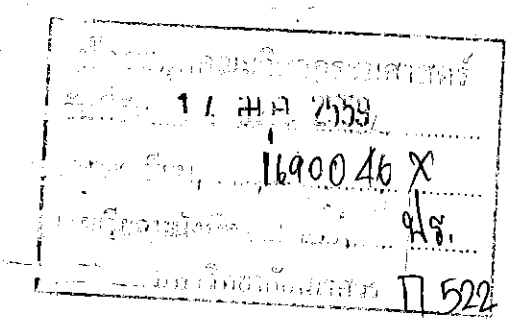
การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน

The Study of Leachate Treatment Efficiency by Anaerobic Filter at 2 Days Detention Time.

นายธงชัย	อิ่มเกิด	รหัสนิสิต 53364406
นายบัญชา	อิ่มแสง	รหัสนิสิต 53364475
นางสาวเพชรรัตน์	พิณเพ็ชร	รหัสนิสิต 53364512
นางสาวรัตนาภรณ์	รักงาน	รหัสนิสิต 53364543

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2556



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธงชัย อิ่มเกิด	รหัสนิสิต 53364406
	นายบัญชา อิ่มแสง	รหัสนิสิต 53364475
	นางสาวเพชรรัตน์ พิณเพ็ชร	รหัสนิสิต 53364512
	นางสาวรัตนาภรณ์ รักงาน	รหัสนิสิต 53364543
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2556	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ
(ดร.วิลาวัลย์ คณิตชัยเดชา)

.....กรรมการ
(อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธงชัย อิ่มเกิด	รหัสนิสิต 53364406
	นายบัญชา อิ่มแสง	รหัสนิสิต 53364475
	นางสาวเพชรรัตน์ พิณเพ็ชร	รหัสนิสิต 53364512
	นางสาวรัตนาภรณ์ รักงาน	รหัสนิสิต 53364543
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ช่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2556	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาประสิทธิการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศชนิดไหลขึ้น ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้แบบจำลองแบบถังกรองไร้อากาศชนิดไหลขึ้นจำนวน 3 ถังในห้องปฏิบัติการเดินระบบและเก็บน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำจำนวน 11 พารามิเตอร์ ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ สภาพการนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ฟอสฟอรัส แอมโมเนีย ทีเคเอ็น ซีโอดี บีโอดี กรด อินทรีย์ระเหย เป็นเวลา 2 เดือน

จากผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของ บีโอดี ซีโอดี เจดาลไนโตรเจน ของแข็งแขวนลอย ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 90.23% 84.75% 33.22% 55.25% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 80.04% 70.00% 23.18% 60.38% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 74.54% 68.63% 21.96% 61.75% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของ บีโอดี ซีโอดี เจดาลไนโตรเจน ของแข็งแขวนลอย สรุปได้ว่าประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของ บีโอดี ซีโอดี เจดาลไนโตรเจน ดีที่สุดที่ความเข้มข้นน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยที่ดีที่สุดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

Project title	The Study of Leachate Treatment Efficiency by Anaerobic Filter at 2 Days Detention Time.	
Name	Mr.Thongchai Aimkoed	ID. 53364406
	Mr.Bancha Oimsang	ID. 53364475
	Miss.Petcharat Pinpet	ID. 53364512
	Miss.Rattanapron Rakngan	ID. 53364543
Project advisor	Miss. Warangluck Sonklin	
Major	Environmental Engineering	
Department	Civil Engineering	
Academic year	2013	

Abstract

This project is the leachate treatment efficiency study by anaerobic fitter at 2 days HRT. The objectives were study and compare the treatment efficiency of upflow anaerobic filter tanks at inlet water COD as 1,000, 3,000 and 5,000 mg/l. Three thanks of anaerobic filter were used in the laboratory. Water samples were collected and analyzed 11 parameter i.e. pH, Temperature, Conductivity, TS, SS, Phosphorus, Ammonia nitrogen, TKN, COD, BOD, VFA for 2 months.

It was found that the average efficiency of BOD, COD, TKN, and SS, at influent as 1,000 mgCOD/l were 90.23%, 84.75%, 33.22%, and 55.25% respectively. At 3,000 mgCOD/l. were 80.04%, 70.00%, 23.18%, and 60.38% respectively. At 5,000 mgCOD/l. were 74.54%, 68.63%, 21.96%, and 61.75% respectively.

Considering the average efficiency of BOD, COD, TKN, and SS shown that the best removal efficiency of BOD, COD and TKN was influent COD at 1,000 mgCOD/l. the best removal efficiency of SS was 5,000 mgCOD/l. of influent.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้ดำเนินโครงงานต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงานตลอดจนการติดตามประเมินผลการทำโครงงานโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คุณวิชญา อิ่มกระจ่าง และ คุณยุพา เอี่ยมบัวหลวง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้ที่ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือทางด้านอุปกรณ์เครื่องมือ ตลอดระยะเวลาดำเนินโครงงาน

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และท่านอาจารย์ทุกท่านในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินโครงงานตลอดจนให้คำแนะนำปรึกษาในเรื่องต่างๆ

ขอขอบพระคุณองค์การบริหารตำบลที่โพธิ์ อำเภอ เมือง จังหวัด พิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำชะขยะที่นำมาใช้ดำเนินโครงการ

ของขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อนร่วมงานทุกๆท่าน ที่ให้กำลังใจและให้ความร่วมมือตลอดการดำเนินโครงงาน

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายธงชัย อิ่มเกิด
นายบัญชา อิ่มแสง
นางสาวเพชรรัตน์ พิณเพ็ชร
นางสาวรัตนาภรณ์ รักงาน
ธันวาคม 2556

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 1
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 แผนการดำเนินงาน 2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 3
2.1 ขยะมูลฝอย 3
2.2 น้ำชะขยะจากหลุมฝังกลบ 7
2.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย 9
2.4 ระบบบัดบัดแบบไร้ 10
2.5 ระบบถังกรองไร้อากาศ 14
2.6 ระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น 15
2.7 การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ 18
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 20
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ 20
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง 26
3.3 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ 27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 29
4.1 พีเอช 29
4.2 อุณหภูมิ 30
4.3 สภาพการนำไฟฟ้า 31
4.4 ของแข็งแขวนลอย 33
4.5 ของแข็งทั้งหมด 35
4.6 ฟอสฟอรัส 37
4.7 แอมโมเนียไนโตรเจน 40
4.8 เจดาลไนโตรเจน 43
4.9 ซีโอดี 46
4.10 บีโอดี 48
4.11 กรดอินทรีย์ระเหย 51
4.12 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ 52
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 56
5.1สรุปผลการทดลอง 56
5.2 ข้อเสนอแนะ 58
เอกสารอ้างอิง 59
ภาคผนวก ก 60
ประวัติผู้แต่ง 80

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามหลุมฝังกลบ 7
2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม 8
2.3 ความสามารถกำจัดซีโอดีในน้ำเสียด้วยถังกรองไร้อากาสแบบไหลขึ้น 16
2.4 ค่ากำหนดออกแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น 17
3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ 27
3.2 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง 28
5.1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ 59
ก.1 พีเอชที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน 62
ก.2 อุณหภูมิที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน 63
ก.3 สภาพการนำไฟฟ้าที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน 64
ก.4 ของแข็งทั้งหมดที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน 65
ก.5 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 66
ก.6 ของแข็งแขวนลอยที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน 67
ก.7 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 68
ก.8 ฟอสฟอรัสที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 69
ก.9 ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 70
ก.10 แอมโมเนียที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 71
ก.11 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 72
ก.12 เจดาลไนโตรเจนที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 73
ก.13 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 74
ก.14 ซีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 75
ก.15 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 76
ก.16 บีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 77
ก.17 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 78
ก.18 กรดอินทรีย์ระเหยที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 79
ก.5 ประสิทธิภาพการบำบัดกรดอินทรีย์ระเหยที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน 80

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า
2.1 องค์ประกอบของขยะชุมชน 5
2.2 องค์ประกอบของขยะชุมชน 5
2.3 ปริมาณขยะมูลฝอยจำแนกตามพื้นที่ 6
2.4 การจัดการขยะมูลฝอย 6
2.5 ปฏิกิริยาชีวเคมีของระบบบำบัดแบบไร้อากาศ 10
2.6 บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อเหม็น 11
2.7ก.ถังย่อยแบบอัตรากำจัดต่ำ 12
2.7ข. ถังย่อยแบบอัตรากำจัดต่ำ 12
2.8 ถังย่อยแบบสัมผัส 12
2.9 ถังกรองไร้อากาศ 13
2.10 ระบบยูเอเอสบี 14
2.11ก. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น 14
2.11ข. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง 14
2.12 ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น 16
2.13 ชนิดตัวกลาง 17
3.1 ถังพลาสติกที่ใช้เป็นถังกรองไร้อากาศ 20
3.2 ถังเก็บก๊าซมีเทน 21
3.3 รูปตัดแบบจำลองถังกรองไร้อากาศและถังเก็บก๊าซมีเทน 21
3.4 ถังน้ำเข้า 22
3.5 ถังน้ำออก 22
3.6 เครื่องสูบน้ำ 22
3.7 ตะกอน 23
3.8 แหล่งที่มาของน้ำขยะ 23
3.9 สายยางสูบน้ำและสายยางต่อถังเก็บก๊าซ 24
3.10 วาล์วลม 24
3.11 ท่อโค้ง 24
3.12 ตัวกลางพลาสติก 25
3.13 ตะแกรงพลาสติก 25
3.14 แผนผังแบบจำลองถังกรองไร้อากาศ 26
3.15 แบบจำลองถังกรองไร้อากาศ 26
3.16 วิธีการทดลอง 27
4.1 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 29
4.2 ค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง 30

4.3 ค่าอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 30
4.4 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 31
4.5 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าขอน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 32
4.6 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง 32
4.7 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 33
4.8 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 33
4.9 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 34
4.10 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยจากแบบจำลอง 34
4.11 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 35
4.12 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 36
4.13 ค่าประสิทธิภาพของของแข็งทั้งหมดจากแบบจำลอง 36
4.14 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยจากแบบจำลอง 37
4.15 ค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 38
4.16 ค่าฟอสฟอรัสของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 38
4.17 ค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง 39
4.18 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 40
4.19 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสเฉลี่ยจากแบบจำลอง 40
4.20 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 41
4.21 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 41
4.22 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง 42
4.23 ค่าการเพิ่มขึ้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง 42
4.24 ค่าการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 43
4.25 ค่าเจดาลไนโตรเจนน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 44

4.26 ค่าเจดาลไนโตรเจนน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 44
4.27 ค่าเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง..... 45
4.28 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 45
4.29 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยจากแบบจำลอง..... 46
4.30 ค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 46
4.31 ค่าซีโอดีของน้ำออกแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 47
4.32 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 47
4.33 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยจากแบบจำลอง..... 48
4.34 ค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 49
4.35 ค่าบีโอดีของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 49
4.36 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 50
4.37 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยจากแบบจำลอง..... 50
4.38 ค่ากรดอินทรีย์ระเหยของน้ำเข้าและน้ำออกแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 51
4.39 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดกรดอินทรีย์ระเหยจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 52
4.40 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 52
4.41 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 53
4.42 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 53
4.43 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 53
4.44 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 54
4.45 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 54
4.46 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 54
4.47 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 55
4.48 จุลิมทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 55

บทที่ 1
บทนำ

การดำเนินโครงงานเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน ซึ่งเป็นโครงงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้น จากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นทั่วประเทศทั้งหมด 41,532 ตันต่อวัน การกำจัดขยะของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นวิธีการแบบฝังกลบ ส่งผลให้เกิดปริมาณน้ำชะขยะจากการย่อยสลายขยะเป็นจำนวนมาก มีมลสารทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณสูง ลักษณะโดยทั่วไปของน้ำชะขยะ จะมีค่าความสกปรกสูง มีสีน้ำตาลดำ และกลิ่นเหม็นรุนแรง หากไม่มีการควบคุมและป้องกันที่ดีจะทำให้น้ำชะขยะไหลปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำใต้ดิน การบำบัดน้ำชะขยะจึงเป็นการลดมลสารให้มีปริมาณน้อยลงก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ วิธีการบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศเป็นวิธีที่น่าสนใจ เพราะระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียที่ความเข้มข้นซีโอดีสูงๆได้ดีและไม่ต้องใช้เครื่องเติมอากาศ ดังนั้น จึงต้องการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นที่มีความเข้มข้นซีโอดี เท่ากับ 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาเก็บกักน้ำ 2 วัน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นที่มีความเข้มข้นซีโอดี เท่ากับ 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาเก็บกักน้ำ 2 วัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบถึงหลักการทำงานในการบำบัดน้ำชะขยะด้วยถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

1.3.2 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำชะขยะแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

1.3.3 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบถังกรองไร้อากาศในการบำบัดน้ำชะขยะสังเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยใช้แบบจำลองถังกรองไร้อากาศ จำนวน 3 ถัง บำบัดน้ำชะขยะสังเคราะห์ที่เตรียมจากน้ำชะขยะจริง ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 2 วัน เดินระบบ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 เดือน น้ำเข้ามีความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย กรดอินทรีย์ระเหย แอมโมเนีย-ไนโตรเจน TKN ซีโอดี บีโอดี

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ
1.5.2 กำหนดขอบเขตระยะการดำเนินโครงงาน
1.5.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการดำเนินงาน
1.5.4 ทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ของน้ำชะขยะ
1.5.5 เริ่มต้นดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ
1.5.6 รวบรวมผลการทดลอง
1.5.7 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลโครงงาน
1.5.8 ทำรายงานฉบับโครงร่าง
1.5.9 ปรับปรุงแก้ไขโครงงาน
1.5.10 ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

1.6 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	เม.ย. 2556	พ.ค. 2556	มิ.ย. 2556	ก.ค. 2556	ส.ค. 2556	ก.ย. 2556	ต.ค. 2556	พ.ย. 2556
ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ								
เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการดำเนินงาน								
ทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ของน้ำชะขยะสังเคราะห์								
เริ่มต้นดำเนินระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ								
รวบรวมผลการทดลอง								
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลโครงงาน								
จัดทำรูปเล่ม								

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. วัสดุ 2,000 บาท
   - วัสดุสำนักงาน
   - วัสดุทดลอง

2. อุปกรณ์ 2,000 บาท

รวมเป็นเงิน 4,000 บาท (สี่พันบาทถ้วน)

MISSING

มีหลายแห่ง และมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามกิจกรรม ในการวางแผนจัดการขยะควรมีข้อมูลประเภท จำนวน ของแหล่งกำเนิดขยะ เพื่อความสะดวกในการประเมินถึง ชนิด และปริมาณของขยะง่ายต่อการตรวจสอบของหน่วยงานท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน

2.1.3 ความหมายของขยะชุมชน

กรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2547 ให้นิยามไว้ว่า ขยะชุมชน (Municipal solid waste) หมายถึงขยะที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆในชุมชน เช่น ตลาด ที่พักอาศัย ธุรกิจ ร้านค้า สถานบริการ สถาบันต่างๆรวมทั้งเศษวัสดุก่อสร้างไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ

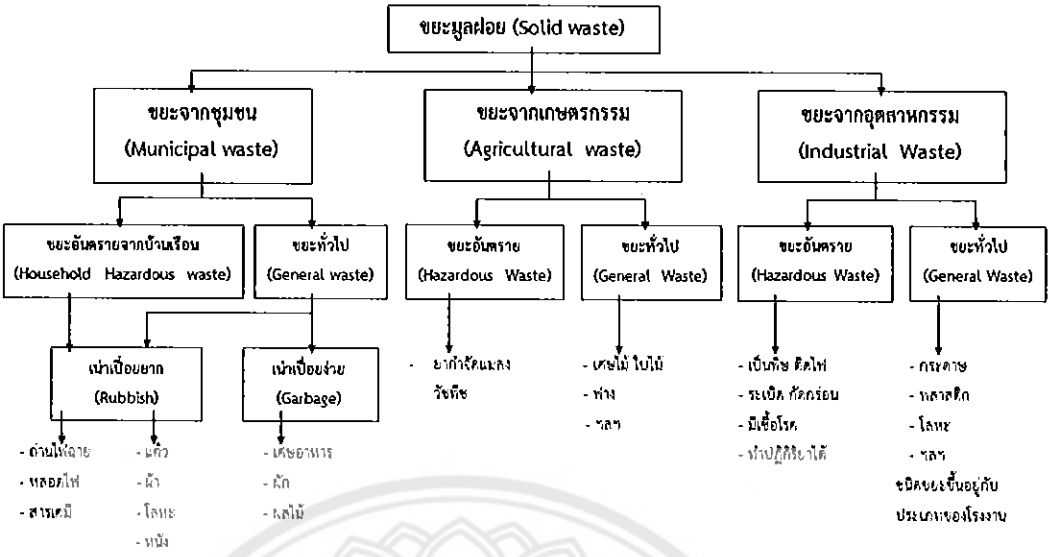
2.1.4 ประเภทของขยะชุมชน

ประเภทของขยะชุมชนแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังรูปที่ 2.1 ได้แก่

1) ขยะจากบ้านพักอาศัย (Residential Waste) ขยะที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีพของคนที่อยู่อาศัยอยู่ในบ้านพักอาศัย อาคารชุดหรืออพาร์ทเมนต์ ได้แก่ เศษอาหาร เศษกระดาษ ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก ใบไม้ ภาชนะหรืออุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมสภาพ เศษแก้ว เป็นต้น

2) ขยะจากธุรกิจการค้า (Commercial Waste) หมายถึง ขยะที่เกิดจากสถานที่ที่มีการประกอบกิจการค้าขาย ขนส่ง หรือบริการทางการค้าซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเป็นสินค้าประเภทใด ได้แก่ อาคารสำนักงาน ตลาด ร้านอาหาร ร้านของชำ โรงแรม ส่วนใหญ่มีภาชนะเก็บขยะเป็นของตนเอง ขยะที่เกิดอาจมีเศษอาหาร เศษแก้ว พลาสติก เศษวัสดุก่อสร้างหรืออาจมีของเสียอันตรายปนอยู่ด้วย

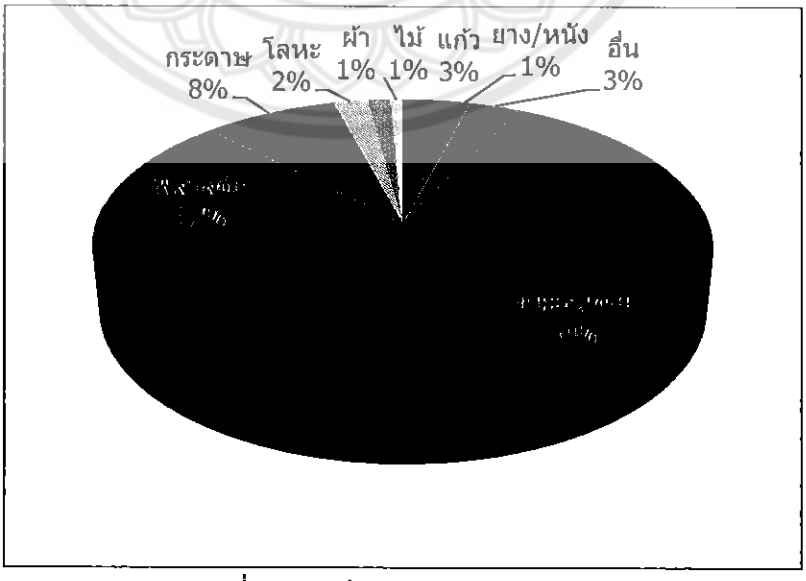
3) ขยะจากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ (Recreational Waste) หมายถึง ขยะเกิดจากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ สถานที่ท่องเที่ยว ได้แก่ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ชายหาด ทะเลสาบ สระว่ายน้ำ หรือแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นแหล่งศิลปกรรม ได้แก่ โบราณสถานต่างๆ วัดวาอาราม กิจกรรมในการพักผ่อนมีการรับประทานอาหาร เครื่องดื่มต่างๆ ทำให้เกิดขยะ ในอเมริกา พบว่า ขยะที่เกิดจากการตั้งแคมป์เกิดประมาณ 1 ปอนด์ต่อคนต่อวัน และชนิดของขยะนั้นจะขึ้นอยู่กับผู้ที่พักผ่อนหย่อนใจ ส่วนใหญ่ขยะที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้จะเป็นเศษอาหารและเศษวัสดุบรรจุภัณฑ์ทั้งหลาย



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของขยะชุมชน
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2556

2.1.5 ส่วนประกอบของขยะชุมชน

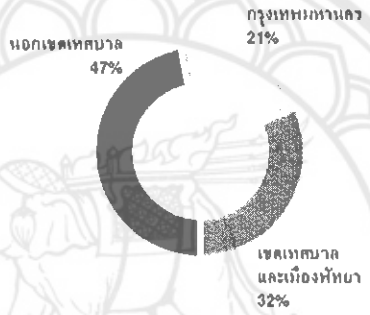
ส่วนประกอบของขยะแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันในด้านสัดส่วน เพราะความแตกต่างในหลายด้านของแต่ละพื้นที่ เช่น กิจกรรม วัฒนธรรม ฐานะทางเศรษฐกิจ ค่านิยมและระดับการพัฒนาในพื้นที่นั้น เป็นต้น สำหรับประเทศไทยพบว่าปริมาณขยะในเทศบาล มีองค์ประกอบหลักคือ ขยะที่เป็นสารอินทรีย์มากที่สุดร้อยละ 63.6 ของขยะทั้งหมด ส่วนที่รองลงมาคือ พลาสติก กระดาษ แก้ว ขยะอื่นๆ (เศษฝุ่น เศษหิน เศษทราย) โลหะ เศษผ้า ไม้ ยาง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของขยะชุมชน
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2556

2.1.6 ปริมาณขยะชุมชน

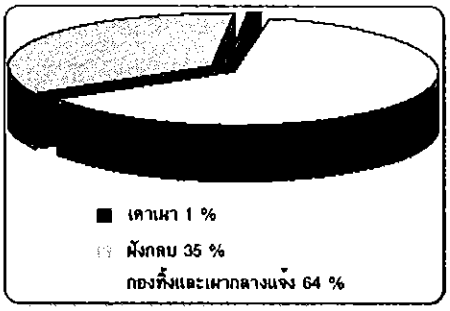
ปริมาณขยะชุมชน จากกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2550 ขยะเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยแล้ววันหนึ่งประมาณ 0.6 ถึง 0.7 กิโลกรัม ชุมชนที่อยู่ในเขตเมืองผลิตขยะเฉลี่ยวันละ 1 กิโลกรัม ขณะที่ชุมชนในชนบทซึ่งมีวิถีการดำเนินชีวิตที่พึ่งพาธรรมชาติมากกว่าสังคมเมืองผลิตขยะน้อยกว่าคือ 0.4 กิโลกรัม หากนำอัตราการผลิตขยะไปคูณด้วยจำนวนประชากรของประเทศประมาณ 66 ล้านคน พบว่าแต่ละวันมีขยะที่เกิดขึ้นในประเทศวันละประมาณ 40,000 ตัน ในจำนวนนี้ร้อยละ 21 เกิดขึ้นในเขตกรุงเทพมหานคร (ประมาณวันละหนึ่งหมื่นตัน) ร้อยละ 32 ในเขตเทศบาล และร้อยละ 47 นอกเขตเทศบาล ดังรูปที่ 2.3 ในด้านการจัดการขยะมูลฝอยนั้น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (กรุงเทพมหานคร เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล) เป็นผู้รับผิดชอบในการเก็บรวบรวม และขนส่ง ซึ่งปัจจุบันกล่าวได้ว่าสามารถเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในท้องที่รับผิดชอบได้ดี



รูปที่ 2.3 ปริมาณขยะมูลฝอยจำแนกตามพื้นที่
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2556

2.1.7 การจัดการขยะชุมชน

สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยนั้น ร้อยละ 64 ของขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้นในประเทศยังคงใช้วิธีการเทกองกลางแจ้งเป็นหลัก ร้อยละ 35 ใช้การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล และมีส่วนน้อยที่มีการใช้เทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ยและการเผา แต่ในประเทศไทยวิธีจัดการขยะที่ถูกต้องและเป็นที่นิยมคือ วิธีการฝังกลบ ซึ่งวิธีนี้ทำให้เกิดน้ำชะขยะขึ้นและนำไปสู่การบำบัดน้ำเสีย ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การจัดการขยะมูลฝอย
ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html, 2556

2.2 น้ำชะขยะจากหลุมฝังกลบ

2.2.1 การฝังกลบขยะ (Landfill)

หมายถึง การกำจัดขยะมูลฝอย โดยนำไปฝังกลบในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการรองรับของเสียมีการวางมาตรการป้องกันผลกระทบในด้านต่างๆ ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง วัตถุประสงค์ คือเพื่อทำให้ขยะอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถออกมาเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและถูกสุขลักษณะ วิธีการถมฝังกลบขยะอย่างเหมาะสมและปล่อยให้เกิดกระบวนการย่อยสลายขยะตามธรรมชาติภายในหลุมฝังในการฝังกลบ

การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary landfill) วิธีและรูปแบบของการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มี 3 แบบคือ

ก. Area method

ข. Trent method

ค. Canyon Method

2.2.2 น้ำชะขยะ

น้ำชะขยะ เกิดจากการย่อยสลายของขยะในหลุมฝังกลบ มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำ มีอินทรียวัตถุเจือปนอยู่มาก สามารถปนเปื้อนในน้ำได้ง่ายก่อให้เกิดมลภาวะไปสู่น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

2.2.3 องค์ประกอบน้ำชะขยะ

น้ำชะขยะที่ออกมาจากการฝังกลบขยะมีองค์ประกอบที่ต่างกันตามอายุของหลุมฝังกลบดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของน้ำชะขยะตามหลุมฝังกลบ

องค์ประกอบ	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ลิตร)		
	หลุมฝังกลบใหม่ (อายุน้อยกว่า 2 ปี)		หลุมฝังกลบอายุมากกว่า10 ปี
	ช่วงค่า	ค่าทั่วไป	
บีโอดี$_5$	2000-3000	10000	100-200
ทีโอซี	1500-20000	6000	80-160
ซีโอดี	3000-60000	18000	100-500
ของแข็งแขวนลอย	200-2000	500	100-400
สารอินทรีย์ไนโตรเจน	10-800	200	80-120
แอมโมเนียไนโตรเจน	10-800	200	20-40
ไนเตรท	5-40	25	5-10
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	5-100	30	5-10
ฟอสฟอรัส	4-80	20	4-8
การนำไฟฟ้า	1000-10000	3000	200-1000

ความเป็นกรด-ด่าง	4.5-7.5	6	6.6-7.5
ความกระด้าง	300-10000	3500	200-500
แคลเซียม	200-3000	1000	100-400
แมกนีเซียม	50-1500	250	50-200
โปรแทสเซียม	200-1000	300	50-400
โซเดียม	200-2500	500	100-200
คลอไรด์	200-3000	500	100-400
ซัลเฟต	50-1000	300	20-50
เหล็กทั้งหมด	50-1200	60	20-200

