COD (mg/l)	33.3±0.80	20.4±0.40	38.74	28.7±0.40	23.2±0.3	19.16

การใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำช่วงฤดูฝน

จากการทดลองใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ A ช่วงฤดูฝนพบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 80.02, 32.06, 77.92, 81.42 และ 75.59 ตามลำดับ และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) จาก 1.5 เป็น 2.8 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ B พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 91.80, 40.49, 76.07, 86.58 และ 58.02 ตามลำดับ และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) จาก 0.1 เป็น 3.3 มิลลิกรัม/ลิตร รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน-หลังการทดลองและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำช่วงฤดูฝน

พารามิเตอร์	แหล่งน้ำ A		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำ B		ร้อยละการปรับปรุงคุณภาพน้ำ
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
pH	7.63±0.05	7.34±0.01		7.63±0.02	7.49±0.02	
EC (mS/cm)	140.83±5.30	408±6.51		140.63±4.10	60.29±6.51	
Turbidity (NTU)	16.07±0.62	10.09±0.65	80.02	15.60±0.56	2.67±0.09	91.80
TDS (mg/l)	315±1.50	214±6.00	32.06	573.7±3.20	342±5.00	40.49
TSS (mg/l)	231±0.00	51±4.00	77.92	723±0.00	173±3.00	76.07
Color (HU)	46.6±0.20	5.0±0.20	89.27	25.3±0.20	6.2±0.20	75.49
DO (mg/l)	1.5±0.10	2.8±0.10		0.1±0.10	3.3±0.20	
BOD (mg/l)	25.3±0.20	4.7±0.30	81.42	14.9±2.90	2.0±0.10	86.58
COD (mg/l)	25.4±0.60	6.2±0.40	75.59	21.2±0.30	8.9±0.30	58.02

สรุปผลการศึกษา

1) สัดส่วนที่เหมาะสมของการทำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง จากการวิเคราะห์จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดจำนวน 4.7×10^8 CFU/mg และจุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำ พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีจำนวน 9.6×10^5 CFU/ml สรุปได้ว่าจุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดอัดแท่งมีจำนวนจุลินทรีย์มากกว่าจุลินทรีย์ชนิดน้ำ

2) การบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (BOD) คิดเป็นร้อยละ 37.74 – 84.83 การกำจัดซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 19.16 – 58.62 และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO)

3) การบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง โดยการทดลองในพื้นที่แหล่งน้ำ พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (BOD) คิดเป็นร้อยละ 44.74 – 86.58 การกำจัดซีโอดี (COD) คิดเป็น ร้อยละ 14.63 – 75.59 และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในแหล่งน้ำ

4) การบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งในห้องปฏิบัติการและในแหล่งน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนการทดลองในพื้นที่เป้าหมายช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝนมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน ($p < 0.05$) การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่าหลังการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นทุกการทดลอง

อภิปรายผลการทดลอง

การนำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพชนิดน้ำมาแปรรูปเป็นจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง เป็นการช่วยเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เนื่องจากส่วนผสมของจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งมีแป้งมันสำปะหลังและรำละเอียดที่สามารถเป็นอาหารให้กับจุลินทรีย์ในรูปของสารอินทรีย์ และมีเอนไซม์หลายชนิดที่มีบทบาทสำคัญในการ

ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีหลายรูปแบบ (Ehrlich, 2002) การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าการใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง มีผลทำให้จุลินทรีย์เกิดการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ หากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะทำให้จุลินทรีย์มีการเพิ่มจำนวนเป็นทวีคูณได้ในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ ซึ่งจากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าเมื่อทดลองในแหล่งน้ำจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (BOD) คิดเป็นร้อยละ 44.74 – 86.58 การกำจัดซีโอดี (COD) คิดเป็นร้อยละ 14.63 – 75.59 และการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) คิดเป็นร้อยละ 46.53 – 77.92 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Khongsak, Chandam & Kingkao (1996) และ Sirrote, Sawanon & Wangkubkiat (1995) ที่พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอย (TSS) เฉลี่ยร้อยละ 72.76 สอดคล้องกับการศึกษาของ Gede (2009) ซึ่งพบว่า มีประสิทธิภาพกำจัดซีโอดี (COD) เฉลี่ยร้อยละ 53.66 สอดคล้องกับการศึกษาของ Okuda & Higa (2009) ค่าดีไอ (DO) มีค่าเฉลี่ยร้อยละการปรับปรุงทั้งนี้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงเนื่องจากขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำ คุณสมบัติของน้ำในขณะทำการตรวจวัด ชนิดของสารที่มีประจุแต่ละชนิด (Sirising, 1982) การทดลองในห้องปฏิบัติการสามารถควบคุมสภาวะได้ การทดลองในพื้นที่แหล่งน้ำไม่สามารถการควบคุมสภาพแวดล้อมทำให้ผลการทดลองในพื้นที่ได้ผลแตกต่างกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่วนการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ EM อัดแท่งทดลองในช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝน คุณภาพน้ำมีประสิทธิภาพแตกต่างกันโดยคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝนจะมีคุณภาพน้ำดีกว่าฤดูแล้ง เป็นผลมาจากในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำในการเจือจางสิ่งสกปรก ทำให้คุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝนดีกว่าฤดูแล้ง (Pollution Control Department, 2012) ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้อง คือ ความร้อน ความเย็น แสง ความเป็นกรด-ด่าง (pH) รังสี ความชื้น แรงดัน (Kunsuwan, 2012)

ข้อเสนอแนะ

1) การใช้จุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่งต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสมและมีอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทั้งนี้สูตรในการเตรียมอาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุดิบของแต่ละหน่วยงานที่สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่แพง ซึ่งจากการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลคุณภาพน้ำก่อนการทดลอง ปริมาณน้ำจากพื้นที่แหล่งน้ำเป้าหมาย ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง และจุลินทรีย์ประสิทธิภาพต้องเป็นจุลินทรีย์ที่ได้จากการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีหน่วยงานรองรับ

2) การนำจุลินทรีย์ประสิทธิภาพอัดแท่ง ไปใช้ประโยชน์ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง เช่น อุณหภูมิ ความร้อน ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจน ฯลฯ สามารถนำไปใช้ได้ดีในระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถควบคุมสภาวะต่าง ๆ ได้ หากในแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนน้อย ควรใช้ร่วมกับเครื่องเติมอากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ทำงานได้ดียิ่งขึ้น

3) การวิเคราะห์ทางด้านชีวภาพ ควรแยกประเภทของจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ยีสต์ โปรโตซัว สาหร่าย หากในแหล่งน้ำนั้นมีจำนวนจุลินทรีย์ประเภทใดประเภทหนึ่งมากเกินไปหรือเกินไปอาจส่งผลต่อการทดลองได้ เช่น โปรโตซัวมีบทบาทสำคัญในการควบคุมปริมาณแบคทีเรียให้มีปริมาณที่เหมาะสม ส่วนสาหร่ายมีบทบาทในการสังเคราะห์แสงเพิ่มปริมาณออกซิเจน

4) การทดลองควรมีก่อนและหลังการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ นอกจากการทดลองเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- APHA, AWWA & WPCF. (1992). *Standard method for examination water and wastewater*. Washington, DC: American Public Health Association.
- Ehrlich, H. L. (2002). *Geomicrobiology*, 4th Edition. New York: Marcel Dekker.
- Gede, N. W. (2009). Preliminary experiment of EM technology on wastewater treatment. Retrieved October 18, 2009, from <http://www.envismadrasuniv.org/pdf>
- Gingkeo, A., Chandum, S. & Khongsuk, M. (1996). Application of Effective Microorganisms for Pig waste Treatment. Retrieved October 20, 2009, from <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC3403001.pdf>
- Itsaranuwat, P. (2005). Effective microorganisms for agricultural nature [In Thai]. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 33 (3), 175 – 183.
- Kunsuwan, D. (2012). Environmental Influences: Suitable environment for microorganisms [In Thai]. Retrieved January 15, 2012, from <http://www.sites.google.com/site/deunpen601/4-xiththipl-khxng-sphaph-waedlxm>.
- Okuda, A. & Higa, T. (2009). Purification of waste water with effective microorganisms and its utilization in agriculture. Retrieved October 18, 2009, from <http://emfsafe.com/em/EMWWT&AG Japan.pdf>
- Pollution Control Department. (2012). Manual of simple environmental quality monitoring: Time to monitor water quality [In Thai]. Retrieved January 15, 2012, from http://infofile.pcd.go.th/water/inspect_water.pdf?CFID=2342573&CFTOKEN=87141688
- Ratsak, C.H., Maarsen, K.A. & Koojman, S.A.L.M. (1996). Effects of protozoa on carbon mineralization in activated sludge. *Water Research*, 30(1), 1 – 12.
- Sirirote, P., Sawanon, S. & Wangkubkiat, A. (1995). Swine manure wastewater treatment and biogas production by using EM [In Thai]. Paper presented at the conference of EM research project and the effects on agriculture and environment, Bangkok.
- Sirising, K. (1982). *Chemical analysis of water and sewage* [In Thai]. Bangkok: Faculty of Health Sciences, Mahidol University.
- Siriananpaiboon, S. (2006). *Wastewater treatment system, selection, design, operation and solutions* [In Thai]. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Wangkopkiat, A., Sawanon, S. & Sirirot, P. (1996). The use of EM in wastewater treatment and biogas from Swine manure [In Thai]. *Kasetsart Journal—Natural Science*, 30(5), 219 – 226.

