การจัดการน้ำเสียในอุตสาหกรรมกลั่นแอลกอฮอล์

WASTE WATER MANAGEMENT IN THE ALCOHOL DISTILLATION INDUSTRY

เอก มาตรศรี[1] , ศักดิ์ชาย รักการ[1] , พจนีย์ ศรีวิเชียร[1]และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[2]

[1]หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

[2]หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Aek Martsri[1] Sakchai Rakkarn[1] Podchanee Sriwichian[1] and Jeerawat Plongmai[2]

[1]Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management, Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand, E-Mail: aek.mthai@gmail.com

[2]Department of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand, E-Mail: jeerawat.plo@kbu.ac.th

วันที่รับบทความ 13 กันยายน 2564

วันแก้ไขบทความ 16 ธันวาคม 2564

วันตอบรับบทความ 15 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อแก้ปัญหาปริมาณการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยวันละ 325 ลูกบาศก์เมตร ที่มีแนวโน้มส่งผลทำเกิดปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อบำบัดน้ำเสียล้นออกสู่ชุมชนรอบโรงงานได้ โดยปัจจุบันมีการดำเนินการในการดูแลระบบน้ำเสียในบ่อบำบัดด้วยการใส่ปูนขาวเพื่อดับกลิ่น ซึ่งมีค่าใช้จ่ายประมาณเดือนละ 96,660 บาท ด้วยการประยุกต์ใช้หลัก 3 R ที่เน้นหลักการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) กับกระบวนการใช้เชื้อจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูงสำหรับการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ใช้วิธีการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูงไปหมักเพื่อขยายพันธ์จากนั้นจึงใส่ลงในบ่อบำบัดน้ำเสีย แล้วนำมาบำบัดผ่านกระบวนการทั้ง 8 บ่อบำบัด ด้วยการเติมเชื้อจุลินทรีย์ที่หมักทุกวันลงในบ่อที่ 1, 2, 4 และ 8 ในปริมาณบ่อละ 70, 20, 20,20 ลิตรตามลำดับ ก่อนนำกลับไปใช้ใหม่หลังจากบ่อที่ 8 ซึ่งผลลัพธ์ทำให้ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ลดลง 99.38% ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (COD) ลดลง 98.70% ค่าความเป็นกรด-ด่าง (PH) เพิ่มขึ้น 166.74% ของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TDS) ลดลง 98.08% ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ลดลง 99.03% ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) เพิ่มขึ้น 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (SS) ลดลง 99.67% ซึ่งค่าเหล่านี้ลดลงเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลก่อนการปรับสภาพน้ำและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการควบคุม โดยจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในครั้งแรกเพียงเล็กน้อย แต่ก็สามารถลดการใช้ปูนขาวลงได้ถึง 50% จึงสรุปได้ว่าการลงทุนโดยการนำเชื้อจุลินทรีย์มาดำเนินการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ มีความสัมฤทธิ์ผลเป็นอย่างดี

คำสำคัญ: การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่, กระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์, การเติมเชื้อจุลินทรีย์

ABSTRACT

This research studies the problem of the amount of wastewater discharged from the alcohol distillation process, which has an average volume of 325 cubic meters per day, resulting in trend of the accumulated amount of waste water in the wastewater treatment pond is overflowing to the communities around the factory. At present, there is an operation to take care of the waste water system in the treatment pond by adding lime to deodorize which costs about 96,660 baht per month. In this study, suggested solutions to the problem of waste water that will overflow to the community by applying the 3 R principles, by focusing on the principle of recycling water by the process. Using the effective microorganisms (EM) bacteria is to adjust the water condition in the wastewater treatment pond to be able to recycle. By means of fermenting the effective microorganisms and then put them into the wastewater treatment pond. The treatment process is through all 8 treatment ponds, with microbial fermentation daily being added to the ponds at 1st, 2nd, 4th and 8th in the amount of 70, 20, 20, 20 liters per pond respectively before being reused. Thus, the result is biochemical oxygen demand (BOD) decreased 99.38%, Chemical oxygen demand (COD) decreased 98.70%, pH value increased 166.74%, Total Dissolved Solids (TDS) decreased 98.08%, Total Nitrogen (TKN) decreased 99.03%, Total Phosphorus (TP) increased 0.75 mg/L, Total suspended solids (SS) decreased by 99.67%. These values are greatly reduced compared to results before water pretreatment and are within control standards. Moreover, it can reduce the use of lime by 50%. Therefore, it can be concluded that the investment by using microorganisms to improve the water condition in the wastewater treatment pond In order to reuse the water can be achieve great results.

KEYWORDS: Wastewater recovery, alcohol distillation, microbial addition

1. บทนำ

อุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้รับการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำ เกิดจากกระบวนการในการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น น้ำหล่อเย็น น้ำล้าง น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต การทิ้งน้ำเสียที่เป็นสารอินทรีย์จากการผลิตสู่แหล่งน้ำก่อให้เกิดน้ำเน่า นอกจากนั้นอาจปล่อยโลหะเป็นพิษ และสารประกอบที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู แคทเมี่ยม และไซยาไนท์ ลงน้ำอีกด้วย ส่งผลให้เกิดน้ำเสีย (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

ปัจจุบันจะพบแหล่งน้ำเน่าสกปรกอยู่ทั่วไป น้ำลักษณะเช่นนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ทั้งก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตราย และความเสียหายอย่างมหาศาลต่อการประมง การเกษตร การสาธารณสุข ประการสำคัญคือ ทำให้ระบบนิเวศธรรมชาติถูกทำลายหรือเสื่อมคุณภาพ ไม่เหมาะสมที่สิ่งมีชีวิตจะอยู่ได้ ทำให้เกิดการตายของสัตว์และพืชน้ำเป็นจำนวนมาก ทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าและขาดออกซิเจนที่ละลายน้ำ หากน้ำดื่มน้ำใช้มีสารพิษและเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคปะปนมาจะก่อให้เกิดโรคนานาชนิดกับมนุษย์และสัตว์ น้ำที่เสื่อมคุณภาพหากนำมาผ่านกระบวนการกำจัดของเสียออก เพื่อให้ได้น้ำดื่มน้ำใช้ที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคและสารพิษ จะเป็นเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองทรัพยากร สิ้นเปลืองเงินในการจัดการเพื่อผลิตน้ำที่ได้คุณภาพเป็นจำนวนที่สูงมาก เนื่องจากมลพิษทางน้ำก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมนานาประการกับระบบนิเวศธรรมชาติ แหล่งเกษตรกรรม แหล่งประมง แหล่งชุมชน อุตสาหกรรม จึงควรหาแนวทางป้องกันการเน่าเสียของน้ำ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ได้มาตรฐานก่อให้เกิดปัญหา มลภาวะทางน้ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ การบำบัดน้ำเสียของ

โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งเป็นวิธีการกำจัดทางชีววิทยา (Biological Treatment) ทำโดยการอาศัยจุลินทรีย์ (Microorganism) ย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นพิษต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แต่น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทมีปริมาณสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน (Complex Organic) จุลินทรีย์อาจต้องใช้เวลาในการย่อยสลายที่นานขึ้น ทำให้การกำจัดทางชีววิทยาโดยตรงเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพ วิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน เป็นการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยใช้แบคทีเรียเป็นตัวกำจัดสารอินทรีในน้ำด้วยปฏิกิริยาแบบให้ออกซิเจน ซึ่งแบคทีเรียส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของแอโรบิก เฮเทอโรโทรฟิคก แบคทีเรีย (Aerobic Heterotrophic bacteria) สำหรับปริมาณออกซิเจนในระบบบำบัด จะได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการถ่ายเทออกซิเจนตามธรรมชาติระหว่างน้ำกับอากาศ เครื่องเติมอากาศทำหน้าที่เพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียให้เพียงพอต่อความต้องการของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่งผลให้การกำจัดสารอินทรีย์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ใช้เวลาในการบำบัดน้อย และรวดเร็วกว่าการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ ทำให้น้ำทิ้งที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

ทั้งนี้ บริษัทแห่งหนึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งประกอบกิจการการกลั่นแอลกอฮอล์ 95% มีปริมาณการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ ประมาณ 118,625 ลูกบาศก์เมตร/ปี มีพื้นที่สำหรับรองรับน้ำเสียประมาณ 640,000 ลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อเก็บน้ำเสีย ซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ ประมาณ 402,750 ลูกบาศก์เมตร เหลือพื้นที่ในการรองรับน้ำเสีย 37% หากไม่มีการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างใด จะทำให้ปริมาณน้ำเสียในบ่อเก็บน้ำเสียล้นออกสู่ชุมชนรอบโรงงานในวันที่ 1 มกราคม 2564 ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ถูกสั่งปิดโรงงานได้ บริษัทจึงมีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่จะล้นออกสู่ชุมชนให้ได้ภายในกลางปี 2563 เป็นอย่างช้าเพื่อให้สามารถดำเนินกิจการต่อไปได้

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาปัญหาการปล่อยน้ำเสียในกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ที่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปริมาตรบ่อบำบัดที่มีเหลืออยู่ 37% ซึ่งไม่สามารถรองรับได้เพียงพอในสิ้นปี 2563 โดยคาดว่าจะใช้วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้สามารถนำกลับมาใช้ได้ด้วยหลัก 3R และคาดว่าสามารถลดปัญหาพื้นที่ไม่เพียงพอในการรองรับน้ำเสียออกจากกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ในอนาคตอย่างน้อย 5 ปี

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาการจัดการบ่อบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมกลั่นแอลกอฮอล์

2.เพื่อลดปริมาณน้ำเสียในบ่อบำบัดน้ำเสียลงให้ได้ 30% เป็นอย่างน้อย

3.เพื่อประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีด้านการจัดการวิศวกรรม สำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ออกจากกระบวนการผลิต

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง: กระบวนการบำบัดทางชีววิทยา (Biological Unit Processes)

จุดประสงค์หลักของการ บำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้ คือ การกำจัด BOD คือ ต้องการกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย โดยอาศัยหลักการที่ใช้จุลชีพต่าง ๆ มาทำการย่อยสลายแปรเปลี่ยนสภาพของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ไปเป็นก๊าซ CO2 (ถ้าใช้ระบบเติมอากาศ) หรือไปเป็นก๊าซ CH4 (ถ้าใช้ระบบไม่เติมอากาศ) จะเห็นได้ว่าการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านชีวะเคมี (Biochemistry) และจุลชีววิทยา (Microbiology) มาช่วยสนับสนุนให้เข้าใจลึกซึ้งของกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาต่าง ๆ เช่น ระบบบ่อผึ่งหรือบ่อปรับเสถียร ซึ่งเป็นการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยอาศัยจุลินทรีย์ และพืชน้ำโดยเฉพาะสาหร่าย บ่อบำบัดน้ำเสียมักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ธรรมดาหรือฉาบด้วยวัสดุที่สามารถกันการรั่วซึมของน้ำได้

3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 4 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชน หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ (Tumcivil.com, 2560)

3.1.1 บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond)

บ่อแอนแอโรบิค เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูงมาก จนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เพื่อบำบัดต่อไป การทำงานของบ่อแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นอุณหภูมิของบ่อควรมากกว่า 15 องศาเซลเซียส และค่าพีเอช (pH) มากกว่า 6

3.1.2 บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond)

บ่อแฟคคัลเททีฟ เป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิค ได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิค บ่อแฟคัลเททีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียจากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคคัลเททีฟ เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self-Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Condition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิค แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไปจนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอเมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจน และเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้

3.1.3 บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond)

บ่อแอโรบิค เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่ เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

3.1.4 บ่อบ่ม (Maturation Pond)

บ่อบ่ม มีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

รูปที่ 1 แสดงระบบของบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) (Tumcivil.com, 2560)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการดำเนินงาน ศึกษาวิเคราะห์ลักษณะของระบบบำบัดและประยุกต์โดยเลือกใช้ 1 ในหลักการ 3R มาใช้ในการแก้ไขปัญหาเพื่อปรับสภาพน้ำกลับมาใช้ใหม่ ด้วยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ รวมถึงการจัดการเชิงวิศวกรรม โดยมีขั้นตอนตามลำดับก่อน-หลัง ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลน้ำเสีย ลักษณะน้ำ เข้า/ออก
2) วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของน้ำเสีย
3) กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา
4) ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

4.1 ศึกษาข้อมูลน้ำเสีย

ข้อมูลจากรายงานบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียจาก บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ที่บริษัทส่งน้ำไปตรวจ ได้แก่ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Chemical Oxygen Demand: COD) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus: TP) ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด Total Suspended solids: SS

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด

ลำดับ	รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
1	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	42000.00	mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 5210 B
2	Chemical Oxygen Demand (COD)	25301.20	mg/L	15.00	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 5220 C
3	pH	4.66	-	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500-H B
4	Total Dissolved Solids (TDS)	81635.00	mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 C
5	Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	1932.56	mg/L	1.00	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 Norg B
6	Total Phosphorus (TP)	Not Detected	mg/L	0.02	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 P E
7	Total Suspended solids (SS)	20520.00	mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 D

