

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่	
1 บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	19
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	19
2 วิธีการวิจัย	20
3 ผลการศึกษา	29
4 วิเคราะห์และวิจารณ์ผล	81
5 บทสรุป	104
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก	116
ประวัติผู้เขียน	129

ตาราง	หน้า
1 ค่าเฉลี่ยสมบัติทางเคมีของดินบางประการ	2
2 ส่วนประกอบของแร่และหน้าที่ของซีโอไลท์	14
3 ประสิทธิภาพของการเกาะจับสารที่มีประจุบวกชนิดต่างๆ ของซีโอไลท์ที่มีโครงสร้างต่างกัน	15
4 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mS/cm) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกลาดำ	30
5 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mS/cm) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกลาดำ	31
6 เปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกลาดำ	34
7 เปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกลาดำ	35
8 เปรียบเทียบปริมาณ TKN ในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/kg) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกลาดำ	38
9 เปรียบเทียบปริมาณ TKN ในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/kg) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกลาดำ	39
10 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกลาดำ	42
11 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกลาดำ	43
12 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/kg) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกลาดำ	46
13 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/kg) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกลาดำ	47
14 เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกลาดำ	50

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	51
16 เปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	54
17 เปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	55
18 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	58
19 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	59
20 เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	62
21 เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	63
22 เปรียบเทียบค่าความเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	66
23 เปรียบเทียบค่าความเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (mg/l) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	67
24 เปรียบเทียบค่าความโปร่งแสงของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (cm.) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	70
25 เปรียบเทียบค่าความโปร่งแสงของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (cm.) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	71
26 เปรียบเทียบค่าความเค็มของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (ppt) ตลอดระยะเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	74

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
27 เปรียบเทียบค่าความเค็มของน้ำ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) (ppt) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำ	75
28 ผลการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	78
29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN และอินทรีย์วัตถุในดิน	92
30 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	103

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1 แสดงตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างดิน	28
2 กราฟเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในดินเฉลี่ย (mS/cm) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ่มกุลาดำ	32
3 กราฟเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในดินเฉลี่ย (mS/cm) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกุ่มกุลาดำ	32
4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ย (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ่มกุลาดำ	36
5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ย (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกุ่มกุลาดำ	36
6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณ TKN ในดินเฉลี่ย (mg/kg) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ่มกุลาดำ	40
7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณ TKN ในดินเฉลี่ย (mg/kg) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกุ่มกุลาดำ	40
8 กราฟเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินเฉลี่ย ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ่มกุลาดำ	44
9 กราฟเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินเฉลี่ย ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกุ่มกุลาดำ	44
10 กราฟเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย (mg/kg) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ่มกุลาดำ	48
11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย (mg/kg) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกุ่มกุลาดำ	48
12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ่มกุลาดำ	52
13 กราฟเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกุ่มกุลาดำ	52

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
14 กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	56
15 กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	56
16 กราฟเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเฉลี่ย ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	60
17 กราฟเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเฉลี่ย ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	60
18 กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	64
19 กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	64
20 กราฟเปรียบเทียบค่าความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	68
21 กราฟเปรียบเทียบค่าความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ย (mg/l) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	68
22 กราฟเปรียบเทียบค่าความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ย (cm.) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	72
23 กราฟเปรียบเทียบค่าความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ย (cm.) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	72
24 กราฟเปรียบเทียบค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ย (ppt) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกึ่งกุลาดำ	76
25 กราฟเปรียบเทียบค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ย (ppt) ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในกลุ่มที่ปล่อยกึ่งกุลาดำ	76
26 กึ่งกุลาดำที่ได้จากถังทดลองใส่ดินนาข้าว	79

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
27 กุ้งกุลาดำที่ได้จากถังทดลองใส่ดินนากุ้ง	79
28 กุ้งกุลาดำที่ได้จากถังทดลองใส่ดินนากุ้งเติมซีโอไลท์	79
29 กุ้งกุลาดำที่ได้จากถังทดลองใส่ดินนากุ้งล้างน้ำจืด	80
30 กุ้งกุลาดำที่ได้จากถังทดลองใส่ดินนากุ้งล้างน้ำจืดเติมซีโอไลท์	80
31 เปรียบเทียบกุ้งกุลาดำที่ได้จากถังทดลองใส่ดินต่างๆ	80
32 วงจรการแปรสภาพของแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ	85
33 วงจรการแปรสภาพของอินทรีย์วัตถุเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์	87
34 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุและ TKN ในดิน	91
35 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	94
36 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าการนำไฟฟ้าในดิน	96
37 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ	98
38 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN ในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ	100
39 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	102