

ผลของความเข้มข้นของน้ำมันปาล์มต่อประสิทธิภาพระบบ แพลคเจจ อาร์ บี ซี

นางสาวชญาณิศ เอี่ยมแก้ว วท.บ. (จุลชีววิทยา)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2555

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ศ. ดร.สุเมธ ชวเดช)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ศ. ดร.สันทัต ศิริอนันต์ไพบูลย์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร.สุวิมล อัสวพิศิษฐ)

กรรมการ

(รศ. นฤมล จิยโชค)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของความเข้มข้นของน้ำมันปลาต่อประสิทธิภาพระบบ แพคเคจ อาร์ บี ซี
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นางสาวชญานิศ เอี่ยมแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศ. ดร.สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
สายวิชา	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
คณะ	พลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
พ.ศ.	2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับผลของความเข้มข้นของน้ำมันปลาและระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัด Packed Cage RBC โดยการทดลองย่อส่วนในระดับห้องปฏิบัติการ น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำมันปลาเข้มข้น 200, 400 และ 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าน้ำเสียที่มีน้ำมันปลา 200 มิลลิกรัม/ลิตร ระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีสูงสุดเท่ากับร้อยละ 94.52 ± 2.06 ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีในน้ำเสียที่มีน้ำมันปลา 400 และ 600 มิลลิกรัม/ลิตร (ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 9.66 และ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) จะลดลงเหลือร้อยละ 84.30 ± 2.62 และ 66.24 ± 4.88 ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดไขมันและน้ำมันสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.14 ± 3.05 ที่ความเข้มข้นน้ำมันปลา 200 มิลลิกรัม/ลิตรและระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) และประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันจะลดลงเหลือร้อยละ 72.85 ± 3.91 และ 65.50 ± 2.38 เมื่อระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 9 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ (ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 9.66 และ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)

จากผลการศึกษาข้างต้น ประสิทธิภาพการบำบัดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักหรือการลดภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ ส่วนการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง อีกทั้งไขมันและน้ำมันจะทำให้ฟิล์มชีวะหลุดออกจากตัวกลางมากขึ้น

คำสำคัญ: ระยะเวลาเก็บกัก/ไขมันและน้ำมัน/Packed Cage RBC/น้ำมันปลา

Thesis Title	Effect of Palm Oil Concentration on the Efficiency of Packed Cage RBC System
Thesis Credits	12
Candidate	Miss Chayanit Eamkaow
Thesis Advisor	Prof. Dr. Suntud Sirianapaiboon
Program	Master of Science
Department	Environmental Technology
Field of Study	Environmental Technology
Faculty	School of Energy, Environment and Materials
B.E.	2555

Abstract

The study was concerned on the effects of palm oil concentration and hydraulic retention time (HRT) on the efficiency of the packed cage RBC system. The experiment was carried out in the laboratory scale packed cage RBC system with synthetic wastewater containing 200, 400 and 600 mg/l palm oil at an HRT of 12, 9 and 6 hours. The results showed that the system with wastewater containing 200 mg/l palm oil showed the highest BOD₅ removal efficiency of 94.52±2.06% at the HRT of 12 hours (organic loading of 7.56 g BOD/m³-day). However, the BOD₅ removal efficiencies with wastewater containing 400 and 600 mg/l palm oil (organic loading of 9.66 and 13.59 g BOD/m³-day) decreased to 84.30±2.62 and 66.24±4.88, respectively. For the oil & grease removal efficiency, the system also showed the highest oil & grease removal efficiency of 85.14±3.05% at an HRT of 12 hours (organic loading of 7.56 g BOD/m³-day). In addition, the removal efficiencies decreased to 72.85±3.91 and 65.50±2.38 when the HRTs were decreased to 9 and 6 hours (organic loading of 9.66 and 13.59 g BOD/m³-day), respectively.