LOQ (Limit of Quantitation) for Chemical Oxygen Demand (COD) = 35.00 mg/L, Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) 5.00 mg/L

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของน้ำเสีย

โรงงานอุตสาหกรรมซึ่งประกอบกิจการการกลั่นแอลกอฮอล์ 95% มีปริมาณการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการผลิต ซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ 325 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีพื้นที่บ่อน้ำเสีย 200 ไร่ มีความลึก 2 เมตร สำหรับรองรับน้ำเสีย 640,000 ลูกบาศก์เมตร แต่เนื่องจากถูกปล่อยประละเลย ขาดการบริหารจัดการน้ำเสีย จึงทำให้คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานอยู่มากและไม่สามารถนำไปทำอย่างหนึ่งอย่างใดได้ เป็นแต่เพียงน้ำทิ้งและมลภาวะ ตามตารางที่ 1 มีปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อเก็บน้ำเสียซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ 402,750 ลูกบาศก์เมตร ภายในวันสิ้นปี 2563 หากไม่มีการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างใด จะทำให้ปริมาณน้ำเสียในบ่อเก็บน้ำเสียล้นออกสู่ชุมชนรอบโรงงานในวันขึ้นปีใหม่ หรือวันที่ 1 มกราคม 2564 ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ถูกสั่งปิดโรงงานได้

บริษัทจึงมีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่จะล้นออกสู่ชุมชนให้ได้ภายในกลางปี 2563 เป็นอย่างช้าเพื่อให้สามารถดำเนินกิจการได้ต่อไป จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการวิเคราะห์ น้ำเสียที่ไหลลงสู่บ่อน้ำเสียมีปริมาณมากและมีกลิ่นที่รุนแรง ควรมีการทำอย่างไรที่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียออกมาให้ได้ เมื่อกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียได้ก็สามารถที่จะลดกลิ่นได้เช่นกัน จึงทำการค้นหาสารเคมี หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำได้ ซึ่งพบว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ดีกว่าการใช้สารเคมี เนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและผู้ที่นำไปใช้ยังปลอดภัยด้วย

4.3 กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

มีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่จะล้นออกสู่ชุมชน โดยเลือก 1 ในหลักการ 3R มาใช้ในการแก้ไขปัญหา หลักการจัดการของเสีย แบบ 3R เป็นหลักการที่คิดค้นขึ้นเพื่อลดปริมาณของเสีย ลดปริมาณก่อกำเนิด ตั้งแต่ต้นทาง ระหว่างทาง จนไปถึงปลายทาง โดยพิจารณาการใช้บวนการ Recycle เท่านั้น ด้วยการนำของเสียไปเปลี่ยนสภาพ ผ่านกระบวนการต่าง ๆ และกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ด้วยวิธีอื่น ๆ กับการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์เข้ามาบำบัดน้ำเสีย

จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่า หัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีความสามารถในการลดกลิ่น ย่อยสลายไขมัน ลดการอุดตัน ซึ่งผลิตมาจากส่วนประกอบสำคัญประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่จุลินทรีย์ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด กระตุ้นให้เกิดภูมิต้านทาน ยีสต์ (Yeasts) จะผลิตสารชีวพันธ์ต่าง ๆ หรือสารอาหารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เช่น กรดอะมิโน และแป้ง จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (Photosynthetic Bacteria) ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ได้ดีอย่างต่อเนื่อง มีคุณสมบัติหลายอย่าง เช่น ใช้ในครัวเรือน ใช้ย่อยสลายคราบไขมัน สิ่งอุดตัน รวมถึงสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ในชักโครก ท่อน้ำทิ้ง ด้านการเกษตร เป็นหัวเชื้อปุ๋ยหมักสำหรับเพิ่มธาตุอาหารในดิน ผสมน้ำรดพืชให้เจริญเติบโตงอกงาม ด้านการปศุสัตว์ สำหรับพ่นฉีดเพื่อล้างคอก ดับกลิ่นเหม็นได้ด้วยการเทหรือฉีดพ่น ช่วยป้องกันการระบาดของเชื้อโรค เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ป้องกันน้ำเสีย ลดกลิ่นเหม็น รวมถึงการเกิดตะไคร่ในบ่อ ฉีดพ่นเพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงปลา ใช้ปรับสภาพน้ำ ด้านสิ่งแวดล้อม ใช้ฉีดพ่นปรับสภาพอากาศ ใช้ฉีดพ่นไปที่กองขยะ เพื่อขจัดกลิ่นเหม็น ขับไล่แมลงวัน ทนต่อความร้อน ทนต่อความแห้งแล้ง สารเคมี และสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่าง ๆ ได้ดี เจริญเติบโตได้ในค่าพีเอช (pH) ช่วงกว้าง ตั้งแต่ 2 - 11 มีระยะเวลาการแบ่งตัวที่รวดเร็ว (Generation time) ประมาณ 25 นาทีเหมาะอย่างยิ่งสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสีย บ่อดักไขมัน และบ่อเกรอะ (วรพจน์ กนกกันฑพงษ์, 2548)

4.4 ขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุง

จากปัญหาดังกล่าวผู้ศึกษามีแนวคิดการแก้ปัญหา คือ วิธีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อให้สามารถลดหรือชะลอการเพิ่มปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อบำบัดน้ำเสียได้อย่างทันท่วงทีจึงต้องทำการปรับสภาพน้ำ โดยผ่านกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยทำการศึกษาสารเคมี หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถปรับสภาพน้ำได้ โดยทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ภายในบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่า หัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีความสามารถในการลดกลิ่น

ประกอบด้วย เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ จุลินทรีย์ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคบางชนิด กระตุ้นให้เกิดภูมิต้านทาน ยีสต์ (Yeasts) ผลิตสารชีวพันธ์ต่าง ๆ หรือสารอาหารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เช่น กรดอะมิโนและแป้ง เป็นจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PHotosynthetic Bacteria) ซึ่งใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ได้ดีอย่างต่อเนื่อง มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน ทนต่อความแห้งแล้ง สารเคมี และสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่าง ๆ ได้ดี เจริญเติบโตได้ในค่าพีเอช (pH) ช่วงกว้าง ตั้งแต่ 2 - 11 มีระยะเวลาการแบ่งตัวที่รวดเร็ว (Generation Time) ประมาณ 25 นาที เหมาะอย่างยิ่งสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสีย บ่อดักไขมันและบ่อเกรอะ และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นบ่อที่มีการทำงานแบบต่อเนื่องหลายบ่อ ซึ่งเป็นการยากที่จะสร้างบ่อทดลองเสมือนจริงได้ จึงได้ทำการทดลองจากบ่อบำบัดน้ำเสียจริง ทั้งนี้เพื่อให้ทราบผลการทดลองที่แท้จริง โดยการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ไปทำการขยายพันธ์เพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ในการใส่เชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ลงในบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อทำการปรับสภาพน้ำ เพื่อให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ (วรมน สุนทรภัค, 2550)