ที่มา : Tchobanolous et al., 1994

เมื่อพิจารณาอายุของหลุมฝังกลบพบว่าหลุมฝังกลบใหม่ (อายุน้อยกว่า 2 ปี) ค่าซีโอดีมีความเข้มข้นมากกว่าหลุมฝังกลบอายุมากกว่า 10 ปี หากเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งตามตารางที่ 2.2 ไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ดังนั้นจึงต้องมีระบบการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	pH 5.5 – 9.0
ค่าทีดีเอส (TDS/Total Dissolved Solids)	ไม่เกิน 3,000 mg/l
สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 mg/l
อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C
สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
ซัลไฟด์ (Sulfide)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
ไซยาไนด์ (Cyanide)	ไม่เกิน0.2 mg/l
น้ำมันและไขมัน	ไม่เกิน 5.0 mg/l
ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์(Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด
ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20°C / Biochemical Oxygen Demand: BOD)	ไม่เกิน 20 mg/l
ค่าทีเคเอ็น (TKN:Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 mg/l
ค่าซีโอดี (COD: Chemical Oxygen Demand)	ไม่เกิน 120 mg/l
สังกะสี	ไม่เกิน 5.0 mg/l

โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 mg/l
โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 mg/l
ทองแดง	ไม่เกิน 2.0 mg/l
แคดเมียม	ไม่เกิน 0.03 mg/l
แบเรียม	ไม่เกิน 1.0 mg/l
ตะกั่ว	ไม่เกิน 0.2 mg/l
นิคเกิล	ไม่เกิน 1.0 mg/l
แมงกานีส	ไม่เกิน 5.0 mg/l
อาร์เซนิค	ไม่เกิน 0.25 mg/l
เซเลเนียม	ไม่เกิน 0.02 mg/l
ปรอท	ไม่เกิน 0.005 mg/l

ที่มา : http://www.waterindex.com/doc1-wastewater-from-industry1.htm, 2553

จากการเปรียบเทียบในตารางที่ 2.1 พบว่ามีค่าที่ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมดังต่อไปนี้ บีโอดี$_5$ ซีโอดี และ ของแข็งแขวนลอย

2.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย

การเลือกระบบน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา และขนาดของพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งตามที่กฎหมายกำหนด

2.3.1 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียแบ่งได้เป็น 3 ชนิดดังนี้

2.3.1.1 การบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมัน และน้ำมัน ใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอนซึ่งเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเสีย

2.3.1.2 การบำบัดน้ำเสียทางเคมี เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียที่ใช้กระบวนการทางเคมีเพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้ใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ โลหะหนัก ของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก ไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสสูงเกินไป และมีเชื้อโรค อุปกรณ์ที่ใช้บำบัดนำเสียทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง เป็นต้น

2.3.1.3 การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพ หรือใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารอินทรีย์ที่ถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโตทำให้ในน้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic) หรือไม่ใช้ออกซิเจน(Anaerobic) ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการบำบัดทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน ได้แก่ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC)

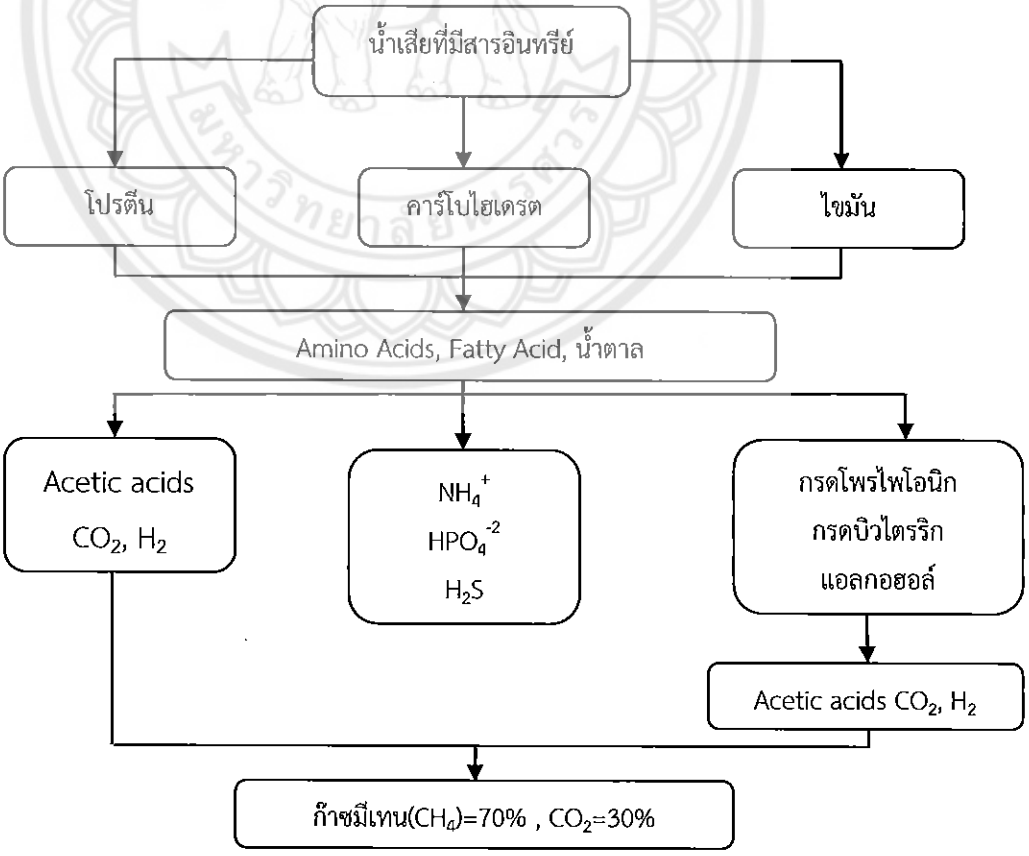
ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) แบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ ระบบยูเอเอสบี (Up Flow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และระบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น

2.4 ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ (Anaerobic Treatment System)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ เป็นวิธีที่ไม่เติมออกซิเจนหรือนิยมเรียกว่า ระบบไร้ออกซิเจน หรือถังหมัก ระบบนี้เริ่มนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆเพราะสามารถประหยัดพลังงานในการเติมอากาศ และยังได้พลังงานที่เกิดจากระบบไร้ออกซิเจน ได้แก่ ก๊าซมีเทน เป็นต้น ซึ่งเป็นก๊าซที่ใช้ในการหุงต้มทำอาหารและใช้ในการต้มน้ำในหม้อน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม ในอดีตเข้าใจกันว่าการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีไร้ออกซิเจนหรือแอนแอโรบิคจำเป็นต้องมีน้ำเสียที่มีความสกปรกมากที่มีค่าบีโอดีมากๆ แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาจนสามารถบำบัดน้ำเสียได้ที่ค่าบีโอดีต่ำๆ เช่น น้ำเสียจากชุมชน เป็นต้น

2.4.1 ทฤษฎีและกระบวนการต่างๆของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

การบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพจากสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียไปเป็นก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอื่นๆ ระบบนี้มีปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อนกว่าระบบแบบใช้ออกซิเจน ปฏิกิริยาชีวเคมีของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ปฏิกิริยาชีวเคมีของระบบบำบัดแบบไร้อากาศ
ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2542

ซึ่งมีแบคที่เรียอยู่ 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มแรก แบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดอินทรีย์

กลุ่มสอง แบคทีเรียที่สามารถผลิตก๊าซมีเทน หลักการบำบัดของระบบนี้คือ ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่มีโมเลกุลใหญ่ๆไปเป็นสารที่มีโมเลกุลเล็ก อาศัยปฏิกิริยาชีวเคมีดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5 ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นแรกเรียกว่า Hydrolytic stage ขั้นตอนนี้เอนไซม์ จะทำการเปลี่ยนหรือย่อยโมเลกุลใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำไปเป็นโมเลกุลขนาดต่างๆที่ละลายน้ำ

ขั้นที่สองเรียกว่า Acidification stage เป็นขั้นตอนที่ผลิตกรดอินทรีย์ต่างๆ ขึ้นมา เช่น ก๊าซไข่เน่า (H_2S), CO_2 และสารละลายแอมโมเนียและฟอสฟอรัส

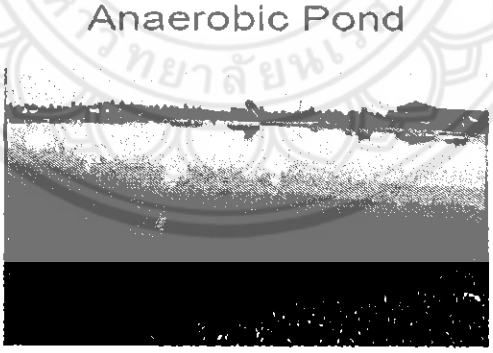
ขั้นที่สามเรียกว่า Acetogenic stage เป็นขั้นตอนผลิตกรดอินทรีย์เรียกว่า Acetic acid จากกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่มาจากขั้นที่สอง มีพวก Acetic acid อยู่แล้ว ขั้นที่สามนี้เป็นขั้นตอนที่เสมือนเข้าสู่การผลิตก๊าซมีเทน

ขั้นที่สี่เรียกว่า Methanogenic stage เป็นขั้นตอนที่ผลิตก๊าซมีเทน เรียกแบคทีเรียในขั้นตอนนี้ว่า Methanogenic Bacteria

2.4.2 ประเภทของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

1) บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อเหม็น (Anaerobic Ponds)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายที่สุด มักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ที่มีความลึก 3-4 เมตร และไม่มีฝาปิด มีเวลากักน้ำนานหลายวันภายในระยะเวลาดังกล่าว น้ำเสียจะถูกย่อยสลายโดยปฏิกิริยาแบบไร้ออกซิเจน บ่อเหม็นมีขนาดใหญ่และใช้ที่ดินจำนวนมากในการสร้าง นอกจากนั้นยังมีกลิ่นไม่ดีเหมาะแก่การใช้ในพื้นที่ชนบทหรือชานเมืองในราคาที่ดินไม่สูง



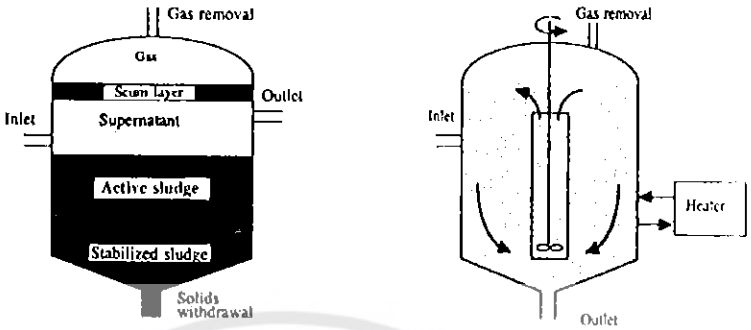
รูปที่ 2.6 บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อเหม็น

ที่มา : http://digital.lib.kmutt.ac.th/magazine/issue8/articles/article1.html, 2556

2) ถังย่อยสลัดจ์แบบธรรมดา (Conventional Anaerobic Digester)

ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้แพร่หลายในการย่อยสลายสลัดจ์จากระบบเอเอส ประกอบด้วยถังปฏิกิริยาที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตมีฝาปิดเพื่อเก็บความร้อน กลิ่น และก๊าซ บนฝามีทางระบายก๊าซที่เกิดขึ้น ระบบถังย่อยมี 2 แบบคือ ถังย่อยชนิดอัตรากำจัดต่ำ (Low Rate Anaerobic Digester) ดังรูปที่ 2.7ก. เป็นถังย่อยที่ไม่มีการกวนสลัดจ์และไม่ปรับอุณหภูมิ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในถังช้า และไม่ทั่วถึง ถังย่อยชนิดอัตรากำจัดสูง (High Rate Anaerobic Digester) เป็นถังที่มีการกวนสลัดจ์และ

การปรับอุณหภูมิ ปฏิกิริยาการย่อยสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นได้ดีกว่าแบบแรกเนื่องจากจุลชีพสัมผัสกับของเสียได้ดี ดังรูปที่ 2.7 ข. ระบบถังหมักทั้ง 2 ชนิดไม่มีการนำจุลชีพกลับมาใช้อีกเนื่องจากการเจริญเติบโตชนิดไม่ใช้ออกซิเจนนั้นช้ามาก



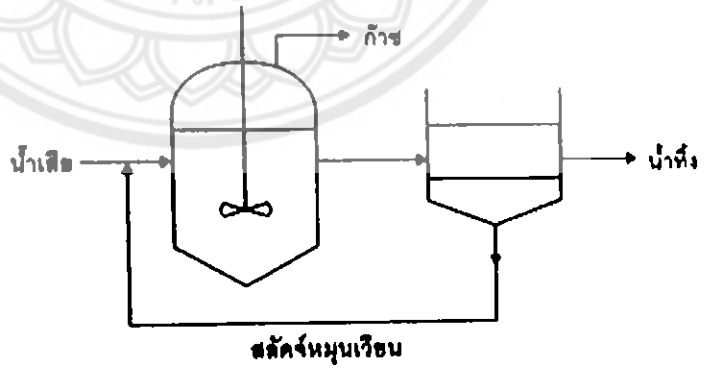
ก. ถังย่อยแบบอัตรากำจัดต่ำ ข. ถังย่อยแบบอัตรากำจัดต่ำ

รูปที่ 2.7 ก. ถังย่อยแบบอัตรากำจัดต่ำ, ข. ถังย่อยแบบอัตราไหลขึ้น

ที่มา : http://203.114.124.2/elnweb/Photo/350/350_127.ppt, 2556

3). ถังย่อยแบบสัมผัส (Anaerobic Contact)

ถังย่อยสัมผัสเป็นถังย่อยที่ดัดแปลงมาจากถังหมักชนิดอัตรากำจัดสูง เป็นถังปฏิกิริยาแบบมีการหมุนเวียนสลัดจ์และไม่มีการหมุนเวียนสลัดจ์ ดังนั้นถังย่อยแบบสัมผัสนี้มีส่วนประกอบที่คล้ายกับระบบเอเอส อาจเรียกถังย่อยแบบนี้ว่าเป็นระบบเอเอสแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Activated Sludge) ระบบนี้ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีเหมือนกับระบบเอเอส การสะสมแบคทีเรียให้คงอยู่ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นไม่สามารถตกตะกอนได้ดี มีการหลุดหนีของสลัดจ์เกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.8



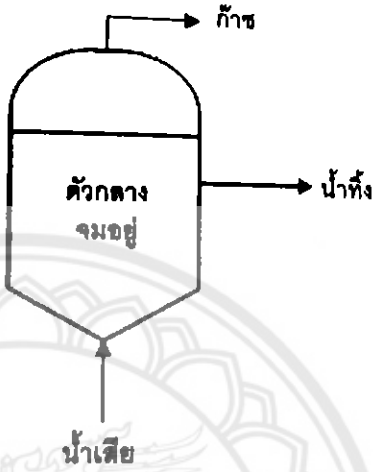
รูปที่ 2.8 ระบบถังย่อยแบบสัมผัส

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549

4). ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

รูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นลักษณะทั่วไปของถังกรองไร้อากาศ ส่วนประกอบที่สำคัญคือ ถังสูงที่มีลักษณะที่คล้ายถังกรอง ภายในบรรจุด้วยหินขนาด 1.5-2 นิ้ว หรือใช้ตัวกลางพลาสติกแทน น้ำเสียจะไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน ลักษณะเช่นนี้ทำให้น้ำท่วมตัวกลางอยู่ตลอดเวลา ถ้าทำให้แบคทีเรีย

ส่วนใหญ่ถูกจับอยู่ภายในถังกรอง น้ำที่ไหลออกมามีความใสโดยไม่ต้องใช้ถังตกตะกอนแยกต่างหาก ปกติถังย่อยแบบเครื่องกรองมีขนาดเล็กกว่าถังย่อยแบบธรรมดาเพราะใช้เวลากักน้ำต่ำกว่า ถังกรองแบบไร้อากาศมีข้อบกพร่องบางอย่างที่ต้องแก้ไข คือ ต้องหาวิธีกระจายน้ำเสียไหลเข้าถังกรองให้สม่ำเสมอ ส่วนเรื่องการอุดตันเป็นปัญหาเช่นเดียวกัน สามารถแก้ไขโดยให้มีการตกตะกอนน้ำเสียก่อนส่งเข้าถังกรองไร้อากาศ

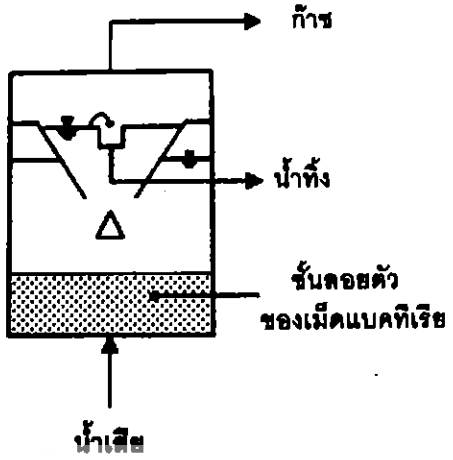


รูปที่ 2.9 ถังกรองไร้อากาศ
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549

5). ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB)

การที่ต้องมีสารตัวกลางอยู่ในระบบถังกรองไร้อากาศและระบบเอเอสบี ทำให้ถังปฏิกรณ์เสียปริมาตรใช้งานและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อสารตัวกลางเป็นจำนวนมาก วิศวกรได้คิดค้นระบบยูเอเอสบีขึ้น ระบบใหม่นี้มีทิศทางการไหลของน้ำเสียจากด้านล่างขึ้นด้านบนแบบไม่มีตัวกลาง แต่แบคทีเรียจะถูกเลี้ยงให้จับตัวกันเป็นเม็ดขนาดใหญ่จนมีน้ำหนักมากและสามารถตกตะกอนได้ น้ำเสียที่ไหลเข้าถังปฏิกิริยาจะทำให้เม็ดแบคทีเรียลอยตัวอยู่เป็นชั้นสัลดจ์ไม่จมลงก้นถัง การเลี้ยงแบคทีเรียให้เป็นเม็ดใหญ่นั้นเป็นเรื่องยาก ผู้ใช้ระบบนี้ต้องมีเทคนิคต่างๆในการทำให้เกิดชั้นสลัดจ์ภายในถังปฏิกิริยาและถือเป็นความรู้เฉพาะ ดังรูปที่ 2.10

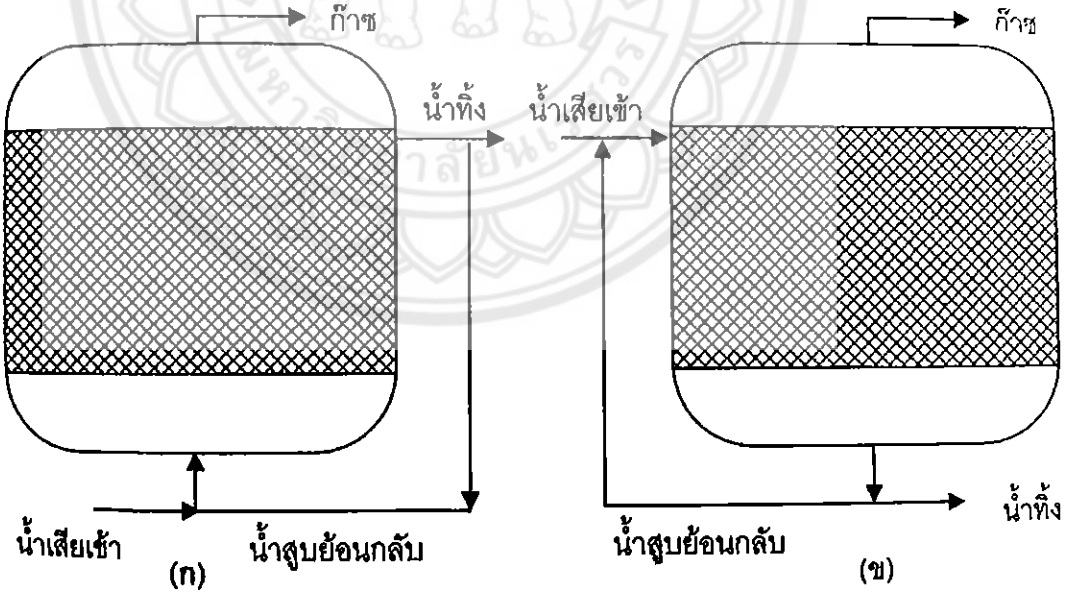
ข้อบกพร่องของระบบนี้คือ การสร้างชั้นสลัดจ์เป็นเรื่องยากและถือว่าเป็นเรื่องผิดธรรมชาติของแบคทีเรียแบบไร้ออกซิเจนที่จะมีการจับกันเป็นกลุ่มฟล็อก วิศวะกรที่นำระบบนี้ไปใช้และประสบความสำเร็จ สามารถรับภาระอินทรีย์สูงกว่าระบบไร้อากาศระบบอื่นและสามารถผลิตน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากสามารถป้องกันไม่ให้แบคทีเรียหลุดออกจากระบบดีกว่าแบบอื่น ระบบยูเอเอสบีนี้มักออกแบบให้มีอุปกรณ์แยกแบคทีเรียไม่ให้หลุดออกไปกับน้ำทิ้ง



รูปที่ 2.10 ระบบยูเอเอสบี
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549

2.5 ระบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter)

ระบบถังกรองไร้อากาศเป็นการบำบัดขั้นต้นก่อนบำบัดต่อด้วยระบบแบบใช้ออกซิเจน ระบบถังกรองไร้อากาศแบ่งเป็น 2 ประเภทตามทิศทางการไหลของน้ำ ได้แก่แบบไหลขึ้น (upflow) และแบบไหลลง (downflow) ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ถังกรองไร้อากาศ (ก) แบบไหลขึ้น (ข) แบบไหลลง
ที่มา : สมพงษ์, 2552

ระบบถังกรองไร้อากาศมีส่วนประกอบ คือ ระบบสูบน้ำเข้าและระบบกระจายน้ำก้นถังหรือบนถังตามทิศทางการไหลของถังปฏิกิริยา มีรูปทรงกระบอกหรือสี่เหลี่ยม มีความสูง 3-13 เมตร ระบบสูบน้ำทิ้งหมุนเวียน ภายในถังกรองไร้อากาศบรรจุตัวกลางตลอดความสูงถังหรือบางส่วนขึ้นกับออกแบบ ในกรณีจะนำก๊าซไปใช้งานต้องมีระบบรวบรวมก๊าซ การทำงานของถังกรองไร้อากาศเป็นแบบการเติบโตแบบเกาะติด แบคทีเรียแบบไร้ออกซิเจนเกาะเป็นเมือก เรียกว่า ฟิล์มชีวภาพ บนผิวตัวกลางยังมีแบคทีเรียส่วนน้อยอยู่ในรูปของแข็งแขวนลอย แบคทีเรียที่ทำให้เกิดฟิล์มชีวภาพมีหลายชนิดส่วนใหญ่เป็น Filamentous Bacteria แบคทีเรียเหล่านี้จะสร้าง Extracellular Polymer สามารถเกาะติดอยู่กับผิววัสดุและเจริญเติบโตขึ้น เมื่อน้ำเสียไหลผ่านตัวกลางจะเกิดการแพร่ซึมของสารอินทรีย์และอาหารเสริมเข้าไปในฟิล์มชีวภาพและเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายแบบไร้อากาศ สำหรับสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของแข็งแขวนลอยจะเกาะกับฟิล์มชีวภาพโดยกลไกลทางกายภาพเช่น การตกตะกอน การกรอง การดูดติดผิว ฯลฯ เกิดการไฮโดรไลซิลภายหลังผลผลิตจากการย่อยสลายแพร่ซึมออกมาและละลายในน้ำทิ้ง ส่วนก๊าซจะสะสมและหลุดออกไปเป็นระยะๆ เมื่อเดินระบบไปเป็นเวลานานๆ ฟิล์มชีวภาพจะหนาขึ้นตามเซลล์แบคทีเรียที่เพิ่มจำนวนและ Fixed Suspended Solid ที่เกาะติด เมื่อเมือกเหล่านี้หนามากจะถูกแรงเฉือนจากการไหลของน้ำและก๊าซชีวภาพชะหลุดออกไปปะปนกับน้ำทิ้ง บางส่วนตกตะกอนสะสมในถัง ดังนั้นจะมีของแข็งแขวนลอยในน้ำออกตลอดเวลา ถังกรองไร้อากาศสามารถกักเก็บเซลล์แบคทีเรียไว้ได้จำนวนมาก มี SRT สูงกว่า HRT หลายเท่าระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงกำจัดซีโอดีได้มากกว่า 80% ขึ้นไป

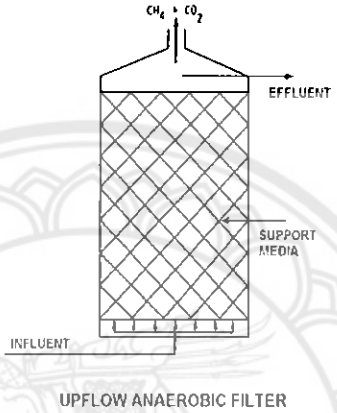
2.6 ระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น (Upflow Anaerobic Filter)

ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น จุลชีพที่บรรจุอยู่ในระบบทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ตัวจุลชีพเกาะอยู่บริเวณผิวตัวกลางและบางส่วนอาศัยอยู่ช่องว่างระหว่างตัวกลาง ระบบนี้ไม่ต้องกวนน้ำเสียภายในถัง การย่อยสลายในถังการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนี้ใช้เวลาเก็บกักของน้ำเสียมีตั้งแต่ 1–10 วัน สามารถรับซีโอดีของน้ำเสียได้ตั้งแต่ 4-16 กิโลกรัม ซีโอดี/ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวกลางสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ตัวกลางที่สามารถย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ ได้แก่ ก้อนหิน พลาสติก อิฐ ยาง ดินเผา เป็นต้น ตัวกลางที่ใช้ดินเผาจะมีประสิทธิภาพในการทำงานของระบบดีมาก เพราะมีพื้นที่ผิวขรุขระมากสามารถมีจำนวนสลัดจ์มากในระบบบำบัดน้ำเสีย สำหรับขนาดของตัวกลางไม่ควรมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกิน ถ้ามีขนาดเล็กเกินทำให้เกิดปัญหาอุดตันขึ้นได้ง่ายและเกิดการไหลลัดวงจร ใช้ตัวกลางขนาดใหญ่เกินทำให้มีพื้นที่ผิวตัวกลางน้อยลงส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียลดลง บางครั้งน้ำเสียที่ไหลเข้าระบบมีค่าบีโอดีสูงกว่าปกติ แก้ไขโดยการสูบน้ำทิ้งที่ไหลผ่านระบบถังกรองไร้อากาศกลับเข้าสู่ระบบอีกครั้งเพื่อทำให้บีโอดีมีปริมาณความเข้มข้นปกติ

ขนาดความลึกของตัวกลางในระบบไม่จำเป็นต้องมีมาก มีขนาดความลึกของตัวกลางมากเกิน 1.50 เมตร เกิดปัญหาอุดตันหรือสูญเสียความดันขึ้น ดังนั้นควรใช้ความลึกของตัวกลาง 1.20 เมตร สำหรับการบำบัดน้ำเสียทั่วไป เวลากักเก็บน้ำเสียของถังกรองไร้อากาศควรมากกว่า 1 วันขึ้นไปจึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดีและต้องมีเวลาเก็บกักอย่างน้อย 4 วัน สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำโสโครก

ระบบแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นจะมีจุลชีพสองประเภทคือ ประเภทแขวนลอยและประเภทเกาะผิวตัวกลาง ระบบนี้จึงใช้จุลชีพทั้งสองประเภทในการบำบัดน้ำเสีย เมื่อมีจุลชีพแขวนลอย