For the conclusion, the removal efficiency increased with the increase of HRT or the decrease of organic loading. Moreover, the increase of oil & grease concentration or loading resulted in decreasing the removal efficiency of the system. Also, the increase of oil & grease concentration caused the peeling of bio-film from the bio-drum.

Keywords: Hydraulic Retention Time/Oil & Grease /Packed Cage RBC/Palm Oil.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศ. ดร.สันศักดิ์ ศิริอนันต์ไพบูลย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานวิจัย ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนแก้ปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัยนี้ และขอขอบพระคุณ รศ. ดร.สุวิมล อัสวพิศิษฐ และ รศ.นฤมล จิยโชค ที่กรุณาให้คำแนะนำและ ข้อคิดในการวิจัย

ขอขอบคุณโรงพยาบาลเสียสี่พระยา ในการอนุเคราะห์ตะกอนจุลินทรีย์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุ ที่ให้ข้อเสนอแนะและความช่วยเหลือในด้านเครื่องมือทำการวิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนสนับสนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษางบประมาณปีพ.ศ. 2553 และทุนอุดหนุน การวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2556

และขอขอบคุณพ่อ แม่ และคนในครอบครัวที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมา

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึก ซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ญ
รายการรูปประกอบ	ฎ
ประมวลคำศัพท์และคำย่อ	พ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ความหมายของน้ำเสีย	8
2.1.1 น้ำเสียชุมชน	8
2.1.2 น้ำเสียเกษตรกรรม	8
2.1.3 น้ำเสียอุตสาหกรรม	8
2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ	9
2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพชนิดตัวกลางเคลื่อนที่	9
2.3.1 พื้นที่ผิวของตัวกลางที่ให้เมือกจุลินทรีย์ยึดเกาะ	9
2.3.2 การทำให้ตัวกลางหรือเมือกจุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสีย	9
2.3.3 ตัวกลางที่ดีจะต้องมีลักษณะสมบัติเติมอากาศ	10
2.3.4 การหลุดลอกของเมือกจุลินทรีย์ออกจากตัวกลาง	10

2.3.5 ลักษณะการกวนผสมในถังปฏิกรณ์	10
2.4 ความเป็นมาของระบบ Rotating Biological Contactor (RBC)	11
2.5 ระบบ Rotating Biological Contactor (RBC)	12
2.5.1 ลักษณะการทำงานของระบบ RBC	13
2.5.2 คุณลักษณะเด่นเฉพาะของระบบ RBC	13
2.5.3 การตรวจสอบการทำงานของระบบ	14
2.5.4 การเริ่มเดินระบบเดินระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ	14
2.5.5 การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเดินระบบ	15
2.5.6 การใช้หัวเชื้อจากตะกอนจุลินทรีย์	15
2.5.7 การเริ่มเดินระบบ RBC	15
2.5.8 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่น RBC	16
2.5.9 การบำรุงรักษาระบบ RBC	16
2.5.10 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ Packed Cage RBC	16
2.6 ฟิล์มชีวะ (Biofilm)	19
2.7 ผลกระทบของการปล่อยน้ำเสียปนเปื้อนด้วยน้ำมันถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม	19
2.8 การบำบัดทางชีวภาพ	20
2.8.1 Bioaugmentation	21
2.8.2 Bioventing	21
2.8.3 Biosparging	21
2.8.4 Landfarming	22
2.8.5 Composting	22
2.8.6 Bioreactor	22
2.8.7 Biostimulation	22
2.8.8 Biological Degradation	22
2.9 ลิปิด (Lipid)	24
2.10 กรดไขมัน	24
2.11 น้ำมันปาล์ม	26
2.11.1 ความเป็นมาของน้ำมันปาล์มในประเทศไทย	26
2.11.2 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันปาล์ม	27
2.11.3 การนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารของน้ำมันปาล์ม	27

