

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	6
1.6 สถานที่ที่ใช้ในการทำการวิจัย	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 น้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย	7
2.2 ตะกอนน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสีย	12
2.3 ความต้องการธาตุอาหารของพืชทางการเกษตร	21
2.4 การศึกษาเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์	28
2.5 การใช้ของเสียในทางการเกษตร	29
2.6 สิ่งปนเปื้อนในตะกอนน้ำเสีย	35
2.7 หนอนพยาธิในตะกอนน้ำเสีย	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	44
3.1 การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักและการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในตะกอนน้ำเสีย	44
3.2 การทดลองย่อยที่ 2 ศึกษาความปลอดภัยจากหนอนพยาธิก่อนนำตะกอนน้ำเสียไปใช้ประโยชน์	53
3.3 การทดลองย่อยที่ 3 ศึกษาผลกระทบของตะกอนน้ำเสียต่อพืชทดสอบ ในกระถางและสภาพไร่	56
3.4 การทดลองย่อยที่ 4 ศึกษาผลกระทบจากตะกอนน้ำเสียต่อลักษณะสมบัติของดิน	61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	64
4.1 การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักและการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจน	64
4.2 การทดลองย่อยที่ 2 ความปลอดภัยจากหนอนพยาธิ	85
4.3 การทดลองย่อยที่ 3 ผลของตะกอนน้ำเสียต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด	90
4.4 การทดลองย่อยที่ 4 ผลจากตะกอนน้ำเสียต่อลักษณะสมบัติของดิน	101
บทที่ 5 วิจัยผลการทดลอง	109
5.1 การทดลองย่อยที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารหลักและการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจน	109
5.2 การทดสอบความปลอดภัยจากหนอนพยาธิ	113
5.3 ผลการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของข้าวโพดในกระถางเมื่อใช้ตะกอนน้ำเสียเป็นธาตุอาหารพืช	114
5.4 การทดสอบผลกระทบต่อลักษณะสมบัติของดิน	117
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	120
6.1 เกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารหลักในตะกอนน้ำเสียจากโรงพยาบาลชุมชน	120
6.2 เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนจากตะกอนน้ำเสียที่กองหมักแบบแถว	121
6.3 เกี่ยวกับการทำลายไข่พยาธิในตะกอนน้ำเสีย	121
6.4 เกี่ยวกับผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของข้าวโพด	121
6.5 เกี่ยวกับผลต่อดินที่ใส่ด้วยตะกอนน้ำเสีย	122
6.6 ข้อเสนอแนะเชิงวิจัย	122
6.7 ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ	122
6.8 องค์ความรู้ที่เกิดจากการวิจัย	123
เอกสารอ้างอิง	124
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางเคมีและฟิสิกส์	138
ภาคผนวก ข น้ำหนักและผลผลิตข้าวโพด	156
ประวัติผู้เขียน	162

