

การบำบัดน้ำเสียด้วยอีเอ็มก้อน : กรณีศึกษาน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบ
Wastewater Treatment by Effective Microorganism Ball : A Case Study
of Wastewater Sample from SanSab Canal

อิสริยะ ริยะชน*

คณะพัฒนาลังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำเสียด้วยอีเอ็มก้อน : กรณีศึกษาน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่ น้ำเสียตัวอย่างเปล่า, 2.00 : 100, 4.00 : 100 และ 6.00 : 100 (กรัม : ลิตร) ในการบำบัดน้ำเสียในระยะเวลา 3, 6 และ 9 วัน เพื่อวัดประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ตัวชี้วัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนเตรต ปริมาณโปรท ตะกั่ว แคดเมียม และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จัดรูปแบบ 4x3 Factorial Arrangement จำนวน 2 ซ้ำ

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 0 : 100, 2.00 : 100, 4.00 : 100 และ 6.00 : 100 ตัวชี้วัดส่วนใหญ่ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนเตรตและปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนระยะเวลาในการบำบัด 3, 6 และ 9 วัน ตัวชี้วัดส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นอุณหภูมิ ($p > 0.05$) และการเติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแอมโมเนียของน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบเพียงตัวชี้วัดเดียว

ผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้อีเอ็มก้อนไม่มีส่วนช่วยในการบำบัดคุณภาพน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบ เนื่องจากจุลินทรีย์ในอีเอ็มก้อนทำงานได้ดีในสภาวะแอโรบิก ซึ่งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีแข่งกับจุลินทรีย์ตามธรรมชาติได้

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำเสีย คลองแสนแสบ อีเอ็มก้อน

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: Isaririyakan@hotmail.com

Abstract

The main purpose of this research, wastewater treatment by EM ball : a case study of wastewater from San Sab canal, was to study the use of EM Ball in different ratios with the wastewater sample without EM ball (0 : 100), 2.00 : 100, 4.00 : 100 and 6.00 : 100 (g : l) for 3, 6 and 9 days in order to monitor the effectiveness of treating the wastewater by evaluating temperature, pH, BOD, ammonia, nitrate, mercury, lead, cadmium and total coliform bacteria as indicators with completely randomized design experiment and 4x3 factorial arrangement for 2 replications.

The result of the experiment showed that the wastewater sample with EM ball (0 : 100) and the wastewater sample in 2.00 : 100, 4.00 : 100 and 6.00 : 100 the indicators; pH, ammonia, nitrate and total coliform bacteria, were significantly different in statistics ($p < 0.05$). In the case of the wastewater sample and the wastewater sample with EM ball which was treated in 3, 6 and 9 days, most indicators, excluding temperature ($p > 0.05$), have merely made significantly different in statistics ($p < 0.05$). The use of EM ball in different ratios as well as the different periods of time altogether affected the amount of ammonia in the wastewater sample from San Sab canal.

It can be concluded that, the use of EM ball did not help to treat the quality of the wastewater sample from San Sab canal because bacteria in EM balls is anaerobic conditioned bacteria which cannot be grow as well as natural bacteria.

Keywords : Wastewater treatment, San Sab canal, EM ball

บทนำ

ปัญหามลพิษเป็นปัญหาที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะปัจจุบันปัญหามลพิษเป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ปัญหามลพิษทางน้ำ เป็นปัญหาใหญ่ปัญหาหนึ่งที่สำคัญ เพราะมนุษย์ใช้น้ำในการดำรงชีวิตทั้งการอุปโภคบริโภค และในกระบวนการผลิตต่างๆ ทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม

น้ำเสียเป็นน้ำที่ผ่านการใช้มาแล้ว โดยมีองค์ประกอบของสารละลายหรือสารแขวนลอยอื่นๆ ปะปนอยู่ น้ำเสียอาจถูกผลิตจากบ้านเรือน โรงงาน ฟาร์ม และสถานที่ต่างๆ ที่มีการใช้น้ำ ซึ่งน้ำสิ่งแวดล้อมอาจเรียกน้ำเสียในอีกชื่อหนึ่งว่า น้ำที่ใช้แล้ว (ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2549)

คลองแสนแสบ เป็นคลองขุดที่มีความยาวมาก ไหลผ่านหลายเขตของกรุงเทพมหานคร คือ เขตปทุมวัน เขตราชเทวี เขตวัฒนา เขตบางกะปิ เขตวังทองหลาง เขตบึงกุ่ม เขตคันนายาว เขตมีนบุรี