3. วิธีการดำเนินการวิจัย	28
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	28
3.1.1 ถังบรรจุน้ำเสียสังเคราะห์	28
3.1.2 ถังควบคุมแรงดัน	28
3.1.3 ถังปฏิกริยา	28
3.1.4 ตัวกลาง	29
3.1.5 ชุดมอเตอร์หมุนรอบ	30
3.1.6 เครื่องสูบน้ำ	30
3.2 การเตรียมอุปกรณ์และการจัดวางระบบ	30
3.2.1 จัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง และจัดวางระบบบำบัด	30
3.2.2 น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง	31
3.3 ขั้นตอนการทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย และปริมาณไขมันที่มีต่อระบบ Packed Cage RBC	33
3.4 การเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์	33
3.5 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	36
4. ผลการทดลอง	37
4.1 ผลการทดลองชุดที่ 1	37
4.1.1 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี (Biological Oxygen Demand: BOD)	37
4.1.2 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD)	42
4.1.3 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียออกระบบ (Suspended Solid: SS)	46
4.1.4 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)	49
4.1.5 ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน (Grease & Oil)	53
4.1.6 ค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำเสียเข้าและออกระบบ (pH)	57
4.1.7 ค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเสียเข้าและออกระบบ (Dissolved Oxygen: DO)	60
4.1.8 ปริมาณไนเตรทของน้ำเสียในระบบ (Nitrate)	62
4.1.9 ปริมาณไนไตรท์ของน้ำเสียในระบบ (Nitrite)	65

4.1.10 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำเสียในระบบ (Ammonia)	68
4.1.11 ประสิทธิภาพการลดค่าผลรวมไนโตรเจนของระบบ (Total Nitrogen)	72
4.2 ผลการทดลองชุดที่ 2	77
4.2.1 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี Biological Oxygen Demand: BOD)	77
4.2.2 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD)	81
4.2.3 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียออกระบบ (Suspended Solid: SS)	85
4.2.4 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)	89
4.2.5 ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน (Grease & Oil)	93
4.2.6 ค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำเสียเข้าและออกระบบ (pH)	97
4.2.7 ค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเสียเข้าและออกระบบ (Dissolved Oxygen: DO)	99
4.2.8 ปริมาณไนเตรทของน้ำเสียในระบบ (Nitrate)	102
4.2.9 ปริมาณไนไตรท์ของน้ำเสียในระบบ (Nitrite)	105
4.2.10 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำเสียในระบบ (Ammonia)	109
4.2.11 ประสิทธิภาพการลดค่าผลรวมไนโตรเจนของระบบ (Total Nitrogen)	113
4.3 ผลการทดลองชุดที่ 3	117
4.3.1 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี Biological Oxygen Demand: BOD)	117
4.3.2 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD)	121
4.3.3 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียออกระบบ (Suspended Solid: SS)	125
4.3.4 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)	129
4.3.5 ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน (Grease & Oil)	133
4.3.6 ค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำเสียเข้าและออกระบบ (pH)	137
4.3.7 ค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเสียเข้าและออกระบบ (Dissolved Oxygen: DO)	140
4.3.8 ปริมาณไนเตรทของน้ำเสียในระบบ (Nitrate)	142
4.3.9 ปริมาณไนไตรท์ของน้ำเสียในระบบ (Nitrite)	146
4.3.10 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำเสียในระบบ (Ammonia)	149
4.3.11 ประสิทธิภาพการลดค่าผลรวมไนโตรเจนของระบบ (Total Nitrogen)	153

4.4 ลักษณะทางกายภาพของฟิล์มชีวะ	157
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	166
5.1 สรุปผลการทดลอง	166
5.2 ข้อเสนอแนะ	168
เอกสารอ้างอิง	169
ภาคผนวก	
ก. วิเคราะห์ตัวอย่าง	172
ข. ข้อมูลดิบของการทดลอง	186
ประวัติผู้วิจัย	237

