การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

การปรับปรุงระบบบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยเชื้อจุลินทรีย์ ไมโคร-เบลส เอฟ-โอ-จี กรณีศึกษา บ่อพักน้ำดักไขมันโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

Improvement of Microbial Wastewater Treatment System F O G Case Study of Grease Traps in Food Industry

นราทิพย์ แดงกระจ่าง[1] ศักดิ์ชาย รักการ[1], จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[1], จอมภพ ละออ[1] และ ศุภวัชร์ เมฆบูรณ์[1]

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Narathip Dangkajang[1], Sakchai Rakkarn[1], Jeerawat Plongmai[1], Jomphop La-or[1] and Suphawat Mekboon[1]
Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management,
Kasem Bundit University, Pattanakarn Campus
1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand
E-mail[1]: The_jack1979@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาปริมาณคราบไขมันบริเวณบ่อพักที่ส่งผลกระทบในเรื่องกลิ่นเหม็น คราบไขมันปิดกลั้นระหว่างท่อที่ลำเลียงน้ำเสียจากบ่อพักไปยังบ่อปูน ค่าไขมัน (Grease & Oil) ในน้ำเสียสูง 10.2 mg/l (มาตรฐานกำหนด < 10) และสูญเสียค่าใช้จ่ายในการส่งกำจัดคราบไขมันค่อนข้างสูง คิดเป็นเงิน 106,000 บาทต่อปี ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและค้นคว้าหาวิธีการกำจัดคราบไขมัน โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ ไมโคร-เบลส เอฟ-โอ-จี ที่มีความสามารถในการย่อยสลายคราบไขมัน เป็นวิธีทางธรรมชาติ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ในการทดลอง พบว่า เชื้อลินทรีย์ไมโคร-เบลส เอฟ-โอ-จี สามารถลดปริมาณคราบไขมันได้จริง เนื่องจากจุลินทรีย์ได้ย่อยสลายไขมัน เพื่อนำไปเป็นอาหารเลี้ยงตัวจุลินทรีย์เอง จึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้มีการย่อยสลายคราบไขมันในบ่อพักอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถลดกลิ่นเหม็น ลดการอุดตันในท่อลำเลียงน้ำเสียจากบ่อพักไปยังบ่อปูน ผลการวิเคราะห์น้ำเสียหลังการใช้เชื้อจุลินทรีย์ ค่าไขมัน (Grease & Oil) ในน้ำเสียลดลง ถึง 5 mg/l และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการส่งกำจัดคราบไขมันลง 3,657.20 บาทต่อเดือน จากเดิมค่าใช้จ่ายส่งกำจัดคราบไขมันต่อเดือน คือ 8,312 บาท (คิดเป็น 43.99%) ถือว่ามีความคุ้มทุน ควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องและพัฒนาต่อไป

คำหลัก ศึกษาทางด้านวิศวกรรม, การวิเคราะห์ต้นทุน,

Abstract

This research investigate the problem of fat content in the ponds that affected the smell. Grease & Oil in wastewater is high 10.2 mg / l (standard of <10) and wastage of grease and oil removal costs. The research aim to study of methods for fat removal. Using micro-blossom F-O-G microorganisms that are the ability to decompose fat with the natural way. The experiment find the microbial F-O-G can be actually reduced the amount of grease because of the microorganisms have fat to be used as a microorganism. Therefore, the amount of microorganisms have increased and then continuous fatty degradation in the pits, which can be reduced the smell and blockages in conveying pipes from ponds to ponds. The analysis of wastewater after the use of Grease & Oil in waste water decreased to 5 mg / l and the cost of transporting grease was reduced to 3,657.20 baht per month. Eliminating fat stain per month is 8,312 baht (43.99%) is considered to be cost effective.

