ประสิทธิภาพการกำจัดโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียจากถังเกรอะ โดยใช้เครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางครึ่งถังจม

นาย จิตเทพ ประสิทธิ์อยู่ศีล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2534

ISBN 974-581-707-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018119

COLIFORM BACTERIA REMOVAL EFFICIENCY IN SEPTIC TANK EFFLUENT USING AN ANAEROBIC FILTER WITH SUBMERGED HALF MEDIA

MR. JITTHEP PRASITYOUSIL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments

for the Degree at Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-707-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพการกำจัดโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียจากถังเกรอะโดยใช้เครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางครึ่งถังจม
โดย	นาย จิตเทพ ประสิทธิ์อยู่ศีล
ภาควิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทวี จิตไมตรี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

จิตเทพ ประสิทธิ์อยู่ศีล : ประสิทธิภาพการลดโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียจากถังเกรอะโดยใช้ถังกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางครึ่งถังจม (COLIFORM BACTERIA REMOVAL EFFICIENCY IN SEPTIC TANK EFFLUENT USING AN ANAEROBIC FILTER WITH SUBMERGED HALF MEDIA) อ.ที่ปรึกษา : ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ, 184 หน้า. ISBN 974-581-707-4

การวิจัยถังกรองไร้ออกซิเจนที่ตัวกลางครึ่งถังจมใช้กระบอก พี.วี.ซี. ใสขนาดเส้นผ่าศูนย์-กลาง 3 นิ้ว มีความสูง 2.50 เมตร บรรจุโรลม้วนผมพลาสติกทำหน้าที่เป็นตัวกลางกรองมีความสูงชั้นตัวกลาง 1.26 เมตร ทดลองกำจัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำมีค่าซีโอดีเฉลี่ย 147 มก./ล. มีปริมาณโคไล-ฟอร์มแบคทีเรีย ในน้ำเสียเฉลี่ย 1.54×10^7 MPN/100 ml. ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฮโดรลิคโหลดติง 0.27, 0.18, 0.07 และ 0.06 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ตามลำดับ พบว่าประสิทธิภาพในการลดโคไลฟอร์มแบคทีเรีย ร้อยละ 88, 96, 98 และ 99 ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการลดซีโอดี ร้อยละ 61, 71, 72 และ 74 ตามลำดับ โดยที่ประสิทธิภาพในการลดโคไลฟอร์มแบคทีเรีย และซีโอดีในน้ำเสียมากกว่า ร้อยละ 50 เกิดที่ชั้นตัวกลางมากกว่า 0.45 เมตรขึ้นไป

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C016655 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING
KEY WORD : ANAEROBIC FILTER/ COLIFORM BACTERIA/ ORGANIC LOADING

JITTHEP PRASITYOUSIL : COLIFORM BACTERIA REMOVAL EFFICIENCY IN SEPTIC TANK EFFLUENT USING AN ANAEROBIC FILTER WITH SUBMERGED HALF MEDIA. THESIS ADVISOR : Dr. PETCHPORN CHAWAKITCHAREON, Ph.D. 184 PP.
ISBN 974-581-707-4

This study used P.V.C. in with diameter of 3 inches and height of 2.50 meters filled with plastic medias up to 1.26 metres. The anaerobic filter with half - submerged media treated low strength wastewater with average COD about 147 mg/l and average total coliform bacteria about 1.54×10^7 MPN/100 ml. By varying the hydraulic retention time 12, 24, 48 and 72 hours which corresponds to hydraulic loading about 0.27, 0.18, 0.07 and 0.06 kg. COD/cu.m.-d respectively, we found that the removal efficiency of total coliform bacteria was 88, 96, 98 and 99%, respectively, and the removal efficiency of COD was 61, 71, 72 and 74%, respectively. We also found that the effective height of filter media was greater than 0.45 meters where total coliform bacteria and COD were removed more than 50%