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อจำกัดของเทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพ	24
3.1 ลักษณะตัวกลาง	29
3.2 แสดงค่าน้ำเสียที่วิเคราะห์ได้จากน้ำเสียโรงอาหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีซึ่งจะนำมาใช้เป็นค่าอ้างอิงในการสังเคราะห์น้ำเสียสังเคราะห์	32
3.3 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง	32
3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	35
3.5 ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ ภาวะบรรทุกลไขมัน ระยะเวลาเก็บกัก และอัตราการไหลที่วิเคราะห์	36
ข.1 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	187
ข.2 ในโตรเจนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	189
ข.3 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	192
ข.4 ในโตรเจน พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	194
ข.5 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	197
ข.6 ในโตรเจน พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	199
ข.7 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	202
ข.8 ในโตรเจนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	204
ข.9 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	207

ตาราง (ต่อ)	หน้า
ข.10 ไนโตรเจนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา เก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	209
ข.11 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา เก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	212
ข.12 ไนโตรเจนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 400 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลา เก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	214
ข.13 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา เก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	217
ข.14 ไนโตรเจนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่น้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลา เก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	220
ข.15 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา เก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/เข้มข้น-วัน)	223
ข.16 ไนโตรเจน พารามิเตอร์ต่างๆ ที่น้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ระยะเวลา เก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	226
ข.17 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความเข้มข้นน้ำมัน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา เก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	229
ข.18 ไนโตรเจนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่น้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา เก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	232
ข.19 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดค่าต่างๆ ในน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบที่ความ เข้มข้นของน้ำมัน 200, 400 และ 600 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง	235

รายการรูปภาพ

รูป (ต่อ)	หน้า
3.1 ลักษณะของถังปฏิบัติการในระบบ Packed Cage RBC	29
3.2 ลักษณะของตัวกลาง	30
3.3 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเข้าและออกระบบ	34
4.1 กราฟแสดงค่าบีโอดีของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56, 10.03 และ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	39
4.2 ค่าบีโอดีในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	40
4.3 ค่าบีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	40
4.4 ค่าบีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	41
4.5 ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบ ที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56, 10.03 และ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	41
4.6 ค่าซีโอดีในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56, 10.03 และ 15.12 กรัม บีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	43
4.7 ค่าซีโอดีในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	44
4.8 ค่าซีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	44
4.9 ค่าซีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	45
4.10 ประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56, 10.03 และ 15.12 กรัม บีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	45

รูป (ต่อ)	หน้า
4.23 ค่าไขมันและน้ำมันช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	56
4.24 ประสิทธิภาพการลดค่าไขมันและน้ำมันช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมันปาล์ม เข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56, 10.03 และ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	57
4.25 ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	58
4.26 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตรที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	59
4.27 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	59
4.28 ค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	61
4.29 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	61
4.30 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	62
4.31 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบที่มีน้ำมัน 200 มิลลิกรัม/ลิตรที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56, 10.03 และ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	63
4.32 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	64
4.33 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	64
4.34 ค่าไนเตรทในน้ำออกช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	65

รูป (ต่อ)	หน้า
4.72 ประสิทธิภาพการลดค่าไขมันและน้ำมัน ของระบบที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66, 12.81 และ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	96
4.73 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออก ที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	98
4.74 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกจากระบบ ที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	98
4.75 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกจากระบบ ที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	99
4.76 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ ที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	100
4.77 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกจากระบบ ที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	101
4.78 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกจากระบบที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	101
4.79 เปรียบเทียบค่าไนเตรทในน้ำออกของระบบที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66, 12.81 และ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	103
4.80 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	104
4.81 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	104

รูป (ต่อ)

หน้า

4.82	ค่าในเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	105
4.83	ค่าในเตรทในน้ำออกของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66, 12.81 และ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	107
4.84	ค่าในเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	107
4.85	ค่าในเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	108
4.86	ค่าในเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออก ของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	108
4.87	ค่าแอมโมเนียในน้ำเข้าและออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66, 12.81 และ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	110
4.88	ค่าแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	111
4.89	ค่าแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	111
4.90	ค่าแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	112
4.91	ประสิทธิภาพการลดค่าแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ 2 ที่ความเข้มข้นของน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66, 12.81 และ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	112