เกิดสะสมอยู่ภายในถังทำให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางไม่สะดวกเกิดการไหลลัดวงจรได้ อย่างไรก็ตาม ตัวกลางก็ยังมีความสำคัญอยู่ ในการเลือกใช้ตัวกลางที่เหมาะสมก็ควรดูที่ค่าขนาดพื้นที่ผิวจำเพาะแต่ไม่สำคัญเท่าของถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง ตัวกลางที่ใช้ในถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นควรใช้หินหรือตัวกลางพลาสติกขนาด 20 มิลลิเมตร โดยมีปริมาตรช่องว่าง 40% ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นนิยมใช้ตัวกลางที่มีพื้นที่ผิว ขนาด 20-170 มิลลิเมตร มีความพรุนของตัวกลางเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมด แต่ถ้ามีความพรุนมากก็จะทำให้ระบบมีจุลชีพแขวนลอยทับถมอยู่ในช่องว่างเกิดการแทนที่น้ำและมีขนาดความจุถังน้อยลง เกิดการไหลขึ้นตามช่องว่าง และเกิดปัญหาน้ำเสียไหลขึ้นด้วยความเร็วสูง ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

ที่มา : http://www.em-group.co.th/Technology_AFF.html, 2556

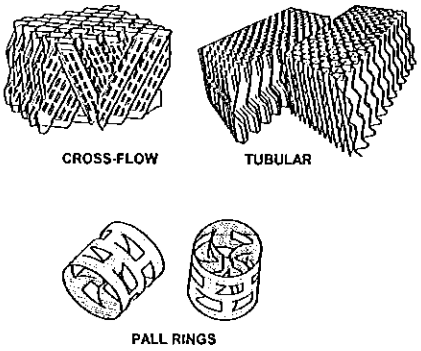
ตารางที่ 2.3 ความสามารถกำจัด ซีโอดี ในน้ำเสียด้วยถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

ความเข้มข้นของจุลชีพ มิลลิกรัม VSS/ลิตร	อัตรากำจัดสารอินทรีย์ กิโลกรัม ซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน	กิโลกรัม ซีโอดี/ กิโลกรัม VSS.วัน
14,200	10.9	0.77
4,100	1.2	0.23
4,900	18.6	3.8
35,000	4.9-20	0.14-0.57

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2554

2.6.1 ตัวกลาง

จากระบบน้ำเสียถูกกระจายเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ไหลผ่านเมือกแบคทีเรียที่เจริญเติบโตบนผิวของตัวกลาง คุณสมบัติของตัวกลางที่สำคัญได้แก่ พื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางและอัตราส่วนระหว่างช่องว่างต่อปริมาตรรวมของตัวกลาง ตัวกลางพลาสติกที่ใช้งานจริงในระบบบำบัดน้ำเสียมีหลายชนิด ได้แก่ พลาสติกรูปทรงต่างๆ เช่น ลูกกลมและวงแหวน เป็นต้น เรียกว่าตัวกลางไหลแบบสุ่ม (random flow media) และแนวขวาง (vertical and cross flow media) ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.13 ชนิดตัวกลาง

ที่มา : http://www.em-group.co.th/Technology_AFF.html, 2556

2.6.2 ค่าออกแบบในการคำนวณ

เวลากักเก็บน้ำเสียในระบบถังกรองไร้อากาศที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพคือตั้งแต่ 1-10 วัน ขึ้นกับชนิดของน้ำเสีย แหล่งชุมชนเวลาที่กักเก็บน้ำเสียต้องใช้เวลาอย่างน้อย 4 วัน เพื่อทำให้ระบบสามารถกำจัดเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพระบบสามารถรับอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 4-16 กิโลกรัม ซีโอดี/(ลูกบาศก์เมตร-วัน)

2.6.3 ค่ากำหนดการออกแบบถังกรองไร้อากาศของน้ำชะขยะ

ค่ากำหนดการออกแบบถังกรองไร้อากาศของน้ำชะขยะมีค่าการออกแบบ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่ากำหนดออกแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

รายการ	ค่าแนะนำ (Upflow)
อุณหภูมิ ° (c)	35
COD loading (kg/m^3-d)	1.5-2.5
เวลาเก็บกักน้ำ (วัน)	2-3
% COD removel	89

ที่มา : METCALF&EDDY, 2003

2.6.4 ข้อดี-ข้อเสียของระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

จากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2549 มีข้อดีและข้อเสียดังนี้

2.6.4.1 ข้อดี

1. ก่อสร้างง่าย ไม่ซับซ้อน
2. การดำเนินการและบำรุงรักษาระบบง่าย ไม่ยุ่งยาก
3. สารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซมีเทนและก๊าคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีสลัดจ์ชีวภาพเกิดขึ้นน้อย ช่วยลดภาระจัดการสลัดจ์
4. มีค่าสูญเสียความดันต่ำในระบบถังบำบัด โดยปกติจะมีน้อยกว่า 0.15 เมตร
5. มีความต้องการสารอาหาร (Nutrients) น้อยสำหรับระบบบำบัด
6. น้ำทิ้งมีกลิ่นน้อย และมี TSS ไม่มากนัก

7. สามารถรับน้ำเสียที่มีอัตราไหลน้ำเสียที่แปรเปลี่ยนมาก ไม่มีน้ำเสียไหลต่อเนื่องแต่ยังสามารถเดินระบบได้ดี

8. ในระบบมีตัวกลางบรรจุอยู่ภายในถังกรอง ทำให้ตัวกลางเหล่านี้ช่วยป้องกันการไหลทิ้งของของแข็งแขวนลอย

9. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นช่วยเสริมประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำทิ้งจากอาคารที่มีถังเกรอะอยู่

10. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นต้องการล้างถังปีละ 1 ครั้ง

11. ระบบนี้ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการบำบัดน้ำเสีย

12. ถังกรองไร้อากาศใช้กับการกำจัดไนโตรเจนในน้ำทิ้งให้เป็นก๊าซไนโตรเจน

13. ระบบนี้ไม่จำเป็นต้องการระยะเวลากักเก็บนาน

2.6.4.2 ข้อเสีย

1. อาจเกิดการไหลลัดวงจรได้ง่าย

2. สลัดจ์ในระบบมีการกวนผสมกันน้อยมาก

3. การจัดเรียงตัวกลางค่อนข้างมีความสำคัญ แทนที่น้ำมากเกินไปจนมีความจุน้ำจริงน้อยกว่าที่คำนวณออกแบบไว้ และอาจมีพวกสลัดจ์ทับถมกันจนแทนที่น้ำด้วย

4. ถ้าน้ำเสียมีของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมากทำให้ถังกรองไร้อากาศอุดตันได้ง่าย

5. ต้องการเดินระบบช่วงเริ่มต้นจนถึงสภาวะคงที่ในระยะเวลานานกว่าระบบใช้อากาศ

6. ปกติระบบบำบัดนี้จะได้น้ำทิ้งออกที่มีบีโอดี$_5$ มากกว่า 30 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากระบบบำบัดนี้ต้องมีค่าอายุสลัดจ์นานทำให้ใช้เวลาปรับสภาพใหม่นานเมื่อมีสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป

7. ระบบบำบัดนี้ยังไม่มีการพัฒนาการล้างย้อนถังกรองได้ดี เนื่องจากเป็นถังขนาดใหญ่ต้องอาศัยเทคนิคซับซ้อนดังนั้นการล้างย้อนยังไม่เหมาะสม

2.7 การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ

จากกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2550 ระบบถังกรองไร้อากาศ เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่เกาะพื้นผิววัตถุถัง กรองช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน

ขั้นตอนการเดินระบบ

1. คำนวณปริมาตรของถังกรอง
2. เติมมูลสัตว์ประมาณ 1-5 กิโลกรัมต่อปริมาตรน้ำที่เติม 1 ลูกบาศก์เมตร 1 ใน 3 ของถัง
3. เติมน้ำเปล่าให้ได้ครึ่งถัง ทำการกวนมูลสัตว์ให้ผสมกับน้ำเปล่าอย่างทั่วถึง
4. บรรจุวัสดุตัวกลางลงในถังกรองไร้อากาศ
5. เติมน้ำเปล่าให้เต็มถัง ปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อง 2 สัปดาห์
6. เติมน้ำเสียให้ถังกรองไร้อากาศ สัปดาห์ละร้อยละ 10 ซึ่งต้องใช้เวลา 10 สัปดาห์ถึงจะครบ 100%
7. ปรับพีเอชให้อยู่ในช่วง 6-7 โดยการเติมปูนขาวหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยของ สายชล มือขุนทด ปี พ.ศ. 2546 เรื่อง ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยโดยถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน กล่าวว่า การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยโดยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนที่มีระยะเวลากักเก็บต่างกัน วิธีการศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลองในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครราชสีมา ระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยประกอบด้วยถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจน สำหรับประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยพิจารณาจากค่าความสกปรกที่เปลี่ยนแปลงในรูปซีโอดีและสารแขวนลอย โดยแบ่งการทดลอง ออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดการทดลองที่ 1 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะขยะมูลฝอยในระบบบำบัดรวม 36 ชั่วโมง (ระยะเวลากักเก็บในถังเกรอะ 24 ชั่วโมง และระยะเวลากักเก็บในถังกรองไร้ออกซิเจน 12 ชั่วโมง) ชุดการทดลองที่ 2 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะขยะมูลฝอยในระบบบำบัดรวม 72 ชั่วโมง (ระยะเวลากักเก็บในถังเกรอะ 48 ชั่วโมง และระยะเวลากักเก็บในถังกรองไร้ออกซิเจน 24 ชั่วโมง) ซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจนอย่างน้อย 1 ถัง

ผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลากักเก็บเพิ่มขึ้นระบบจะมีประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ที่ระยะเวลากักเก็บน้ำชะขยะมูลฝอยของระบบเท่ากับ 36 ชั่วโมง มีอัตราการรับสารอินทรีย์เข้าระบบ 0.60 กิโลกรัม ซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน มีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 688-960.02 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 845.02 มิลลิกรัม/ลิตร สารแขวนลอยอยู่ในช่วง 157-179 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 167.13 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อน้ำชะขยะมูลฝอยออกจากระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 306.50 – 403.50 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 365.72 มิลลิกรัม/ลิตร สารแขวนลอยอยู่ในช่วง 47-59 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 53.87 มิลลิกรัม/ลิตร ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและสารแขวนลอย เฉลี่ยร้อยละ 56.65 และ 67.74 ตามลำดับ ที่ระยะเวลากักเก็บน้ำชะขยะมูลฝอยเข้าระบบเท่ากับ 72 ชั่วโมง มีอัตราการรับสารอินทรีย์เข้าระบบ 0.31 กิโลกรัม ซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน น้ำชะขยะมูลฝอยเข้าระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 782.75-912.00 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 874.90 มิลลิกรัม/ลิตร และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 155-197 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 174.53 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อน้ำชะขยะมูลฝอยออกจากระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 230.00-329.50 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 282.78 มิลลิกรัม/ลิตร และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 20-50 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 34.73 มิลลิกรัม/ลิตร ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและสารแขวนลอย เฉลี่ยร้อยละ 67.66 และ 79.96 ตามลำดับ ระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยทั้งสองชุดการทดลองสามารถลดค่า ซีโอดีและสารแขวนลอยได้ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดซีโอดีและสารแขวนลอยของระบบบำบัดถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนที่ระยะเวลากักเก็บ 36 ชั่วโมงและ 72 ชั่วโมง พบว่ามีความแตกต่างกัน สำหรับค่าพีเอช เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระบบ แต่พบว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรียในระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน

จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าระบบถังเกระ-กรองไร้ออกซิเจนสามารถนำมาใช้บำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยได้ในระดับหนึ่งซึ่งจำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาเก็บกักในระบบให้มากกว่า 72 ชั่วโมง หรือต้องมีการบำบัดเพิ่มเติมอีก

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

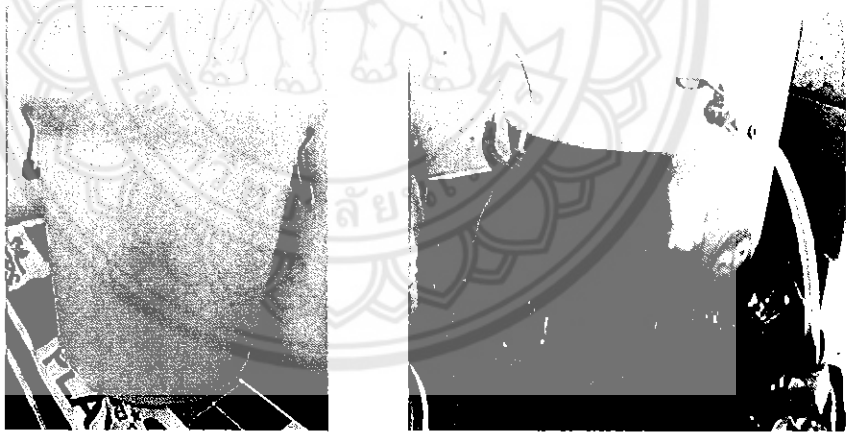
โครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศ และศึกษาปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น โดยมีวิธีในการดำเนินโครงงานดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

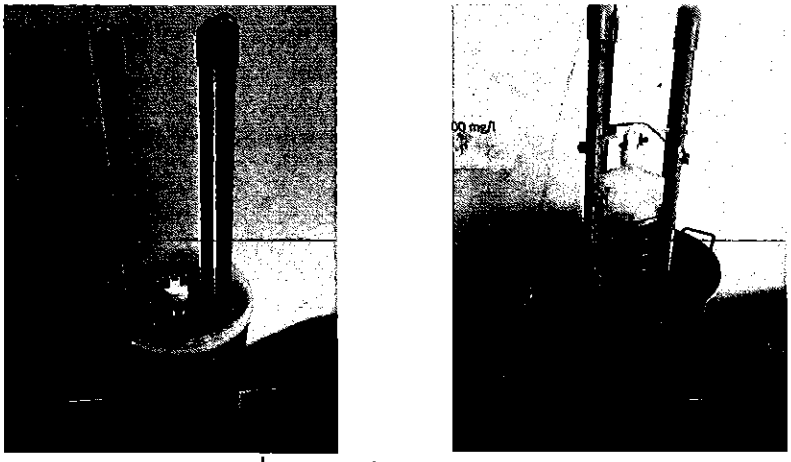
การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะสังเคราะห์ด้วยระบบถังกรองไร้อากาศ ในการบำบัดน้ำชะขยะ ซึ่งใช้แบบจำลองซึ่งทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการเคมีโดยมีวัสดุดังนี้

3.1.1 แบบจำลองถังกรองไร้อากาศ

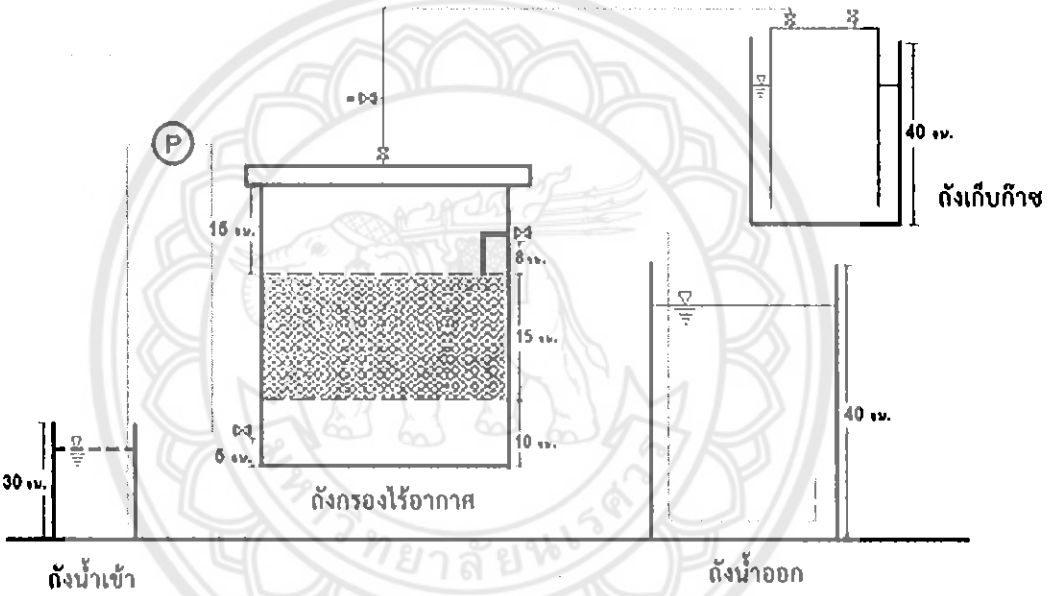
แบบจำลองถังกรองไร้อากาศทำจากพลาสติกใสมีปริมาตร 30 ลิตร ปริมาตรการทดลองเท่ากับ 10 ลิตร ขนาดกว้างปากถัง 38 เซนติเมตร ก้นถัง 30 เซนติเมตรและความลึกของถัง 40 เซนติเมตร จำนวน 3 ใบ โดยมีตัวกลางอยู่ในถัง และ มีสายยางเชื่อมกับถังเก็บก๊าซจำนวน 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยถังเก็บก๊าซมีเทน ปริมาตร 5 ลิตร และมีถังพลาสติกใส่น้ำรองรับถังเก็บก๊าซมีเทน ดังรูปที่ 3.1-3.3



รูปที่ 3.1 ถังพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองถังกรองไร้อากาศ



รูปที่ 3.2 ถังเก็บก๊าซมีเทน



รูปที่ 3.3 รูปตัดแบบจำลองถังกรองไร้อากาศและถังเก็บก๊าซมีเทน

3.1.2 ถังน้ำเข้าและน้ำออก

ถังน้ำเข้าและถังน้ำออกทำจากพลาสติก มีขนาดบรรจุ 10 ลิตร ทรงกระบอก รองรับน้ำชะขยะที่ผ่านการบำบัดจากแบบจำลอง ดังรูปที่ 3.4 และ 3.5 ซึ่งน้ำในถังน้ำออกถูกนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติด้านต่างๆ

รูปที่ 3.4 ถังน้ำเข้า

รูปที่ 3.5 ถังน้ำออก

3.1.3 **เครื่องสูบน้ำ**

ปั๊ม Peristaltic Pump Variable Speed หมุนแบบทวนเข็มนา**ฬิกา ความเร็วรอบ** 3 RPM อัตราการไหล 7.25 มิลลิเมตร/นาที หรือ 10 ลิตรต่อวัน จำนวน 3 เครื่อง **ดังรูปที่** 3.6

รูปที่ 3.6 เครื่องสูบน้ำ

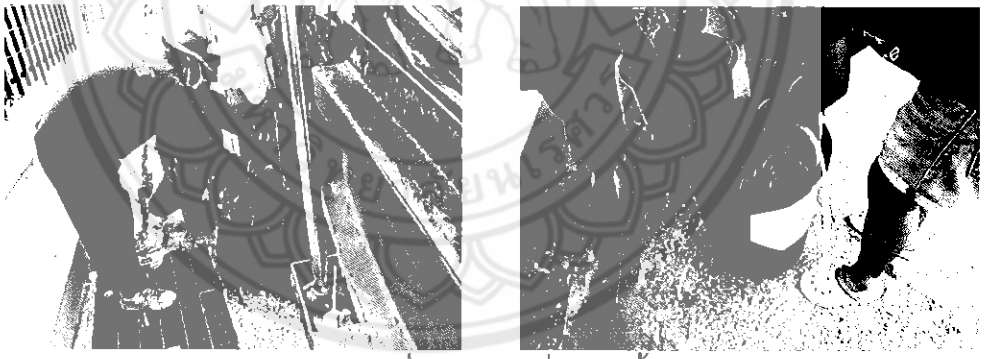
3.1.4 ตะกอน

ตะกอนได้จากการผสม เติมขี้วัว 5 กิโลกรัมต่อ 1 ลิตร โดยแต่ละชุดการทดลอง ใช้ทั้งหมด 50 กิโลกรัมต่อน้ำ 10 ลิตร และคนให้เข้ากัน และเติมน้ำจนได้ปริมาตร 20 ลิตร

รูปที่ 3.7 ตะกอน

3.1.5 น้ำชะขยะ

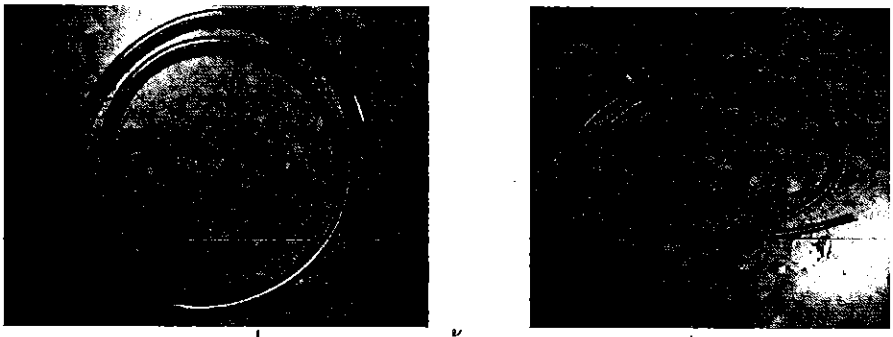
น้ำชะขยะนำมาจากรถเก็บขยะองค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์บริเวณรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร ปริมาณ 200 ลิตร ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งมีค่าความเข้มข้น COD คือ 70,000 mg/l



รูปที่ 3.8 แหล่งที่มาของน้ำชะขยะ

3.1.6 สายยางสูบน้ำและสายยางต่อก๊าซ

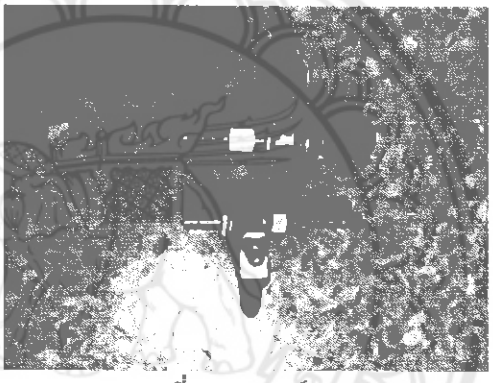
สายยางสูบน้ำและสายยางต่อก๊าซ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/8 นิ้ว ทำจากวัสดุซิลิโคนและโพลิโพรพิลีน ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 สายยางสูบน้ำและสายยางต่อถังเก็บก๊าซ

3.1.7 วาล์วลม

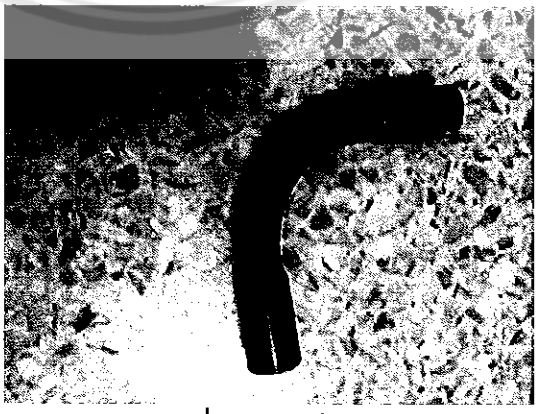
วาล์วลมใช้ต่อกับสายยางน้ำเข้าและน้ำออก โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์ 1/4 หุล ทำจากทองเหลือง ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วาล์วลม

3.1.8 ท่อโค้ง

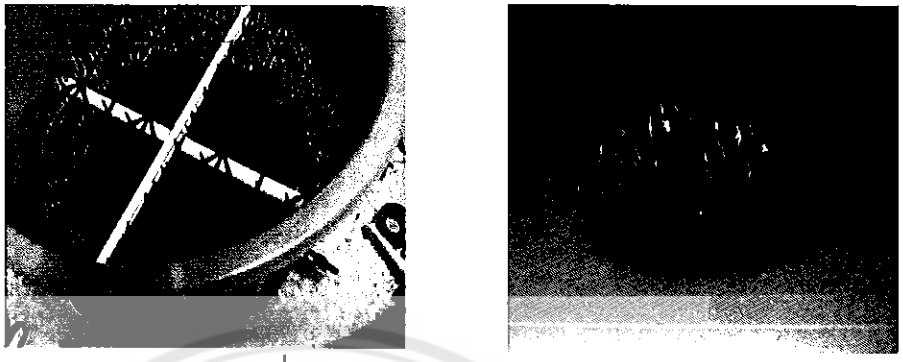
ทำจาก PVC เป็นข้องอไว้ต่อกับสายยาง ส่งน้ำออกจากถังกรองไร้อากาศ ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ท่อโค้ง

3.1.9 ตัวกลาง

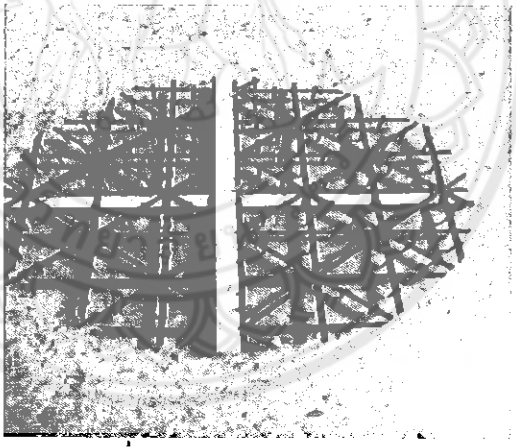
ตัวกลางเป็นพลาสติกที่ปกติใช้สำหรับทำจับตะกอนในตู้ปลา ซึ่งมีขนาดประมาณลูกปิงปอง ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ตัวกลางพลาสติก

3.1.10 ฐานรองตัวกลาง

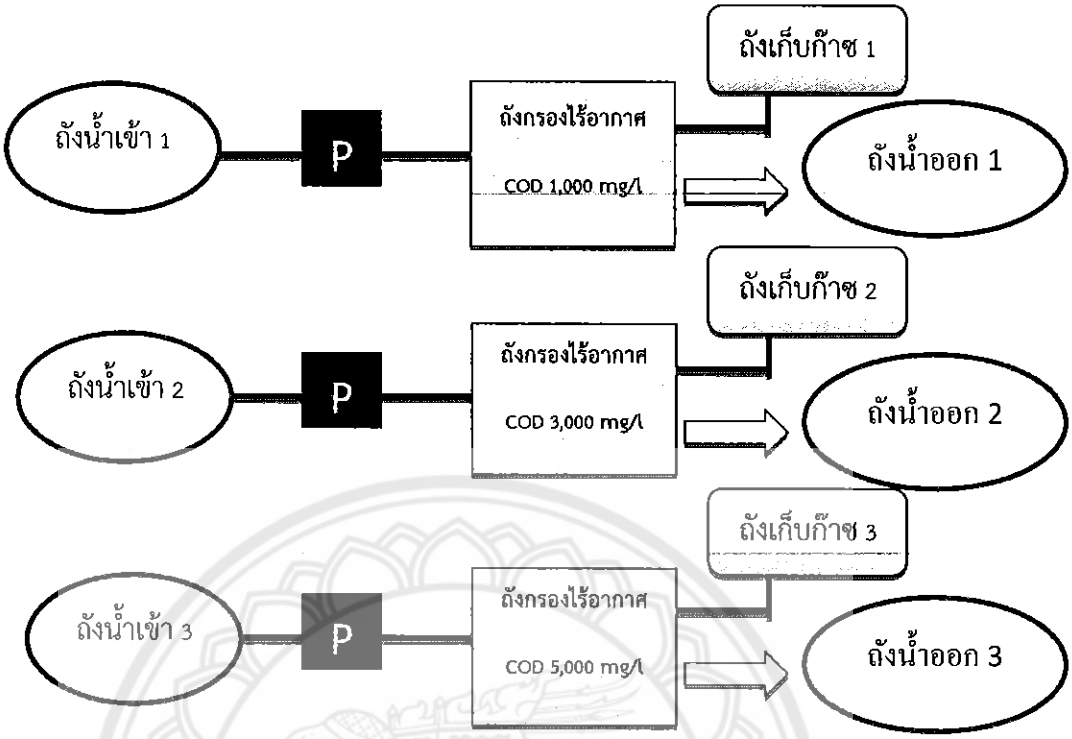
ฐานนี้ทำจาก พลาสติกที่เป็นเส้นสานกันตัดเป็นวงกลมเพื่อเป็นที่กั้นตัวกลางไว้ให้คงที่ อยู่บริเวณตรงกลางถัง ดังรูปที่ 3.13