เขตคลองสามวา และเขตหนองจอกเดิมที่คลองแสนแสบใช้ในการขนส่งเสบียงอาหารเพื่อทำสงคราม แต่ปัจจุบันคลองแสนแสบใช้เป็นเส้นทางคมนาคม และเป็นคลองระบายน้ำเสียลงสู่แม่น้ำบางปะกง จึงถือว่าคลองแสนแสบมีความสำคัญอย่างมากต่อกรุงเทพมหานคร แต่คลองแสนแสบยังถือได้ว่าเป็นคลองที่มีปัญหามลพิษทางน้ำมากที่สุดอีกคลองหนึ่ง (ดำรงศักดิ์ พิริยะภัทรกิจ, 2549) ปัญหามลพิษทางน้ำเกิดจากการที่มีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำมากเกินไปที่แหล่งน้ำจะสามารถบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้ ผลกระทบที่ตามมาคือแหล่งน้ำจะเป็นแหล่งเพาะจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งนี้การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ต้องแก้ไขมนุษยได้คิดค้นกระบวนการต่างๆ ในการแก้ปัญหาโดยการหาวิธีบำบัดน้ำเสียในรูปแบบต่างๆ เช่น วิธีบำบัดโดยใช้สารเคมี วิธีบำบัดทางกายภาพ หรือวิธีบำบัดโดยใช้จุลินทรีย์เป็นต้นภาคตะกอนใต้ท้องน้ำเกิดจากการจมตัวของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในแหล่งน้ำ จะมีการจมตัวลงเมื่อความเร็วของการไหลของแหล่งน้ำลดลงหรือในสถานะน้ำนิ่ง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสีย เนื่องมาจากภาคตะกอนเหล่านี้เป็นแหล่งสารอาหารของจุลินทรีย์ในน้ำและพืชน้ำ ทำให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและหนาแน่นจนแสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปใต้น้ำได้ ส่งผลให้พืชน้ำบางส่วนตาย และเกิดการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ดึงเอาออกซิเจนในน้ำไปทำการย่อยสลายพืชน้ำที่ตาย เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Eutrophication) และภาคตะกอนยังเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แหล่งน้ำมีการตื้นเขินจึงทำให้ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำเหล่านี้น้อยลง

การใช้น้ำสกัดชีวภาพและอีเอ็มชนิดน้ำในการบำบัดน้ำเสียเป็นที่นิยมอย่างมากเนื่องจากสามารถผลิตขึ้นใช้เองได้ภายในชุมชนและยังเป็นวิธีบำบัดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะส่วนประกอบมาจากธรรมชาติอย่างใดก็ตามการใช้น้ำสกัดชีวภาพโดยส่วนใหญ่สามารถทำงานได้เพียงแค่บริเวณผิวน้ำเท่านั้น ส่วนบริเวณท้องน้ำซึ่งมีภาคตะกอนอยู่มากน้ำสกัดชีวภาพกลับไม่สามารถลงไปย่อยสลายได้ดังนั้นจึงมีวิธีแก้ไขปัญหามาของการใช้น้ำสกัดชีวภาพโดยมีการพัฒนามาเป็นอีเอ็มก้อน

อีเอ็มก้อน (Effective Microorganisms Ball : EM Ball) เป็นน้ำสกัดชีวภาพชนิดแห้ง ผลิตจากการนำน้ำสกัดชีวภาพมาผสมรวมกับกากน้ำตาล รำละเอียด มูลสัตว์ นำมาปั้นเป็นก้อนแล้วนำมาผึ่งในที่ร่มจนแห้ง การใช้อีเอ็มก้อนจะเป็นการแก้ไขปัญหาคาคตะกอนน้ำเสียเพราะอีเอ็มก้อนเมื่อทิ้งลงในแหล่งน้ำจะจมลงสู่ท้องน้ำจากนั้นอีเอ็มก้อนจะแตกตัวจุลินทรีย์ก็จะทำการย่อยสลายภาคตะกอนใต้ท้องน้ำได้

จากหลักการทำงานของอีเอ็มก้อนข้างต้น การใช้อีเอ็มก้อนน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการบำบัดมลพิษทางน้ำแต่ทว่ายังไม่มีผลการวิจัยเพื่อยืนยันประสิทธิภาพการทำงานของอีเอ็มก้อนอย่างจริงจังทำให้เกิดคำถามที่ว่า การใช้อีเอ็มก้อนอาจจะเกิดประโยชน์ต่อการบำบัดน้ำเสียแต่ก็อาจจะก่อให้เกิดผลเสียในระยะยาวเนื่องจากอาจจะมีการปนเปื้อนจากมูลสัตว์ที่ใช้ทำอีเอ็มก้อนและโลหะหนัก อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยอีเอ็มก้อนควรศึกษาให้ละเอียดรอบคอบเพื่อให้การบำบัดน้ำเสียด้วยอีเอ็มก้อนมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนที่แตกต่างในการเติมอีเอ็มก่อนต่อการบำบัดน้ำเสีย และเพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียด้วยอีเอ็มก่อน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมน้ำเสีย

น้ำที่นำมาบำบัดได้มาจากน้ำในคลองแสนแสบบริเวณหลังอาคารกีฬาในร่มสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ และทำเรือวัดศรีบุญเรือง วันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2554 เวลาตั้งแต่ 12.00 นาฬิกา ถึง เวลา 15.00 นาฬิกา และวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2554 เวลา 9.00 นาฬิกา นำน้ำเสียมาเทรวมกัน จะได้ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด 160 ลิตร เมื่อได้น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองได้แล้วนำตัวอย่างน้ำเสียแบ่งใส่ อ่างขนาด 50.0 ลิตร จำนวน 8 อ่าง อ่างละ 20.0 ลิตร