KEY WORDS: Engineering studies, cost analysis,

1. บทนำ

อุตสาหกรรมกรรมต่างๆในปัจจุบัน ได้มีการขยายตัวอย่างตลอดเวลา อย่างรวดเร็ว ยกตัวอย่างอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งมีการแข่งขันค่อนข้างสูง เมื่อมีการการผลิตมากขึ้น ย่อมก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องต่างๆ มากมายไม่ว่าจะเป็นการกำจัดขยะที่เกิดจากการผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ ของเสียจากวัตถุดิบที่นำมาผลิต ไม่ว่าจะเป็น แป้ง น้ำตาล พืช ผักผลไม้ หรือการผลิตสารเคมีที่ใช้ในการประกอบอาหารเป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทาอากาศ จากกระบวนการทอด อบ นึ่ง เป็นต้น มลพิษทางน้ำ เกิดจากกระบวนการในการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น น้ำหล่อเย็น น้ำล้าง น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต การทิ้งน้ำเสียที่เป็นสารอินทรีย์จากการผลิตสู่แหล่งน้ำ ก่อให้เกิด น้ำเน่า นอกจากนั้นอาจปล่อยโลหะเป็นพิษ และสารประกอบที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู แคดเมียม และไซยาไนด์ ลงน้ำอีกด้วย ส่งผลให้เกิดน้ำเสีย [1] ,[4]

อุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ อาหารขบเคี้ยว บะหมี่สำเร็จรูป ที่ต้องมีการใช้น้ำมันในการผลิต หรือการใช้แป้งในการผลิตจะมีคราบน้ำมันและแป้งอยู่ในระบบน้ำทิ้ง ซึ่งมีผลทำให้เกิดการสะสมของคราบไขมันและแป้งดังกล่าว ต้องการกำจัดออกโดยการจ้างหน่วยงานภายนอกที่รับกำจัดดำเนินการ ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดการและดำเนินการค่อนข้างสูง จึงได้ดำเนินการศึกษาว่าจะมีการกำจัดคราบไขมันดังกล่าวได้อย่างไร โดยอาจจะเป็นสารเคมีหรือ วิธีการทางชีวภาพ โดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ จึงพบว่า ไมโคร-เบลส ผลิตโดย Verde Environmental, Inc. สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ สารลดแรงตึงผิว ย่อยสะลายไขมัน เพิ่มจำนวนรวงดเร็ว ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ตัวนี้คือ แบคทีเรีย บาซิลัส ซับทิลิส (bacillus subtilis) ที่ผ่านกระบวนการคัดแยกสายพันธุ์ด้วยเทคโนโลยีชั้นสูงมีลักษณะเป็นน้ำ สีขาวขุ่น กลิ่นหอม คุณสมบัติเด่นของไมโคร-เบลส (Micro-Blaze®) คือ การกำจัดกลิ่นเหม็น ย่อยสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

(Hydrocarbon) สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Organic) ย่อยสะลายคราบไขมันโดยนำไปเป็นอาหารในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์[2],[3]

เนื่องจากจุลินทรีย์ได้ย่อยสลายไขมัน เพื่อนำไปเป็นอาหารเลี้ยงตัวจุลินทรีย์เอง จึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้มีการย่อยสลายคราบไขมันในบ่อพักอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถลดกลิ่นเหม็น ลดการอุดตันในท่อลำเลียงน้ำเสียจากบ่อพักไปยังบ่อปูน ผลการวิเคราะห์น้ำเสียหลังการใช้เชื้อจุลินทรีย์ ค่าไขมัน (Grease & Oil) ในน้ำเสียลดลง ถึง 5 mg/l และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการส่งกำจัดคราบไขมันลง 3,657.20 บาทต่อเดือน จากเดิมค่าใช้จ่ายส่งกำจัดคราบไขมันต่อเดือน คือ 8,312 บาท (คิดเป็น 43.99%) ถือว่ามีความคุ้มทุน ควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องและพัฒนาต่อไป