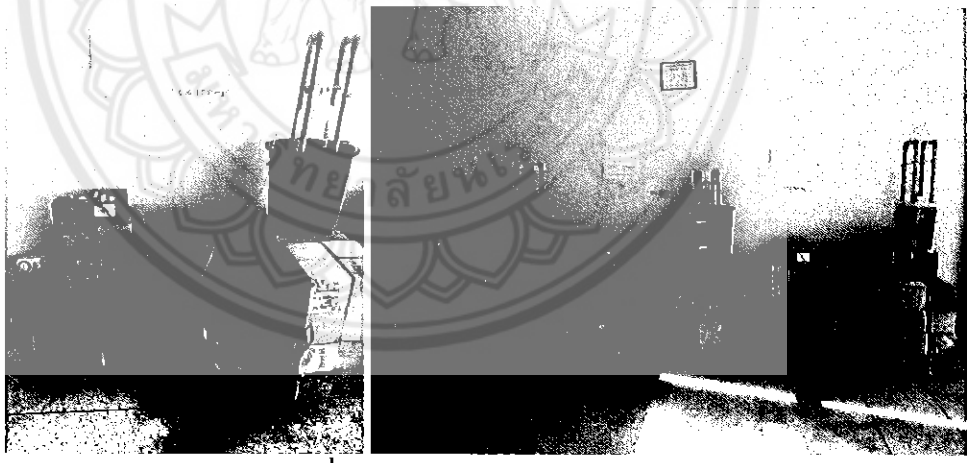
รูปที่ 3.13 ตะแกรงพลาสติก

3.1.11 แบบจำลองถังกรองไร้อากาศ

ในการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศจะดำเนินการจำลองถังกรองไร้อากาศ ดังรูปที่ 3.14 และ 3.15



รูปที่ 3.14 แผนผังแบบจำลองถังกรองไร้อากาศ



รูปที่ 3.15 แบบจำลองถังกรองไร้อากาศ

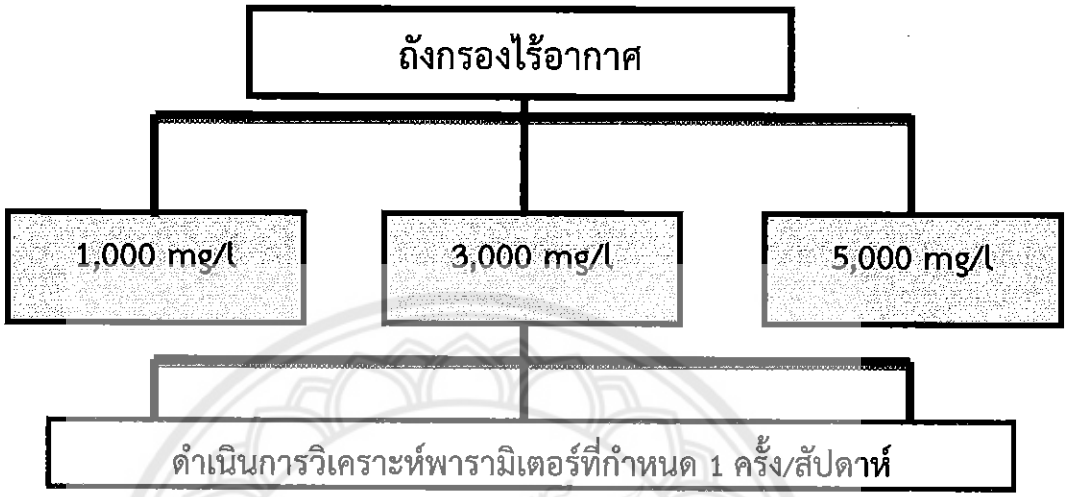
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 วิธีการทดลอง

3.2.1.1 การเริ่มต้นเดินระบบโดยใช้ขี้วัว เลี้ยงจนมีจุลินทรีย์เกาะที่ผิวตัวกลางโดยปิดถังทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นค่อยๆเติมน้ำเสียให้กับระบบ โดยเริ่มเติมน้ำเสียที่ความเข้มข้น 5 % โดยเพิ่มอาทิตย์ละ 10 เปอร์เซนต์ หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการทดลองตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ โดยกำหนดอัตราไหลน้ำเสีย 10 ลิตรต่อวัน เป็นเวลา 2 เดือน

3.2.1.2 ทำการทดลองที่ค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 1,000 3,000 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เดินระบบ 24 ชั่วโมง/วัน

3.2.1.3 ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ตามคุณภาพน้ำในตารางที่ 3.3 ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 วิธีการทดลอง

3.2.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอรที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดัง ตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
พีเอช	ปากกา pH meter ADWA AD12
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
สภาพนำไฟฟ้า	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า
ของแข็งทั้งหมด	โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาในถ้วยระเหยด้วยเครื่องอังน้ำ(Water bath)
ของแข็งแขวนลอย	โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาซึ่งกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C
ฟอสฟอรัส	ไนตริก-ซัลฟิวริก
แอมโมเนีย	Kjeldahl nitrogen
ทีเคเอ็น	Kjeldahl nitrogen
ซีโอดี	วิธี Close Reflux
บีโอดี	วิธี Azide Modification ที่ 20 อุณหภูมิองศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน
กรดอินทรีย์ระเหย	Tritation method

3.2.3 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่างแสดงดัง ตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง

พารามิเตอร์	ตำแหน่งการเก็บน้ำตัวอย่าง	
	ถังน้ำเข้า	ถังน้ำออก
พีเอช	✓	✓
อุณหภูมิ	✓	✓
ของแข็งแขวนลอย	✓	✓
แอมโมเนีย	✓	✓
ทีเคเอ็น	✓	✓
ซีโอดี	✓	✓
บีโอดี	✓	✓
กรดอินทรีย์ระเหย	✓	✓

3.2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลอง

มาตรฐานน้ำทิ้งที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลองนี้เป็นมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 นำมาเฉพาะดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ใช้ในการทดลอง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. pH	5.5-9.0	pH Meter
2. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
3. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
4. ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
5. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion
6. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล	Kjeldahl

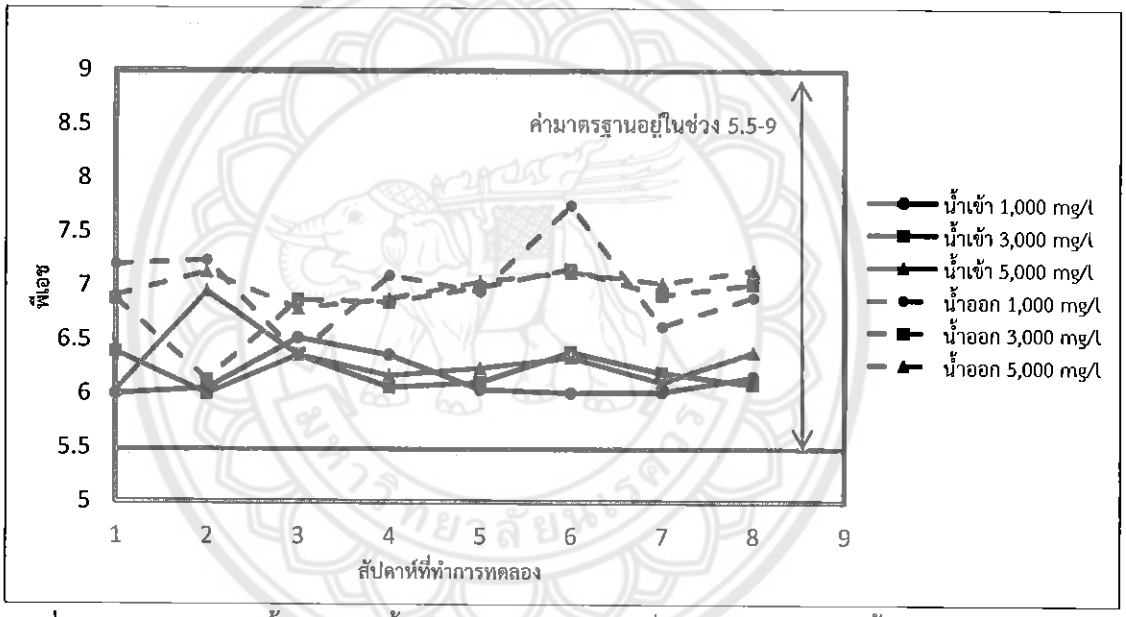
ที่มา : http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water04.html#s1, 2553

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

โครงงานศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน มีผลการทดลองและวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

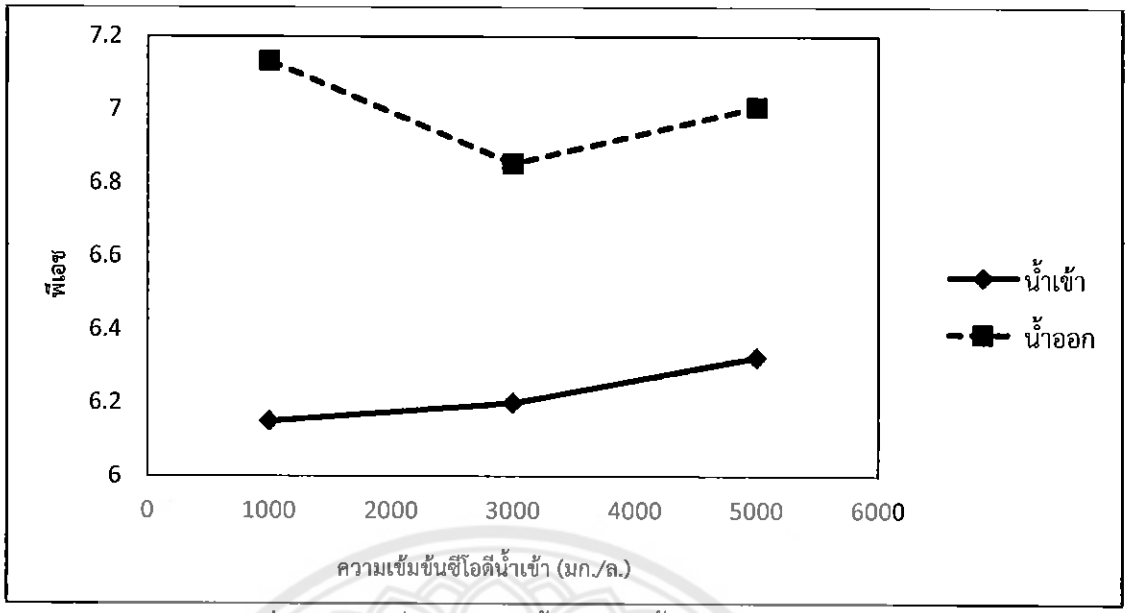
4.1 พีเอช

ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.2 ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.1 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน พบว่าค่าพีเอชน้ำเข้าอยู่ในช่วง 6-6.5 โดยที่ความเข้มข้นของค่าซีโอดีน้ำเข้ามีค่าเป็นกรดและมีความแปรผันไม่มากในแต่ละความเข้มข้น เนื่องจากมีการปรับพีเอชน้ำเข้าก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด ค่าพีเอชของน้ำออกอยู่ในช่วง 6.13-7.75 จะเห็นว่าค่าพีเอชน้ำเข้ามีค่าต่ำกว่าน้ำออกและแปรผันเล็กน้อย พีเอชไม่เป็นไปตามความเข้มข้น น้ำออกมีพีเอชเป็นกลาง ดังนั้นจึงมีค่าสูงกว่าน้ำเข้า และเมื่อนำมาเปรียบเทียบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมค่าพีเอชควรอยู่ในช่วง 5.5-9 พบว่าผ่านมาตรฐานทุกความเข้มข้นตลอดการทดลอง

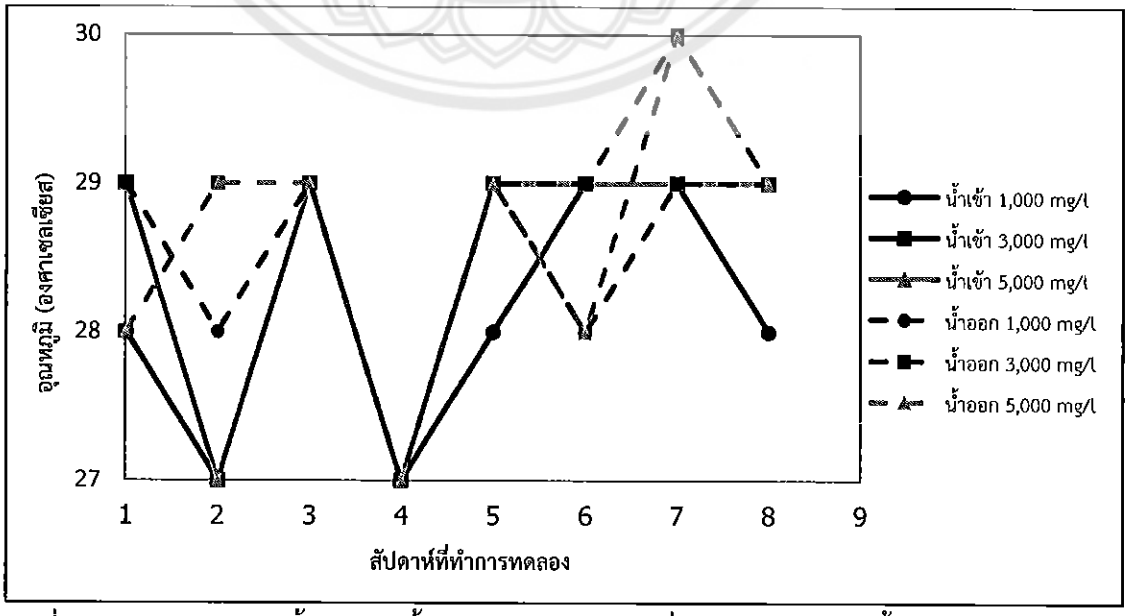


รูปที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง

จากรูปที่ 4.2 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน พบว่าค่าพีเอชเฉลี่ยน้ำเข้าอยู่ในช่วง 6.15-6.35 ค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำออกอยู่ในช่วง 6.85-7.13 แสดงให้เห็นว่าพีเอชน้ำออกสูงกว่าน้ำเข้า เพราะระบบมีการปรับตัวและรักษาสภาพให้อยู่ในสมดุล

4.2 อุณหภูมิ

ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิของน้ำที่เข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.3



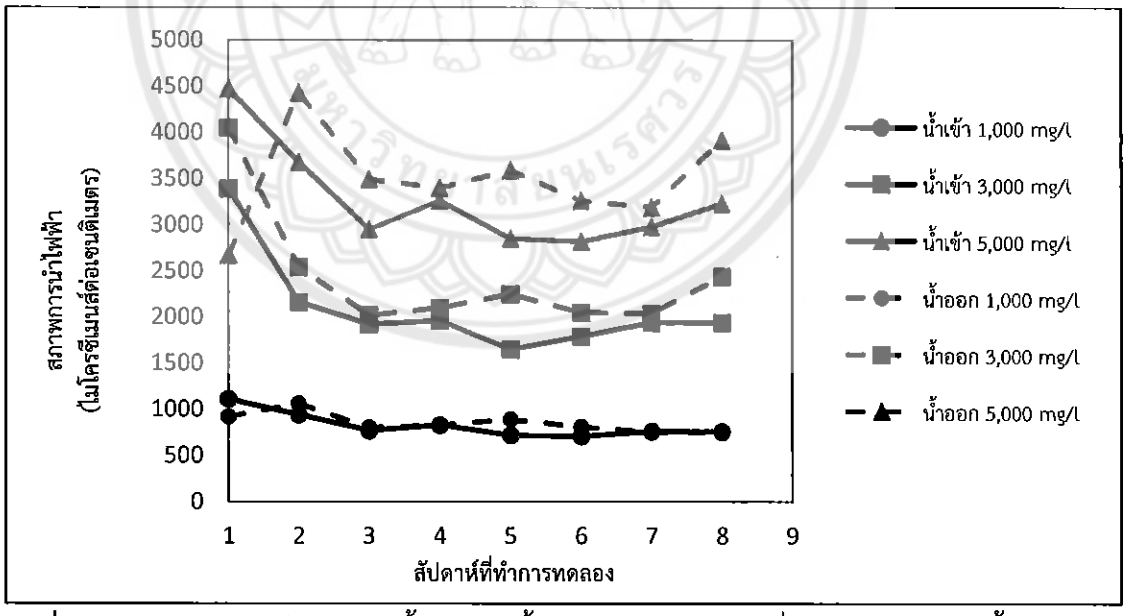
รูปที่ 4.3 ค่าอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้ทราบถึงอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน พบว่าอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าที่ใกล้เคียงกันทุกๆ ถัง อุณหภูมิของน้ำเข้าที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และอุณหภูมิน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สัปดาห์ที่ 1-8 อยู่ในช่วง 27-29 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สัปดาห์ที่ 7 อยู่ในช่วง 30 องศาเซลเซียส และลดลงมาในสัปดาห์ที่ 8 ของการเดินระบบ

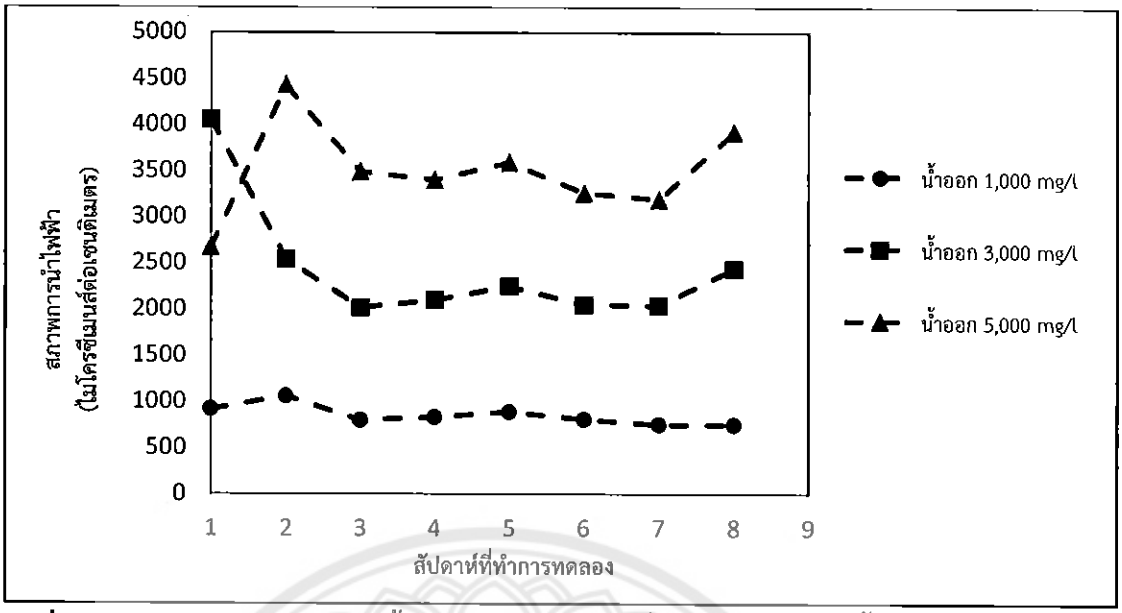
4.3 ค่าสภาพการนำไฟฟ้า

ผลกาทดลองและวิเคราะห์ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.4 ถึง 4.5 ได้ดังนี้

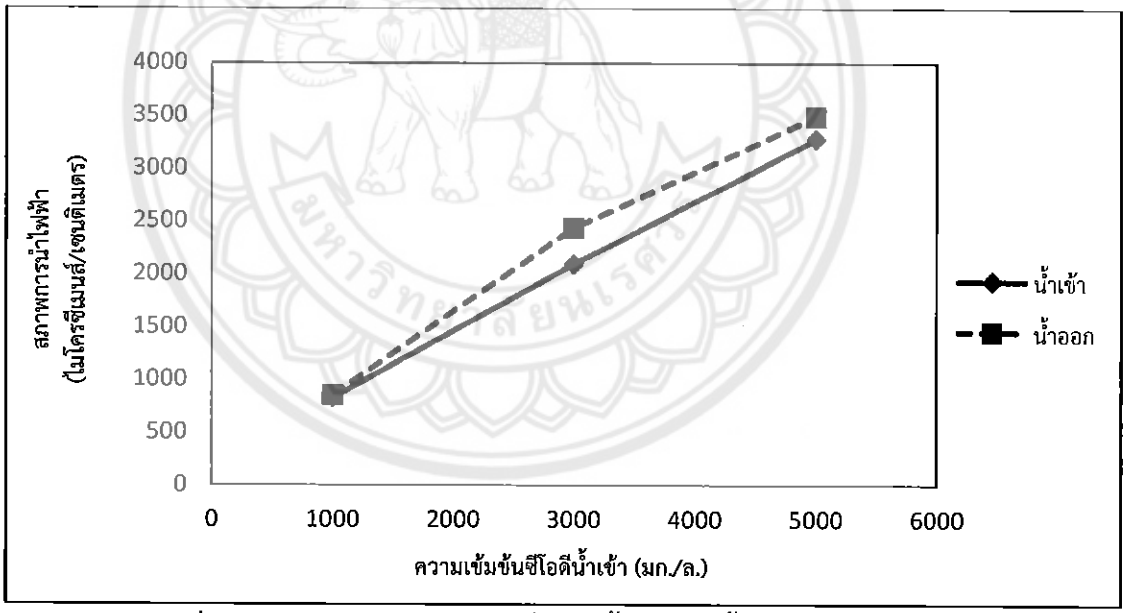
จากรูปที่ 4.4 แสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเมื่อผ่านการบำบัด และเมื่อพิจารณาค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออก ดังรูปที่ 4.5 จะพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าที่ความเข้าข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าต่ำสุด รองลงมาคือความเข้มข้นซีโอดี 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าสภาพการนำไฟฟ้าสามารถบอกถึงความสะอาดของน้ำ ดังนั่นน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความสะอาดมากกว่าที่ความเข้มข้น 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบตามความเข้มข้นทั้งสามค่า



รูปที่ 4.4 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.5 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าขอน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

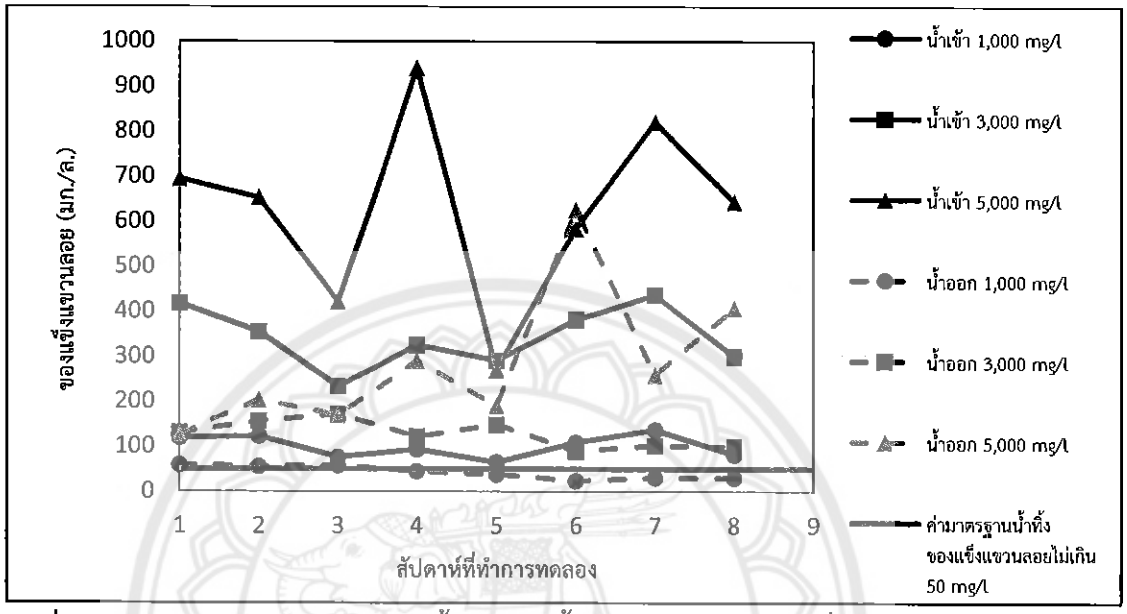


รูปที่ 4.6 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง

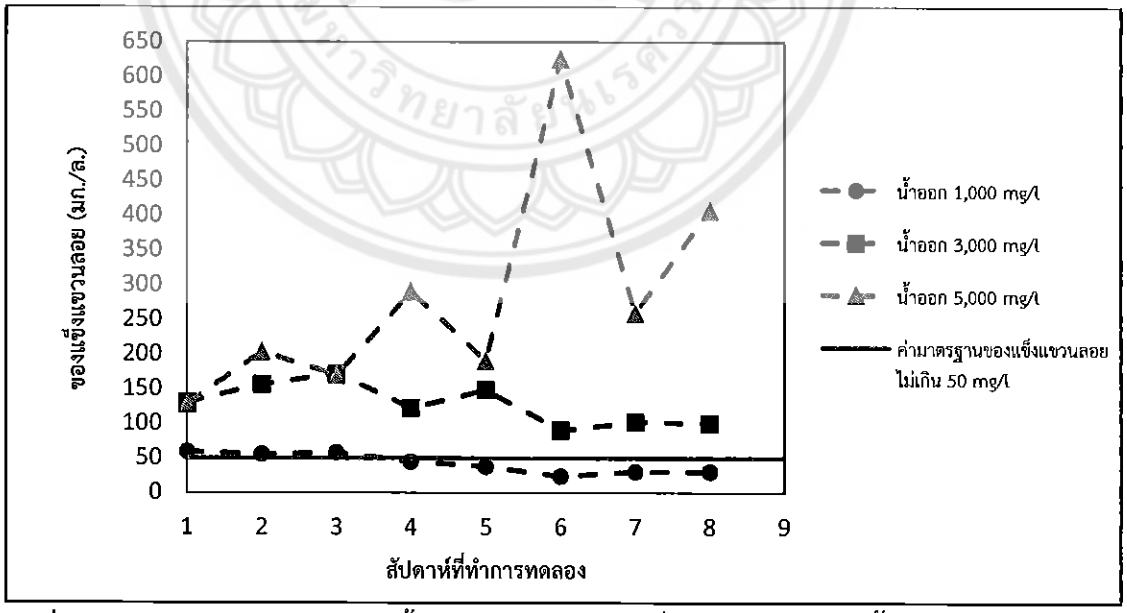
จากรูปที่ 4.6 แสดงให้ทราบว่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดของน้ำเข้ามีค่าสภาพการนำไฟฟ้าเท่ากับ 825.13 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยสูงสุดของน้ำเข้ามีค่าสภาพการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3,280 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยต่ำสุดของน้ำออกมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าเท่ากับ 851.63 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยสูงสุดของน้ำออกมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3,493.75 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร จากรูปที่ 4.6 ทำให้ทราบว่า ค่าเฉลี่ยของสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและน้ำออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า

