

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
สารบัญภาคผนวก	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหาที่ดำเนินการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	4
1.6 สถานที่ที่ใช้ในการวิจัย	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
2.1 การศึกษาเกี่ยวกับน้ำเสียจากโรงพยาบาล	5
2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาล	5
2.3 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในโรงพยาบาล	6
2.4 สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสีย	7
2.5 ความสำคัญทางสิ่งแวดล้อมของไนเตรตและฟอสเฟต	9
2.6 การกำจัดไนเตรตและฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสีย	10
2.7 อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตของไนเตรตและฟอสเฟต	11
2.8 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของไนเตรตและฟอสเฟต	12
2.9 การวิจัยน้ำในการลดปริมาณไนเตรตและฟอสเฟต	12
2.10 วิจัยน้ำที่นำมาใช้ในการทดลอง	14

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย	19
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	19
3.2.1 แผนการทดลอง	20
3.2.2 ขนาดของหน่วยทดลองและแผนผังการทดลอง	20
3.2.3 การเตรียมน้ำเสียและการเตรียมวัชพืช	20
3.2.4 การดูแลรักษา	20
3.2.5 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี	21
3.2.6 การเก็บปริมาณวัชพืชน้ำเพื่อตรวจสอบน้ำหนักสด	21
3.2.7 การวิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมี	21
3.2.8 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	21
บทที่ 4 ผลการทดลอง	23
4.1 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในหน่วยทดลอง	23
4.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตในหน่วยทดลอง	23
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตในหน่วยทดลอง	27
4.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของวัชพืชน้ำ	30
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	46
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	59
ประวัติผู้เขียน	159

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรด(มิลลิกรัม/ลิตร)ที่ตรวจพบในทรีตเมนต์ที่มีการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	31
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรด(มิลลิกรัม/ลิตร)ที่ตรวจพบในทรีตเมนต์ที่มีการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	32
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรด(มิลลิกรัม/ลิตร)ที่ตรวจพบในทรีตเมนต์ที่มีการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	33
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสเฟต(มิลลิกรัม/ลิตร)ที่ตรวจพบในทรีตเมนต์ที่มีการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	34
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสเฟต(มิลลิกรัม/ลิตร)ที่ตรวจพบในทรีตเมนต์ที่มีการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	35
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสเฟต(มิลลิกรัม/ลิตร)ที่ตรวจพบในทรีตเมนต์ที่มีการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	36
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ กรณีน้ำหนักสดของวัชพืชน้ำ (กรัม) ที่มีการควบคุมปริมาณโดยการเก็บเกี่ยวทุก 15 วัน	37
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ กรณีน้ำหนักสดของวัชพืชน้ำ (กรัม) ที่มีการควบคุมปริมาณโดยการเก็บเกี่ยวทุก 30 วัน	38
ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ กรณีน้ำหนักสดของวัชพืชน้ำ (กรัม) ที่มีการควบคุมปริมาณโดยการเก็บเกี่ยวทุก 45 วัน	39

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 การวางหน่วยทดลองที่ปลูกด้วยวัชพืชน้ำชนิดต่าง ๆ	21
ภาพที่ 2 ผังข้อมูล	22
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตในหน่วยทดลองที่ปลูกด้วยวัชพืชน้ำ 6 ชนิด เก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมปริมาณ ทุก 15 วัน	40
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตในหน่วยทดลองที่ปลูกด้วยวัชพืชน้ำ 6 ชนิด เก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมปริมาณ ทุก 30 วัน	41
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตในหน่วยทดลองที่ปลูกด้วยวัชพืชน้ำ 6 ชนิด เก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมปริมาณ ทุก 45 วัน	42
ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตในหน่วยทดลองที่ปลูกด้วยวัชพืชน้ำ 6 ชนิด เก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมปริมาณ ทุก 15 วัน	43
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตในหน่วยทดลองที่ปลูกด้วยวัชพืชน้ำ 6 ชนิด เก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมปริมาณ ทุก 30 วัน	44
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตในหน่วยทดลองที่ปลูกด้วยวัชพืชน้ำ 6 ชนิด เก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมปริมาณ ทุก 45 วัน	45

