สารบาญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบาญตาราง		ฌ
สารบาญภาพ		ฎ
สารบาญตารางภาคผนวก		ฏ
บทที่ 1 บทนำ		1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร		3
บทที่ 3 วิธีการทดลอง		18
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์		26
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง		68
เอกสารอ้างอิง		69
ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก	สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (BG_{11})	76
ภาคผนวก ข	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance)	77
ประวัติผู้เขียน		113

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ไอโซโทปของไนโตรเจนและสมบัติบางประการ	12
2	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน, การสะสมไนโตรเจน และ% ^{15}N atom excess ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินตัวอย่าง 6CCR1-1	32
3	ค่าเฉลี่ยความสูง, จำนวนต้นต่อกระถาง และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่เก็บที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด	37
4	ค่าเฉลี่ยความสูง, จำนวนต้นต่อกระถาง และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่เก็บที่ระยะข้าวออกดอก	38
5	ค่าเฉลี่ยความสูง, จำนวนต้นต่อกระถาง และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่เก็บที่ระยะเก็บเกี่ยว	38
6	จำนวนรวงต่อกระถาง, น้ำหนักของฟาง, น้ำหนัก 1,000 เมล็ด, เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี จำนวนและน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อกระถางของข้าวที่เก็บที่ระยะเก็บเกี่ยว	42
7	%N Recovery ของไนโตรเจนจากดิน, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในพืชที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด, ระยะข้าวออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว	45
8	ประสิทธิภาพของไนโตรเจน (N) จากการใส่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (^{15}N BGA) และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต $(^{15}NH_4)_2SO_4$ ในพืช, ในดิน และส่วนที่สูญหายที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด, ระยะข้าวออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว	49
9	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน, ปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจนในข้าว, เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส. ปริมาณทั้งหมดของฟอสฟอรัสในข้าว, เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม และปริมาณทั้งหมดของโพแทสเซียมในข้าว ของต้นข้าวที่เก็บที่ระยะแตกกอสูงสุด	55
10	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน, ปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจนในข้าว, เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส. ปริมาณทั้งหมดของฟอสฟอรัสในข้าว, เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม และปริมาณทั้งหมดของโพแทสเซียมในข้าว ของต้นข้าวที่เก็บที่ระยะข้าวออกดอก	56
11	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน, ปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจนในเมล็ดและฟางข้าว ในระยะเก็บเกี่ยว	57

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส, ปริมาณทั้งหมดของฟอสฟอรัสในเมล็ดและฟางข้าว ในระยะเก็บเกี่ยว	57
13 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม, ปริมาณทั้งหมดของโพแทสเซียมในเมล็ดและฟางข้าว ในระยะเก็บเกี่ยว	58
14 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินหลังจากเก็บตัวอย่างพืชระยะข้าวแตกกอสูงสุด, ระยะข้าวออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว	60
15 ค่าเฉลี่ยความชื้น, pH, ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ปริมาณฟอสฟอรัส, ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมในดินที่เก็บที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด	65
16 ค่าเฉลี่ยความชื้น, pH, ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ปริมาณฟอสฟอรัส, ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมในดินที่เก็บที่ระยะข้าวออกดอก	66
17 ค่าเฉลี่ยความชื้น, pH, ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ปริมาณฟอสฟอรัส, ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมในดินที่เก็บที่ระยะเก็บเกี่ยว	67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
1	การเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ ของต้นข้าวพันธุ์ที่ไม่ไวแสง ที่มีอายุ 120 วัน	4
2	โครงสร้างของเอนไซม์ไนโตรจีเนส	7
3	ลักษณะโคโลนีและเส้นสายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวน 6 ตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต,ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน และองค์ประกอบต่าง ๆ	19
4	มวลชีวภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้ง 6 ตัวอย่าง	26
5	ปริมาณเซลล์ทั้งหมดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้ง 6 ตัวอย่าง	27
6	ปริมาณคลอโรฟิลล์ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้ง 6 ตัวอย่าง	28
7	ปริมาณโปรตีนในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้ง 6 ตัวอย่าง	29
8	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้ง 6 ตัวอย่าง	30
9	การเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะปักดำ	34
10	การเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	34
11	การเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะข้าวออกดอก	35
12	การเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะเก็บเกี่ยว	35