4.4 ของแข็งแขวนลอย

ผลการทดลองและวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยของน้ำที่เข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดในภาพผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.7 ถึง 4.10 ได้ดังนี้



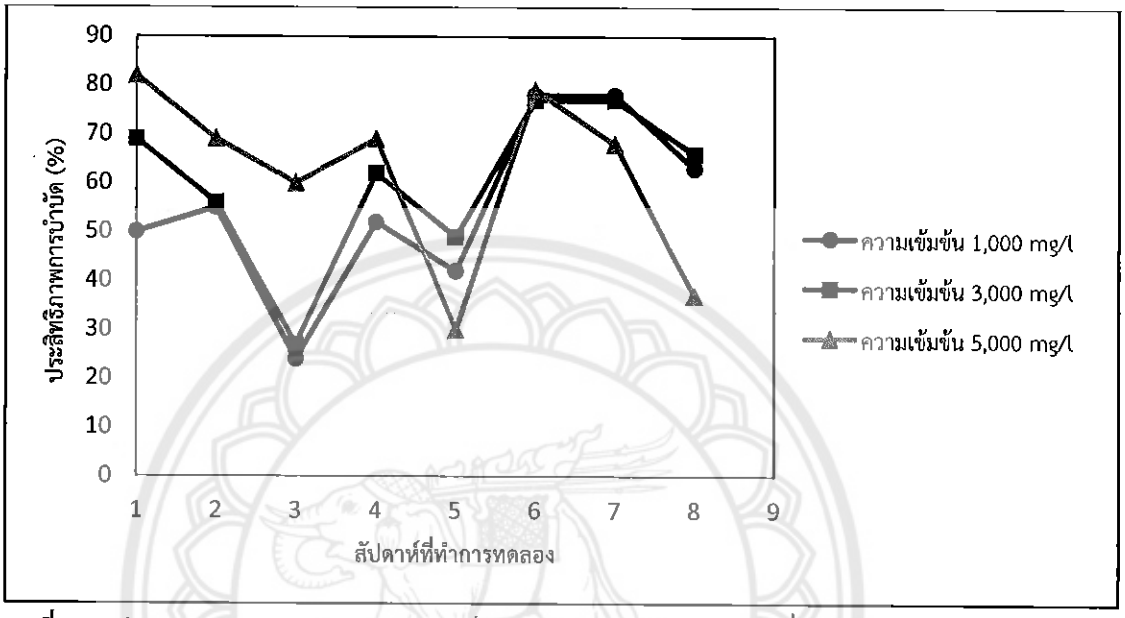
รูปที่ 4.7 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



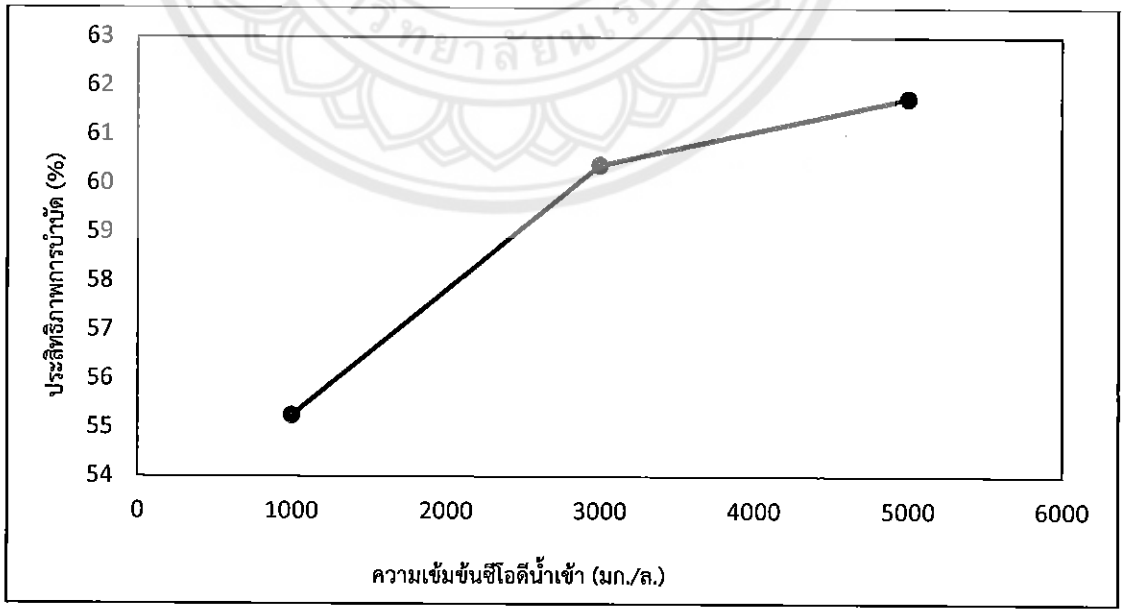
รูปที่ 4.8 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้ทราบถึงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำออกมีค่าต่ำ

กว่าค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าทุกๆถัง ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-8 ของการเดินระบบ และเมื่อนำค่าน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ5,000 มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดค่าของแข็งแขวนลอยไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4.8 พบว่าค่าน้ำออกส่วนใหญ่ไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนด แต่มีค่าน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 mg/l ช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ผ่านมาตรฐานกำหนด



รูปที่ 4.9 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



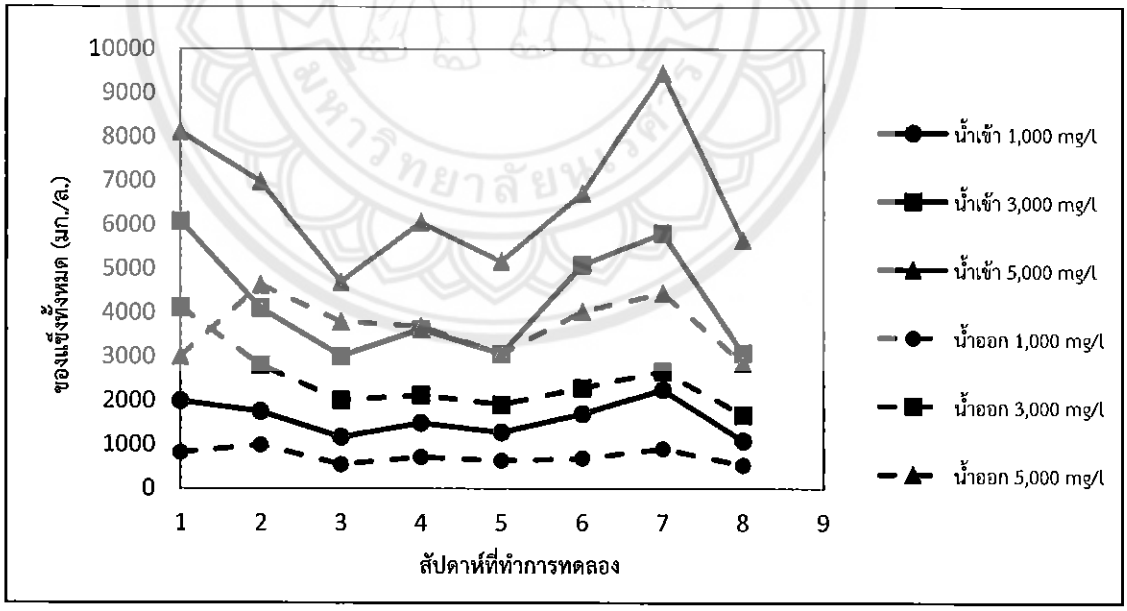
รูปที่ 4.10 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยจากแบบจำลอง

จากรูปที่ 4.9 แสดงให้ทราบถึงค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาการบำบัดของแข็งแขวนลอยมีค่าค่อนข้างแกว่ง ช่วงสัปดาห์ที่ 7 ค่าของแข็งแขวนลอยที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัม มีค่าสูงกว่าความเข้มข้นซีโอดีที่ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าของแข็งแขวนลอยที่ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงน้อยกว่าค่าความเข้มข้นซีโอดี 3,000 ต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 8 ของการเดินระบบ

จากรูปที่ 4.10 แสดงให้ทราบถึงค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอ 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยทุกๆ ความเข้มข้นน้ำเข้ามีค่าสูงกว่าน้ำออก แสดงให้ทราบว่าระบบมีการบำบัดเกิดขึ้น โดยค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยจะแปรผันตามความเข้มข้น เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

4.5 ของแข็งทั้งหมด

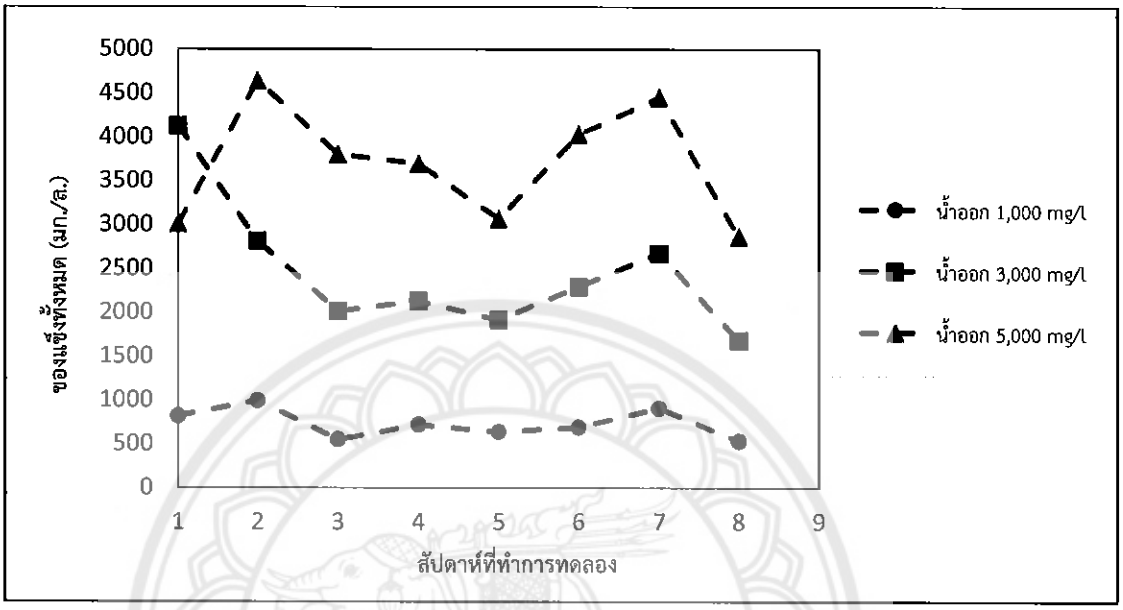
ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.11 ถึง 4.14 ได้ดังนี้



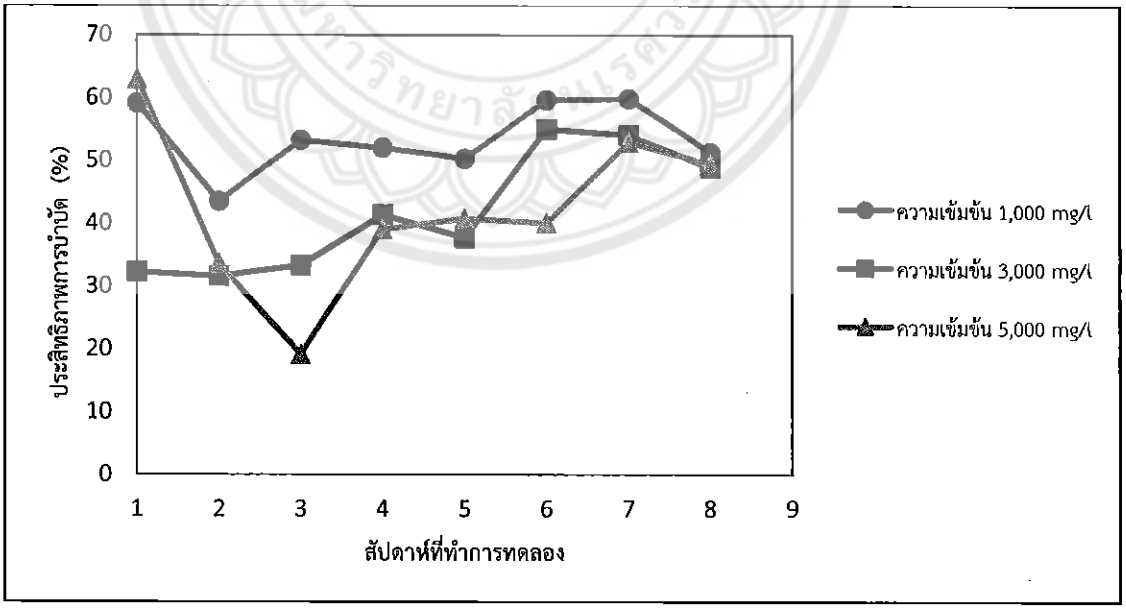
รูปที่ 4.11 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกของแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.11 แสดงค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัม

ต่อลิตร ค่าของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มไม่คงที่ และที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าของแข็งทั้งหมดสูงสุดอยู่ที่ 9,452 มิลลิกรัมต่อลิตร



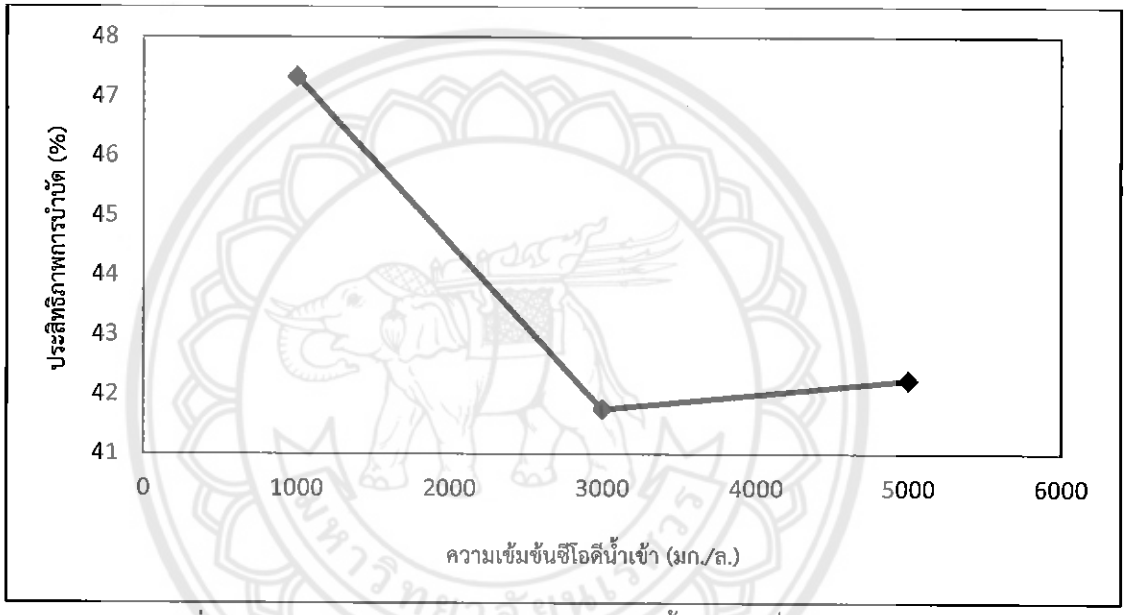
รูปที่ 4.12 ค่าของแข็งทั้งหมดน้ำออกของแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.13 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดจากแบบจำลอง

จากรูปที่ 4.12 แสดงค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออก 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มไม่คงที่

จากรูปที่ 4.13 แสดงค่าประสิทธิภาพของของแข็งทั้งหมดจากแบบจำลอง กำหนดให้ค่าซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดมีค่าไม่คงที่ โดยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพของของแข็งทั้งหมดต่ำสุด

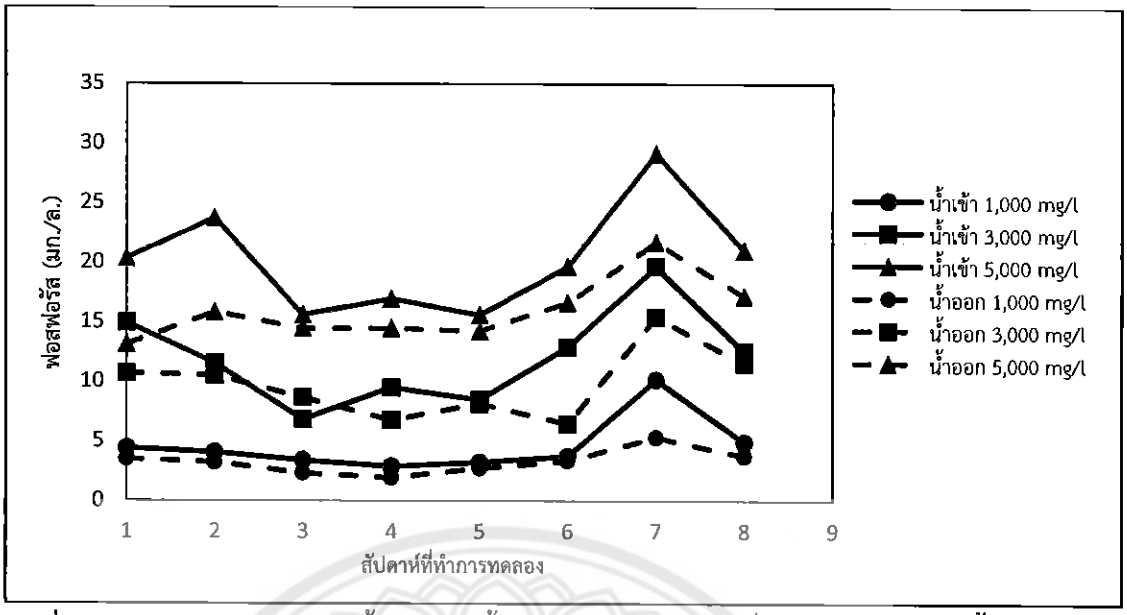


รูปที่ 4.14 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยของแบบจำลอง

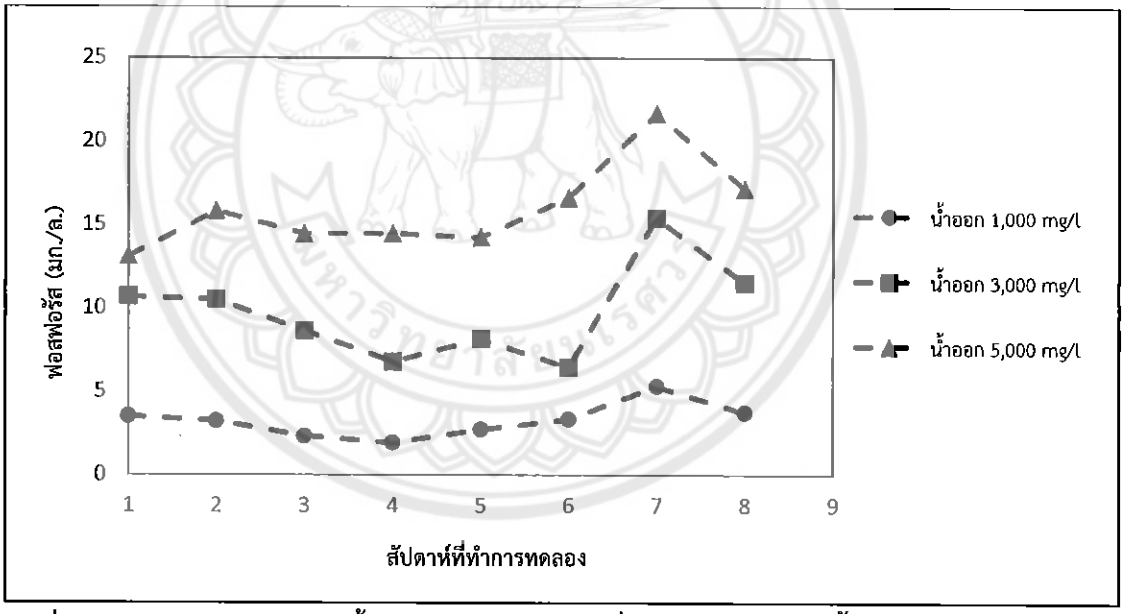
จากรูปที่ 4.14 แสดงให้ทราบค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดเฉลี่ย ที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยประสิทธิภาพการบำบัดอยู่ในช่วงร้อยละ 41.75-47.33 และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ ร้อยละ47.33 และมีประสิทธิภาพต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ ร้อยละ41.75

4.6 ฟอสฟอรัส

ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.15 ถึง 4.19 ได้ดังนี้

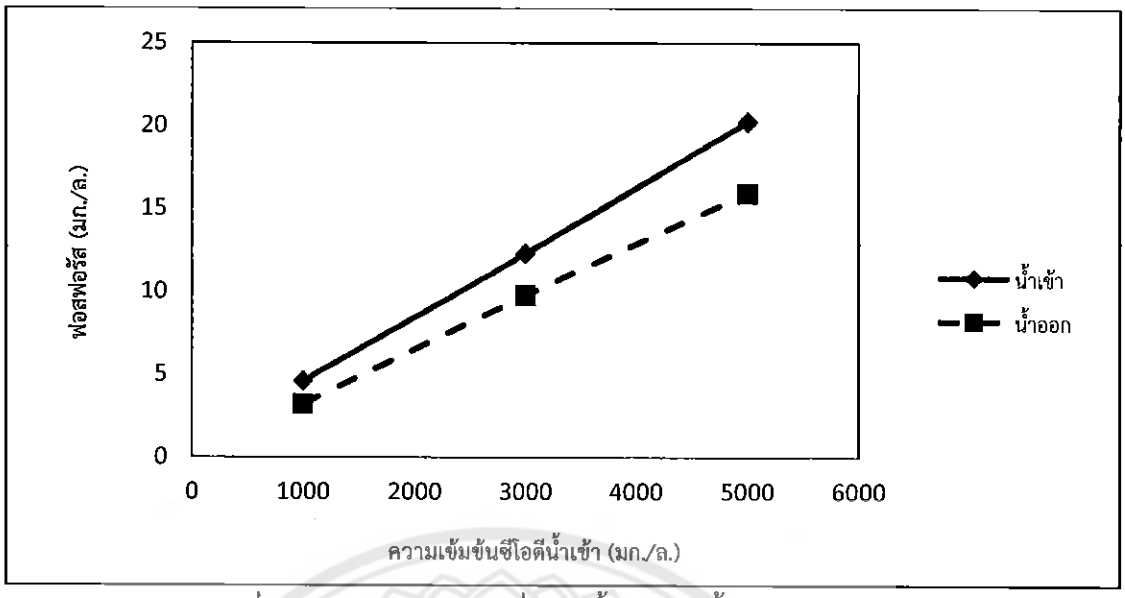


รูปที่ 4.15 ค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.16 ค่าฟอสฟอรัสของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.15 แสดงค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและน้ำออกของแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน พบว่าแนวโน้มของค่าฟอสฟอรัสน้ำเข้าเริ่มมีค่าคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 - 6 ของการทดลอง และน้ำออกมีแนวโน้มของค่าฟอสฟอรัสในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 ของการทดลอง



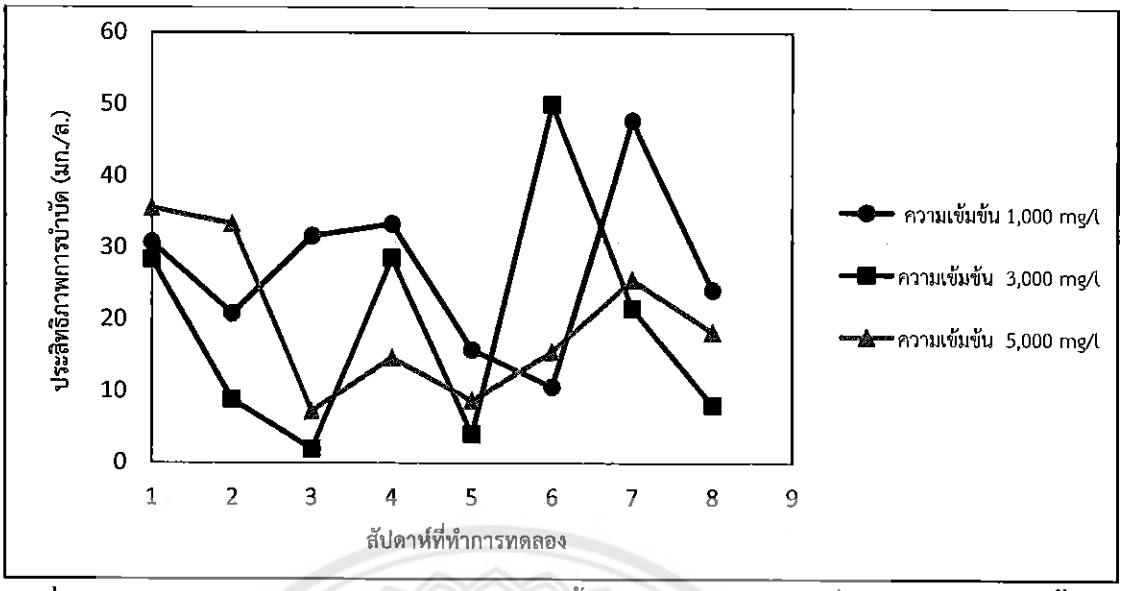
รูปที่ 4.17 ค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกแบบจำลอง

จากรูปที่ 4.16 แสดงค่าฟอสฟอรัสของน้ำออกของแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าฟอสฟอรัสน้ำเข้าเริ่มมีค่าคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง และน้ำออกมีแนวโน้มของค่าฟอสฟอรัสในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลองและเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 ของการทดลอง ค่าต่ำสุดคือที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ครั้งที่ 4 ของการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.92 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าสูงสุดคือค่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สัปดาห์ที่ 7 ของการทดลองมีค่าเท่ากับ 21.69 มิลลิกรัมต่อลิตร

