

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.2 ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน (Free Water Surface System,FWS)	5
2.2 บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน (Subsurface System,SFS)	6
2.3 บึงประดิษฐ์แบบผสมผสาน	8
2.4 พืชที่ใช้ในบึงประดิษฐ์	9
2.5 ดิน	13
2.6 จุลินทรีย์	13
2.7 กลไกการบำบัด (Treatment Mechanisms)	14
2.8 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน ในแนวนอน	21
2.9 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	32
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	32
3.2 การหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย	33
3.3 น้ำเสียที่เข้าระบบ	33
3.4 ระบบจ่ายน้ำและอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ	37
3.5 ขั้นตอนและวิธีทำการทดลอง	37

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 รายละเอียดของการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง	40
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผลการทดลอง	41
4.1 การทดลองที่ 1 (ไม่มีการหมუნเวียนน้ำ)	41
4.2 การทดลองที่ 2 (มีการหมუნเวียนน้ำ 50%)	52
4.3 การทดลองที่ 3 (มีการหมუნเวียนน้ำ 100%)	61
4.4 การทดลองที่ 4 (มีการหมუნเวียนน้ำ 200%)	70
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	83
5.1 สรุปผลการทดลอง	83
5.2 ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารอ้างอิง	85
ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการศึกษากำจัดไนโตรเจนจากน้ำเสียมูลสุกร โดยบึงประดิษฐ์ ที่มีการไหลได้ผิวดินในแนวตั้ง และถังกรองทรายที่มีการไหลในแนวนอน	90
ภาคผนวก ข การศึกษาโดยใช้สารตรวจจับร่องรอย	98
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	101
ภาคผนวก ง การหาการกระจายขนาดของทราย	110
ประวัติผู้เขียน	113

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 คุณสมบัติของพีชโคล์พื้นน้ำชนิดต่างๆ ในการบำบัดน้ำเสีย	10
2.2 หน้าที่ของพีชโคล์พื้นน้ำในการบำบัดน้ำเสียโดยระบบบึงประดิษฐ์	11
2.3 ความเข้มข้นและอัตราการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไปใช้โดยทั่วไปในพีชโคล์พื้นน้ำ	12
2.4 ตัวอย่างคุณสมบัติของตัวกลางในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน	23
2.5 ค่าเสนอแนะในการออกแบบความลึกสำหรับระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน	24
2.6 ข้อมูลที่ควรทราบเกี่ยวกับระบบบึงประดิษฐ์	25
2.7 ค่าแนะนำที่ใช้ในการออกแบบระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน	25
3.1 คุณสมบัติของน้ำเสียมูลสุกร จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง	37
3.2 รายละเอียดการทดลอง	39
3.3 รายละเอียดของการเก็บน้ำตัวอย่าง ดัชนีคุณภาพน้ำ ความถี่ในการเก็บน้ำตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง	40
4.1 ผลการกำจัดไนโตรเจน ในการทดลองที่ 1	44
4.2 ผลการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพีช ในการทดลองที่ 1	49
4.3 ปริมาณไนโตรเจนสะสมในส่วนต่างๆ ของพีช ในการทดลองที่ 1	50
4.4 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร	51
4.5 ผลการกำจัดไนโตรเจน ในการทดลองที่ 2	55
4.6 ผลการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพีช ในการทดลองที่ 2	58
4.7 ปริมาณไนโตรเจนสะสมในส่วนต่างๆ ของพีช ในการทดลองที่ 2	59
4.8 การเกิดไนตริฟิเคชัน ดีไนตริฟิเคชัน และประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบการทดลองที่ 1 กับการทดลองที่ 2	60
4.9 ผลการกำจัดไนโตรเจน ในการทดลองที่ 3	64
4.10 ผลการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพีช ในการทดลองที่ 3	67
4.11 ปริมาณไนโตรเจนสะสมในส่วนต่างๆ ของพีช ในการทดลองที่ 3	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.12 การเกิดไนตริไฟเคชัน ดีไนตริไฟเคชัน และประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบการทดลองที่ 2 กับการทดลองที่ 3	69
4.13 ผลการกำจัดไนโตรเจน ในการทดลองที่ 4	73
4.14 ผลการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช ในการทดลองที่ 4	77
4.15 ปริมาณไนโตรเจนสะสมในส่วนต่างๆ ของพืช ในการทดลองที่ 4	77
4.16 การเกิดไนตริไฟเคชัน ดีไนตริไฟเคชัน และประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบการทดลองที่ 2 กับการทดลองที่ 3 กับการทดลองที่ 4	78
4.17 สรุปเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมด	80