4.4.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

จากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เมื่อได้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจึงดำเนินการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เพื่อนำไปใช้จริงในบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.4.1.1 วิธีการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ มีขั้นตอนดังนี้

1) เตรียมถังที่มีขนาด 200 ลิตร พลาสติกคลุมปากถัง เชือกรัดปากถัง ไม้สำหรับขันชะเนาะหัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) กากน้ำตาล น้ำเปล่า เศษมันสำปะหลัง ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 การเตรียมอุปกรณ์ประกอบในการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

2) ใส่น้ำเปล่า 160 ลิตร ตวงหัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) 20 มิลลิลิตร (2 ฝา) กากน้ำตาล 500 มิลลิลิตร เศษมัน 20 ลิตร เมื่อผสมส่วนประกอบทั้งหมดแล้วใช้พลาสติกคลุมปากถัง นำ

เชือกมารัดปากถัง ใช้ไม้ขันชะเนาะให้แน่น เพื่อป้องกันอากาศเข้า หมักทิ้งไว้อย่างน้อย 30 วัน เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนได้เต็มที่ จึงสามารถนำไปใช้ได้ ดังรูปที่ 3

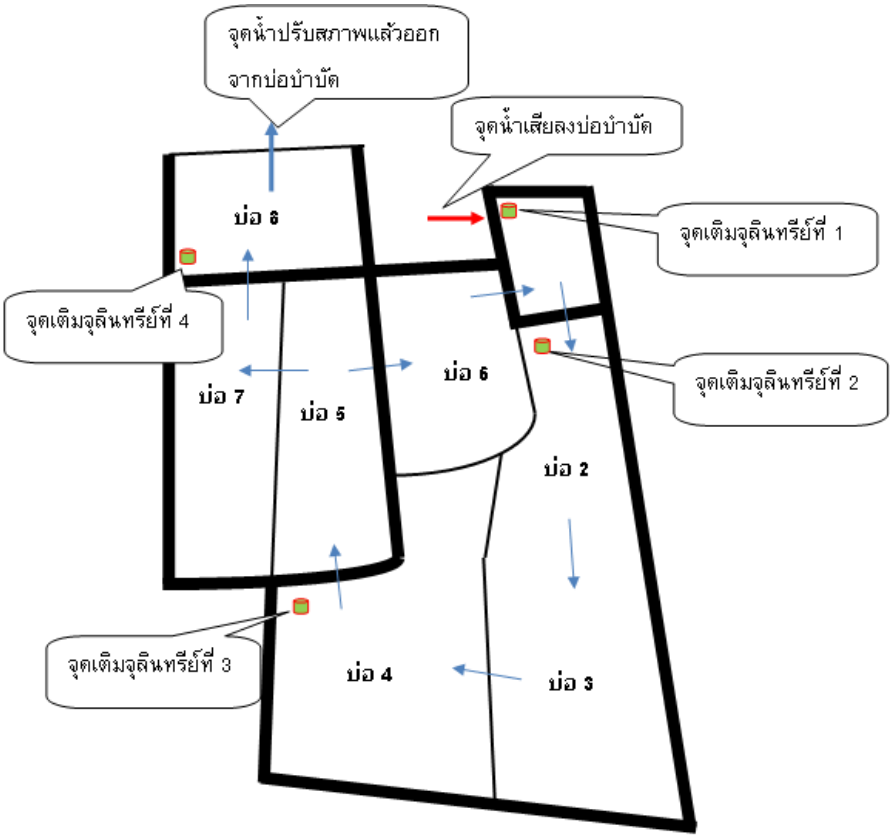
รูปที่ 3 การหมักเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เพื่อทำการขยายพันธ์

4.4.2 การดำเนินการทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.4.2.1 เติมเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ขยายพันธ์แล้ว จำนวน 1 ลิตรต่อปริมาณน้ำเสีย 5 ลูกบาศก์เมตร ในครั้งแรก จำนวน 17 ถัง ๆ ละ 155 ลิตรโดยประมาณ ลงบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อแรก ซึ่งมีปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อ 13,000 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำเสียที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตอีกวันละ 325 ลูกบาศก์เมตร ผสมอยู่ด้วยดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 การเติมเชื้อจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพสูงที่ได้รับการขยายพันธ์แล้วลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.4.2.2 กำหนดการดำเนินการเติมเชื้อจุลินทรีย์จุดบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อแรกที่น้ำเสียลงตามข้อ 2.4.2.1 วันละ 65-70 ลิตร และเพิ่มการเติมเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 3 บ่อ ๆ ละ 20 ลิตร/วัน โดยดำเนินการอย่างต่อเนื่องทุกวันในเวลา 08:30-09:00 น.



รูปที่ 5 แผนผังบ่อและจุดเติมเชื้อจุลินทรีย์ที่การขยายพันธ์แล้วลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นจุดทิ้งน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์ 42,000 มิลลิกรัม/ลิตร ลงในบ่อที่ 1 จึงทำการเติมเชื้อจุลินทรีย์เพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์และช่วยเจือจางความเข้มข้นของน้ำทิ้ง เมื่อระดับน้ำสะสมในบ่อสูงถึงระดับท่อที่ติดตั้งไว้ ผิวน้ำจากบ่อที่ 1 จะไหลมายังบ่อที่ 2 จากนั้นทำการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงในจุดเติมจุลินทรีย์ที่ 2 เพื่อช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ตกค้าง และเมื่อระดับน้ำสะสมในบ่อสูงถึงระดับคันกั้นของบ่อ ผิวน้ำจากบ่อที่ 2 จะไหลมายังบ่อตกตะกอนบ่อที่ 3, 4, 5 ตามลำดับ และมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์จากปลายบ่อ 4 เข้าสู่บ่อ 5 เป็นจุดเติมจุลินทรีย์ที่ 3 เพื่อรักษาประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ จากบ่อ 5 ซึ่งเป็นน้ำที่ได้รับการปรับสภาพแล้วถูกปล่อยให้น้ำล้นออกสู่บ่อถัดไปได้ 2 ทาง ทางที่ 1 ไหลไปยังบ่อ 6 และไหลไปยังบ่อ 1 เพื่อช่วยเจือจางความเข้มข้นของน้ำทิ้งอีกทางหนึ่งด้วย ทางที่ 2 ไหลไปยังบ่อ 7 และไหลไปยังบ่อ 8 และมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์จากต้นบ่อ 8 เป็นจุดเติมจุลินทรีย์ที่ 4 ซึ่งเป็นบ่อสุดท้ายของกระบวนการปรับสภาพน้ำ ก่อนเข้าสู่กระบวนการเติมสารเคมีที่เหมาะกับการนำน้ำกลับไปใช้ในการผลิตต่อไป การเพิ่มจุดเติมเชื้อจุลินทรีย์ จุดที่ 2, 3 และ 4 เป็นไปเพื่อการรักษาสมดุลและเพิ่มประสิทธิภาพความแข็งแรงของจุลินทรีย์มิให้ขาดช่วงในการต่อสู้กับแบคทีเรียในน้ำ