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด

ขอขอบคุณทบวงมหาวิทยาลัยในโครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์ ที่กรุณาทุนการศึกษา และขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เชียงใหม่ ที่ได้ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และ พี่ ๆ เพื่อน ทุกท่านที่ได้คอยให้กำลังใจด้วยดีมาตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญเรื่อง ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ
บทที่ 1. บทนำ 1
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย 3
3. แนวเหตุผล ทฤษฎีที่สำคัญ หรือสมมุติฐาน 4
3.1 หลักการทำงานของปฏิบัติการแบบไร้ออกซิเจนโดยทั่วไป 4
3.2 สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน 10
3.3 ประเภทของระบบกำจัดน้ำเสีย 22
3.4 การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่ผ่านมา . 45
4. แผนการวิจัย 55
4.1 แผนการวิจัย 55
4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย 56
4.3 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำเสีย 59
4.4 วิธีการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย 60
5. ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล 62
5.1 การเริ่มต้นระบบ 62
5.2 ผลการวิจัยเครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางครึงถังจม 63
5.3 วิจารณ์ผลการทดลอง 98
6. สรุปผลการวิจัย 108
6.1 บทสรุป 108
6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป 108

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 116
ภาคผนวก ก. 125
ภาคผนวก ข. 180
ประวัติผู้เขียน 184

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของไบโอโพลีเมอร์ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนอิสระ.. 7

3.2 อาหารเสริมสำหรับแบคทีเรียในกระบวนการไร้ออกซิเจนอิสระ..... 14

3.3 การยับยั้งและเป็นพิษต่อกระบวนการไร้ออกซิเจนอิสระ 15

3.4 ผลการวิจัยเกี่ยวกับการวัดค่า ORP ในสภาวะไร้ออกซิเจน 20

3.5 สรุปงานวิจัยบางส่วนเกี่ยวกับตัวกลางที่ใช้ในถังกรองไร้ออกซิเจน 37

3.6 ข้อดีและข้อเสียของระบบไร้ออกซิเจน 42

3.7 ปริมาณโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทิ้งจากถังกรองไร้ออกซิเจน 52

4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์โดยการเปลี่ยน
อัตราการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถังกรองไร้ออกซิเจน 55

4.2 ตัวแปรตามที่จะวิเคราะห์และความถี่ในการวิเคราะห์ 59

5.1 ค่าเฉลี่ยของพีเอชในน้ำเสีย, น้ำทิ้ง และที่ระยะความสูงต่าง ๆ
จากข้างล่างถังกรองฯขึ้นมา 64

5.2 ปริมาณกรดโวลาไทล์ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ปริมาณกรดโวลาไทล์
ที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และปริมาณ
กรดโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ 70

5.3 ปริมาณความเป็นด่างรวมในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ปริมาณความเป็น
ด่างรวมที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา
และปริมาณความเป็นด่างรวม ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ 71

5.4 อัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดโวลาไทล์ และปริมาณความเป็นด่าง
รวมของระบบฯ 71

5.5 ค่า ORP ของน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ค่า ORP ของน้ำทิ้งจากถังกรอง
และค่า ORP ที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา..... 80

5.6 ปริมาณตะกอนแขวนลอยและตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ในน้ำเสีย
เข้าถังกรองฯ, ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ และที่ระดับความสูงต่าง ๆ
จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา 89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.7 ปริมาณซีโอดี ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และปริมาณซีโอดีในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ 91

5.8 ค่าเฉลี่ยก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง 94

5.9 ปริมาณโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียที่เข้าถังกรองฯ, ที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และปริมาณโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ 96

5.10 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen : N) และปริมาณฟอสฟอรัส (Total Phosphate : P) ที่เข้าถังกรองฯ ... 97

5.11 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen : N) และปริมาณฟอสฟอรัส (Total Phosphate : P) ที่ออกถังกรองฯ ... 97

5.12 สมดุลย์ของคาร์บอนในระบบฯ 100

5.13 อัตราส่วนของก๊าซมีเทนต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด (ตามสมมุติฐาน) 101

6.1 ประสิทธิภาพในการลดซีโอดีและโคไลฟอร์มแบคทีเรียที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ 109

6.2 สรุปผลการทดลองในการลดโคไลฟอร์มแบคทีเรียโดยถังกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางครึ่งถังจม 112

6.3 สรุปงานวิจัยที่ผ่านมาในด้านปริมาณโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียที่ออกจากระบบถังกรองไร้ออกซิเจน 113