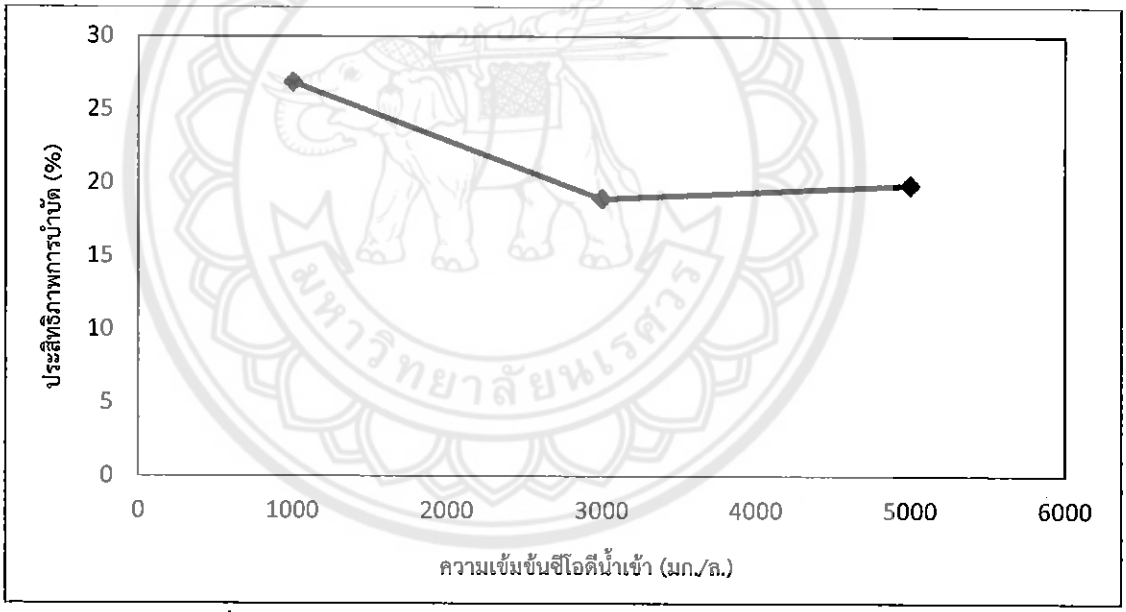
จากรูปที่ 4.17 แสดงค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง ที่ความเข้มเข้มซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าแปรผันกับความเข้มข้นของซีโอดีน้ำเข้า

จากรูปที่ 4.18 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสที่ความเข้มเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัดที่ไม่คงที่ตลอดการทดลอง ค่าประสิทธิภาพต่ำสุดคือที่ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สัปดาห์ที่ 3 ของการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.92 % และค่าประสิทธิภาพสูงสุดคือค่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สัปดาห์ที่ 6 ของการทดลองมีค่าเท่ากับ 50 %

จากรูปที่ 4.19 แสดงให้ทราบค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสเฉลี่ยที่ความเข้มเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยไม่แปรผันตามความเข้มข้น ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำสุดคือที่ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุดคือค่าที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 26.86%



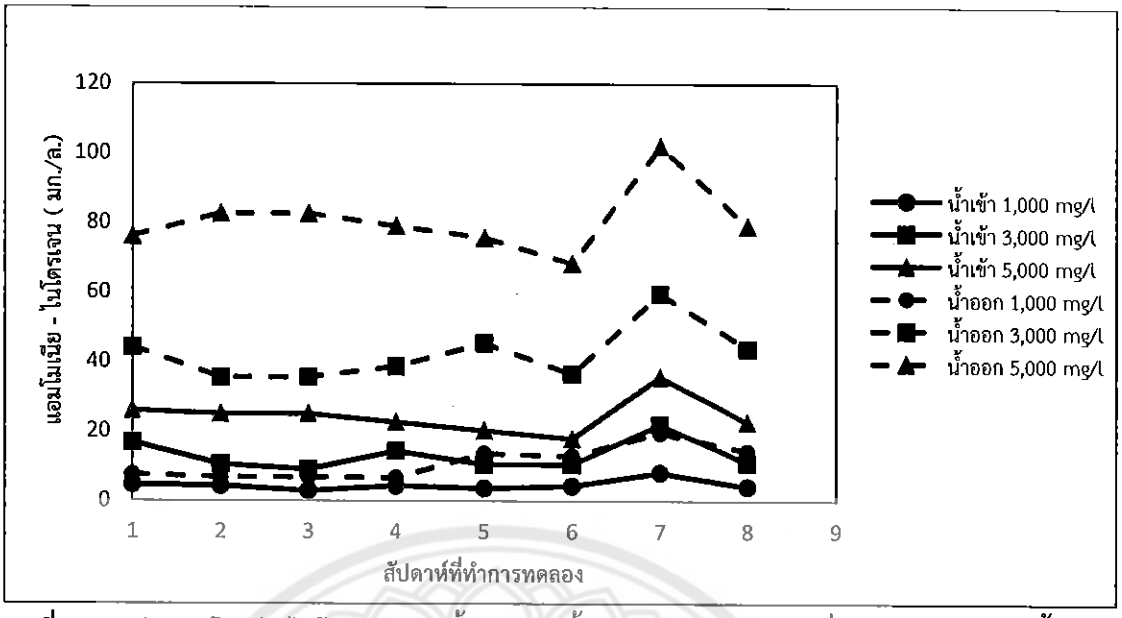
รูปที่ 4.18 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



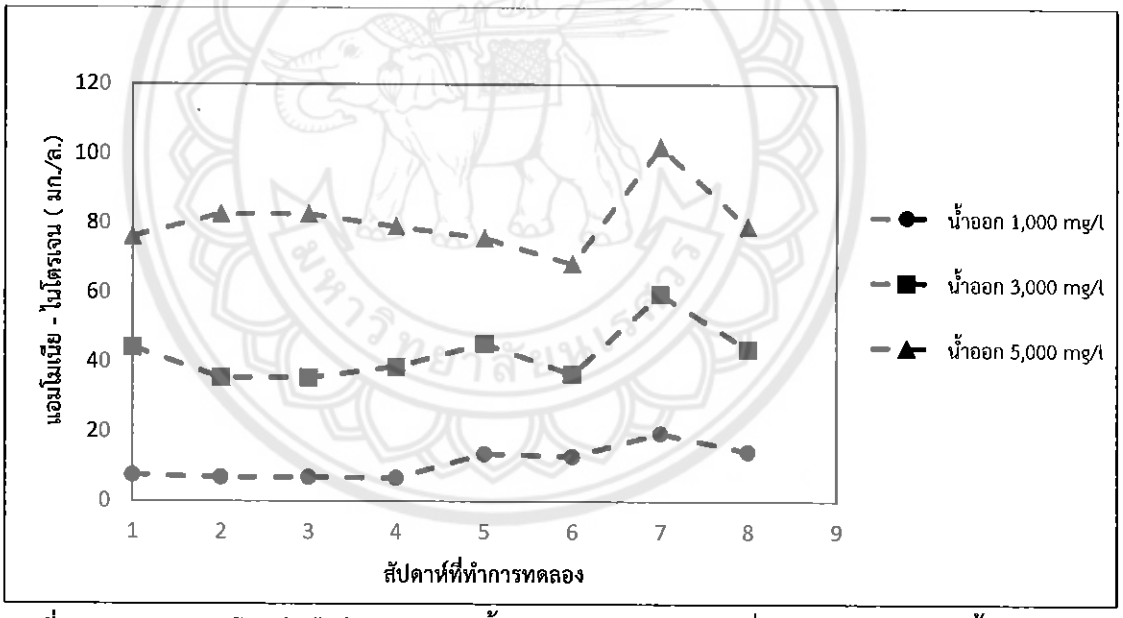
รูปที่ 4.19 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสเฉลี่ยจากแบบจำลอง

4.7 แอมโมเนีย - ไนโตรเจน

ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.20 ถึง 4.24 ได้ดังนี้



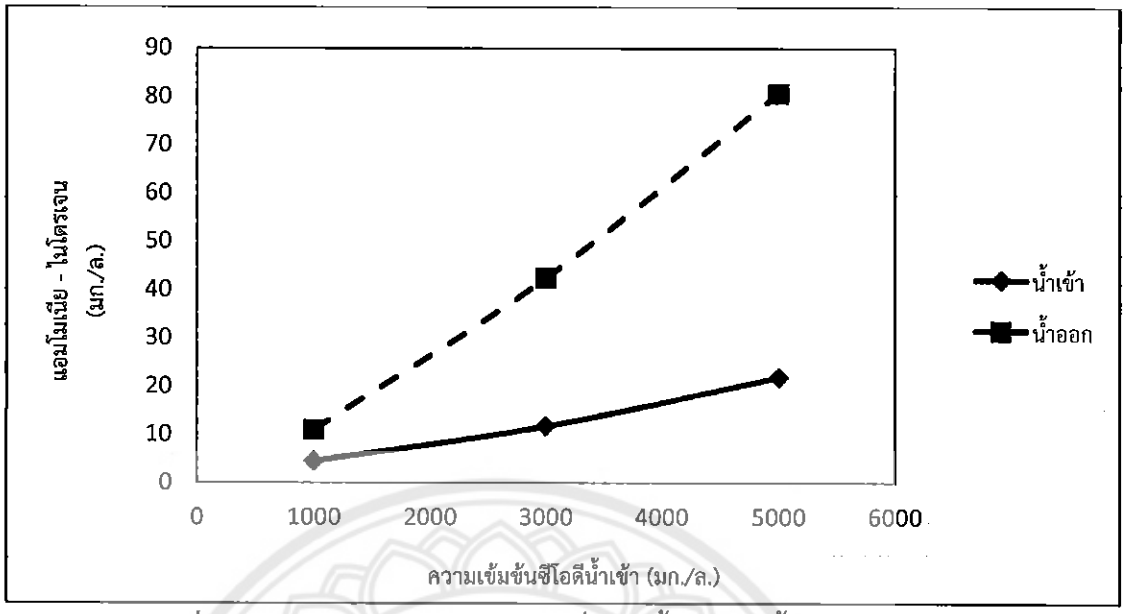
รูปที่ 4.20 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



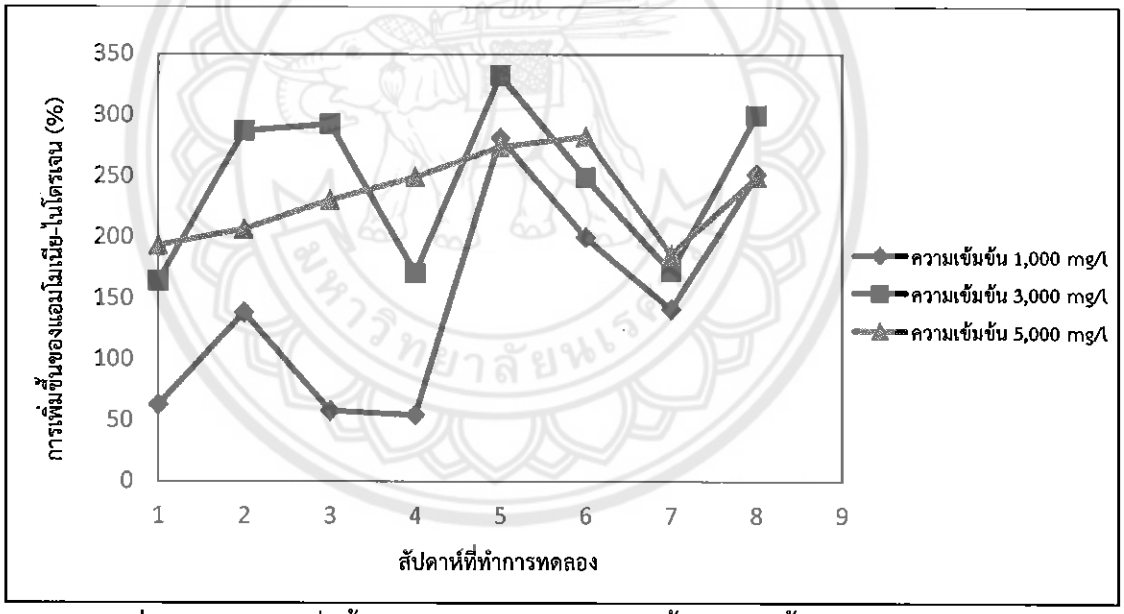
รูปที่ 4.21 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.20 แสดงค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่า แอมโมเนีย – ไนโตรเจนของน้ำเข้ามีค่าคงที่และแปรผันตามค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า

จากรูปที่ 4.21 แสดงค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำออกในช่วงสัปดาห์ที่ 1 - 6 จะมีค่าคงที่ และพบว่าสัปดาห์ที่ 7 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำออกมีค่าสูงสุดในการทดลอง



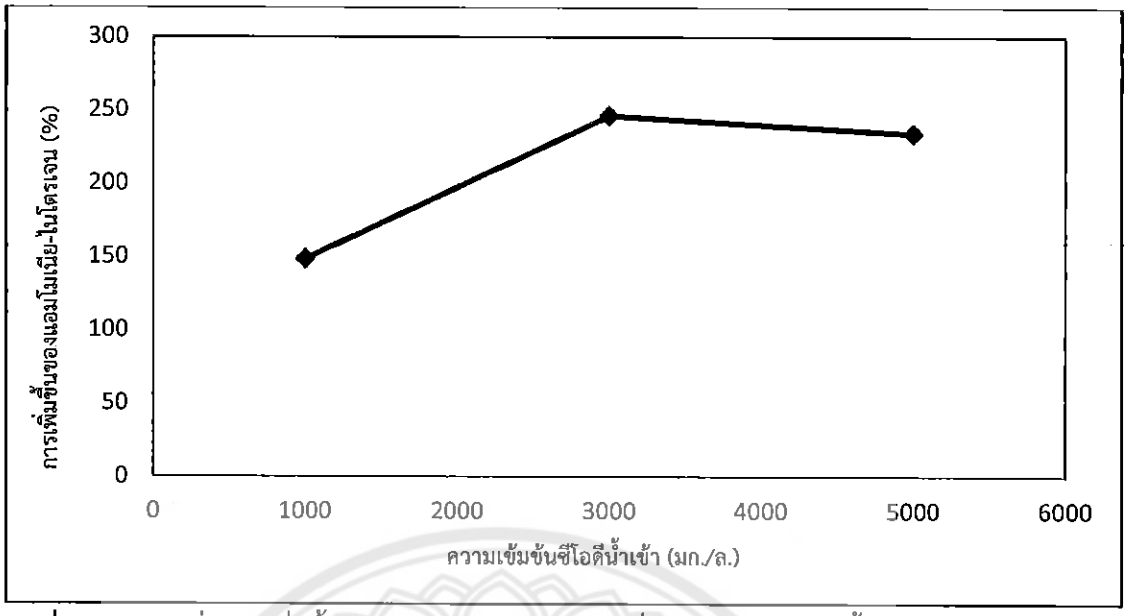
รูปที่ 4.22 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกแบบจำลอง



รูปที่ 4.23 ค่าการเพิ่มขึ้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง

จากรูปที่ 4.22 แสดงค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มนค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มากกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง และค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนทั้งในน้ำเข้าและน้ำออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า

จากรูปที่ 4.23 แสดงค่าการเพิ่มขึ้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าไม่คงที่



รูปที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

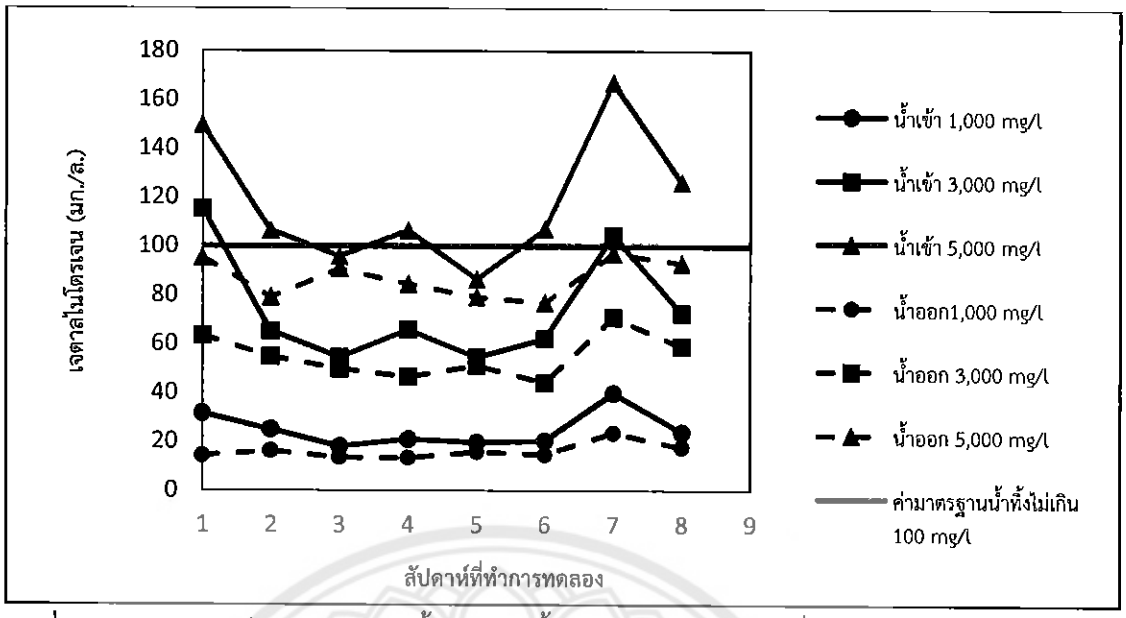
จากรูปที่ 4.24 แสดงค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียแปรผันอยู่ในช่วง ร้อยละ 148.46 - 246.08 มีค่าแอมโมเนียเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าแอมโมเนียเพิ่มขึ้นต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.8 เจดาลไนโตรเจน

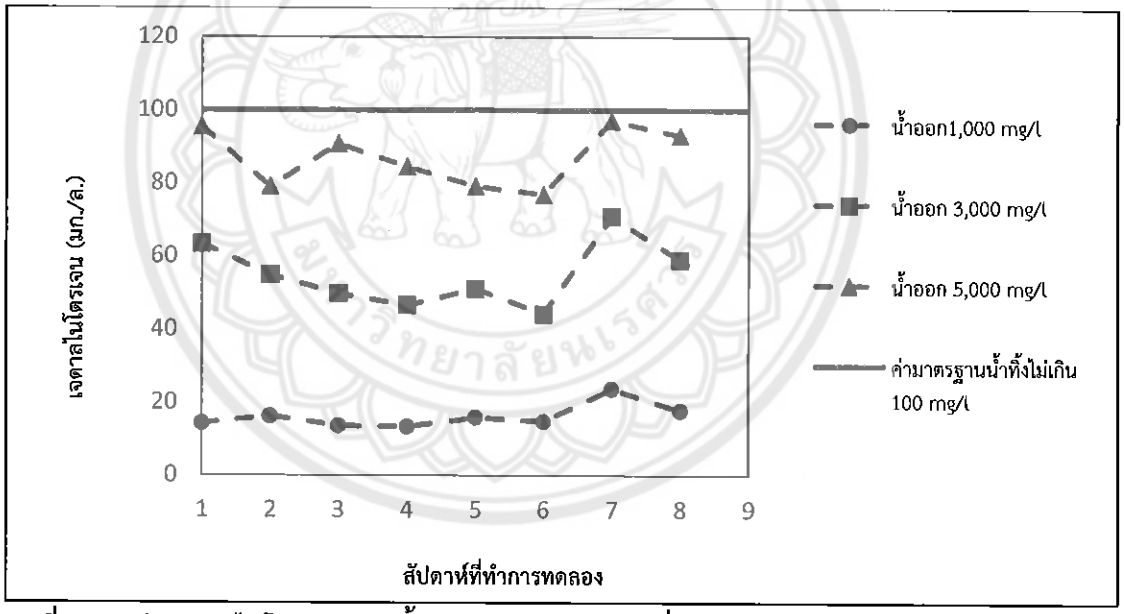
ผลกาทดลองและวิเคราะห์ค่าเจดาลไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.25 ถึง 4.29 ได้ดังนี้

จากรูปที่ 4.25 แสดงค่าเจดาลไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าเจดาลไนโตรเจนค่อนข้างคงที่และแปรผันตามค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า

จากรูปที่ 4.26 แสดงค่าเจดาลไนโตรเจนของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของค่าเจดาลไนโตรเจนค่อนข้างคงที่ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมค่าเจดาลไนโตรเจนไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าผ่านมาตรฐานทุกความเข้มข้นตลอดการทดลอง

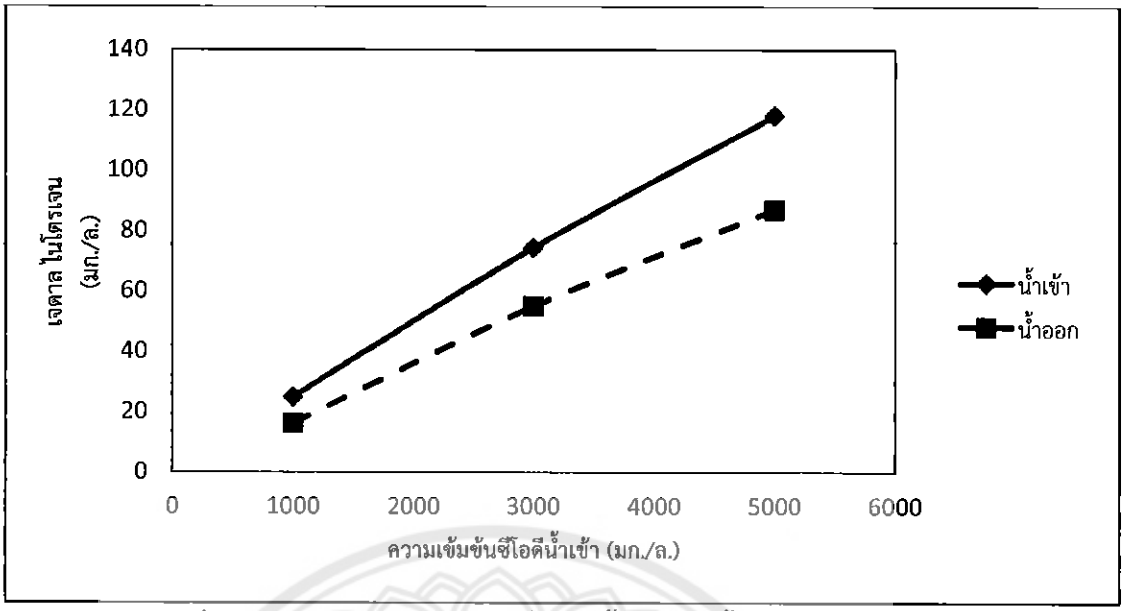


รูปที่ 4.25 ค่าเจดาลไนโตรเจนของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

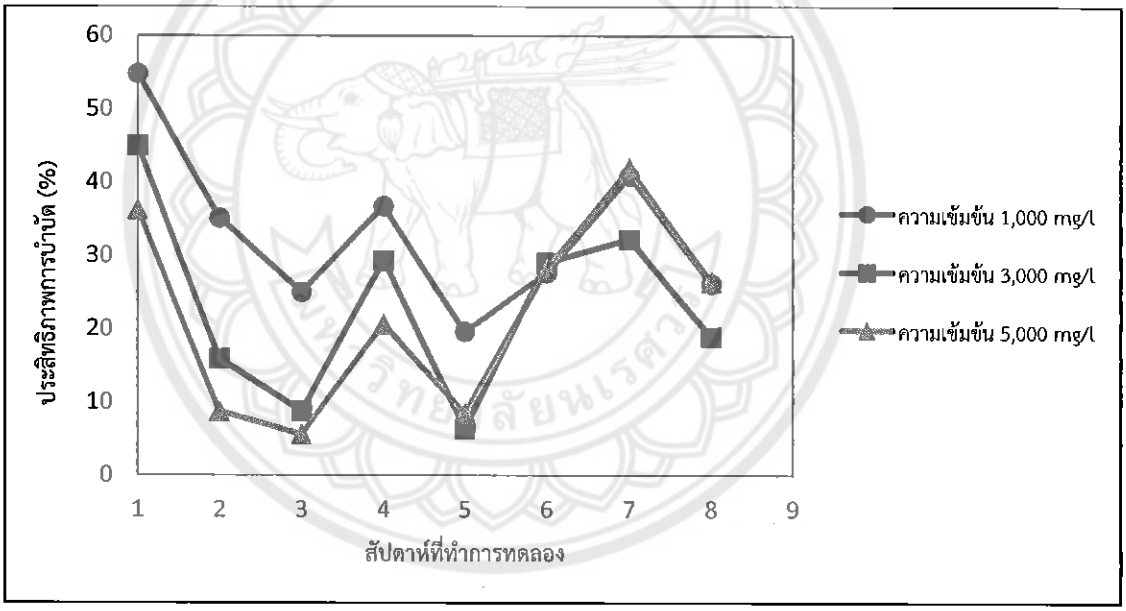


รูปที่ 4.26 ค่าเจดาลไนโตรเจนของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.27 แสดงค่าเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจากแบบจำลองกำหนดให้ค่าซีโอดีน้ำเข้าเท่ากับ 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำออกมีค่าเจดาลไนโตรเจน น้อยกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง และค่าเจดาลไนโตรเจนทั้งหมดทั้งในน้ำเข้าและน้ำออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า

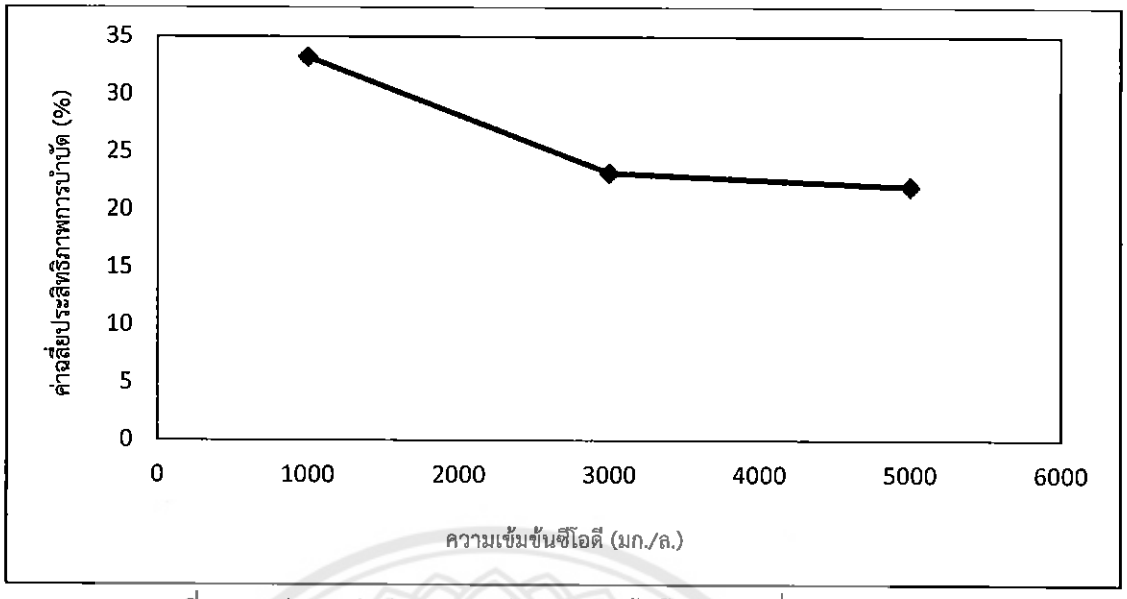


รูปที่ 4.27 ค่าเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลอง



รูปที่ 4.28 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.28 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจน ที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนมีค่าไม่คงที่