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน	5
2.2 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน ที่มีการไหลตามแนวนอน	6
2.3 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน ที่มีการไหลตามแนวตั้ง	7
2.4 พืชโผล่พ้นน้ำ (Emergent Plant)	9
2.5 ส่วนประกอบหลักของพืชโผล่พ้นน้ำ	9
2.6 การเปลี่ยนรูปแบบของไนโตรเจน	16
2.7 กระบวนการไนตริฟิเคชัน ในระบบบึงประดิษฐ์	19
3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	34
3.2 องค์ประกอบต่างๆ ในการทดลอง	35
3.3 ท่อพีวีซีเจาะรูที่พันด้วยแผ่นจีโอเท็กซ์ไทล์	36
3.4 แผ่นผ้าใบปูกันซึม	36
3.5 รูปแบบของการทดลอง	38
4.1 ค่าเจดาคัลไนโตรเจน ในการทดลองที่ 1	42
4.2 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ในการทดลองที่ 1	42
4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าออกซิไดซ์ไนโตรเจน ในการทดลองที่ 1	44
4.4 ค่าซีไอดี ในการทดลองที่ 1	47
4.5 ค่าของแข็งแขวนลอย ในการทดลองที่ 1	48
4.6 ค่าเจดาคัลไนโตรเจน ในการทดลองที่ 2	54
4.7 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ในการทดลองที่ 2	54
4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าออกซิไดซ์ไนโตรเจน ในการทดลองที่ 2	55
4.9 ค่าซีไอดี ในการทดลองที่ 2	57
4.10 ค่าของแข็งแขวนลอย ในการทดลองที่ 2	58
4.11 ค่าเจดาคัลไนโตรเจน ในการทดลองที่ 3	63
4.12 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ในการทดลองที่ 3	63
4.13 การเปลี่ยนแปลงค่าออกซิไดซ์ไนโตรเจน ในการทดลองที่ 3	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.14 ค่าซีไอดี ในการทดลองที่ 3	66
4.15 ค่าของแข็งแขวนลอย ในการทดลองที่ 3	67
4.16 ค่าเจดาลในโตรเจน ในการทดลองที่ 4	72
4.17 ค่าแอมโมเนียในโตรเจน ในการทดลองที่ 4	72
4.18 การเปลี่ยนแปลงค่าออกซิไดซ์ในโตรเจน ในการทดลองที่ 4	73
4.19 ค่าซีไอดี ในการทดลองที่ 4	75
4.20 ค่าของแข็งแขวนลอย ในการทดลองที่ 4	76
4.21 ค่าภาระบรรทุกทางชลศาสตร์กับการกำจัดออกซิไดซ์ในโตรเจนและ ในโตรเจนทั้งหมด	81

## อักษรย่อและสัญลักษณ์

ก.	กรัม
ซม.	เซ็นติเมตร
ม.	เมตร
ม. <sup>2</sup>	ตารางเมตร
ม. <sup>3</sup> /วัน	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ล./(ม. <sup>2</sup> .วัน)	ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน
มก./ล.	มิลลิกรัมต่อลิตร
<sup>o</sup> ซ	องศาเซลเซียส
COD	Chemical Oxygen Demand
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	Ammonia Nitrogen
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrate
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrite
N <sub>2</sub>	Nitrogen gas