รูป (ต่อ)	หน้า
4.92 ค่าผลรวมไนโตรเจนในน้ำเข้าและออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66, 12.81 และ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	114
4.93 ค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	115
4.94 ค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกของระบบที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	115
4.95 ค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	116
4.96 ประสิทธิภาพการบำบัดค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมัน 400 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66, 12.81 และ 19.36 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	116
4.97 ค่าบีโอดีในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันปาล์ม 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	119
4.98 ค่าบีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	119
4.99 ค่าบีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	120
4.100 ค่าบีโอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	120
4.101 ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดีในช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำในระบบที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	121
4.102 ค่าซีโอดีในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	123

รูป (ต่อ)	หน้า
4.103 ค่าซีไอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	123
4.104 ค่าซีไอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	124
4.105 ค่าซีไอดีช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	124
4.106 ประสิทธิภาพการลดค่าซีไอดีช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	125
4.107 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	127
4.108 ค่าของแข็งแขวนลอยช่วงที่ 1 และ 2 ของในน้ำออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	127
4.109 ค่าของแข็งแขวนลอยช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	128
4.110 ค่าของแข็งแขวนลอยช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	128
4.111 ค่าทีเคเอ็นในน้ำเข้าและออกของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	131
4.112 ค่าทีเคเอ็น ในช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีไอดี/ตารางเมตร-วัน)	131

รูป (ต่อ)	หน้า
4.113 ค่าที่เคเอ็นช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	132
4.114 ค่าที่เคเอ็นช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	132
4.115 ประสิทธิภาพการลดค่าที่เคเอ็นช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	133
4.116 ค่าไขมันและน้ำมันในน้ำเข้าระบบและออกจากระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	135
4.117 ค่าไขมันและน้ำมันช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	135
4.118 ค่าไขมันและน้ำมันช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	136
4.119 ค่าไขมันและน้ำมันช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้า และน้ำออกระบบที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	136
4.120 ประสิทธิภาพการลดค่าไขมันและน้ำมันในช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมันปาล์ม 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	137
4.121 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	138
4.122 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	139

รูป (ต่อ)	หน้า
4.123 ค่าความเป็นกรด-ด่างช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	139
4.124 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	141
4.125 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	141
4.126 ค่าออกซิเจนละลายน้ำช่วงที่ 1 และ 2 ของน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	142
4.127 ค่าไนเตรทในช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกระบบ ที่มีน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	144
4.128 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	144
4.129 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) ของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 mg/l ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง	145
4.130 ค่าไนเตรทช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	145
4.131 ค่าไนไตรท์ในน้ำออก ของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	147
4.132 ค่าไนไตรท์ช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	147

รูป (ต่อ)

หน้า

- 4.133 ค่าไนโตรเจนที่ 1 และ 2 ในน้ำออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 148
- 4.134 ค่าไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำออก ของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 148
- 4.135 ค่าแอมโมเนียในน้ำเข้าและออกของระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 150
- 4.136 ค่าแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 151
- 4.137 ค่าแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 151
- 4.138 ค่าแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 152
- 4.139 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียช่วงที่ 1 และ ช่วงที่ 2 ที่ความเข้มข้นของน้ำมัน 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 152
- 4.140 ค่าผลรวมไนโตรเจน ในน้ำเข้าและออกของระบบที่มีน้ำมันเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 154
- 4.141 ค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบ ที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 155
- 4.142 ค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ในน้ำเข้าและออกระบบที่มีน้ำมันปาล์มเข้มข้น 600 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 18.00 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน) 155