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่ได้รับการขยายพันธ์ที่เหมาะสมแล้วใส่ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย ได้ผลลัพธ์จากการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสียจากการบันทึกประจำวัน

วันที่	**ตัวอย่าง**	**ลักษณะ**	**pH**	**TDS**	**Hardness Mg/l**	**Chloride mg/l**	**P-Alkalinity mg/l**	**M-Alkalinity mg/l**
Std. น้ำบำบัด			6.2-9.2	≤ 500	≤ 150	≤ 250	≤ 10	≤ 150
1/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.79	758.3	245.0	196.9	0.0	428.0
2/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.89	629.1	386.0	199.9	0.0	472.0
3/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.84	651.4	287.0	189.9	0.0	444.0
4/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	524.0	185.0	193.9	0.0	456.0
5/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.89	326.6	249.0	177.9	0.0	448.0
6/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.94	593.6	268.0	206.9	0.0	532.0
7/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.87	604.9	245.0	113.0	0.0	484.0
8/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	603.0	205.0	198.9	0.0	148.0
9/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	614.2	238.0	154.9	0.0	452.0
10/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	614.2	238.0	155.0	0.0	452.0
11/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.79	607.5	196.0	137.0	0.0	436.0
12/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.86	593.8	238.0	193.9	0.0	440.0
13/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.94	567.9	205.0	121.0	0.0	448.0
14/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.72	581.6	426.0	203.0	0.0	504.0
15/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.76	335.0	300.0	24.0	0.0	408.0
16/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.21	574.9	320.0	212.9	0.0	340.0
วันที่	ตัวอย่าง	ลักษณะ	pH	TDS	Hardness Mg/l	Chloride mg/l	P-Alkalinity mg/l	M-Alkalinity mg/l
Std. น้ำบำบัด			6.2-9.2	≤ 500	≤ 150	≤ 250	≤ 10	≤ 150

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วันที่	ตัวอย่าง	ลักษณะ	pH	TDS	Hardness Mg/l	Chloride mg/l	P-Alkalinity mg/l	M-Alkalinity mg/l
17/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.84	558.3	280.0	234.0	0.0	568.0
18/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.87	576.1	225.0	110.0	0.0	480.0
19/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.93	584.1	177.0	205.0	0.0	480.0
20/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.99	579.7	250.0	76.0	0.0	496.0
21/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.86	564.3	156.0	123.0	0.0	480.0
22/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.03	544.9	165.0	196.9	0.0	540.0
23/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.27	522.0	205.0	119.0	0.0	308.0
24/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.98	710.8	245.0	177.0	0.0	360.0
25/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.87	629.7	240.0	192.9	0.0	408.0
26/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.69	651.3	250.0	204.0	0.0	432.0
27/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.91	700.9	240.0	202.9	0.0	428.0
28/2/63	น้ำบำบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.05	641.7	230.0	191.9	0.0	436.0
AVER			7.89	587.28	246.21	168.27	0.00	442.14
MIN			7.69	326.60	156.00	23.99	0.00	148.00
MAX			8.27	758.30	426.00	233.98	0.00	568.00

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเปรียบเทียบก่อน – หลังการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

รายการทดสอบ	ก่อนใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำ		หลังใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำบ่อ 8		วิธีทดสอบอ้างอิง
	ผลการทดสอบ	LOD	ผลการทดสอบ	LOD	
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	42000.00 mg/L	-	260.00 mg/L	-	APHA, AWWA, WEF, 2012, Part 5210 B
Chemical Oxygen Demand (COD)	25301.20 mg/L	15.00	327.71 mg/L	15.00	APHA, AWWA, WEF, 2012, Part 5220 C
pH	4.66	-	7.77	-	APHA, AWWA, WEF, 2012, Part 4500-H B

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการทดสอบ	ก่อนใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำ		หลังใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำบ่อ 8		วิธีทดสอบอ้างอิง
	ผลการทดสอบ	LOD	ผลการทดสอบ	LOD	
Total Dissolved Solids (TDS)	81635.00 mg/L	-	1564.00 mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 C
Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	1932.56 mg/L	1.00	18.70 mg/L	1.00	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 Norg B
Total Phosphorus (TP)	Not Detected	0.02	0.75 mg/L	0.02	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 P E
Total Suspended solids (SS)	20520.00 mg/L	-	63.75 mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 D

5.1 การบันทึกผลจากการทดลองเปรียบเทียบก่อน – หลัง

ก่อนการทดลอง พบว่า สภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีค่าความกระด้าง (Hardness) และค่าคลอไรด์ (Chloride) เกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนดเป็นอย่างมาก ทำให้ไม่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ การทดลองเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ที่ได้รับการขยายพันธ์แล้วใส่ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่า ภายใน 3-4 เดือนที่ผ่านมา สภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีลักษณะทางกายภาพที่ดีขึ้น มีการตกตะกอนได้ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้มีความเข้มข้นน้อยลง และกลิ่นจากบ่อบำบัดน้ำเสียลดน้อยลงจนแทบจะไม่มีกลิ่น น้ำที่ลงสู่บ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อมีลักษณะเป็นของเหลวและเป็นฟอง ซึ่งบางวันที่มีการผลิตมากฟองจะเริ่มหนา แต่ใช้ระยะเวลาภายใน 1 วัน ฟองจะสลายตัวเป็นของเหลวภายในบ่อซึ่งการเติมจุลินทรีย์ปริมาณที่เท่ากัน ในแต่ละวัน พบว่า มีส่วนช่วยให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าในบางวันอาจจะสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์น้อยลงไปจากจำนวนเดิมในการย่อยสลายแบคทีเรีย จากการแผนการปฏิบัติงานตกวันละ 125-130 ลิตร โดยประมาณก็ตามซึ่งจากการทดลองและบันทึกผล พบว่า มีผลการตรวจค่าน้ำดังนี้