2. ทฤษฎี

จากการค้นคว้าข้อมูล ดูว่าจะมีการกำจัดคราบไขมันดังกล่าวได้อย่างไร โดยอาจจะเป็นสารเคมี หรือ วิธีการทางชีวภาพ โดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ จึงพบว่า ไมโคร-เบลส ผลิตโดย Verde Environmental, Inc. สหรัฐอเมริกา เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการลดกลิ่น ย่อยสลายไขมัน ลดการอุดตัน เหมาะสำหรับ บ่อบำบัดน้ำเสีย บ่อดักไขมัน และบ่อเกรอะ ซึ่งผลิตมาจากเชื้อจุลินทรีย์ Bacillus สายพันธุ์ Bacillus [5] ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ สารลดแรงตึงผิว ย่อยสะลายไขมัน เพิ่มจำนวนรวดเร็ว ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ตัวนี้คือ แบคทีเรีย ที่ผ่านกระบวนการคัดแยกสายพันธุ์ด้วยเทคโนโลยีชั้นสูงมีลักษณะเป็นน้ำ สีขาวขุ่น กลิ่นหอม บาซิลัส ซับทิลิสเป็นแบคทีเรียที่ทนต่อความร้อนที่สร้างเอนโดสปอร์ ของ Bacillus จะทนต่อความร้อน ทนต่อความแห้งแล้ง สารเคมี และสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ได้ดี เจริญได้ในค่า pH ช่วงกว้าง ตั้งแต่ 2 ถึง 11 มีเอนไซม์ที่สามารถย่อยโปรตีน และไขมันได้คุณสมบัติเด่นของไมโคร-เบลส คือ การกำจัดกลิ่นเหม็น ย่อยสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ย่อยสะลายคราบไขมันโดยนำไปเป็นอาหารในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลิทรีย์ [6], [3]

เนื่องจากจุลินทรีย์ได้ย่อยสลายไขมัน เพื่อนำไปเป็นอาหารเลี้ยงตัวจุลินทรีย์เอง จึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ก่อจะส่งผลให้เกิดการย่อยสลายคราบไขมันในบ่อพักตลอดเวลาและต่อเนื่อง ทำให้คราบไขมันมีปริมาณลดลง[7], [8]

3. กระบวนการดำเนินงาน

ปริมาณคราบไขมันที่มีมาก และ กลิ่นที่รุนแรง ควรมีการย่อยสลายคราบไขมัน เมื่อย่อยสลายคราบไขมันได้ ก็สามารถที่จะลดกลิ่นได้เช่นกัน [9] ปัญหาที่พบได้แก่

1. กลิ่นรุนแรง เกิดจากลักษณะบ่อพักไขมันเป็นบ่อเปิด ทำให้กลิ่นแพร่กระจายไปในอากาศได้เร็ว บริเวณใกล้เคียงจะได้รับกลิ่นโดยง่าย

2.ปริมาณคราบไขมัน พบว่าปริมาณคราบไขมันมีปริมาณมาก ต้องมีการตักและเก็บไขมันทิ้งเป็นประจำทุกวัน ซึ่งส่งผลกระทบในเรื่อง ค่าแรงพนักงานเก็บ ในการตักคราไขมันมากกว่า 4 ชม. จากใบรายงานผลการวิเคราะห์น้ำเสีย ค่าปริมาณ มีค่าค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 8.0-9.0 ในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา และพบว่าช่วงเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณ สูง 10.2 ซึ่งค่าสูงกว่า ค่ามาตรฐาน ที่กำหนด คือ <10

Received Date : 29/11/2017			Analytical Date : 29/11 - 06/12/2017	
Report Date : 07/12/2017			Report No. : RA09722/60	
Parameters	Unit	Method	AT07103 /60 Sampling Pit (Sump)	a Standard
PH	-	Electrometric	6.48	5.5-9.0
BOD	mg/L	Membrane Electrode	73	≤ 500
COD	mg/L	Close Reflux, Titrimetric	184	≤ 750
Total Suspended Solids	mg/L	Dried at 103-105°C	105	≤ 200
Total Dissolved Solids	mg/L	Dried at 180 °C	512	≤ 3000
Grease & Oil	mg/L	Partition	10.2	≤ 10
Temperature	°C	Thermometer	29.5	≤ 45
Sample Condition		Observation	Light Yellow, Cloud	
Remark : 1.a : Notification of Industrial Estate Authority of Thailand NO.76/2560.				