6.4 ข้อแนะนำลักษณะน้ำทิ้งจากระบบกำจัดน้ำเสียต่าง ๆ ของประเทศญี่ปุ่น 114

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 ปฏิกิริยาการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ 6
3.2 ปฏิกิริยาของแบคทีเรียพวกสร้างกรด 8
3.3 ปฏิกิริยาของแบคทีเรียพวกสร้างมีเทน 10
3.4 ความสัมพันธ์ในทางทฤษฎีระหว่าง CO_2 pH และสภาพความเป็นด่าง ไบคาร์บอเนตของถังหมักไร้ออกซิเจน 11
3.5 ปฏิกิริยาการทำลายพิษของโลหะหนัก (heavy metal) โดยซัลไฟด์ ($S^=$) ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน 17
3.6 ค่า ORP ที่ระยะเวลาการวัดต่าง ๆ กัน (Potential variation during the electrode adjustment period) 21
3.7 ระบบถังหมักธรรมดา 23
3.8 ก. ระบบถังหมักแบบคอนแท็คท์ 24
ข. ระบบถังหมักแยกประเภท 25
3.9 ระบบ Fluidized and Expanded Bed 26
3.10 ระบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket 27
3.11 ระบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจน 28
3.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง SRT และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน 29
3.13 ผลของระยะเวลาเก็บกักของของแข็ง (SRT) ต่อการย่อยสลายอนุภาคของของแข็งโวลาไทล์ 31
3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บกักของแข็ง (SRT) และความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ในน้ำออกจากระบบถังหมัก Kelp ที่อุณหภูมิสูง (35° c) 32
3.15 ผล HRT ต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน 32
3.16 ชนิดต่าง ๆ ของตัวกรอง (Filter media) ที่ใช้บรรจุในถังกรองไร้ออกซิเจน 36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.17 รูปแบบโดยทั่วไปของถังเกรอะ 43
4.1 แสดง Flow diagram ของระบบถังกรองไร้ออกซิเจน 56
4.2 รูปแสดงขวดดักก๊าซและเครื่องมือวัดก๊าซที่ใช้ในการทดลอง 58
4.3 รูปแสดงตัวกลางกรองที่ใช้ภายในถังกรองฯ 58
5.1 การจัดเรียงโรลม้วนผมพลาสติก 62
5.2 ระดับพีเอชของน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จาก ด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับพีเอชของน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12 ชั่วโมง) 65
5.3 ระดับพีเอชของน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จาก ด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับพีเอชของน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง) 66
5.4 ระดับพีเอชของน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จาก ด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับพีเอชของน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 48 ชั่วโมง) 67
5.5 ระดับพีเอชของน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จาก ด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับพีเอชของน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 72 ชั่วโมง) 68
5.6 ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจาก ถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12 ชั่วโมง) 72
5.7 ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจาก ถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง) 73
5.8 ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจาก ถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 48 ชั่วโมง) 74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.9 ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับกรดโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 72 ชั่วโมง) 75

5.10 ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง) 76

5.11 ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง) 77

5.12 ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกัก 48 ชั่วโมง) 78

5.13 ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และ ระดับความเป็นด่างรวมในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกัก 72 ชั่วโมง) 79

5.14 ระดับ ORP ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับ ORP ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12 ชั่วโมง) 81

5.15 ระดับ ORP ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับ ORP ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง) 82

5.16 ระดับ ORP ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับ ORP ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 48 ชั่วโมง) 83

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.17 ระดับ ORP ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา และ ระดับ ORP ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 72 ชั่วโมง) 84

5.18 ระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12 ชั่วโมง) 85

5.19 ระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง) 86

5.20 ระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 48 ชั่วโมง) 87

5.21 ระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ ในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ, ที่ระยะต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯ ขึ้นมา และระดับตะกอนแขวนลอย, ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 72 ชั่วโมง) 88

5.22 ปริมาณซีโอดีในน้ำเสียเข้าถังกรองฯ และในน้ำทิ้งจากถังกรองฯ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำต่างๆ (12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง) 92

5.23 ค่าซีโอดีที่ระดับความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ กัน 103

5.24 ระดับของโคไลฟอร์มแบคทีเรียที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12 และ 48 ชั่วโมง) 105

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.25 ระดับของโคไลฟอร์มแบคทีเรียที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา (ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 24 และ 72 ชั่วโมง) 105

6.1 ประสิทธิภาพการลดซีโอดีที่ความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมาที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ 110

6.2 ประสิทธิภาพในการลดโคไลฟอร์มแบคทีเรียที่ความสูงต่าง ๆ จากด้านล่างถังกรองฯขึ้นมา ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ 111