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ภาพผนวกที่ 1	พื้นที่สำรวจวัชพืชรอบบริเวณสถานที่ทำการทดลอง	
	รัศมีโดยรอบ ประมาณ 3 กิโลเมตร	60
ภาพผนวกที่ 2	ลักษณะสัณฐานวิทยาของจอกหูหนู (<i>Salvinia cucullata</i> Roxb.)	61
ภาพผนวกที่ 3	ลักษณะสัณฐานวิทยาของจอกผักกาด (<i>Pistia stratiotes</i> L.)	62
ภาพผนวกที่ 4	ลักษณะสัณฐานวิทยาของหน่อบีคเล็ก (<i>Lemna perpusilla</i> Torr.)	63
ภาพผนวกที่ 5	ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายเส้นด้าย (<i>Najas graminea</i> Del.)	64
ภาพผนวกที่ 6	ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายหางกระรอก (<i>Hydrilla verticillata</i> (L.F.) Royle)	65
ภาพผนวกที่ 6	ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายพวงกระโดน (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.)	66
การวิเคราะห์หา แอมโมเนีย ในโตรเจน ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว		72
การวิเคราะห์หา ออกาไนค ในโตรเจน		77
การวิเคราะห์หา ไนเตรต ในโตรเจน		80
การวิเคราะห์หา ฟอสเฟต ฟอสฟอรัส		83
ตารางผนวกที่ 1	ค่า แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่ตรวจพบในหน่วยทดลอง	67
ตารางผนวกที่ 2	ค่า ออกาไนค-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่ตรวจพบในหน่วยทดลอง	69
ตารางผนวกที่ 3	ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำการทดลอง	71
ตารางผนวกที่ 4	ปริมาณไนเตรต (มิลลิกรัม/ลิตร) ในตัวอย่างน้ำเสียที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	87
ตารางผนวกที่ 5	Analysis of variance ครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่างน้ำเสียกรณี ค่าไนเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	91
ตารางผนวกที่ 6	Analysis of variance ครั้งที่ 2 ของการเก็บตัวอย่างน้ำเสียกรณี ค่าไนเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	91

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
ตารางผนวกที่ 19	Analysis of variance ครั้งที่ 15ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	98
ตารางผนวกที่ 20	ปริมาณไนเตรด(มิลลิกรัม/ลิตร)ในตัวอย่างน้ำเสียที่ทำการเก็บเกี่ยว วัชพืชทุก 30 วัน	99
ตารางผนวกที่ 21	Analysis of variance ครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	103
ตารางผนวกที่ 22	Analysis of variance ครั้งที่ 2 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	103
ตารางผนวกที่ 23	Analysis of variance ครั้งที่ 3 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	104
ตารางผนวกที่ 24	Analysis of variance ครั้งที่ 4 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	104
ตารางผนวกที่ 25	Analysis of variance ครั้งที่ 5 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	105
ตารางผนวกที่ 26	Analysis of variance ครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	105
ตารางผนวกที่ 27	Analysis of variance ครั้งที่ 7 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	106
ตารางผนวกที่ 28	Analysis of variance ครั้งที่ 8 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	106
ตารางผนวกที่ 29	Analysis of variance ครั้งที่ 9 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	107
ตารางผนวกที่ 30	Analysis of variance ครั้งที่ 10ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าไนเตรดที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	107