2. ปัจจัยการทดลอง

ใช้ปัจจัยในการทดลองคือ ปริมาณอีเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่ต่างกัน และระยะเวลาในการบำบัดที่ต่างกันวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) โดยจัดรูปแบบการทดลองแบบ 4x3 Factorial Arrangement จำนวน 2 ซ้ำ โดยใช้ปัจจัยในการทดลอง 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 : ปริมาณ อีเอ็มก่อน ที่ใช้ในการบำบัด โดยจะแบ่งอัตราส่วนเป็น 4 ระดับ คือ 0 กรัม ต่อน้ำ 20.0 ลิตร (ปัจจัยควบคุม), 0.400 กรัม ต่อน้ำ 20.0 ลิตร (อัตราส่วน 2.00 : 100), 0.800 กรัม ต่อน้ำ 20.0 ลิตร (อัตราส่วน 4.00 : 100) และ 1.20 กรัม ต่อน้ำ 20.0 ลิตร (อัตราส่วน 6.00 : 100)

ปัจจัยที่ 2 : ระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดคือ 3, 6 และ 9 วัน โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำตาม ระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้น อ่างใดหนึ่งจะถูกเก็บตัวอย่างอ่างละ 3 ครั้ง

3. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

น้ำเสียจากอ่างทดลอง 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 คือ 3 วันหลังการทดลอง คือ วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2554 ครั้งที่ 2 คือ 6 วันหลังการทดลอง คือ วันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2554 และครั้งที่ 3 คือ 9 วัน หลังจากการทดลอง คือ วันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2554 จากนั้น นำส่งไปตรวจวัดคุณภาพที่ บริษัท เอ็นไวรอนเม้นท์เอนด์ แลบบอราตอรี จำกัด เพื่อหาปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนเตรต และปริมาณ โลหะหนักจำพวก ตะกั่ว พรอท แคดเมียม และบริษัทโมเดิร์นทรีทเอนด์เทค จำกัด เพื่อหาปริมาณ บีโอดี (BOD) และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม

4. วิธีวิเคราะห์ตัวชี้วัด

วิธีวิเคราะห์ใช้วิธีจาก APHA, AWWA and WPCF (2005) ใน standard method for the examination of water and wastewater อ้างถึงในประวรดา โภชนจันทร์ (2551)

ตารางที่ 1 วิธีวิเคราะห์ตัวชี้วัด

คุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
ค่าบีโอดี (BOD)	Azide Modification : 20.0 °C : 5 Days
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	pH Meter
แอมโมเนีย	Distillation Nesslerization
ไนเตรต	Cadmium Reduction
ปรอท	HNO ₃ (1 : 1) 5.00 ml ต่อน้ำ 1.00 ลิตร ให้มีค่า pH น้อยกว่า 2.00 และวัดด้วยเครื่อง Cold Vapor Atomic Absorption
ตะกั่ว	HNO ₃ (1 : 1) 5.00 ml ต่อน้ำ 1.00 ลิตร ให้มีค่า pH น้อยกว่า 2.00 และวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AA)
แคดเมียม	HNO ₃ (1 : 1) 5.00 ml ต่อน้ำ 1.00 ลิตร ให้มีค่า pH น้อยกว่า 2.00 และวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AA)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม SAS เวอร์ชัน 6.12 (SAS, 1996) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ของตัวชี้วัดคุณภาพน้ำเสีย คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนเตรต ปริมาณปรอท และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ของน้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่ต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดแตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลอง โดยใช้สถิติ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลอง

คุณภาพน้ำเสียตัวอย่างก่อนการบำบัด ณ คลองแสนแสบบริเวณหลังอาคารกีฬาในร่มของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ พบว่า มีอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนเตรต ปริมาณโปรท ปริมาณตะกั่ว ปริมาณแคดเมียม และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ดังนี้

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำเสียก่อนการบำบัดวิเคราะห์เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2554

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	pH	บีโอดี (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ไนเตรต (mg/l)	โปรท (μg/l)	ตะกั่ว (mg/l)	แคดเมียม (mg/l)	แบคทีเรีย กลุ่ม โคลิฟอร์ม (MPN/ 100ml)
26.5	8.30	22.0	4.62	0.0380	0.200	<0.0200	<0.00200	13.0 x 10 ⁴

ตารางที่ 3 คุณภาพของน้ำเสียตัวอย่างในคลองแสนแสบที่มีการเติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่แตกต่างวิเคราะห์เมื่อวันที่ 1, 4 และ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2554

คุณภาพของน้ำเสีย ตัวอย่าง ในคลองแสนแสบ	มาตรฐาน คุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำผิวดิน	คุณภาพของ น้ำเสียก่อน การบำบัด	คุณภาพ น้ำเสียที่ไม่ได้เติม อีเอ็ม	คุณภาพของ น้ำเสียที่เติม อีเอ็ม 0.400 กรัม (2.00 : 100)	คุณภาพของ น้ำเสียที่เติม อีเอ็ม 0.800 กรัม (4.00 : 100)	คุณภาพของ น้ำเสียที่เติม อีเอ็ม 1.20 กรัม (6.00 : 100)	CV (ร้อยละ)
อุณหภูมิ (°C) ^{ns}	๒'	26.5	26.1	26.1	26.1	26.1	0.670
กรด - ด่าง	5.00 - 9.00	8.30	8.28 ^a	8.12 ^b	8.02 ^c	7.93 ^d	0.210
ค่าบีโอดี	<2.00	22.0	9.72	9.57	10.2	10.1	5.12
(มิลลิกรัมต่อลิตร) ^{ns}							
ปริมาณแอมโมเนีย	<0.500	4.62	2.89 ^a	2.65 ^b	2.28 ^c	2.12 ^d	3.00
(มิลลิกรัมต่อลิตร)							
ปริมาณไนเตรต	<5.00	0.0380	0.570 ^a	0.590 ^a	0.530 ^b	0.510 ^b	5.27
(มิลลิกรัมต่อลิตร)							
ปริมาณปรอท	<2.00	0.200	0.230	0.220	0.200	0.180	31.0
(ไมโครกรัมต่อลิตร) ^{ns}							
ปริมาณตะกั่ว	<0.0500	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	-
(มิลลิกรัมต่อลิตร)							
ปริมาณแคดเมียม	<0.0500	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	-
(มิลลิกรัมต่อลิตร)							
แบคทีเรีย	<2.00x10 ⁴	13.0x10 ⁴	9.58x10 ^{2c}	1.35x10 ^{3c}	2.51x10 ^{3b}	3.51x10 ^{3a}	15.3
กลุ่มโคลิฟอร์ม (MPN ต่อ 100มิลลิตร)							