1) ความต้องการ ออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) จาก 42,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 260.00 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 8,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

2) ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand: COD) จาก 25,301.20 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 327.71 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 12,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

3) ค่า pH สูงขึ้น ลดความเป็นกรดลงไปได้มาก (จากเดิม pH 4.66 สามารถปรับค่าขึ้นไปได้ถึง 7.77) ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 7-9

4) ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) จาก 81,635.00 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 1,564.00 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 2,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

5) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ตรวจโดยวิธีการเจลดาห์ล (Kjeldahl) (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) จาก 1,932.56 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 18.70 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 50.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

6) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus: TP) จาก 0.00 มิลลิกรัม/ลิตร เพิ่มขึ้นเป็น 0.75 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติเพียงน้อยมากและเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของธรณีวิทยา ฟอสฟอรัสนำมาใช้หมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในปริมาณจำกัด ฟอสฟอรัสจะหายไปในห่วงโซ่อาหารในลักษณะตกตะกอนของสารอินทรีย์ไปสู่พื้นน้ำ เช่น ทะเล แหล่งน้ำต่าง ๆ เมื่อยิ่งมีปริมาณจะเป็นผลดีต่อน้ำเสีย

7) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids: SS) จาก 20,520.00 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 63.75 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 500.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

8) ค่าความกระด้าง (Hardness) และค่าคลอไรด์ (Chloride) ลดลงเป็นอย่างมาก แม้ว่าจะไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในค่าตามมาตรฐานกำหนดตามคุณสมบัติของน้ำดีได้ แต่ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตบางกระบวนการได้

5.2 กระบวนการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

กระบวนการการสูบน้ำที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตบางกระบวนการ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สูบน้ำจากในบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อสุดท้ายไปยังบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมี โดยใช้ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 750 W. ท่อขนาด 3” อัตราการไหล 18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว

รูปที่ 6 การส่งน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อสุดท้ายไปยังบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมี

ขั้นตอนที่ 2 สูบน้ำจากบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมีสู่บ่อซีเมนต์ไล่ระดับ ขนาด 9x12x1.2 เมตร โดยใช้ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 750 W. ท่อขนาด 3” อัตราการไหล 18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว และมีการเติมสารส้มเพื่อช่วยในการตกตะกอนขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำน้ำไปใช้ ในอัตราส่วน 7-10 ppm โดยประมาณ โดยใช้วิธีการตวงสารส้ม 8 กิโลกรัม ละลายในน้ำแล้วใช้ปั๊มเลี้ยงจังหวะ (Feed pump) ปั๊มเข้าพร้อมกับน้ำที่เติมเข้าสู่บ่อในแบบอัตโนมัติ คือ เมื่อระดับน้ำในบ่ออยู่ในระดับที่ถูกกำหนดไว้ ระบบการเติมน้ำเข้าบ่อจะถูกตัดการทำงาน

รูปที่ 7 การส่งน้ำจากบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมีไปยังบ่อซีเมนต์ไล่ระดับ

ขั้นตอนที่ 3 สูบน้ำจากบ่อซีเมนต์ไล่ระดับ ขนาด 9 x 12 x 1.2 เมตร โดยใช้ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 750 W. ท่อขนาด 3” อัตราการไหล 18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว ขึ้นสู่บ่อวนดักการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอยที่ตกค้างออก

รูปที่ 8 การส่งน้ำจากบ่อซีเมนต์ไล่ระดับไปยังบ่อวนดักการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอย

ขั้นตอนที่ 4 ส่งน้ำจากบ่อวนดักการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอยไปยังบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) โดยใช้แรงดึงดูดจากแรงโน้มถ่วง (Gravity) ในการส่งน้ำ สามารถส่งน้ำได้ ชั่วโมงละ 12.18 ลูกบาศก์เมตร โดยทำการส่งน้ำในช่วงเวลา 08:00 – 16:00 น.วันละ 16 ชั่วโมง สามารถส่งน้ำได้วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร เมื่อถึงเวลาการหยุดไหลของน้ำในบ่อ ซึ่งเรียกว่าเป็นการพักบ่อ ก็ทำการเติมคลอรีน 6 กิโลกรัม ช่วยฆ่าเชื้อโรค และควบคุมภาวะความสมดุลของกรด-ด่าง เพื่อให้เกิดภาวะความสมดุลของน้ำ

รูปที่ 9 การส่งน้ำจากบ่อวนดักการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอยไปยังบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิต

ขั้นตอนที่ 5 ส่งน้ำจากบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) ไปยังบ่อถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิต โดยใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งขนาด 2.2 kW. ท่อขนาด 4” อัตราการไหล 54 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว

รูปที่ 10 การส่งน้ำจากบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิตไปยังถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้าสู่การผลิต

ขั้นตอนที่ 6 ส่งน้ำจากถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) ไปใช้สำหรับกระบวนการการหมักต่อไป โดยใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งขนาด 2.2 kW. ท่อขนาด 4” อัตราการไหล 54 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว ถือว่าเป็นการสิ้นสุดกระบวนการบำบัดน้ำ

รูปที่ 11 การส่งน้ำจากถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) ไปยังถังหมัก

5.3 ผลการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย

	ราคา (บาท/ลิตร)	ปริมาณการใช้/ครั้ง (มิลลิลิตร)	จำนวนครั้ง/เดือน	ปริมาณการใช้/เดือน (มิลลิลิตร)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ครั้งแรก	90.00	1,000.00	1	1,000.00	90.00
เดือนต่อ ๆ มา	90.00	16.77	30	503.23	45.29

จากตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยการใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) มาขยายพันธ์แล้วจึงนำไปใช้ จำนวน 1 ลิตรต่อปริมาณน้ำเสีย 5 ลูกบาศก์เมตร ในครั้งแรก ดังได้กล่าวไว้ในข้อ 4.2.1 มีค่าใช้จ่ายเพียงค่าหัวเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) 1 ลิตร (1,000 มิลลิลิตร) ราคา 90 บาท เนื่องจากส่วนประกอบอื่น ๆ มีอยู่ในวัตถุดิบการผลิตและใช้เพียงเล็กน้อย ทำให้มีมูลค่าน้อย และในเดือนต่อ ๆ มา ใช้ค่าหัวเชื้อจุลินทรีย์ เพียง 503.23 มิลลิลิตร หรือ 0.5 ลิตรโดยประมาณ คิดเป็นมูลค่า 45.29 บาท/เดือน