รูป (ต่อ)	หน้า
4.143 ประสิทธิภาพการลดค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมัน 600 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	156
4.144 ประสิทธิภาพการลดค่าผลรวมไนโตรเจนช่วงที่ 1 และ 2 ของระบบที่มีน้ำมัน 600 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 9 และ 6 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 13.59, 18.00 และ 27.15 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	156
4. 145 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 200 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง (การะบรทุกสารอินทรีย์ 7.56 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	157
4.146 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 200 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง ในช่วงที่ 1 ช่วงก่อนเชื้อหลุด (การะบรทุกสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	158
4.147 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 200 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง เชื้อจะเริ่มหลุดเมื่อเดินระบบประมาณ 24 วัน (ช่วงที่ 2) (การะบรทุกสารอินทรีย์ 10.03 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	158
4.148 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 200 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง ในช่วงที่ 1 ช่วงก่อนเชื้อหลุด (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	159
4.149 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 200 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง เชื้อจะเริ่มหลุดเมื่อเดินระบบประมาณ 18 วัน (ช่วงที่ 2) (การะบรทุกสารอินทรีย์ 15.12 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	159
4.150 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 400 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง ในช่วงที่ 1 ช่วงก่อนเชื้อหลุด (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	160
4.151 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 400 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 12 ชั่วโมง เชื้อจะเริ่มหลุดเมื่อเดินระบบประมาณ 24 วัน (ช่วงที่ 2) (การะบรทุกสารอินทรีย์ 9.66 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	160
4.152 ลักษณะของฟิล์มชีวะของระบบที่สภาวะความเข้มข้นน้ำมันปลาต้ม 400 มิลลิลิตร/ลิตร ที่ระยะเวลาเก็บกัก 9 ชั่วโมง ในช่วงที่ 1 ช่วงก่อนเชื้อหลุด (การะบรทุกสารอินทรีย์ 12.81 กรัมบีโอดี/ตารางเมตร-วัน)	161

ประมวลศัพท์และคำย่อ

กรัมบีโอดี/ลบ.ม.	กรัม บีโอดี ต่อ ลูกบาศก์เมตร
กรัมบีโอดี/ลิตร-วัน	กรัม บีโอดี ต่อ ลิตรต่อวัน
กรัมบีโอดี/ตร.ม-วัน	กรัม บีโอดี ต่อ ตารางเมตรต่อวัน
กรัมไขมัน/ตร.ม-วัน	กรัม ไขมัน ต่อ ตารางเมตรต่อวัน
ค่าการะบรทุกสารอินทรีย์	อัตราการรับสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบ มีหน่วย กก.บีโอดี/วัน และ กรัม บีโอดี/วัน
ค่าการะบรทุกสารอินทรีย์ ต่อพื้นที่ผิวตัวกลาง	อัตราการรับสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบ โดยมีหน่วย กก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน และ กรัม บีโอดี/ตร.ม.-วัน
ค่าการะปริมาณน้ำ	อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบต่อพื้นที่ผิวตัวกลาง ทั้งหมด มีหน่วยเป็น ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
ชม.	ชั่วโมง
ซีโอดี	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี
ทีเคเอ็น	โทเทิลเจคาล์ไนโตรเจน
บีโอดี	ความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ
ตร.ม	ตารางเมตร
มก./ล.	มิลลิกรัมต่อลิตร
มล.	มิลลิลิตร
ลบ.	ลูกบาศก์เมตร
ระยะเวลาเก็บกัก	ระยะเวลาที่น้ำถูกกักพักในถังที่มีการไหลอย่างต่อเนื่อง เนื่อง มีค่าเท่ากับ ปริมาตรต่ออัตราการไหล
รอบ/นาที	รอบต่อนาที
ลบ.ม.	ลูกบาศก์เมตร
BOD ₅	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
HRT	Hydraulic Retention Time
Packed Cage RBC	Packed Cage Rotating Biological Contactor
SS	Suspended Solid
TKN	Total Kjeldah Nitrogen