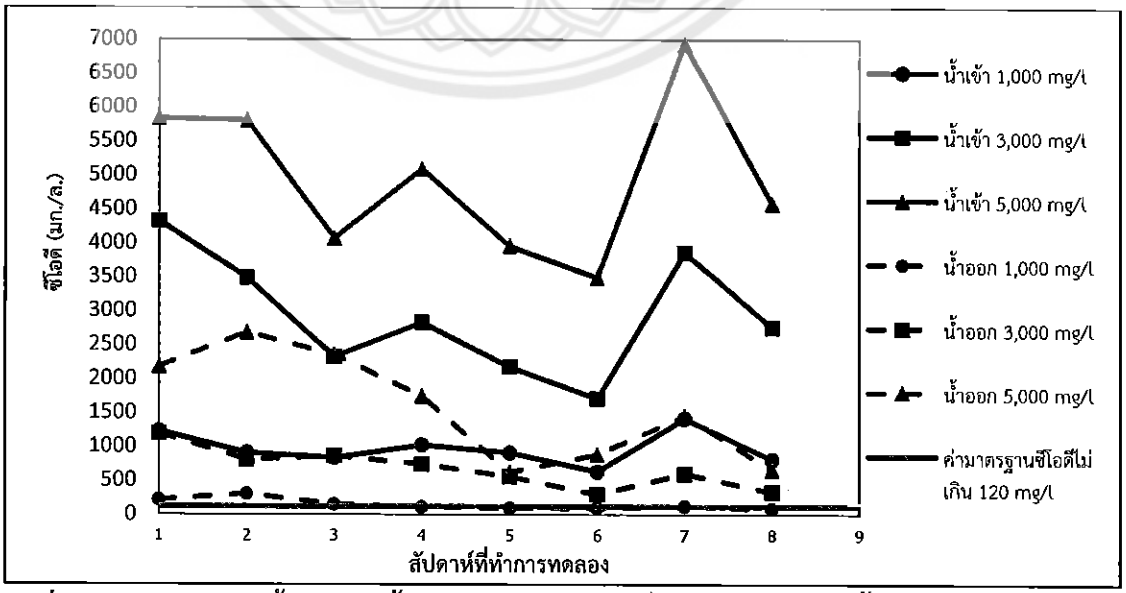


รูปที่ 4.29 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ยของแบบจำลอง

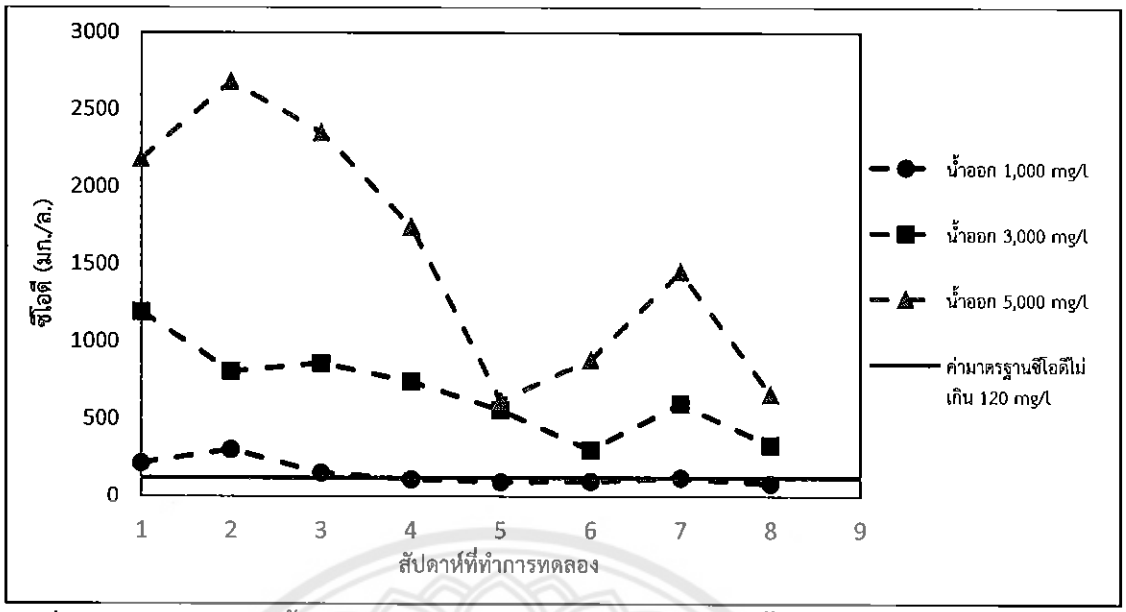
จากรูปที่ 4.29 แสดงให้ทราบค่าประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนเฉลี่ย ที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยประสิทธิภาพการบำบัดอยู่ในช่วงร้อยละ 21.99 – 33.22 และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ ร้อยละ 33.22 และและมีประสิทธิภาพต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ ร้อยละ 21.99

4.9 ซีโอดี

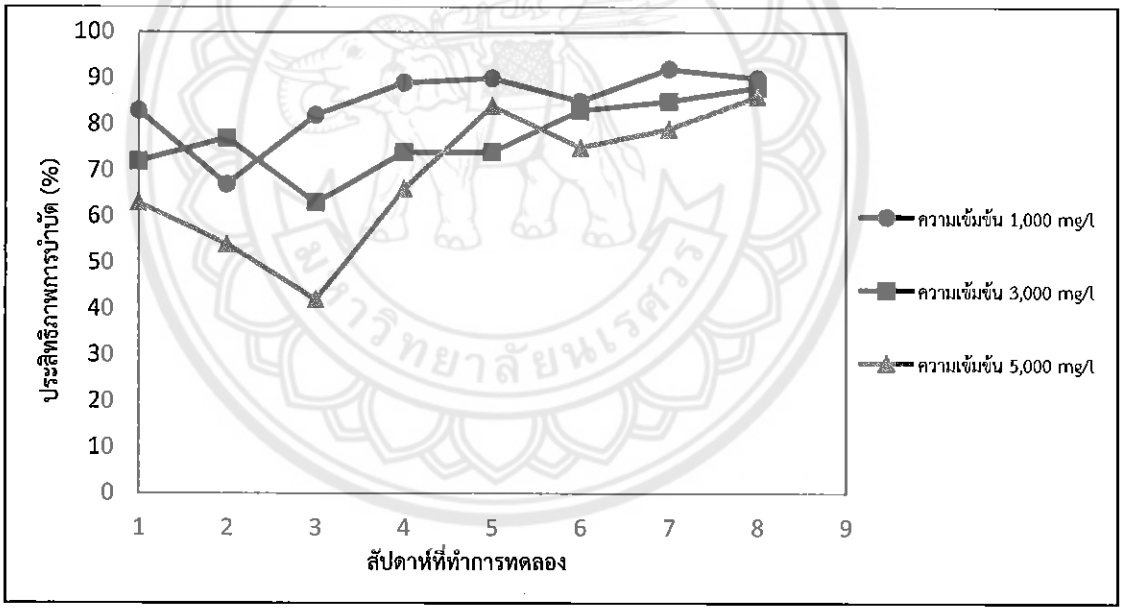
ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าซีโอดีของน้ำที่เข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.30 ถึง 4.33 ดังนี้



รูปที่ 4.30 ค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.31 ค่าซีโอดีของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

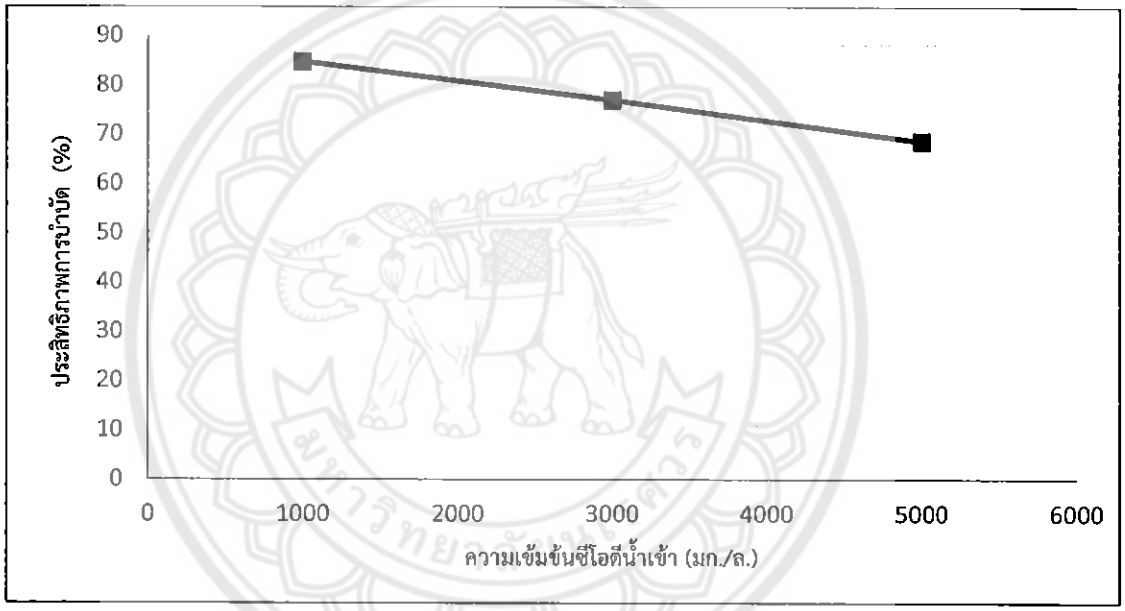


รูปที่ 4.32 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.30 ค่าซีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้ทราบถึงค่าการบำบัดซีโอดีจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการบำบัดค่าซีโอดีมีค่าน้ำออกน้อยกว่าค่าน้ำเข้าทุกๆ ความเข้มข้นตลอดการทดลอง สามารถบอกได้ว่ามีการบำบัดเกินขึ้นในระบบ และเมื่อพิจารณาเฉพาะค่าซีโอดีน้ำออก จากรูปที่ 4.31 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงาน

อุตสาหกรรมกำหนดค่าซีโอดีไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร จากราฟโดยรวมแล้วค่าซีโอดีน้ำออกยังไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด

จากรูปที่ 4.32 แสดงให้ทราบค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นน้อยจะมีค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีสูงกว่าที่ค่าความเข้มข้นซีโอดีมากๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าประสิทธิภาพลดต่ำลงที่สุดของการทดลอง ที่ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 และ5,00 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลองมีค่าประสิทธิภาพการบำบัดลดต่ำที่สุดของการทดลอง ซึ่งที่ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าประสิทธิภาพค่อนข้างแกว่งกว่าค่าความเข้มข้นอื่น

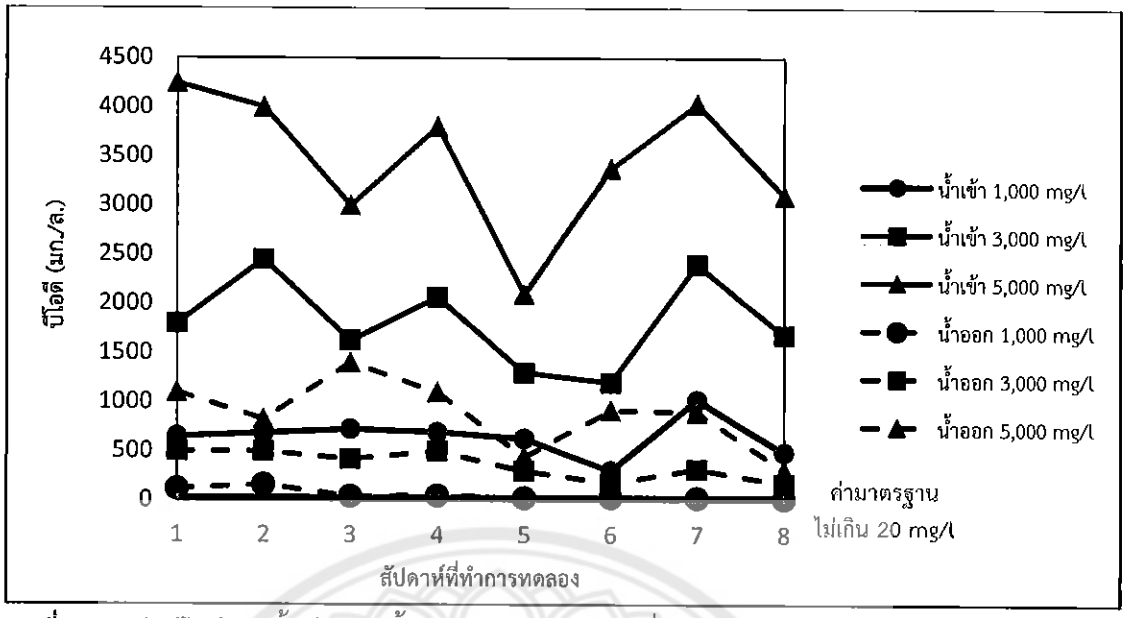


รูปที่ 4.33 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยจากแบบจำลอง

จากรูปที่ 4.33 แสดงให้ทราบค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยทุกๆ ความเข้มข้นน้ำเข้ามีค่าสูงกว่าน้ำออก แสดงให้ทราบว่าระบบมีการบำบัดเกิดขึ้น โดยค่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยจะแปรผันตามความเข้มข้น เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นค่าประสิทธิภาพการบำบัด ซีโอดีเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

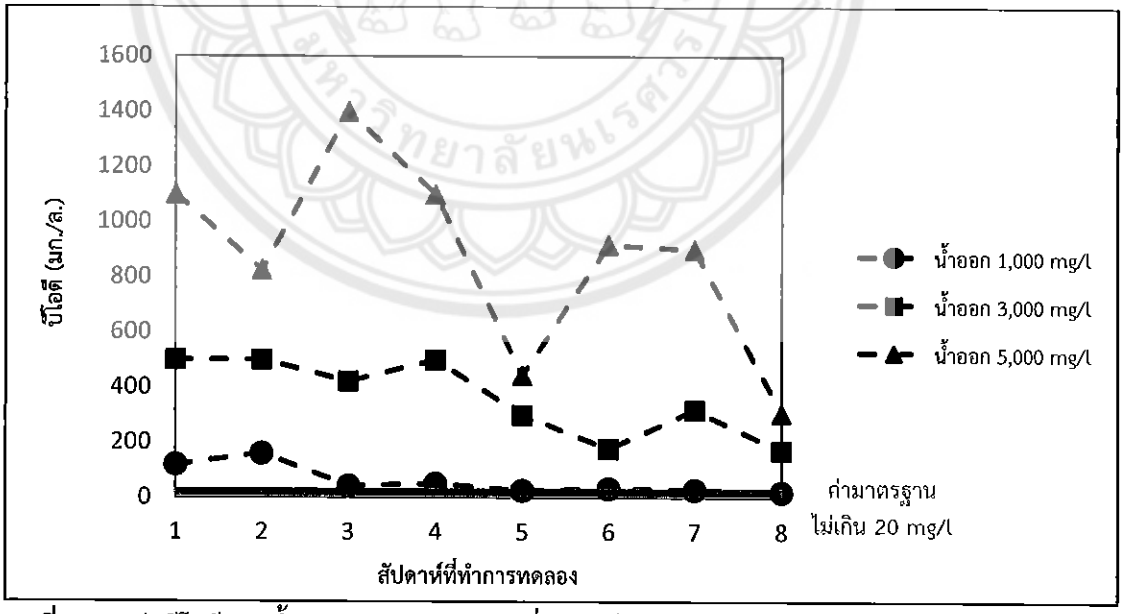
4.10 บีโอดี

ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าบีโอดีของน้ำที่เข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดในภาพผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.34 ถึง 4.37 ดังนี้



รูปที่ 4.34 ค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

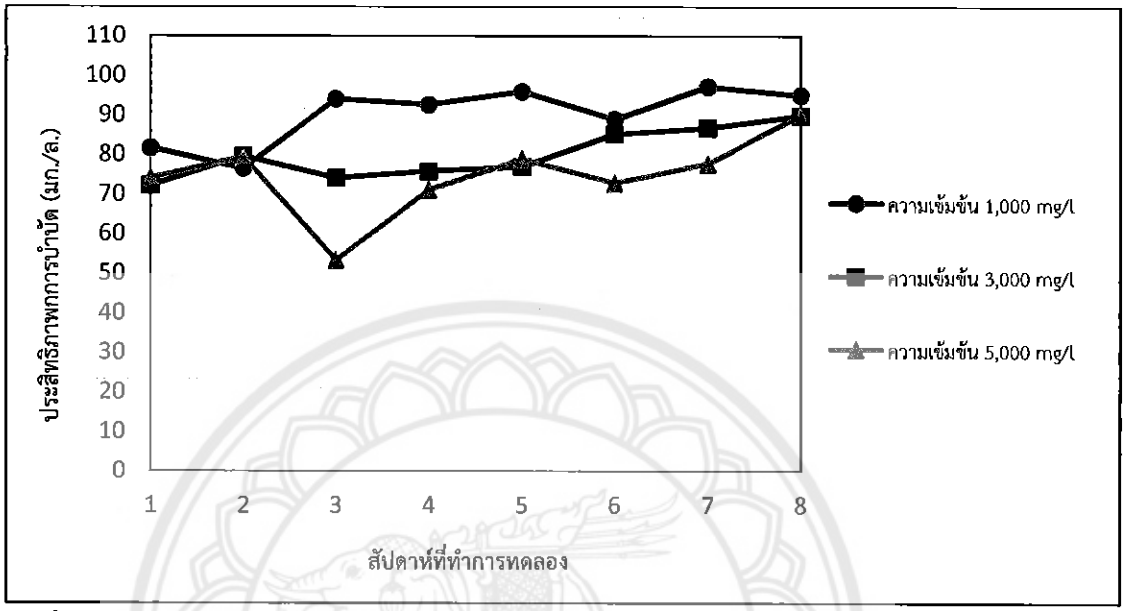
จากรูปที่ 4.34 แสดงค่าบีโอดีของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแนวโน้มของบีโอดีน้ำเข้ามีค่าไม่คงที่ แปรผันตามค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและจะเห็นได้ว่าค่าบีโอดีน้ำออกจะน้อยกว่าน้ำเข้า



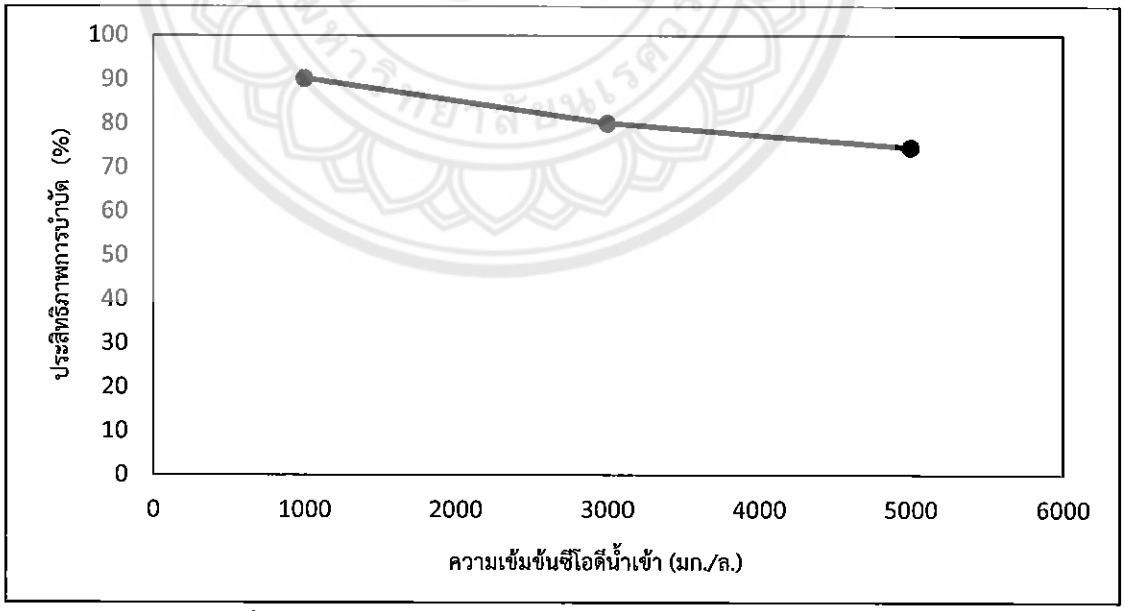
รูปที่ 4.35 ค่าบีโอดีของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.35 แสดงค่าบีโอดีของน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พาว่าที่ความเข้มข้น 1,000 และ 2,000 มีแนวโน้มเดียวกัน คือ

ค่อนข้างคงที่ แต่ที่ความเข้มข้น 5,000 ไม่คงที่ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบว่าไม่มีค่าใดผ่านค่ามาตรฐานกำหนด



รูปที่ 4.36 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.37 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีเฉลี่ยจากแบบจำลอง

จากรูปที่ 4.36 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ 1,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

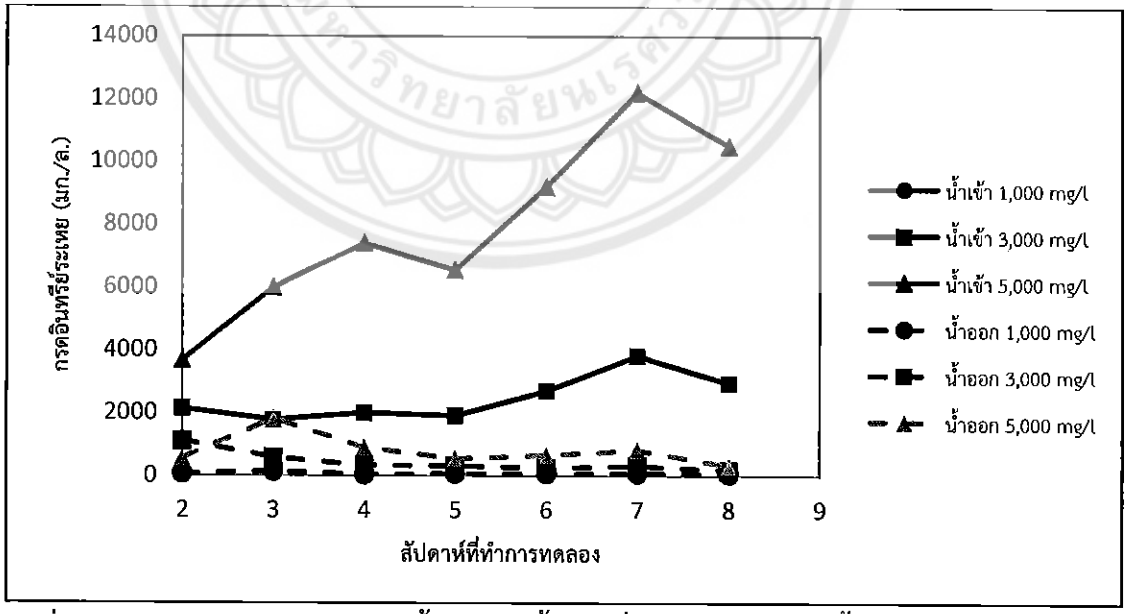
ค่อนข้างคงที่มีแนวโน้วเพิ่มขึ้นไปในทางเดียวกัน ส่วนความเข้มข้นที่ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงแรกมีแนวโน้มไม่คงที่แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 6 ก็เริ่มมีแนวโน้มประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

จากรูปที่ 4.37 แสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าน้ำเข้าแปลผันตรงกับความเข้มข้นซีโอดี น้ำออกมีค่าบีโอดีน้อยกว่าน้ำเข้าตลอดการทดลอง และค่าความเข้มข้นของบีโอดีเฉลี่ยของน้ำออกจากระบบอยู่ที่ 60 ถึง 900 มิลลิกรัมต่อลิตร

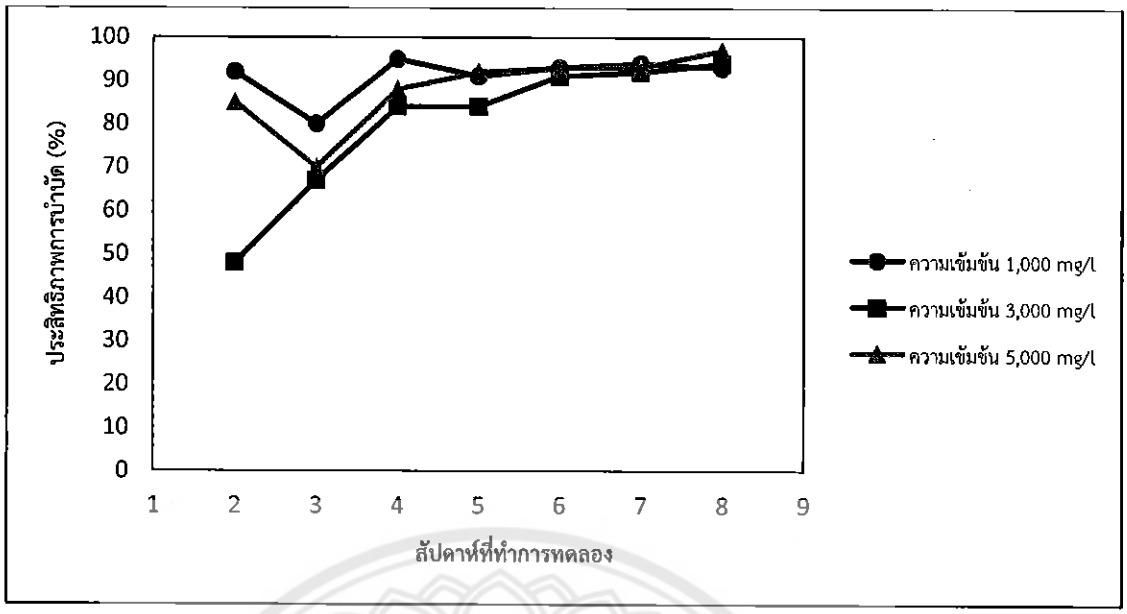
4.11 กรดอินทรีย์ระเหย

ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่ากรดอินทรีย์ระเหยของน้ำที่เข้าระบบและน้ำออกจากระบบที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองและวิเคราะห์ดังรายละเอียดในภาพผนวก ก และแสดงดังรูปที่ 4.38 ถึง 4.39 ดังนี้

จากรูปที่ 4.38 ค่ากรดอินทรีย์ระเหย ของน้ำเข้าและน้ำออกจากแบบจำลองที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่ากรดอินทรีย์ระเหยในน้ำเข้าที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 และ 3,000 ค่อนข้างคงที่ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มีความแปรปรวนสูง และค่าน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดีของ 1,000 3,000 และ 5,000 ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-3 มีความแปรปรวนแต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 4-9 ค่ามีความคงที่ ตลอดการทดลอง โดยรวมแล้วค่ากรดอินทรีย์ระเหยที่ความเข้มข้าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ของน้ำออกมีค่าน้อยกว่าน้ำเข้า สามารถบอกได้ว่ามีการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นในระบบ



รูปที่ 4.38 ค่ากรดอินทรีย์ระเหยของน้ำเข้าและน้ำออกที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



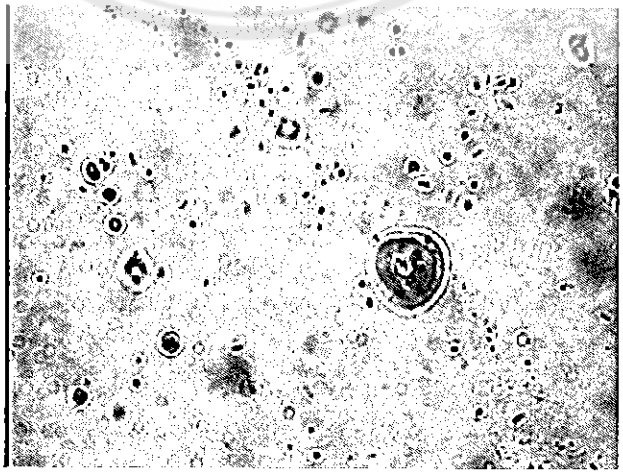
รูปที่ 4.39 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดกรดอินทรีย์ระเหยที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.39 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดกรดอินทรีย์ที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงแรกที่ 2-4 จากกราฟค่ามีความแปรปรวนสูง แต่ช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดกรดอินทร์ระเหยค่อนข้างคงที่ และมีแนวโน้มไปในทางเพิ่มขึ้น

