

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	๗
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.2 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ดิน	4
2.2 กลไกการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ดิน	8
2.3 น้ำชะขยะ	10
2.4 การกำจัดไนโตรเจน	16
2.5 ระบบการจัดเรียงดินหลายชั้น	18
2.6 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	24
3.2 ซีโอดีที่นำมาใช้ในการศึกษา	26
3.3 ดินที่นำมาใช้ในการศึกษา	28
3.4 วัสดุดินผสมที่ใช้ในการทดลอง	29
3.5 น้ำได้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะที่นำมาใช้ในการทดลอง	29

สารบัญ (ต่อ)

3.6 การหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย	31
3.7 วิธีดำเนินการวิจัย	32
3.8 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำ	33
3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	34
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล	36
4.1 ผลการทดลองชุดที่ 1	36
4.2 ผลการทดลองชุดที่ 2	57
4.3 การนำระบบจัดเรียงดินหลายชั้นไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำใต้ดินที่ได้รับ การปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ	77
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	78
5.1 สรุปผลการทดลอง	78
5.2 ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารอ้างอิง	80
ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการศึกษากำจัดมลสารของน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนน้ำชะขยะ ในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระโดยระบบจัดเรียงดินหลายชั้นในการทดลองชุดที่ 1	84
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการทดลองชุดที่ 1	90
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์วัสดุดินผสม	100
ภาคผนวก ง การศึกษาหาระยะเวลาเก็บกักน้ำโดยใช้สารตรวจจับร่องรอย	102
ภาคผนวก จ ข้อมูลผลการศึกษากำจัดมลสารของน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนน้ำชะขยะ ในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระโดยระบบจัดเรียงดินหลายชั้นในการทดลองชุดที่ 2	106
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการทดลองชุดที่ 2	111
ประวัติผู้เขียน	121

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 คุณสมบัติของดิน	8
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำชะขยะ	12
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำชะขยะ	14
3.1 ลักษณะทางกายภาพของดินที่นำมาใช้ในการทดลอง	28
3.2 อัตราค่าการระบรทุกทางชลศาสตร์ที่ใช้ในแต่ละแบบจำลองในการทดลองที่ 1 และ 2	33
3.3 ตำแหน่ง ความถี่ และวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	33
3.4 รายละเอียดของการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	34
4.1 ลักษณะของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนน้ำชะขยะในการทดลองชุดที่ 1	37
4.2 ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน เจคาลห์ไนโตรเจน ออกซิไดซ์ไนโตรเจน และไนโตรเจนรวมที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	38
4.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีและซีโอดีที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	48
4.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี ซีโอดี แอมโมเนียไนโตรเจน เจคาลห์ไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม ในการทดลองชุดที่ 1	57
4.5 ลักษณะของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนน้ำชะขยะในการทดลองชุดที่ 2	58
4.6 ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน เจคาลห์ไนโตรเจน ออกซิไดซ์ไนโตรเจน และไนโตรเจนรวมที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	60
4.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค	65
4.8 แนวทางคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ใช้ในการเกษตรกรรมสำหรับประเทศไทย	67
4.9 ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีและซีโอดีที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	68
4.10 ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี ซีโอดี แอมโมเนียไนโตรเจน เจคาลห์ไนโตรเจน ออกซิไดซ์ไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม ในการทดลองชุดที่ 2	76

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 กระบวนการซึมช้า	4
2.2 กระบวนการซึมเร็ว	6
2.3 กระบวนการไหลล้นผิว	7
2.4 ความเข้มข้นของมลสารในน้ำชะขยะและก๊าซที่ได้จากพื้นที่ฝังกลบขยะในแต่ละเฟส	11
2.5 การปนเปื้อนของน้ำใต้ดินจากน้ำชะขยะ	14
2.6 ขอบเขตการปนเปื้อนของมลสารในน้ำใต้ดิน	15
2.7 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนในระบบบำบัดทางชีววิทยา	16
2.8 กลไกในการบำบัดน้ำเสียโดยระบบจัดเรียงดินหลายชั้น	19
3.1 ภาพแสดงการจัดเรียงวัสดุผสมภายในแบบจำลอง	25
3.2 ภาพแสดงแบบจำลองระบบจัดเรียงดินหลายชั้น	25
3.3 แบบจำลองระบบจัดเรียงดินหลายชั้น	26
3.4 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาและรายละเอียดของอุปกรณ์	27
3.5 ซีโอดีที่นำมาใช้ทดลอง	28
3.6 วัสดุดินผสมที่นำมาใช้ทดลอง	29
3.7 แผนที่แสดงพื้นที่ทิ้งขยะแม่เหียะ	30
3.8 น้ำบ่อตื้นที่นำมาใช้ในการทดลอง	31
4.1 แอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	40
4.2 เจดาคาร์บอนไดออกไซด์ไนโตรเจนของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	42
4.3 ออกซิโดซ์ไนโตรเจนของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	43
4.5 ไนโตรเจนรวมของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	47

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูป	หน้า
4.5 บีโอดีของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	49
4.6 ซีโอดีของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	51
4.7 ฟอสฟอรัสรวมของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	53
4.8 พีเอชของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	54
4.9 การนำไฟฟ้าของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 1	56
4.10 แอมโมเนียในโตรเจนของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	61
4.11 เจคาลห้ในโตรเจนของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	62
4.12 ออกซิโดซ์ในโตรเจนของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	64
4.13 ไนโตรเจนรวมของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	66
4.14 บีโอดีของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	69
4.15 ซีโอดีของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	71
4.16 ฟอสฟอรัสรวมของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	72

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูป	หน้า
4.17 พิเศษของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	74
4.18 การนำไฟฟ้าของน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระที่ปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในการทดลองชุดที่ 2	75



อักษรย่อและสัญลักษณ์

ก.	กรัม	
ซม.	เซนติเมตร	
ซม. ³	ลูกบาศก์เซนติเมตร	
°ซ	องศาเซลเซียส	
ม.	เมตร	
ม. ²	ตารางเมตร	
ม. ³	ลูกบาศก์เมตร	
มก.	มิลลิกรัม	
มม.	มิลลิเมตร	
ล.	ลิตร	
BOD	Biochemical Oxygen Demand	บีโอดี
cm	centimeter	เซนติเมตร
COD	Chemical Oxygen Demand	ซีโอดี
d	day	วัน
Eff.	Effluent	น้ำออก
g	gram	กรัม
Inf.	Influent	น้ำเข้า
m ²	Square Meter	ตารางเมตร
m ³	Cubic Meter	ลูกบาศก์เมตร
NH ₃ -N	Ammonia Nitrogen	แอมโมเนียไนโตรเจน
NO _{2,3} -N	Nitrite Nitrate Nitrogen	ไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน
pH		ความเป็นกรด-ด่าง
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen	เจดดาห์ไนโตรเจน
TN	Total Nitrogen	ไนโตรเจนรวม
TP	Total Phosphorus	ฟอสฟอรัสรวม