รูปภาพที่ 1 แสดงค่ามาตราฐานของน้ำเสียสำหรับ (Grease & Oil)

4. วิธีการและผลลัพธ์

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น คือไขมันที่มีปริมาณมากบริเวณบ่อดักไขมัน ก่อให้เกิดปัญหามากมาย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บและกำจัด คราบไขมันยังส่งผลให้เกิดการอุดตันบริเวณท่อลำเลียงระหว่างบ่อพักไปยังบ่อบำบัด [3], [10]

4.1 วิธีการทดลอง

เริ่มจากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับบ่อพัก โดยทำการวิเคราะห์การเตรียมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ที่เหมาะสมในการย่อยสลายลักษณะไขมันที่อยู่ในบ่อพัก เมื่อได้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสม วิธีการในการแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับบ่อพัก ซึ่งดำเนินการติดต่อผู้จำหน่าย ให้มาทำการวิเคราะห์การเตรียมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ Micro-Blaze(FOG: Fat &Grease & Oil) ที่เหมาะสมในการย่อยสลายลักษณะไขมันที่อยู่ในบ่อพัก เมื่อได้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจึงดำเนินการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ Micro-Blaze เพื่อนำไปใช้จริงในบ่อพักต่อไป

4.1.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

- ตวงเชื้อจุลินทรีย์ Micro-Blaze (FOG: Fat &Grease & Oil) 100 ml
- เทเชื้อจุลินทรีย์ลงในใส่ถังที่มีน้ำปริมาณขนาดความจุ 200 ลิตร เมื่อเทผสมแล้ว พักไว้ 1 วัน เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต

4.1.2 การนำไปใช้

- เติมเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้เตรียมไว้ ลงบ่อดักไขมันทั้งหมด 4 บ่อ จำนวนบ่อละ 4 ลิตร / 1 วัน โดยดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ทุกวัน จันทร์-เสาร์
- กำหนดเวลาในการเติมเชื้อจุลินทรีย์ ช่วงเช้า ทุกวัน ในแต่ละบ่อพักติดตั้งจุดเติมอากาศ 1 จุด / 1บ่อ ซึ่งการเติมอากาศเป็นระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการเติมอากาศ ทุก 15 นาที หยุด 15 นาที สลับกันอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชม.
- ทำการทดลองตามวิธีการทดลองต่อเนื่องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อสรุปผลการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ Micro-Blaze (FOG) ต่อไป

หมายเหตุ : การเติมอากาศ ทุกบ่อดักไขมัน เพื่อเป็นการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ให้เพิ่มมากขึ้น รูปแบบการเติมอากาศของแต่ละจุด จะต้องเติมระหว่างกลางของทั้ง 2 บ่อ เพื่อให้อากาศได้ระบายไปทั้ง 2 บ่อ เพราะท่อแต่ละจุดด้านก้นบ่อจะสามารถเชื่อมกันได้

4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผล

(ก่อนและหลังการปรับปรุง)

วันที่	จน.ถัง	ราคาทำลาย	จำนวนพนักงาน	ค่าแรง	รวมค่าใช้จ่าย
4/5/61	10	1500	4	247.2	1747.20
11/5/61	12	1800	4	247.2	2047.20
18/5/61	14	2100	5	309	2409.00
25/5/61	12	1800	5	309	2109.00
รวม	48	7200	18	112.4	8312.40

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผล (ก่อนปรับปรุง)

วันที่	จน.ถัง	ราคาทำลาย	จำนวนพนักงาน	ค่าแรง	รวมค่าใช้จ่าย
7/9/61	6	900	2	61.8	961.8
14/9/61	5	750	2	61.8	811.8
21/9/61	4	600	2	61.8	661.8
28/9/61	5	750	2	61.8	811.8
รวม	20	3000	8	247.2	3247.2

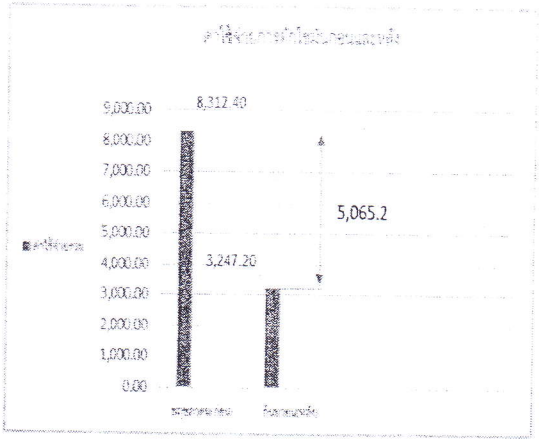
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผล (หลังปรับปรุง)