หมายเหตุ : ๒' อุณหภูมิของน้ำจะต่อเนื่องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3.00 องศาเซลเซียส
^{abcd} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
 CV หมายถึง สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เป็นค่าที่แสดงถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการทดลองซึ่งไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน

ตารางที่ 4 คุณภาพของน้ำเสียตัวอย่างในคลองแสนแสบในระยะเวลา 3, 6 และ 9 วัน วิเคราะห์เมื่อวันที่ 1, 4 และ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2554

คุณภาพของน้ำเสีย ตัวอย่างในคลองแสนแสบ	มาตรฐานคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำผิวดิน	คุณภาพของน้ำเสีย ก่อนการบำบัด	คุณภาพของน้ำเสีย ที่ผ่านการบำบัด 3 วัน	คุณภาพของน้ำเสีย ที่ผ่านการบำบัด 6 วัน	คุณภาพของน้ำเสีย ที่ผ่านการบำบัด 9 วัน	CV (ร้อยละ)
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ^{n.s}	5'	26.5	26.1	26.1	26.1	0.67
กรด - ด่าง	5.00 - 9.00	8.30	8.20 ^a	8.09 ^b	7.98 ^c	0.21
ค่าบีโอดี	<2.00	22.0	6.89 ^b	15.5 ^a	7.29 ^b	5.12
(มิลลิกรัมต่อลิตร)						
ปริมาณแอมโมเนีย	<0.500	4.62	4.82 ^a	1.90 ^b	0.730 ^c	3.00
(มิลลิกรัมต่อลิตร)						
ปริมาณไนเตรต	<5.00	0.038	0.660 ^a	0.530 ^b	0.460 ^c	5.27
(มิลลิกรัมต่อลิตร)						
ปริมาณปรอท	<2.00	0.200	0.360 ^a	0.200 ^b	<0.060 ^c	31.0
(ไมโครกรัมต่อลิตร)						
ปริมาณตะกั่ว	<0.0500	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	-
(มิลลิกรัมต่อลิตร)						
ปริมาณแคดเมียม	<0.0500	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	-
(มิลลิกรัมต่อลิตร)						
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม	<2.00x10 ⁴	13.0x10 ⁴	2.73x10 ^{3a}	2.23x10 ^{3b}	1.30x10 ^{3c}	15.3
(MPN ต่อ 100 มิลลิตร)						

หมายเหตุ : 5' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิมาตรฐานชนิดเกิน 3.00 องศาเซลเซียส
^{abcd} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
^{n.s} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
 CV หมายถึง สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เป็นค่าที่แสดงถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการทดลองซึ่งไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน

ตารางที่ 5 คุณภาพของน้ำเสียตัวอย่างในคลองแสนแสบที่มีการเติมเอเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกันวิเคราะห์เมื่อวันที่ 1, 4 และ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2554

คุณภาพน้ำเสีย ตัวอย่าง ในคลองแสนแสบ	ปฏิสัมพันธ์	น้ำเสียตัวอย่าง ไม่ได้เติมเอเอ็มก่อน			น้ำเสียตัวอย่างเติมเอเอ็มก่อน 0.400 กรัม (2.00 : 100)			น้ำเสียตัวอย่างเติมเอเอ็มก่อน 0.800 กรัม (4.00 : 100)			น้ำเสียตัวอย่างเติมเอเอ็มก่อน 1.20 กรัม (6.00 : 100)			CV (ร้อยละ)
		3 วัน	6 วัน	9 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	
อุณหภูมิ (°C) ^{1,s}	N.I.	26.2	26.1	26.0	26.2	26.1	26.1	26.1	26.0	26.2	26.1	26.2	26.2	0.67
กรด - ด่าง ^{1,s}	N.I.	8.41	8.28	8.16	8.24	8.13	7.97	8.12	8.04	7.91	8.02	7.93	7.83	0.21
ค่าบีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร) ^{1,s}	N.I.	6.40	14.95	7.80	6.75	15.15	6.8	7.20	16.00	7.30	7.2	15.95	10.13	5.12
ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	I	5.01 ^a	2.60 ^c	1.05 ^g	4.83 ^b	2.14 ^d	0.99 ^g	4.78 ^b	1.56 ^e	0.50 ^h	4.67 ^b	1.30 ^f	0.39 ^h	3.00
ปริมาณไนเตรด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	N.I.	0.70	0.55	0.47	0.72	0.53	0.52	0.63	0.53	0.44	0.61	0.49	0.42	5.27
ปริมาณแอมโมเนียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ^{1,s}	N.I.	0.40	0.25	0.05	0.35	0.25	0.05	0.35	0.15	0.10	0.35	0.15	0.05	31.0
ปริมาณโปรท (ไม่โครกรัมต่อลิตร) ^{1,s}	N.I.	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	-
ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อลิตร)	N.I.	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	-
ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	N.I.	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	-
แบคทีเรีย กลุ่มโคลิฟอร์ม (MPN ต่อ 100 มิลลิตร) ^{1,s}	N.I.	1.4x10 ³	1.07x10 ³	4.05x10 ²	1.85x10 ³	1.4x10 ³	8.1x10 ²	3.1x10 ³	2.7x10 ³	1.75x10 ³	4.55x10 ³	3.75x10 ³	2.25x10 ³	15.3