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ปริมาณตะกอนน้ำเสียและเปอร์เซ็นต์ของแข็งในตะกอนน้ำเสีย	16
ตารางที่ 2.2	สถานการณ์การส่งปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศ	23
ตารางที่ 2.3	ข้าว: พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตรวม และผลผลิตต่อไร่ ของข้าวนาปี ระหว่างปี 2531/32 -2541/42	24
ตารางที่ 2.4	ผลผลิตของพืชไร่บางชนิดในประเทศไทย	25
ตารางที่ 2.5	คุณลักษณะของตะกอนน้ำเสียแบบคลองวนเวียนในโรงพยาบาล	31
ตารางที่ 2.6	องค์ประกอบของตะกอนน้ำเสียชุมชน	32
ตารางที่ 2.7	ปริมาณธาตุอาหารหลักในตะกอนน้ำเสียจากโรงพยาบาลชุมชน	32
ตารางที่ 2.8	ปริมาณโลหะหนักในตะกอนน้ำเสียชุมชน	36
ตารางที่ 2.9	ลักษณะสมบัติของกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาและโรง บำบัดน้ำเสียห้วยขวาง	37
ตารางที่ 4.1.1	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen; %) ในตะกอนน้ำเสียแห่งที่เก็บจากแต่ละโรงพยาบาลในแต่ละฤดู	72
ตารางที่ 4.1.2	เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen; %) ในตะกอนน้ำเสียแห่งที่เก็บในแต่ละฤดูจากโรงพยาบาลต่างๆ	73
ตารางที่ 4.1.3	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus; %) ในตะกอนน้ำเสียแห่งที่เก็บจากแต่ละโรงพยาบาล ในแต่ละฤดู	75
ตารางที่ 4.1.4	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus; %) ในตะกอนน้ำเสียแห่งที่เก็บในแต่ละฤดูจากโรงพยาบาลต่างๆ	76
ตารางที่ 4.1.5	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium; %) ในตะกอนน้ำเสียแห่งที่เก็บจากแต่ละโรงพยาบาลในแต่ละฤดู	77
ตารางที่ 4.1.6	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium; %) ในตะกอนน้ำเสียแห่งที่เก็บในแต่ละฤดู	78
ตารางที่ 4.1.7	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรตจากกองหมักตะกอนน้ำเสียแห่งของแต่ละโรงพยาบาลในแต่ละวัน	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า	
ตารางที่ 4.1.8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตที่ปลดปล่อยจากกองหมักตะกอนน้ำเสียแห่งในแต่ละวันของโรงพยาบาลต่างๆ	81
ตารางที่ 4.1.9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมจากกองหมักตะกอนน้ำเสียแห่งของแต่ละโรงพยาบาลในแต่ละวัน	82
ตารางที่ 4.1.10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมจากกองหมักตะกอนน้ำเสียแห่งจากแต่ละวันของแต่ละโรงพยาบาล	84
ตารางที่ 4.2.1	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายในช่วง 6 สัปดาห์ของไขพยาธิในตะกอนน้ำเสียในแต่ละโรงพยาบาล	87
ตารางที่ 4.2.2	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของไขพยาธิในตะกอนน้ำเสียจากแต่ละโรงพยาบาลในแต่ละสัปดาห์	88
ตารางที่ 4.4.1	ผลของตะกอนน้ำเสียแห้งต่อดินก่อนปลูก	104
ตารางที่ 4.4.2	ผลของตะกอนน้ำเสียต่อดินหลังใส่ปุ๋ย	104
ตารางที่ 4.4.3	ผลของตะกอนน้ำเสียแห้งต่อดินหลังเก็บเกี่ยว	105
ตารางที่ 4.4.4	ไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen; %) ในดินที่ได้รับทรีทเมนต์	105
ตารางที่ 4.4.5	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus; ppm) ในดินที่ได้รับทรีทเมนต์	106
ตารางที่ 4.4.6	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exchangeable Potassium; ppm) ในดินที่ได้รับทรีทเมนต์	106
ตารางที่ 4.4.7	อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter; %) ในดินที่ได้รับทรีทเมนต์	107
ตารางที่ 4.4.8	ความหนาแน่นรวม (Bulk Density;g/cm ³) ในดินที่ได้รับทรีทเมนต์	107
ตารางที่ 4.4.9	ค่าความนำไฟฟ้า (Ec 1:5; mS/cm) ในดินที่ได้รับทรีทเมนต์	108
ตารางที่ 4.4.10	ค่าพีเอช pH ในดินที่ได้รับทรีทเมนต์	108
ตารางภาคผนวกที่ 1	น้ำหนักของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 15 วัน	158
ตารางภาคผนวกที่ 2	น้ำหนักสดของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 30 วัน	158
ตารางภาคผนวกที่ 3	น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 30 วัน	159

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 4	น้ำหนักสดของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 45 วัน	159
ตารางภาคผนวกที่ 5	น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 45 วัน	160
ตารางภาคผนวกที่ 6	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) และส่วนสูงของข้าวโพดสดในสภาพไร่เมื่ออายุ 50 วัน	160
ตารางภาคผนวกที่ 7	น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ในสภาพไร่เมื่ออายุ 50 วัน (รอบแรก)	161
ตารางภาคผนวกที่ 8	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) และส่วนสูงของข้าวโพดสดในสภาพไร่เมื่ออายุ 100 วัน (เก็บเกี่ยว)	161
ตารางภาคผนวกที่ 9	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของข้าวโพดแห้งในสภาพไร่เมื่ออายุ 100 วัน (เก็บเกี่ยว)	162
ตารางภาคผนวกที่ 10	ผลผลิตของข้าวโพดในสภาพไร่	162