การเก็บขยะระหว่างเดือน	ค่าใช้จ่ายรวม	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง (บาท)	คิดเป็นร้อยละ	คิดเป็นร้อยละที่ลดลง
พฤษภาคม (ก่อน)	8312.40	-	-	-
กันยายน (หลัง)	3247.2	5065.2	39.06 %	60.94 %

ตารางที่ 3 ตารางสรุปค่าใช้จ่ายระหว่าง เดือน พฤษภาคม – กันยายน

จากตารางข้างต้นแสดงจะเห็นว่าเดือนพฤษภาคม ก่อนทำการทดลองมีข้อสังเกตุคือค่าใช้จ่ายในการกำจัดคราบไขมันค่อนข้างสูง คือ 8,312.4 บาท [5] แต่หลังจากได้ทำการทดลอง ในเดือนกันยายน โดยนำเชื้อจุลินทรีย์เข้ามาใช้ในการย่อยสะลายคราบไขมันบริเวณบ่อพักไขมัน ซึ่งส่งผลทำให้ค่าใช้จ่ายในการกำจัดคราบไขมันมีค่าลดลง คือ 3,247.2 บาท จากสมมุติฐานที่ได้ตั้งขึ้น คือ ถ้านำเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ในการย่อยสะลายคราบไขมัน น่าจะลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 50% ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายได้จริง ถึง 60.97% เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ [10]

จุลินทรีย์เอง จึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้มีการย่อยสลายไขมันอย่างต่อเนื่อง จึงสามารถลดกลิ่นเหม็น ลดการอุดตันในท่อลำเลียงน้ำเสียไปยังระบบบำบัด สามารถนำมาจัดทำเป็นวิธีการทดลอง เพื่อให้ชี้ให้เห็นว่าที่ผ่านมาไม่พบการอุดตันของท่อไขมัน และกลิ่นจากบ่อพักไขมัน บ่อดักไขมัน ลดน้อยลง โดยการเติมอากาศและตัวเชื้อจุลินทรีย์ลงไปในบ่อพักดักไขมันเพื่อในการย่อยสลายไขมันที่มีจำนวนในการดักไขมันให้น้อยลง



รูปภาพกราฟที่ 1 แสดงค่าใช้จ่ายในการดักไขมันก่อนและหลัง

5. สรุป

ปัญหาในเรื่องของคราบไขมันและการกำจัดคราบน้ำมันดังกล่าว คราบไขมันดังกล่าวเกิดจากการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร โดยคราบน้ำมันดังกล่าว ส่งผลกระทบในเรื่องของกลิ่นเหม็น ทำให้อุดตัดท่อระหว่างการลำเลียงคราบไขมันไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย และยังทำให้บริษัทสูญเสียเงินเพื่อดำเนินการกำจัดคราบไขมันค่อนข้างสูงต่อปีเป็นเงิน 106,000 บาทต่อปี

วิธีการกำจัดคราบไขมัน โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการกำจัด ย่อยสลายคราบไขมันซึ่งเป็นวิธีทางธรรมชาติ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายคราบไขมัน ผลที่จะได้รับ คือ ลดปริมาณคราบไขมันลง เนื่องจากจุลินทรีย์ได้ย่อยสลายเพื่อเป็นอาหารของตัว

เมื่อดำเนินการทดลอง และทำการนำข้อมูลมาจัดทำเป็นผลการทดลอง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้เป็นอย่างดี สิ่งแรกที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ ปริมาณคราบไขมันลดลง ส่งผลให้การส่งไขมันกำจัดมีปริมาณลดลง เมื่อข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณค่าใช้จ่ายพบว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า 50 % พบว่าช่วงเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณ (Grease & Oil) สูง 10.2 ซึ่งค่าสูงกว่า ค่ามามาตรฐาน (Grease & Oil) ทีกำหนด คือ <10 หลังจากการทดลองเดือน 9 พบว่าปริมาณ(Grease & Oil) ที่วิเคราะห์ได้ คือ 5 จึงเป็นข้อมูลสนับสนุนได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายคราบไขมัน และส่งผลให้ปริมาณ(Grease & Oil) ลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