หมายเหตุ : 1) อุณหภูมิของน้ำจะคงไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3.00 องศาเซลเซียส

N.I. หมายถึง ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการบำบัดกับอัตราส่วนเอเอ็มก่อน

CV หมายถึง สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เป็นค่าที่แสดงถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการทดลองซึ่งไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน

I หมายถึง มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการบำบัดกับอัตราส่วนเอเอ็มก่อน

superscript a หมายถึง อัตราที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

superscript h หมายถึง อัตราที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

วิจารณ์ผลการทดลอง

คุณภาพน้ำเสียตัวอย่างหลังการบำบัดด้วยอัตราส่วนอีเอ็มก่อนที่แตกต่าง (ตารางที่ 2) คือ น้ำเสียตัวอย่างเปล่า, 0.400 กรัม ต่อ น้ำ 20.0 ลิตร (อัตราส่วน 2.00 : 100), 0.800 กรัม ต่อ น้ำ 20.0 ลิตร (อัตราส่วน 4.00 : 100) และ 1.20 กรัม ต่อ น้ำ 20.0 ลิตร (อัตราส่วน 6.00 : 100) พบว่า มีอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนเตรต ปริมาณโปรท ปริมาณตะกั่ว ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ดังนี้

ค่าอุณหภูมิ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่า และน้ำเสียที่เติมอีเอ็ม ก่อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สาเหตุที่น้ำเสีย ตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก พื้นที่ทดลองอยู่ในบริเวณเดียวกันสภาพแวดล้อมเดียวกัน อุณหภูมิของแต่ละหน่วยทดลองจึงไม่แตกต่างกัน

ความเป็นกรดเป็นด่าง ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ น้ำเสียตัวอย่างเปล่า มีความแตกต่างกันกับน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก่อน และ น้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) น่าจะเป็นผลมาจากการเติมสารบำบัด อีเอ็มก่อน ซึ่งทำให้ในน้ำเสียมีสารอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นและทำให้จุลินทรีย์มีการย่อยสลายสารอาหารมากขึ้น ในกระบวนการย่อยสลายสารอาหารจุลินทรีย์จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ในน้ำจะทำให้สภาพความเป็นกรดของน้ำเพิ่มมากขึ้น (ปิยนุช บุญศิริชัย, 2547) ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก่อนมีความแตกต่างกับน้ำเสียตัวอย่างเปล่า

ค่าบีโอดี ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยที่ น้ำเสียตัวอย่างเปล่ากับน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ วรมน สุนทรภัก (2550) และ ดำรงค์ดี พิริยะภทรกิจ (2549) เนื่องจากในธรรมชาติมีจุลินทรีย์หลายชนิดที่มีคุณสมบัติในการบำบัด น้ำเสียหรือย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้น แม้ไม่มีการเติมสารบำบัดชีวภาพลงไป ค่าบีโอดี ก็ลดลงได้จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์กลุ่มนี้

ปริมาณแอมโมเนีย ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ น้ำเสียตัวอย่างเปล่า มีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่เติมอีเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ($p<0.05$) และน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) แนวโน้มของปริมาณแอมโมเนียในน้ำเสียตัวอย่างมีแนวโน้มที่ลดลง หากเติมอีเอ็มก่อนในอัตราส่วนที่มากขึ้น อันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ในอีเอ็มก่อนมีการนำไนโตรเจนไปใช้ในการเจริญเติบโต (มันสิน ตันทุลเวศน์ และไพพรรณ พรประภา, 2540 อ้างถึงใน วรมน สุนทรภัก, 2550) ในแอมโมเนียมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจึงเป็นไปได้ที่จะมีการดึงไนโตรเจนจากแอมโมเนียไปใช้ประโยชน์โดยจุลินทรีย์ เป็นผลให้ปริมาณแอมโมเนียลดลง (ปิยนุช บุญศิริชัย, 2547 อ้างถึงใน วรมน สุนทรภัก, 2550)

ปริมาณไนเตรต ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยที่ น้ำเสียตัวอย่างเปล่า และน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 2.00 : 100 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 4.00 : 100 และ 6.00 : 100 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่น้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 2.00 : 100 มีความแตกต่างกันกับ น้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 4.00 : 100 และ 6.00 : 100 ($p < 0.05$) โดยแนวโน้มปริมาณไนเตรตของน้ำเสียตัวอย่างมีค่าลดลง หากเติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่มากขึ้น อาจเนื่องมาจาก จุลินทรีย์ในตัวบำบัด อีเอ็มก้อน อาจจะทำให้เกิดกระบวนการของจุลินทรีย์ที่เรียกว่า Denitrification โดยการเปลี่ยนไนเตรตเป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรมน สุนทรภัก (2550)

ปริมาณปรอท ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยที่ น้ำเสียตัวอย่างเปล่าไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) อาจเนื่องมาจากปริมาณปรอทในน้ำเสียตัวอย่างมีปริมาณที่น้อยมาก จนไม่สามารถหาความแตกต่างได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณตะกั่ว ของน้ำเสียตัวอย่างเปล่า และน้ำเสียตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดด้วยอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน มีค่าต่ำกว่า 0.0200 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Flame Atomic Absorption ปริมาณตะกั่วมีน้อยมากจนเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดได้จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ปริมาณแคดเมียม ของน้ำเสียตัวอย่างเปล่า และน้ำเสียตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดด้วยอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน มีค่าต่ำกว่า 0.00200 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Flame Atomic Absorption ปริมาณแคดเมียมมีน้อยมากจนเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดได้ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ น้ำเสียตัวอย่างเปล่า ไม่แตกต่างกันกับน้ำเสียที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 2.00 : 100 ($p > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 4.00 : 100 และ 6.00 : 100 ($p < 0.05$) และน้ำเสีย ที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 4.00 : 100 มีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่เติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วน 6.00 : 100 ($p < 0.05$) จากผลการวิเคราะห์ อาจสรุปได้ว่า แนวโน้มของปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นหากเติมอีเอ็มก้อนในอัตราส่วนที่มากขึ้น อาจเนื่องมาจากวัตถุดิบที่นำมาทำอีเอ็มก้อนมีส่วนผสมของมูลสัตว์ ซึ่งมีแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเป็นจำนวนมาก เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลาน ถึงแม้ว่าปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำเสียตัวอย่างทั้งหมดจะลดลงก็ตาม แต่อาจเนื่องมาจากปริมาณอาหารที่ลดลงทำให้เกิดภาวะการแข่งขันของจุลินทรีย์ จึงมีส่วนทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดลดลง (กณทรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์, 2540 อ้างถึงใน ณัฐพล เอี่ยมอัน, 2549)

คุณภาพน้ำเสียตัวอย่างหลังการบำบัดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) พบว่า มีอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนเตรต ปริมาณโปรท ปริมาณตะกั่ว ปริมาณ แคลเซียม และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ดังนี้

ค่าอุณหภูมิผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระยะเวลา ในการบำบัดที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออุณหภูมิเนื่องจากกระบวนการหมักในน้ำไม่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น เหมือนกับกระบวนการหมักของแข็ง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียที่ ผ่านการบำบัด มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมา แล้ว 3 วัน กับ 6 วัน มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วัน กับ 9 วันมี ความแตกต่างกัน ($p<0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 6 วัน กับ 9 วัน มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) แนวโน้มของความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสียตัวอย่างจะมีความเป็นกรดมากขึ้น เมื่อระยะเวลาในการ บำบัดมากขึ้น อาจเป็นเพราะการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (นวลพรรณ ณ ระยอง และมงคลเพ็ญสายใจ, 2542 อ้างถึงใน ดำรงค์ศักดิ์ พิริยะภัทรกิจ, 2549) ซึ่ง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อละลายอยู่ในน้ำจะทำให้ความเป็นกรดในน้ำสูงขึ้น จึงเป็นผลให้น้ำเสีย ตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดในระยะเวลาที่นานกว่ามีความเป็นกรดสูงกว่า

ค่าบีโอดี ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมี ความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่น้ำเสียที่ผ่านการบำบัด 3 วัน แตกต่างกับกับ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัด 6 วัน ($p<0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด 9 วัน แตกต่างกับกับน้ำเสียที่ผ่าน การบำบัด 6 วัน ($p<0.05$) แต่น้ำเสียที่ผ่านการบำบัด 3 วัน ไม่แตกต่างกับกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด 9 วัน ($p>0.05$) ซึ่งแนวโน้มของค่าบีโอดีในวันที่ 6 ของการบำบัด ค่าบีโอดีสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากการเจริญ เติบโตของจุลินทรีย์แบบกะ (Batch) เป็นการเจริญเติบโตในระบบปิดซึ่งเป็นการให้อาหารแก่จุลินทรีย์ เพียงครั้งเดียว อาหารของจุลินทรีย์จะค่อย ๆ น้อยลง จนทำให้อัตราการตายของจุลินทรีย์สูงขึ้น (นวลพรรณ ณ ระยอง และมงคลเพ็ญสายใจ, 2542 อ้างถึงใน ดำรงค์ศักดิ์ พิริยะภัทรกิจ, 2549) ส่งผลให้ค่าบีโอดี สูงขึ้นหลังจากการบำบัดไปแล้ว 6 วัน หลังจากนั้นจุลินทรีย์ที่ตายจะกลายเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่ยังมี ชีวิตอยู่ต่อไปทำให้ค่าบีโอดีกลับมาลดต่ำลงอีกในระยะเวลา 9 วันต่อมา

ปริมาณแอมโมเนีย ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียที่ผ่าน การบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วัน มีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 6 วัน และ 9 วัน ($p<0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการ บำบัดมาแล้ว 6 วัน มีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 9 วัน ($p<0.05$) โดยที่ปริมาณ แอมโมเนียมีแนวโน้มลดลงตามช่วงเวลาอันเนื่องมาจากกระบวนการ Nitrification ซึ่งเป็นกระบวนการ เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นแอมโมเนียไอออนให้เป็นไนเตรต ซึ่งประกอบด้วย 2 กระบวนการคือ กระบวนการ เปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไอออน หรือก๊าซแอมโมเนียให้เป็นไนไตรต์ โดยกระบวนการ Nitrification หรือ

Ammonia Oxidation และกระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนให้เป็นไนเตรทโดยกระบวนการ Nitrite Oxidation (Bitton, 1994; Paul and Clark, 1996 อ้างถึงใน สุบัณฑิต นิมรัตน์, 2548) กระบวนการ Nitrification อาศัยแบคทีเรียที่สำคัญ คือ Nitrosomonasspp., Nitrosolobusspp. และ Nitrosovibriospp. ส่วนกระบวนการ Nitrite Oxidation อาศัยแบคทีเรียที่สำคัญคือ Nitrobacterspp. และ Nitrospiraspp. ซึ่งกระบวนการทั้ง 2 ใช้เวลาประมาณ 4 วันและอยู่ในสภาวะมีอากาศจึงเป็นผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเสียตัวอย่างลดลง และมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

ปริมาณไนเตรต ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่า และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วัน กับ 6 วัน มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วันมีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 9 วัน ($p < 0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 6 วัน กับ 9 วัน มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) จากผลการวิเคราะห์ ปริมาณไนเตรตมีแนวโน้มลดลงหากระยะเวลาในการบำบัดมากขึ้น อันเนื่องมาจาก กระบวนการ Nitrification คือกระบวนการเปลี่ยนไนเตรตเป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องอาศัยแบคทีเรียในกลุ่มไนโรไฟเบอร์แบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในสภาพมีอากาศ และต้องใช้เวลามากกว่า 4 วัน (สุบัณฑิต นิมรัตน์, 2548) ซึ่งทำให้ปริมาณไนเตรตในน้ำเสียตัวอย่างมีปริมาณลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

ปริมาณปรอท ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่า และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วัน กับ 6 วัน มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วันมีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 9 วัน ($p < 0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 6 วัน กับ 9 วัน มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) จากผลการวิเคราะห์ปริมาณปรอทมีแนวโน้มลดลง อันเนื่องมาจากการดูดซับโดยจุลินทรีย์ การดูดซับปรอทของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่มีชีวิตนั้นมีการดูดซับได้ดีไม่แตกต่างกันกับสภาพที่มีชีวิต (ดำรงศักดิ์ พิริยะภัทรกิจ, 2549) ระยะเวลาในการบำบัดที่นานขึ้นจุลินทรีย์ในน้ำเสียตัวอย่างได้มีการเติบโตและตายลง ทำให้เกิดการดูดซับที่มากขึ้นทำให้ปริมาณปรอทในน้ำเสียตัวอย่างมีปริมาณลดลงตามระยะเวลา

ปริมาณตะกั่วของน้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดด้วยระยะที่แตกต่างกัน มีค่าต่ำกว่า 0.0200 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Flame Atomic Absorption ปริมาณตะกั่วน้อยมากจนเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดได้ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ปริมาณแคดเมียม ของน้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีค่าต่ำกว่า 0.00200 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Flame Atomic Absorption ปริมาณแคดเมียมน้อยมากจนเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดได้ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า น้ำเสียตัวอย่างเปล่า และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วัน กับ 6 วัน มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 3 วัน

มีความแตกต่างกันกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 9 วัน ($p < 0.05$) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว 6 วัน กับ 9 วัน มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) จากผลการวิเคราะห์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อระยะเวลาในการบำบัดมากขึ้น น่าจะเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันกับสภาพแวดล้อมภายในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลาน ซึ่งไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลาน ทำให้แบคทีเรียน้อยลงเมื่อระยะเวลาในการบำบัดมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริณี ทิพากร (2527) และดำรงศักดิ์ พิริยะภัทรกิจ (2549)

อิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกันในการบำบัดกับระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดที่มีผลต่อน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบอัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) คือ 0.400 กรัม (2.00 : 100), 0.800 กรัม (4.00 : 100) และ 1.20 กรัม (6.00 : 100) กับระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัด คือ 3, 6 และ 9 วัน มีผลต่อคุณภาพน้ำเสียตัวอย่างโดยใช้ตัวชี้วัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี แอมโมเนีย ไนเตรต โปรทและแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติมีดังนี้

อุณหภูมิผลการทดลอง พบว่าอัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกัน ทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่ออุณหภูมิของน้ำเสียตัวอย่าง ($p < 0.05$) โดยที่อุณหภูมิของน้ำเสียตัวอย่างอยู่ในช่วง 26.1 - 26.5 องศาเซลเซียส

ความเป็นกรดเป็นด่างผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกัน และระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกัน ทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสียตัวอย่าง ($p < 0.05$) โดยที่น้ำเสียตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนดคือ 5.00 - 9.00