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	ปฏิกิริยาและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใน Batch Reactor	11
ภาพที่ 2.2	แสดงลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง	11
ภาพที่ 2.3	แสดงที่มาของตะกอนน้ำเสีย	14
ภาพที่ 2.4	แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนรูปแบบของ แเอ็คติเวจเต็ดสลัดจ์	15
ภาพที่ 2.5	แสดงวัฏจักรชีวิตของพยาธิไส้เดือน <i>Ascaris lumbricoides</i>	40
ภาพที่ 3.1	แสดงผังข้อมูลที่ 3.1.1 ปริมาณธาตุอาหารหลักในตะกอนน้ำเสียแห่งที่ เก็บมาจากโรงพยาบาล	50
ภาพที่ 3.2	แสดงผังข้อมูลที่ 3.1.2 ปริมาณธาตุอาหารหลักแยกตามฤดูกาล	50
ภาพที่ 3.3	แสดงผังข้อมูลที่ 3.1.3 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในกองหมักตะกอน น้ำเสียในแต่ละวัน	51
ภาพที่ 3.4	แสดงผังข้อมูลที่ 3.1.4 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในกองหมักตะกอนน้ำ เสียแต่ละโรงพยาบาล	52
ภาพที่ 3.5	แสดงผังข้อมูลที่ 3.2.1 สัดส่วนจำนวนไข่พยาธิอยู่รอดต่อไข่ตายใน แต่ละโรงพยาบาล	55
ภาพที่ 3.6	ผังข้อมูลที่ 3.2.2 สัดส่วนของไข่พยาธิที่อยู่รอดต่อไข่ตายในแต่ละสัปดาห์	56
ภาพที่ 3.7	ผังการทดลองที่ 3.3.1 แสดงการวางหน่วยทดลองในกระถาง	58
ภาพที่ 3.8	ผังข้อมูลการทดลองที่ 3.3.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดในกระถาง	59
ภาพที่ 3.9	ผังการทดลองที่ 3.3.2 การวางแปลงทดลอง	60
ภาพที่ 3.10	ผังข้อมูลที่ 3.3.2 การเจริญเติบโตของข้าวโพดในสภาพไร่	60
ภาพที่ 3.11	ผังข้อมูลที่ 3.4.1 ลักษณะสมบัติของดินจากแปลงทดลองแต่ละทรีทเมนต์	63
ภาพที่ 3.12	ผังข้อมูลที่ 3.4.2 ลักษณะสมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง	63
ภาพที่ 4.1	แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในรูปแบบไนเตรตและแอมโมเนียม	85
ภาพที่ 4.2	แสดงแนวโน้มการตายของไข่พยาธิไส้เดือนหมูในตะกอนน้ำเสีย	90
ภาพที่ 4.3.1	น้ำหนักของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 15 วัน	96
ภาพที่ 4.3.2	น้ำหนักสดของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 30 วัน	97
ภาพที่ 4.3.3	น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 30 วัน	97
ภาพที่ 4.3.4	น้ำหนักสดของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 45 วัน	98

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพที่ 4.3.5	น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในกระถางเมื่ออายุ 45 วัน	98
ภาพที่ 4.3.6	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) และส่วนสูงของข้าวโพดสดในสภาพไร่ เมื่ออายุ 50 วัน	99
ภาพที่ 4.3.7	น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ในสภาพไร่เมื่ออายุ 50 วัน (รอบแรก)	99
ภาพที่ 4.3.8	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) และส่วนสูงของข้าวโพดสดในสภาพไร่ เมื่ออายุ 100 วัน (เก็บเกี่ยว)	100
ภาพที่ 4.3.9	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของข้าวโพดแห้งในสภาพไร่เมื่ออายุ 100 วัน (เก็บเกี่ยว)	100
ภาพที่ 4.3.10	ผลผลิตของข้าวโพดในสภาพไร่	101