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
ตารางผนวกที่ 31	Analysis of variance ครั้งที่ 11ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	108
ตารางผนวกที่ 32	Analysis of variance ครั้งที่ 12ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	108
ตารางผนวกที่ 33	Analysis of variance ครั้งที่ 13ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	109
ตารางผนวกที่ 34	Analysis of variance ครั้งที่ 14ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	109
ตารางผนวกที่ 35	Analysis of variance ครั้งที่ 15ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	110
ตารางผนวกที่ 36	ปริมาณในเตรต(มิลลิกรัม/ลิตร)ในตัวอย่างน้ำเสียที่ทำการเก็บเกี่ยว วัชพืชทุก 45 วัน	111
ตารางผนวกที่ 37	Analysis of variance ครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	115
ตารางผนวกที่ 38	Analysis of variance ครั้งที่ 2 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	115
ตารางผนวกที่ 39	Analysis of variance ครั้งที่ 3 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	116
ตารางผนวกที่ 40	Analysis of variance ครั้งที่ 4 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	116
ตารางผนวกที่ 41	Analysis of variance ครั้งที่ 5 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	117
ตารางผนวกที่ 42	Analysis of variance ครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตรตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	117

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
ตารางผนวกที่ 43	Analysis of variance ครั้งที่ 7 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	118
ตารางผนวกที่ 44	Analysis of variance ครั้งที่ 8 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	118
ตารางผนวกที่ 45	Analysis of variance ครั้งที่ 9 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	119
ตารางผนวกที่ 46	Analysis of variance ครั้งที่ 10 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	119
ตารางผนวกที่ 47	Analysis of variance ครั้งที่ 11 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	120
ตารางผนวกที่ 48	Analysis of variance ครั้งที่ 12 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	120
ตารางผนวกที่ 49	Analysis of variance ครั้งที่ 13 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	121
ตารางผนวกที่ 50	Analysis of variance ครั้งที่ 14 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	121
ตารางผนวกที่ 51	Analysis of variance ครั้งที่ 15 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าในเตردที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	122
ตารางผนวกที่ 52	ปริมาณฟอสเฟต(มิลลิกรัม/ลิตร)ในตัวอย่างน้ำเสียที่ทำการเก็บเกี่ยว วัชพืชทุก 15 วัน	123
ตารางผนวกที่ 53	Analysis of variance ครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าฟอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	127
ตารางผนวกที่ 54	Analysis of variance ครั้งที่ 2 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าฟอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	127
ตารางผนวกที่ 55	Analysis of variance ครั้งที่ 3 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าฟอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 15 วัน	128

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
ตารางผนวกที่ 82	Analysis of variance ครั้งที่ 14 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	145
ตารางผนวกที่ 83	Analysis of variance ครั้งที่ 15 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 30 วัน	146
ตารางผนวกที่ 84	ปริมาณพอสเฟต(มิลลิกรัม/ลิตร)ในตัวอย่างน้ำเสียที่ทำการเก็บเกี่ยว วัชพืชทุก 45 วัน	147
ตารางผนวกที่ 85	Analysis of variance ครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	151
ตารางผนวกที่ 86	Analysis of variance ครั้งที่ 2 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	151
ตารางผนวกที่ 87	Analysis of variance ครั้งที่ 3 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	152
ตารางผนวกที่ 88	Analysis of variance ครั้งที่ 4 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	152
ตารางผนวกที่ 89	Analysis of variance ครั้งที่ 5 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	153
ตารางผนวกที่ 90	Analysis of variance ครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	153
ตารางผนวกที่ 91	Analysis of variance ครั้งที่ 7 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	154
ตารางผนวกที่ 92	Analysis of variance ครั้งที่ 8 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	154
ตารางผนวกที่ 93	Analysis of variance ครั้งที่ 9 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	155
ตารางผนวกที่ 94	Analysis of variance ครั้งที่ 10 ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	155

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
ตารางผนวกที่ 95	Analysis of variance ครั้งที่ 11ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	156
ตารางผนวกที่ 96	Analysis of variance ครั้งที่ 12ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	156
ตารางผนวกที่ 97	Analysis of variance ครั้งที่ 13ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	157
ตารางผนวกที่ 98	Analysis of variance ครั้งที่ 14ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	157
ตารางผนวกที่ 99	Analysis of variance ครั้งที่ 15ของการเก็บตัวอย่าง น้ำเสียกรณี ค่าพอสเฟตที่ทำการเก็บเกี่ยววัชพืชทุก 45 วัน	158