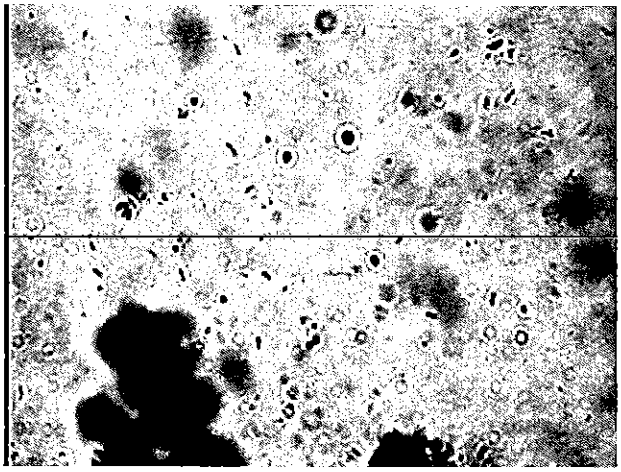
4.12 จุลินทรีย์ที่พบในระบบ

4.12.1 ถังกรองไร้อากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

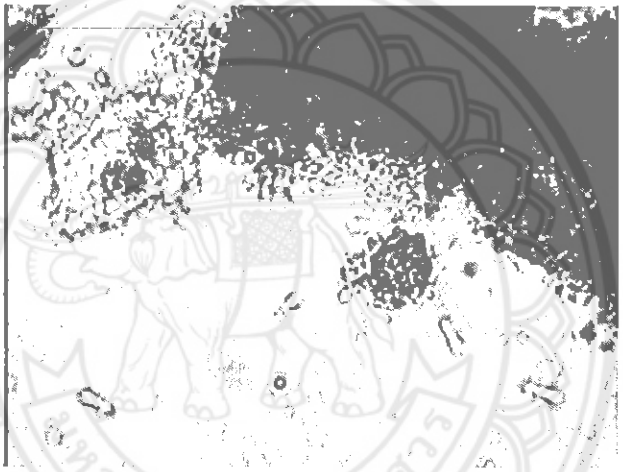
จากตะกอนในถังกรองไร้อากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่ามีจุลินทรีย์ ดังรูปที่ 4.40 ถึง รูปที่ 4.42



รูปที่ 4.40 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



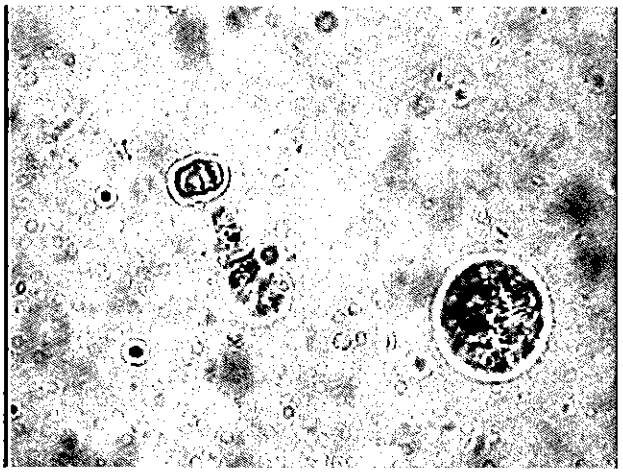
รูปที่ 4.41 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



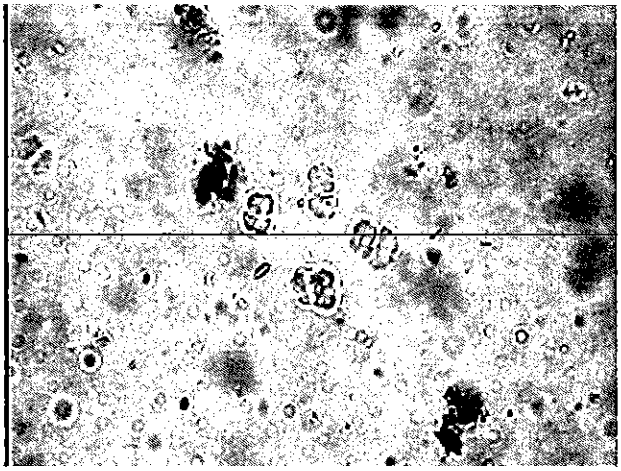
รูปที่ 4.42 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.12.2 ถังกรองไร้อากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

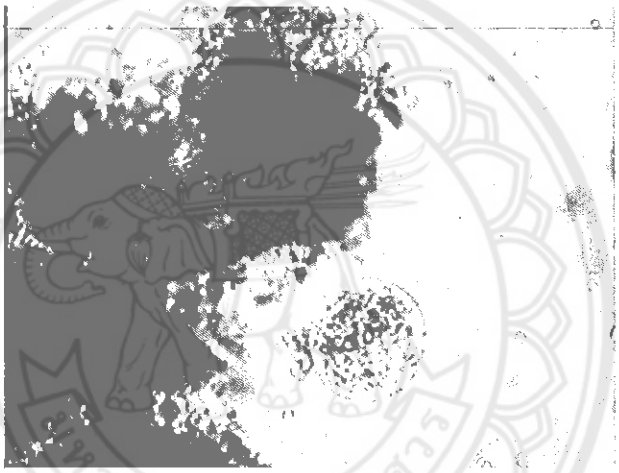
จากตะกอนในถังกรองไร้อากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่ามีจุลินทรีย์ ดังรูปที่ 4.43 ถึงรูปที่ 4.45



รูปที่ 4.43 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



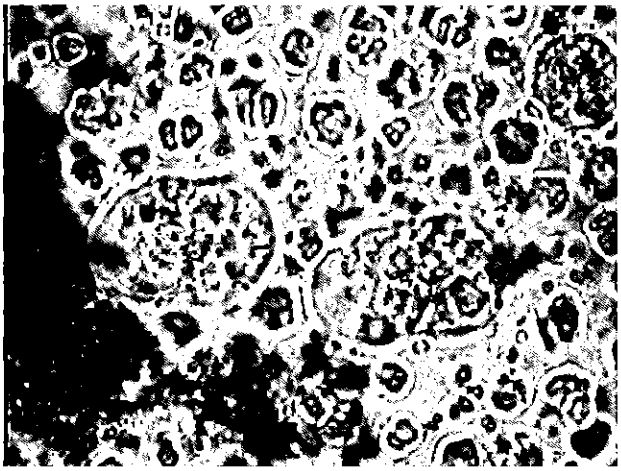
รูปที่ 4.44 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



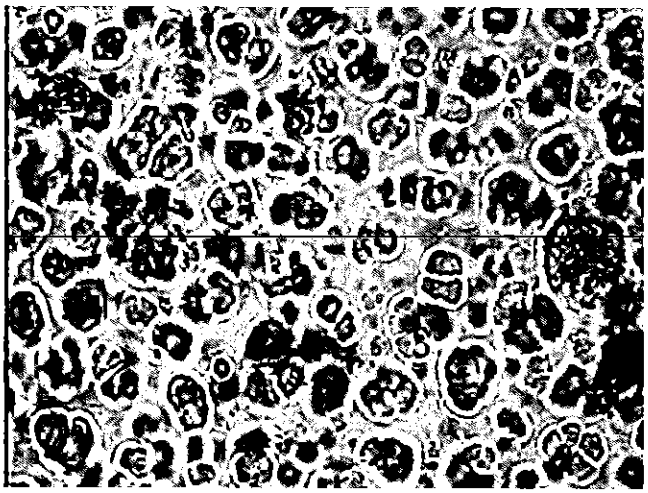
รูปที่ 4.45 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.12.2 ถังกรองไร้อากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

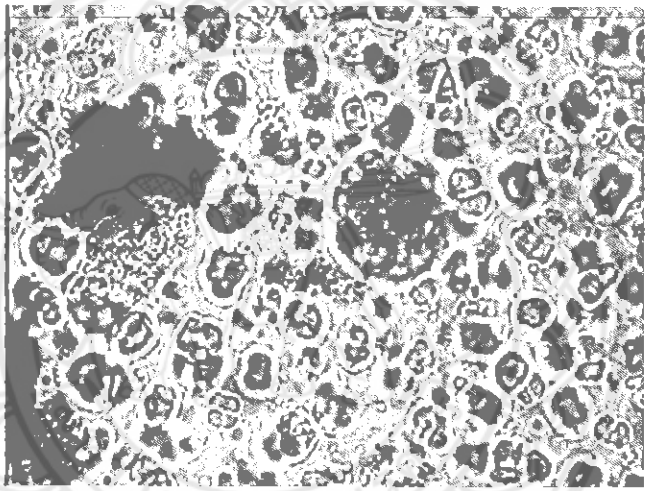
จากตะกอนในถังกรองไร้อากาศที่ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเริ่มบำบัดจนถึงสุดท้ายของการศึกษา นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่ามีจุลินทรีย์ ดังรูปที่ 4.46 ถึงรูปที่ 4.48



รูปที่ 4.46 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.47 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.48 จุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาสามารถสรุปค่าประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นมีค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน ดังตารางที่ 5.1

5.1.1 บีโอดี

น้ำทิ้งที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีค่าใดผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ประสิทธิภาพการบำบัดที่ดีที่สุด คือ ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.23% รองลงมาคือความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.04% และอันดับสุดท้ายที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 74.54%

จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพการบำบัดจะลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.2 ซีโอดี

น้ำชะขยะที่ผ่านระบบบำบัดถังกรองไหลอากาศชนิดไหลขึ้น ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรมกำหนดค่าซีโอดีไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ดีที่สุด คือความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 84.75% รองลงมา คือค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 77.00% และความเข้มข้น ซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 68.63%

ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.3 แอมโมเนียไนโตรเจน

จากน้ำทิ้งที่ความเข้มข้นค่าซีโอดี 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าแอมโมเนียไม่ถูกบำบัดเนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของค่าแอมโมเนีย การเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียสูงที่สุด คือ ที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 3,000 เท่ากับ 332.72% รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้นค่าซีโอดีน้ำเข้า 3,000 มีการเพิ่มขึ้นของค่าแอมโมเนียเท่ากับ 300%

5.1.4 เจดาลไนโตรเจน

น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมทุกครั้ง ได้แก่ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดที่ดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 33.22% และและมีประสิทธิภาพต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 21.99%

ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.5 ของแข็งทั้งหมด

น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ได้แก่ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ประสิทธิภาพการบำบัดที่ดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 47.33% และและมีประสิทธิภาพต่ำสุดที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 41.75%

ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.6 ของแข็งแขวนลอย

น้ำชะขยะที่ผ่านระบบบำบัดถังกรองไหลอากาศชนิดไหลขึ้น ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยดีที่สุด คือความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 61.75% รองลงมาคือค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 60.38%และความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 55.25%

5.1.7 ฟอสฟอรัส

ประสิทธิภาพการบำบัดที่ดีที่สุด คือ ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า เท่ากับ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 50% รองลงมาคือที่ความเข้มข้นซีโอดีเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 47.77%

ค่าความเข้มข้นที่แนะนำในการออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน คือ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.8 กรดอินทรีย์ระเหย

น้ำชะขยะที่ผ่านระบบบำบัดถังกรองไร้อากาศชนิดไหลขึ้น ที่ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีค่ากรดอินทรีย์ระเหยน้อยกว่าน้ำเข้าทุกความเข้มข้น ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ประสิทธิภาพการบำบัดกรดอินทรีย์ระเหยดีที่สุด คือความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 91.14% รองลงมาคือค่าความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 88.29%และความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด 80.00%

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้

ความเข้มข้นซีโอดี	พารามิเตอร์			
	บีโอดี	ซีโอดี	เจดาลไนโตรเจน	ของแข็งแขวนลอย
1,000 มก./ล.	×	×	✓	×
3,000 มก./ล.	×	×	✓	×
5,000 มก./ล.	×	×	✓	×

จากตารางที่ 5.1 จากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน ในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ บีโอดี ซีโอดี เจดาลไนโตรเจน และของแข็งแขวนลอย พบว่าพารามิเตอร์ที่ผ่านคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมมีแค่เจดาลไนโตรเจนเท่านั้นซึ่งผ่านทุกๆ ความเข้มข้น และค่าที่ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมมี บีโอดี ซีโอดี และ ของแข็งแขวนลอย ซึ่งไม่ผ่านทุกๆความเข้มข้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทำการทดลองการบำบัดน้ำชะขยะด้วยระบบถังกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก 2 วัน

- สังเกตลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียในระบบ เช่น สี กลิ่น ลักษณะน้ำ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและจดบันทึกไว้เพื่อเป็นข้อมูนในการวิเคราะห์ผลการทดลอง
- ช่วงระหว่างทำการศึกษาต้องทำการเติมน้ำชะขยะเข้าสู่ระบบทุกวัน น้ำชะขยะเป็นน้ำที่ความเข้มข้นสูง เมื่อทำการเติมน้ำควรตรวจสอบและสังเกตการณ์ทำงานของปั้มน้ำเข้าและการอุดตันของสายยางดูดน้ำเข้าอย่างสม่ำเสมอ
- ควรทำความสะอาดสายยางน้ำเข้าและน้ำออก อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เนื่องจากความเข้มข้นของตะกอนในน้ำสูง ถ้าไม่ทำความสะอาด ทำให้สายยางเกิดการอุดตันได้
- ขนาดของทางน้ำออกควรมีขนาดใหญ่ เพื่อให้น้ำออกสามารถไหลออกได้ดี
- ควรมีถังเก็บก๊าซในระบบ เพื่อจะได้ทราบปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น
- ควรติดตั้งวาล์วที่ต่อกับถังเก็บก๊าซให้แน่นสนิทเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกเข้าไป และไม่ให้อากาศข้างในรั่วออกได้
- พารามิเตอร์ที่ควรวิเคราะห์เพิ่ม คือ วัดตะกอนแบคทีเรียตอนสิ้นสุดการเดินระบบ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2547). มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2556, จาก http://www.pcd.go.th/.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2549). ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. กรุงเทพฯ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

ดร.สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. (2552). กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด สยามสเตชั่นเนารี่ซัพพลายส์

มงคล ทองสงคราม และสุวิชา ทับดี. (2545). อิเล็กทรอนิกส์ 2. กรุงเทพ ฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ. พริ้นติ้ง.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2542). เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บริษัท แซน อี. 68 คอนซัลติ้ง เอ็นจเนียรส์ จำกัด.

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และวิชญา อิ่มกระจ่าง. (2554). คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Metcalf&Eddy (1992). Wastewater Engineering Treatment and Reuse.Singapore: The McGrow – Hill companies.

http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html, 2556

http://www.waterindex.com/doc1-wastewater-from-industry1.htm, 2553

www.resjournal.kku.ac.th/article/8_2_53.pdf, 2556

http://digital.lib.kmutt.ac.th/magazine/issue8/articles/article1.html, 2556

http://203.114.124.2/elnweb/Photo/350/350_127.ppt, 2556

http://www.em-group.co.th/Technology_AFF.html, 2556

http://www.em-group.co.th/Technology_AFF.html, 2556

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเข้าและน้ำออกระบบที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

1. พีเอช

ตารางที่ ก.1 พีเอชที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

พีเอช (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	6.00	6.39	6.03	7.20	6.88	6.91
2	6.05	6.00	6.95	7.24	6.13	7.13
3	6.52	6.36	6.36	6.36	6.87	6.79
4	6.36	6.06	6.17	7.10	6.85	6.88
5	6.04	6.11	6.24	6.95	6.99	7.04
6	6.01	6.39	6.34	7.75	7.16	7.13
7	6.02	6.20	6.11	6.63	6.92	7.03
8	6.16	6.09	6.39	6.90	7.02	7.15
เฉลี่ย	6.14	6.20	6.32	7.13	6.85	7.00

2. อุณหภูมิ

ตารางที่ ก.2 อุณหภูมิที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

อุณหภูมิ (°C)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	28.00	29.00	29.00	29.00	28.00	28.00
2	27.00	27.00	27.00	28.00	29.00	29.00
3	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00
4	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
5	28.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00
6	29.00	29.00	29.00	28.00	29.00	28.00
7	29.00	29.00	29.00	29.00	30.00	30.00
8	28.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00

3. สภาพการนำไฟฟ้า

ตารางที่ ก.3 สภาพการนำไฟฟ้าที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	1110.00	3390.00	4470.00	920.00	4050.00	2670.00
2	940.00	2160.00	3680.00	1060.00	2540.00	4430.00
3	770.00	1920.00	2950.00	800.00	2020.00	3490.00
4	830.00	1960.00	3260.00	830.00	2100.00	3400.00
5	720.00	1650.00	2850.00	890.00	2250.00	3590.00
6	710.00	1790.00	2820.00	810.00	2050.00	3260.00
7	761.00	1941.00	2980.00	753.00	2040.00	3190.00
8	760.00	1940.00	3230.00	750.00	2440.00	3920.00
เฉลี่ย	825.12	2093.87	3280.00	851.625	2436.25	3493.75

4. ของแข็งทั้งหมด

ตารางที่ ก.4 ของแข็งทั้งหมดที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

ของแข็งทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	1996.00	6088.00	8120.00	816.00	4124.00	3012.00
2	1756.00	4104.00	6984.00	992.00	2808.00	4636.00
3	1172.00	3016.00	4700.00	548.00	2012.00	3800.00
4	1492.00	3628.00	6056.00	716.00	2128.00	3692.00
5	1280.00	3068.00	5172.00	636.00	1912.00	3064.00
6	1704.00	5092.00	6720.00	688.00	2292.00	4028.00
7	2252.00	5812.00	9452.00	904.00	2672.00	4448.00
8	1092.00	3084.00	5656.00	532.00	1680.00	2860.00
เฉลี่ย	1593.00	4236.50	6607.50	720.25	2453.50	3692.50

ตารางที่ ก.5 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมด (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มก./ล.
1	59.11	32.26	62.90
2	43.50	31.57	33.61
3	53.24	33.28	19.14
4	52.01	41.34	39.03
5	50.31	37.67	40.75
6	59.62	54.98	40.05
7	59.85	54.02	52.94
8	51.28	48.84	49.43
เฉลี่ย	47.33	41.75	42.23

5. ของแข็งแขวนลอย

ตารางที่ ก.6 ของแข็งแขวนลอยที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	119.17	417.39	694.77	59.00	130.00	127.50
2	122.86	354.83	652.37	55.45	156.00	202.86
3	76.29	233.34	421.43	57.83	171.42	169.57
4	93.33	325.00	940.00	44.62	121.88	290.00
5	65.00	290.69	270.00	37.79	148.00	189.74
6	108.95	381.48	584.2	23.50	89.61	625.49
7	136.84	436.36	820.00	30.36	101.79	258.62
8	82.00	300.00	643.47	30.00	100.00	406.67
เฉลี่ย	100.56	342.39	628.28	42.32	127.34	283.81

ตารางที่ ก.7 ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอย (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มก./ล.
1	50.00	69.00	82.00
2	55.00	56.00	69.00
3	24.00	27.00	60.00
4	52.00	62.00	69.00
5	42.00	49.00	30.00
6	78.00	77.00	79.00
7	78.00	77.00	68.00
8	63.00	66.00	37.00
เฉลี่ย	55.25	60.38	61.75

6. ฟอสฟอรัส

ตารางที่ ก.8 ฟอสฟอรัสที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	4.40	14.91	20.34	3.50	10.67	13.10
2	4.06	11.52	23.72	3.22	10.50	15.81
3	3.39	6.81	15.59	2.31	8.64	14.46
4	2.88	9.49	16.94	1.92	6.78	14.46
5	3.22	8.47	15.59	2.71	8.13	14.23
6	3.72	12.88	19.66	3.33	6.44	16.61
7	10.17	19.66	29.15	5.31	15.42	21.69
8	4.91	12.54	21.01	3.72	11.52	17.17
เฉลี่ย	4.59	12.28	20.25	3.19	9.76	15.94

ตารางที่ ก.9 ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัส (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มก./ล.
1	30.76	28.41	35.55
2	20.84	8.83	33.33
3	31.65	1.92	7.24
4	33.32	28.57	14.66
5	15.77	3.98	8.69
6	10.62	50.00	15.51
7	47.77	21.55	25.58
8	24.1	8.10	18.28
เฉลี่ย	26.86	18.92	19.85

7. แอมโมเนีย

ตารางที่ ก.10 แอมโมเนียที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	4.61	16.72	25.9	7.49	44.18	76.13
2	4.28	10.47	24.99	6.80	35.51	82.58
3	2.85	9.04	24.99	6.80	35.51	82.58
4	4.28	14.28	22.61	6.61	38.65	79.01
5	3.57	10.47	20.23	13.61	45.31	75.68
6	4.28	10.47	17.85	12.85	36.55	68.30
7	8.09	21.89	35.70	19.51	59.59	102.10
8	4.04	10.94	22.61	14.23	43.79	79.01
เฉลี่ย	4.50	11.72	21.86	10.99	42.38	80.67

ตารางที่ ก.11 เปอร์เซนต์การเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดห์ที่ทำการทดลอง	การเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 มก./ล.	ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 มก./ล.
1	62.65	164.14	193.33
2	138.305	287.27	206.66
3	58.037	292.64	230.48
4	54.43	170.67	249.47
5	281.34	332.72	274.11
6	200.00	249.09	282.66
7	141.18	172.17	186.00
8	251.75	300.00	249.47
เฉลี่ย	148.46	246.08	234.02

8. เจดาลไนโตรเจน

ตารางที่ ก.12 เจดาลไนโตรเจนที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

เจดาลไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	31.55	115.24	149.54	14.26	63.38	95.35
2	25.00	65.17	106.40	16.22	54.79	79.09
3	18.08	54.53	95.76	13.566	49.74	90.70
4	21.01	65.83	106.40	13.30	46.55	84.45
5	19.68	54.53	86.45	15.83	51.07	79.14
6	20.32	62.17	106.96	14.70	44.12	76.87
7	39.92	104.56	167.03	23.62	70.88	97.09
8	23.90	72.65	126.29	17.65	58.93	93.02

ตารางที่ ก.13 ประสิทธิภาพการบำบัดเจดาลไนโตรเจนที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 mg/l	ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 mg/l	ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 mg/l
1	54.78	45..00	36.23
2	35.10	15.91	8.75
3	25.00	8.78	5.57
4	36.70	29.29	20.62
5	19.59	6.34	8.46
6	27.63	29.03	28.12
7	40.81	32.20	41.86
8	26.13	18.87	26.34
เฉลี่ย	33.22	23.18	21.99

9. ซีโอดี

ตารางที่ ก.14 ซีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	1228.08	4319.95	5836.99	214.91	1191.96	2181.65
2	909.00	3487.48	5807.62	301.79	807.19	2683.37
3	838.13	2323.23	4073.00	150.72	860.18	2352.64
4	1020.61	2827.36	5089.25	108.61	741.32	1744.69
5	911.20	2176.00	3957.60	91.80	557.60	618.80
6	631.66	1706.14	3490.43	95.51	299.55	882.38
7	1412.74	3857.86	6927.84	117.73	597.69	1453.49
8	810.77	2759.46	4580.13	80.60	330.71	661.42
เฉลี่ย	970.27	2932.19	4970.36	145.21	673.27	1572.30

ตารางที่ ก.15 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 (มก./ล.)	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 (มก./ล.)	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 (มก./ล.)
1	83.00	72.00	63.00
2	67.00	77.00	54.00
3	82.00	63.00	42.00
4	89.00	74.00	66.00
5	90.00	74.00	84.00
6	85.00	83.00	75.00
7	92.00	85.00	79.00
8	90.00	88.00	86.00
เฉลี่ย	84.75	77.00	68.63

10. บีโอดี

ตารางที่ ก.16 บีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า(mg/l)			ความเข้มข้นน้ำออก(mg/l)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
1	650.00	1800.00	4242.85	119.23	500.00	1100.00
2	683.25	2450.00	4000.00	160.52	500.00	825.00
3	725.00	1625.00	3000.00	42.98	421.42	1400.00
4	693.05	2066.50	3800.00	51.19	500.00	1100.00
5	630.00	1300.00	2100.00	25.80	300.00	444.00
6	303.12	1200.00	3375.00	33.60	177.63	916.66
7	1024.00	2400.00	4033.00	28.70	318.70	900.00
8	490.00	1683.00	3100.00	20.14	171.17	308.16
เฉลี่ย	649.80	1815.56	3456.35	60.27	361.11	874.22

ตารางที่ ก.17 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 (มก./ล.)	ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 (มก./ล.)	ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 (มก./ล.)
1	81.65	72.22	74.07
2	76.50	79.59	79.37
3	94.07	74.06	53.33
4	92.61	75.8	71.05
5	95.90	76.92	78.85
6	88.91	85.19	72.83
7	97.19	86.72	77.68
8	95.00	89.82	90.00
เฉลี่ย	90.23	80.04	74.54

11. กรดอินทรีย์ระเหย

ตารางที่ ก.18 กรดอินทรีย์ระเหยที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

กรดอินทรีย์ระเหย (มิลลิกรัมต่อลิตร)						
สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ความเข้มข้นน้ำเข้า (มก./ล.)			ความเข้มข้นน้ำออก (มก./ล.)		
	1000	3000	5000	1000	3000	5000
2	850.00	2138.00	3675.00	68.00	1112.00	564.00
3	688.00	1775.00	6000.00	144.00	584.00	1824.00
4	863.00	2000.00	7400.00	42.00	330.00	900.00
5	725.00	1913.00	6550.00	64.00	314.00	548.00
6	900.00	2700.00	9200.00	64.00	248.00	652.00
7	1250.00	3825.00	12200.00	76.00	320.00	820.00
8	900.00	2950.00	10500.00	60.00	172.00	324.00

ตารางที่ ก.19 กรดอินทรีย์ระเหยที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 2 วัน

สัปดาห์ที่ทำการทดลอง	ประสิทธิภาพการบำบัดกรดอินทรีย์ (%)		
	ความเข้มข้นซีโอดี 1,000 (มก./ล.)	ความเข้มข้นซีโอดี 3,000 (มก./ล.)	ความเข้มข้นซีโอดี 5,000 (มก./ล.)
2	92.00	48.00	85.00
3	80.00	67.00	70.00
4	95.00	84.00	88.00
5	91.00	8.00	92.00
6	93.00	91.00	93.00
7	94.00	92.00	93.00
8	93.00	94.00	97.00

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายธงชัย อิ่มเกิด
ภูมิลำเนา 145 หมู่ 2 ต.ปากแรด อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก
ประวัติการศึกษา
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจ่านกร้อง
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
- สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail: dinoco_suu@hotmail.com

ชื่อ นายบัญชา อิ่มแสง
ภูมิลำเนา 4/68 ถนน พหลโยธิน ต.ระแหง อ.เมือง จ.ตาก

ประวัติการศึกษา
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตากพิทยาคม
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
- สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail: babyhero_t@hotmail.com

ชื่อ นางสาวเพชรรัตน์ พิณเพ็ชร
ภูมิลำเนา 2/82 หมู่ 6 ถนน ตลิ่งชัน-สุพรรณบุรี ต.เสาธงหิน อ.บางใหญ่ จ.นนทบุรี
ประวัติการศึกษา
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอัสสัมชัญ
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
- สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail: oumzila@hotmail.com

ชื่อ นางสาวรัตนาภรณ์ รักงาน
ภูมิลำเนา 2 หมู่ 10 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจ่านกร้อง
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
- สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail: nanniizjung@gmail.com