รายการ	ค่าใช้จ่ายเดือนกันยายน (บาท)
ค่าเชื้อจุลินทรีย์	400
ค่าไฟฟ้า (เติมอากาศบ่อพัก)	1008
ค่าส่งกำจัดคราบไขมัน	3000
ค่าแรงดักไขมัน	247.2
รวม	4655.2

ตารางที่ 4 หลังจากการดำเนินการทดลองและคำนวณค่าใช้จ่ายดังนี้

จากข้อมูลก่อนการดำเนินการทดลองเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเดือนพฤษภาคม มีค่าใช้จ่าย 8,312.40 บาท หลังการทดลองพบว่าค่าใช้จ่าย อยู่ที่ 4,655.2บาท ส่วนต่างค่าใช้จ่าย อยู่ที่ 3,657.20 บาท

จึงสรุปได้ว่าการลงทุนโดยการนำเชื้อจุลินทรีย์มาดำเนินการเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดคราบไขมันมีความคุ้มทุนจริง ควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.ศักดิ์ชาย รักการ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้กรุณาสละเวลาที่มีค่าให้ความรู้คำปรึกษาในเรื่องข้อมูล ทางด้านวิชาการด้วยดีมาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัตถกร กลั่นความดี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ อาจารย์ และอาจารย์ ดร.ธนาคม สกุลไทย์ คณะกรรมการสอบหัวข้อวิจัย ที่ให้ข้อเสนอแนะที่ เป็นประโยชน์ในการจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามหลักวิชาการ รวมถึงอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ในสาขาที่เรียนมาตลอดการศึกษา

ที่สำคัญยิ่งขอกราบขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอนุญาตให้ทำการเก็บข้อมูลสนับสนุนในการจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ ตลอดจนพนักงานทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นอย่างดี มา ณ โอกาสนี้ด้วย

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่คอยให้การสนับสนุนในการศึกษามาโดยตลอด เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปประกอบวิชาชีพและนำไปใช้ในทางที่ถูกต้องสุจริต ทางผู้จัดทำหวัง เป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จะมีประโยชน์ต่อทางมหาวิทยาลัยและผู้ที่สนใจหรือกำลังศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, (2544) **รวมกฎหมายสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้ปฏิบัติ**, พิมพ์ครั้งที่ 2, มิตรนราการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

[2] สุเทพ สิริวิทยาปกรณ์, (2531), **การวางแผนโครงการบำบัดน้ำเสียชุมชน**, วารสารวิศวกรรมสาร, ปีที่ 40, ฉบับที่ 6, หน้า 71 – 72.

[3] รัตน์, (2548), **จุลชีววิทยาของน้ำเสีย**,กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[4] เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, (2539), **การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)**, พิมพ์ ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์มิตรนราการพิมพ์

[5] สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, (2551) **คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคารชนิด Contact Aerated Filter** เลขทะเบียน คพ, 02-164-7-9

[6] สุเทพ สิริวิทยาปกรณ์, (2551), **เทคโนโลยีน้ำเสีย**, เรียบเรียงครั้งที่ 2, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[7] Reynolds, T. D. and P. A. Richards. 1996. **Unit Operations and Processes in Environmental**

Engineering,2nd edition, PWS Publishing Co., Boston.

[8] Tchobanoglous, G. and E. D. Schroeder. 1985. **Water Quality: Characteristics, Modeling, Modification.** Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts.

[9] สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, (มปป), **ทรัพยากรน้ำและวิธีการบำบัดน้ำเสีย**, กรม โรงงานอุตสาหกรรม

[10] บัน ยีรัมย์, (2534), **ประสิทธิภาพการกำจัดสิ่งปฏิกูลจากส้วมโดยใช้จุลินทรีย์สำเร็จรูป**, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล