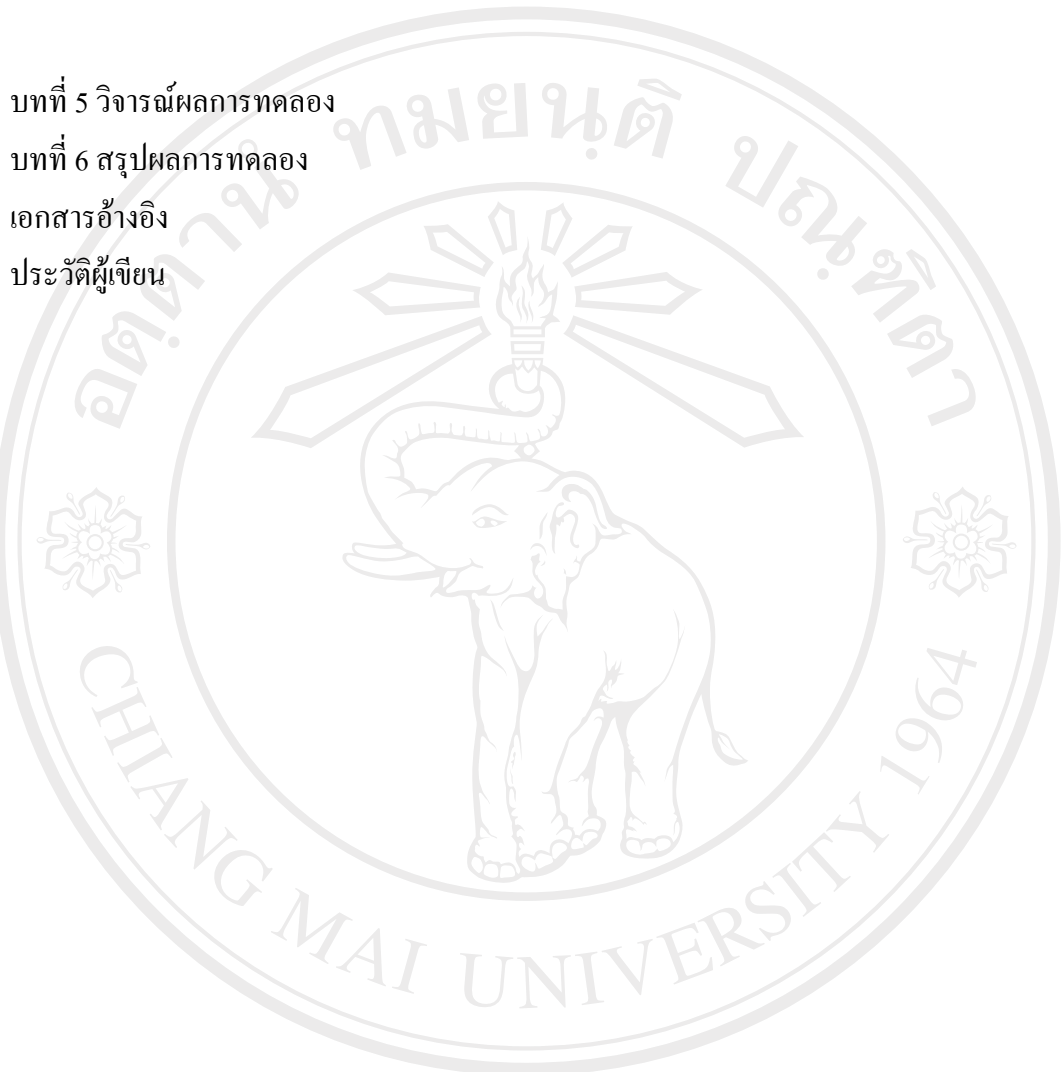


สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ระบบการปลูกข้าวในประเทศไทย	3
2.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดินเมื่อถูกน้ำขัง	4
2.2.1 การออกซิเดชันและรีดักชันในดิน	4
2.2.2 ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินน้ำขัง	7
2.3 การปรับตัวของพืชต่อสภาพน้ำขัง	9
2.3.1 พืชบก	10
2.3.2 พืชน้ำ	11
2.4 ข้าวเป็นพืชน้ำหรือพืชบก	14
2.5 ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวในการปรับตัวต่อสภาพขาดออกซิเจน	17
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	20
การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบการตอบสนองของข้าวและข้าวสาลีในสภาพขาดออกซิเจนและฟอสฟอรัสต่ำ	20
การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบการปรับตัวของพันธุ์ข้าวไทยต่อสภาพขาดออกซิเจน	21
การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบการตอบสนองของข้าวและสมรรถภาพการดูดฟอสฟอรัสของรากชนิดต่าง ๆ ในสภาพขาดออกซิเจน	22
การวิเคราะห์ข้อมูล	23
บทที่ 4 ผลการทดลอง	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิจัยผลลัพธ์การทดลอง	128
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	137
เอกสารอ้างอิง	139
ประวัติผู้เขียน	145



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/ตัน) ของข้าวหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	25
4.2 น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/ตัน) ของข้าวสาลีหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	26
4.3 จำนวนรากรวมของข้าวหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	28
4.4 จำนวนรากรวมของข้าวสาลีหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	29
4.5 ความยาวราก (ซ.ม.) ของข้าวหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	31
4.6 ความยาวราก (ซ.ม.) ของข้าวสาลีหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	32
4.7 ความพรุนราก (%) ของข้าวหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	34
4.8 ความพรุนราก (%) ของข้าวสาลีหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	35

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.9 สัดส่วนรากต่อต้านของข้าวหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (acerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	37
4.10 สัดส่วนรากต่อต้านของข้าวสาลีหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (acerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	38
4.11 น้ำหนักแห้งรวมของข้าว 15 พันธุ์ (กรัม/ต้น) ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	47
4.12 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าว 15 พันธุ์ (กรัม/ต้น) ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	48
4.13 น้ำหนักแห้งรากของข้าว 15 พันธุ์ (กรัม/ต้น) ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	49
4.14 อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/กรัม/วัน) ของข้าว 15 พันธุ์ หลังจากได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	51
4.15 จำนวนรากลรวมของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	54
4.16 จำนวนรากพอมของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	55
4.17 จำนวนรากอ้วนยาวของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	56
4.18 จำนวนรากอ้วนสั้นของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	57
4.19 อัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนราก (เปอร์เซ็นต์) ของข้าว 15 พันธุ์ หลังจากได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	59
4.20 ความยาวรากของข้าว 15 พันธุ์ (เซนติเมตร) ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.21 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวราก และความพรุนราก (เปอร์เซ็นต์) ของข้าว 15 พันธุ์ หลังจากได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	62
4.22 เปอร์เซ็นต์ความพรุนรากของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	64
4.23 ความสูงของต้นข้าว 15 พันธุ์ (เซนติเมตร) ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	67
4.24 จำนวนหน่อต่อต้นของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	68
4.25 สัดส่วนรากต่อต้นของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	69
4.26 อัตราการเปลี่ยนแปลงความสูงต้น จำนวนหน่อและสัดส่วนรากต่อต้น (เปอร์เซ็นต์) ของข้าว 15 พันธุ์ หลังจากได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	70
4.27 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัม/ต้น) ของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	73
4.28 ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน (มิลลิกรัม/ต้น) ของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	74
4.29 ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนราก (มิลลิกรัม/ต้น) ของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	75
4.30 อัตราการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในราก ส่วนเหนือดิน และรวมทั้งต้น และสมรรถภาพการดูดฟอสฟอรัสที่เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าว 15 พันธุ์ หลังจากได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	76
4.31 สมรรถภาพการดูดฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมฟอสฟอรัส/กรัมน้ำหนักแห้งราก) ของข้าว 15 พันธุ์ ก่อนได้รับสภาพ stagnant และหลังได้รับสภาพ stagnant เป็นเวลา 7 วัน	78
4.32 ข้อมูลของข้าวที่ปลูกในสภาพ aerated ฟอสฟอรัสสูง เป็นเวลา 21 วัน ก่อนย้ายสู่กรรมวิธีต่าง ๆ เป็นเวลา 7 วัน	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
4.33	น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/ตัน) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	84
4.34	น้ำหนักแห้งรวมที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	85
4.35	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/ตัน) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	89
4.36	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	90
4.37	น้ำหนักแห้งราก (กรัม/ตัน) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	95
4.38	น้ำหนักแห้งรากที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	96
4.39	ความยาวราก (เซนติเมตร) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	100
4.40	ความยาวรากที่เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	101
4.41	จำนวนรากของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	106
4.42	จำนวนรากที่เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	107
4.43	ปริมาณฟอสฟอรัสรวมทั้งต้น (มิลลิกรัม/ตัน) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	112
4.44	ปริมาณฟอสฟอรัสรวมทั้งต้นที่เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	113
4.45	ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน (มิลลิกรัม/ตัน) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	117
4.46	ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินที่เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	118
4.47	ปริมาณฟอสฟอรัสในราก (มิลลิกรัม/ตัน) ของข้าวหลังจากได้รับการวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.48 ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนรากที่เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจากได้รับ กรรมวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	123
4.49 สมรรถภาพการดูดฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมฟอสฟอรัส/กรัมน้ำหนักแห้งราก) ของข้าวหลังจากได้รับกรรมวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	126
4.50 สมรรถภาพการดูดฟอสฟอรัสที่เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหลังจาก ได้รับกรรมวิธีต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน	127

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสรวมทั้งต้น (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	40
4.2 ปริมาณฟอสฟอรัสรวมทั้งต้น (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวสาลีหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	40
4.3 สมรรถภาพการดูดฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกรัมน้ำหนักแห้งราก) ของข้าวหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	42
4.4 สมรรถภาพการดูดฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกรัมน้ำหนักแห้งราก) ของข้าวสาลีหลังจากได้รับสภาพมีและขาดออกซิเจน (aerated, A และ stagnant, S) ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำและสูง (LP และ HP) เป็นเวลา 4 8 และ 12 วัน (DAT)	42
4.5 แสดงโพรงอากาศ (Aerenchyma) ในรากข้าวที่ 5 เซนติเมตร จากปลายรากเมื่อย้ายลงแต่ละกรรมวิธีได้ 12 วัน ในสภาพมีออกซิเจนและขาดออกซิเจนเมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่ำและสูง	44
4.6 แสดงโพรงอากาศ (Aerenchyma) ในรากข้าวสาลีที่ 5 เซนติเมตร จากปลายราก เมื่อย้ายลงแต่ละกรรมวิธีได้ 12 วันในสภาพมีออกซิเจนและขาดออกซิเจน เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่ำและสูง	44
4.7 แสดงผนังกั้นการรั่วไหลของออกซิเจนที่ชั้น exodermal ของข้าวเปรียบเทียบกับข้าวสาลี	44