ค่าบีโอดีผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกัน ทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าบีโอดีของน้ำเสียตัวอย่าง ($p < 0.05$) โดยที่น้ำเสียตัวอย่างทั้งหมดมีค่าบีโอดีเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนด คือ ไม่เกิน 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณแอมโมเนียผลการทดลอง พบว่าอัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกันทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแอมโมเนียของน้ำเสียตัวอย่าง ($p > 0.05$) โดยปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในทุกระดับของการใช้อีเอ็มก้อน ขณะที่น้ำเสียตัวอย่างมีปริมาณแอมโมเนียสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนด คือ ต้องต่ำกว่า 0.500 มิลลิกรัมต่อลิตร เกือบทั้งหมด ยกเว้นน้ำเสียตัวอย่างที่เติมอีเอ็มก้อน 1.20 กรัม (6.00 : 100) ระยะการบำบัด 9 วัน

ปริมาณไนเตรดผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกัน ทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณไนเตรดของน้ำเสียตัวอย่าง ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม น้ำเสียตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนดคือ ไม่เกิน 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณโปรทผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกัน ทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณโปรทของน้ำเสียตัวอย่าง ($p < 0.05$) โดยที่น้ำเสียตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนดคือ ไม่เกิน 2.00 ไมโครกรัมต่อลิตร

ปริมาณตะกั่วของน้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดด้วยระยะที่แตกต่างกัน มีค่าต่ำกว่า 0.0200 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Flame Atomic Absorption ปริมาณตะกั่วน้อยมากจนเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดได้ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ปริมาณแคดเมียม ของน้ำเสียตัวอย่างเปล่าและน้ำเสียตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีค่าต่ำกว่า 0.00200 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Flame Atomic Absorption ปริมาณแคดเมียมน้อยมากจนเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดได้ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนอีเอ็มก้อนที่แตกต่างกัน และระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกัน ทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มของน้ำเสียตัวอย่าง ($p < 0.05$) โดยที่น้ำเสียตัวอย่างทั้งหมดยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินกำหนดคือไม่เกิน 2.00×10^4 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

สรุปผลการทดลอง

สรุปว่า น้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบที่ผ่านการบำบัดด้วยอีเอ็มก้อน มีผลต่อคุณภาพน้ำเสียไม่แตกต่างกันกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติจากคลองแสนแสบ เนื่องจากจุลินทรีย์ในอีเอ็มก้อนทำงานได้ดีในสภาวะอับอากาศ ซึ่งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีแข่งกับจุลินทรีย์ตามธรรมชาติได้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาเกี่ยวกับการลดปริมาณโลหะหนักควรเลือกแหล่งน้ำเสียที่มีปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนในปริมาณที่สามารถเห็นผลได้อย่างชัดเจนหรือควรมีการออกแบบการทดลองเลือกให้ศึกษาเฉพาะโลหะหนักเพื่อที่จะได้ผลการทดลองที่ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ควรมีการศึกษาปัจจัยสภาวะอับอากาศ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศของอีเอ็มก้อน
3. ควรมีการศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับความลึก เพราะเนื่องจากตัวบำบัดอีเอ็มก้อนถูกออกแบบให้จมตัวลงเพื่อบำบัดตะกอนใต้น้ำ
4. ควรมีการศึกษาการเพิ่มระยะเวลาในการทดลองและความถี่ในการตรวจวัดเพื่อให้เห็นผลในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพล เอี่ยมอ้น. (2549). การบำบัดน้ำเสียด้วยน้ำสกัดชีวภาพ จากกากส่าเหล้าหมัก : กรณีศึกษาตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศาสตรบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ดำรงศักดิ์ พิริยะภัทรกิจ. (2549). การบำบัดน้ำเสียด้วยน้ำสกัดชีวภาพ : กรณีศึกษาตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศาสตรบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. (2549). สิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และการจัดการ. กรุงเทพมหานคร : บ้านพิมพ์การพิมพ์.
- นวลพรรณ ณ ระยอง และมงคล เพ็ญสายใจ. (2542). น้ำและการบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร : โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ปิยนุช บุญศิริชัย. (2547). การศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากท่อปล่อยกังกลาดำ โดยผักกระเฉด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศาสตรบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ประวราดา โกชนจันทร์. (2551). การศึกษาการใช้รูปถ่ายบำบัดน้ำเสียในชุมชนในเขตจังหวัดจันทบุรี. วารสารวิจัย มสค. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 37 (ฉบับที่ 1 มกราคม - ธันวาคม), 31 - 44.
- มันลิน ตันทุลเวศน์ และไพพรรณ พรประภา. (2540). การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วรมน สุนทรภัก. (2550). ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย : กรณีศึกษารางลำเลียงน้ำเสียของมูลนิธิกิจกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศาสตรบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สิริณี ทิพพากร. (2527). การฟอกตัวเองของน้ำทางแบบที่เรียในห้วยแม่ราก บริเวณโครงการหลวงพัฒนาต้นน้ำ หน่วยที่ 1 (ทุ่งจ้อย) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุบัณฑิต นิมรัตน์. (2548). จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bitton. (1994). *Wastewater Microbiology*. Chichester, John Wiley.
- Statistical Analysis System Institute. (1996). *SAS User's Guide, Version 6.12*. Cary, North Carolina : Statistical Analysis System Institute Incorporate.

ผู้เขียน

อิสริยะ ริยะขัน

คณะพัฒนาลังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

e-mail:lsariyayakan@hotmail.com