5.3.1 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยปูนขาวและเชื้อจุลินทรีย์

รายการค่าใช้จ่าย	**ก่อนการปรับสภาพน้ำ**				**หลังการปรับสภาพน้ำ**			
	จำนวน	เวลาที่ใช้/วัน (ชม)	ราคา/หน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย/เดือน (บาท)	จำนวน	เวลาที่ใช้/วัน (ชม)	ราคา/หน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย/เดือน (บาท)
ปูนขาว	60 ถุง	-	34.5	62,100.00	30 ถุง	-	34.5	31,050.00
จุลินทรีย์	-	-	-	-	16.77 มิลลิลิตร	-	0.09	45.29
สารส้ม	-	-	-	-	8 kg.	-	8	1,920.00
คลอรีน	-	-	-	-	6 kg.	-	44	7,920.00
ปั๊มหอยโข่ง 2.2 kW.	-	-	-	-	2 ตัว	24	4	12,672.00
ค่าแรงพนักงาน/วัน	3 คน	-	320	28,800.00	3 คน	-	320	28,800.00
ค่า OT พนักงาน/วัน (8 วัน)		4	60	5,760.00	3 คน	4	60	5,760.00
รวม				96,660.00				92,487.29

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ก่อนทำการทดลอง มีค่าใช้จ่าย คือ การปรับค่า pH เพื่อกำจัดกลิ่นโดยใช้ปูนขาว มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง คือ 96,660 บาทต่อเดือน โดยแบ่งเป็นค่าปูนขาววันละ 60 ถุง คิดเป็นค่าใช้จ่าย 62,100 บาทต่อเดือน และค่าแรง +ค่า OT พนักงาน 34,560 บาทต่อเดือน ซึ่งเป็นเพียงการกำจัดกลิ่นของน้ำเสียที่ลงในบ่อบำบัดน้ำเสียเท่านั้น แต่ไม่สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ หลังทำการทดลอง โดยลดปริมาณการใช้ปูนขาวเหลือวันละ 30 ถุง เติมเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) สารส้ม คลอรีน เข้ามาใช้ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้สามารถนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ คิดเป็นค่าใช้จ่าย 75,495.29 บาทต่อเดือน และมีค่าใช้จ่ายจากอุปกรณ์อื่นซึ่งเป็นส่วนประกอบของระบบลำเลียงน้ำไปใช้ในกระบวนการผลิต 16,992.00 บาทต่อเดือน

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยปูนขาวและเชื้อจุลินทรีย์

	ปริมาณ/วัน (m^3)	ปริมาณ/เดือน (m^3)	ค่าใช้จ่าย (บาท/m^3)	ค่าใช้จ่าย/วัน (บาท)	ค่าใช้จ่าย/เดือน (บาท)
น้ำเสียที่ปล่อยลงบ่อบำบัด	325.00	9,750.00	15.82	5,141.50	154,245.00
น้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	194.89	5,846.70	15.82	3,083.16	92,487.29
คิดเป็น	59.97%				61,757.71

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า จากที่ได้ดำเนินการทดลอง โดยนำเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เข้ามาใช้ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร หรือเดือนละ 5,846.73 ลูกบาศก์เมตร มีค่าใช้จ่ายรวม 92,487.29 บาท คิดเป็นค่าบำบัดน้ำเสียลูกบาศก์เมตร (m^3) ละ 15.82 บาท จากสมมุติฐานที่ได้ตั้งขึ้น คือ ถ้านำเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) มาใช้ในการการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย น่าจะนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ถึง 30% ทดลองพบว่าสามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้จริง 59.97% เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 7 สรุปค่าใช้จ่ายค่าอุปกรณ์ในการลงทุนนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

ค่าอุปกรณ์	ราคา (บาท)	จำนวน	รวม (บาท)
ปั๊มปั๊มน้ำแบบแช่ 750 W. 3"	5800	3	17,400.00
ปั๊มหอยโข่ง 2.2 kW. 4"	6,200	2	12,400.00
จุลินทรีย์ขนาด 1 ลิตร	90	5	450.00
รวมค่าใช้จ่ายสุทธิ (บาท)			30,250.00
มูลค่าน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่/เดือน			92,487.29
ผลประหยัด/เดือน (บาท)			4,172.71
จุดคุ้มทุน (เดือน)			0.31

จากตารางที่ 7 หากมองด้านความคุ้มค่าของการลงทุน ในแง่ของการลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียเพียงด้านเดียว โดยไม่คำนึงถึงการที่สามารถนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ พบว่า มีค่าใช้จ่ายค่าอุปกรณ์ในการบำบัดน้ำทั้งหมด 30,250 บาท เมื่อเทียบกับผลประหยัดในส่วนของค่าใช้จ่ายประจำเดือน เดือนละ 4,172.71 บาท จะใช้เวลาในการคุ้มทุน 7.25 เดือน

ทั้งนี้ได้นำมูลค่าน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่/เดือน 92,487.29 บาท มาคิดจุดคุ้มทุนด้วย จึงใช้เวลาในการคุ้มทุนเพียง 0.31 เดือน หรือประมาณ 9-10 วันเท่านั้น

6. สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาในเรื่องของการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ ซึ่งมีปริมาณ 325 ลูกบาศก์เมตร/วัน ลงในบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ เนื่องจากพื้นที่รองรับน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียไม่เพียงพอในระยะยาว ทำให้ปริมาณน้ำเสียในบ่อเก็บน้ำเสียล้นออกสู่ชุมชนรอบโรงงาน ส่งผลกระทบในเรื่องของการทำให้ถูกสั่งปิดโรงงานได้ อีกทั้งยังมีกลิ่นเหม็นและยังทำให้บริษัทสูญเสียเงินเพื่อดำเนินการกำจัดกลิ่นค่อนข้างสูงคิดเป็นเงินเฉพาะค่าปูนขาว 604,440 บาทต่อปี ยังไม่รวมค่าแรงพนักงาน นอกจากนี้ยังพบปัญหาพื้นที่รองรับน้ำเสียไม่พียงพอในระยะยาว จึงได้ทำการค้นคว้าหาวิธีการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่ทำให้สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถใน

การกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียออกมาให้ได้ ซึ่งเป็นวิธีทางธรรมชาติ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เมื่อจุสินทรีย์กำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียได้ ผลที่ได้รับ คือ สามารถลดกลิ่นได้เช่นกัน เนื่องจากจุสินทรีย์ได้ย่อยสลายเพื่อเป็นอาหารของตัวจุลินทรีย์เอง จึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้นทำให้มีการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง จึงสามารถลดกลิ่นเหม็น ปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น

ซึ่งได้ดำเนินวิธีการทดลองเพื่อชี้ให้เห็นว่า ที่ผ่านมาสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีลักษณะทางกายภาพที่ดีขึ้น มีการตกตะกอนได้ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้มีความเข้มข้นน้อยลง และกลิ่นจากบ่อบำบัดน้ำเสียลดน้อยลงจนแทบจะไม่มีกลิ่น น้ำที่ลงสู่บ่อบำบัดน้ำเสียมีลักษณะเป็นของเหลวและเป็นฟอง ซึ่งบางวันที่มีการผลิตมากฟองจะเริ่มหนา แต่ใช้ระยะเวลาภายใน 1 วัน ฟองจะสลายตัวเป็นของเหลวภายในบ่อ ผลการจากทดลองพบว่าเชื้อจุลินทรีย์มีความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียออกมาได้ แม้ว่าจะไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในค่าตามมาตรฐานกำหนดตามคุณสมบัติของน้ำดีได้ แต่ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตบางกระบวนการได้ ซึ่งสามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งแต่เดิมเป็นมลภาวะกลับมาใช้ใหม่ได้วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร เดือนละ 5,846.70 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 57.97% ของปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยลงในบ่อเก็บน้ำเสีย ส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียสะสมในบ่อเก็บน้ำเสียลดลง เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณมูลค่าพบว่า ค่าใช้จ่ายในกระบวนการบำบัดน้ำเสียนี้มูลค่า 15.82 บาท/ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นเดือนละ 5,846.70 ลูกบาศก์เมตร x 15.82 บาท/ลูกบาศก์เมตร = 92,494.79 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้อยู่ในส่วนที่บริษัทจ่ายเพื่อการใส่ปูนขาวเพื่อกำจัดกลิ่นโดยไม่ได้นำน้ำกลับมาใช้ใหม่อยู่แล้ว ดังนั้นจึงเป็นการปรับรูปแบบการปรับสภาพน้ำให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม เป็นการทำให้การลงทุนที่สูญเปล่ามีผลตอบแทนกลับคืนมา ซึ่งปริมาณน้ำดังกล่าวสามารถทดแทนการใช้น้ำประปาได้ในปริมาณที่เท่ากัน สิ่งที่ตามมา คือ กลิ่นเหม็นลดลง สังเกตได้จากผลบันทึกจากพนักงานตรวจสอบ และไม่มีการแจ้งกลิ่นเหม็นจากชุมชนโดยรอบ และการทดลองไม่พบปัญหาใด ๆ ในระหว่างกระบวนการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีการใช้ปูนขาวเพียงเพื่อเป็นการลดกลิ่นเท่านั้นไม่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีค่าใช้จ่าย 96,660.00 บาท/เดือน หลังการทดลองพบว่า ค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 92,487.29 บาท/เดือน ส่วนต่างค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 96,660.00-92,487.29 = 4,172.29 บาท/เดือน สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 4.32% แม้จะมีผลประหยัดเพียงเล็กน้อย แต่สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร จึงสรุปได้ว่าการลงทุนโดยการนำเชื้อจุลินทรีย์มาดำเนินการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้นำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ สามารถทำได้สัมฤทธิ์ผลเป็นอย่างดี มีความคุ้มทุนจริง ควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

7. ข้อเสนอแนะ

นอกจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ที่ได้นำมาทำการศึกษาในครั้งนี้แล้ว ยังมีระบบบำบัดน้ำเสียอีกหลายแบบ เช่น ในกรณีที่มีพื้นที่ในการเก็บน้ำเสียน้อย เหมาะกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ มีค่าใช้จ่ายต่ำ การบำรุงรักษาง่าย แต่ต้องมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมจากหลาย ๆ ปัจจัย

อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ยังมีปัจจัยที่ไม่อาจควบคุมได้ เช่น ปริมาณแสงแดดในแต่ละวันไม่เท่ากันทำให้การสังเคราะห์แสงไม่สม่ำเสมออาจส่งผลกระทบกับค่าน้ำที่กำลังปรับสภาพอยู่และการระเหยของน้ำ ปริมาณน้ำฝนที่ตกมีผลกับการเพิ่มปริมาณน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้ลดปริมาณน้ำเสียได้ช้าลง แต่ยังมีข้อดีคือ ช่วยเจือจาง (Dilute) ให้น้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีความเข้มข้นน้อยลง

ในส่วนของงานที่ควรจะทำต่อไปหรือหากมีผู้มารับงานต่อน่าจะปรับปรุงเพิ่มเติม คือ การนำน้ำจากผิวน้ำที่ความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ของบ่อตกตะกอนบ่อสุดท้ายก่อนนำกลับมาช่วยเจือจาง (Dilute) ในบ่อแรกที่ปล่อยน้ำเสียลงใน

ปริมาณที่มากพอจนสามารถปรับค่า pH ระหว่างช่วง 8.5-9 ซึ่งสามารถทำให้ลดการใช้ปูนขาวได้อย่างสิ้นเชิง และทำให้ในกระบวนการปรับสภาพน้ำกระบวนการสุดท้ายก่อนนำน้ำกลับมาใช้จะสามารถใช้จุลินทรีย์เติมลงไปอีกครั้ง เพื่อทดแทนการใช้สารส้มและคลอรีน สามารถบอกได้อย่างมั่นใจว่าระบบบำบัดน้ำเสียนี้เป็นระบบที่ใช้จุลินทรีย์ในการปรับสภาพน้ำ 100%

8. เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2539). การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment). พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มิตรนราการพิมพ์.

วรพจน์ กนกกันฑพงษ์. (2548). มองต่างมุมกับเทคโนโลยี EM วารสาร มฉก.วิชาการ 90, ปีที่ 9 ฉบับที่ 17 กรกฎาคม – ธันวาคม 2548 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

วรมน สุนทรภัค. (2550). ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย กรณีศึกษารางลำเลียงน้ำเสียของมูลนิธิกสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, การจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

Tumcivil.com. (2560). ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://engfanatic.tumcivil.com/engfanatic/article/34. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 6 มกราคม 2563).