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญตารางภาคผนวก

ตาราง	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ของความสูงของต้นข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	77
2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ของจำนวนต้นข้าวต่อกระถางในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	77
3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ของน้ำหนักแห้งข้าวต่อกระถางในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	78
4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	78
5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	79
6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) %N Recovery ในต้นข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	79
7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	80
8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	80
9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	81
10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในข้าวในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	81
11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ความสูงของต้นข้าวในระยะข้าวออกดอก	82
12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) จำนวนต้นข้าวต่อกระถางในระยะข้าวออกดอก	82

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง	หน้า
13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) น้ำหนักแห้งของข้าวในระยะข้าวออกดอก	83
14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวในระยะข้าวออกดอก	83
15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในข้าวในระยะข้าวออกดอก	84
16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) %N Recovery ในต้นข้าวในระยะข้าวออกดอก	84
17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวในระยะข้าวออกดอก	85
18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในข้าวในระยะข้าวออกดอก	85
19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในข้าวในระยะข้าวออกดอก	86
20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในข้าวในระยะข้าวออกดอก	86
21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ความสูงของข้าวในระยะเก็บเกี่ยว	87
22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) จำนวนต้นข้าวต่อกระถางในระยะเก็บเกี่ยว	87
23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) น้ำหนักแห้งของข้าวในระยะเก็บเกี่ยว	88
24 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) จำนวนรวงข้าวต่อกระถางในระยะเก็บเกี่ยว	88

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง	หน้า
25 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) น้ำหนักแห้งของฟางข้าวในระยะเก็บเกี่ยว	89
26 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดดี	89
27 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	90
28 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) จำนวนเมล็ดต่อกระถาง	90
29 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) น้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง	91
30 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในฟางข้าว	91
31 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในฟางข้าว	92
32 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) % N Recovery ในฟางข้าว	92
33 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในเมล็ดข้าว	93
34 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในเมล็ดข้าว	93
35 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) % N Recovery ในเมล็ดข้าว	94
36 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) % N Recovery ในเมล็ดและฟางข้าว	94
37 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในฟางข้าว	95
38 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในฟางข้าว	95
39 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว	96

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง	หน้า
40 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดข้าว	96
41 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในฟางข้าว	97
42 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในฟางข้าว	97
43 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในเมล็ดข้าว	98
44 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในเมล็ดข้าว	98
45 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ของ pH ดินในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	99
46 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ความชื้นดินในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	99
47 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	100
48 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในดินในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	100
49 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	101
50 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	101
51 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณโพแทสเซียมในดินในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	102

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง	หน้า
52 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณแคลเซียมในดิน ในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	102
53 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance)ปริมาณแมกนีเซียมในดิน ในระยะข้าวแตกกอสูงสุด	103
54 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) pH ดินในระยะข้าว ออกดอก	103
55 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน ในระยะข้าวออกดอก	104
56 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในดินในระยะข้าวออกดอก	104
57 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ในดินในระยะข้าวออกดอก	105
58 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณไนโตรเจนที่ เหลืออยู่ในดินในระยะข้าวออกดอก	105
59 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณฟอสฟอรัส ในดินในระยะข้าวออกดอก	106
60 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณโพแทสเซียม ในดินในระยะข้าวออกดอก	106
61 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณแคลเซียม ในดินในระยะข้าวออกดอก	107
62 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณแมกนีเซียม ในดินในระยะข้าวออกดอก	107
63 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) pH ดินในระยะเก็บเกี่ยว	108
64 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน ในระยะเก็บเกี่ยว	108

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง	หน้า
65 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในระยะเก็บเกี่ยว	109
66 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในดินในระยะเก็บเกี่ยว	109
67 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินในระยะเก็บเกี่ยว	110
68 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินในระยะเก็บเกี่ยว	110
69 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณโพแทสเซียมในระยะเก็บเกี่ยว	111
70 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณแคลเซียมในดินในระยะเก็บเกี่ยว	111
71 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ปริมาณแมกนีเซียมในดินในระยะเก็บเกี่ยว	112

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University