

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญ	ญ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
หน้าที่และความสำคัญของโบรอนในพืช	3
เหตุปัจจัยที่มีผลต่อการขาดโบรอนของพืช	5
ผลกระทบจากการขาดโบรอนในพืช	6
สมรรถภาพการใช้ธาตุอาหาร	7
ความแตกต่างทางพันธุกรรมของสมรรถภาพการใช้โบรอน	8
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	17
ผลการทดลองที่ 1	17
ผลการทดลองที่ 2	23
ผลการทดลองที่ 3	34
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	61
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	73
ประวัติผู้เขียน	89

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
1	คะแนนความสมบูรณ์ของต้นอ่อนถั่วเขียวผิวมันเมื่ออายุได้ 3 สัปดาห์เมื่อปลูกใน sand culture ซึ่งไม่ใส่โบรอนในสายละลาย	19
2	คะแนนความสมบูรณ์ของต้นอ่อนถั่วเขียวผิวดำเมื่ออายุได้ 3 สัปดาห์เมื่อปลูกใน sand culture ซึ่งไม่ใส่โบรอนในสายละลาย	20
3	อิทธิพลของระดับโบรอนในแปลงทดลองต่อจำนวนข้อต่อต้นของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์	23
4	อิทธิพลของระดับโบรอนในแปลงทดลองต่อจำนวนข้อต่อต้นของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์	24
5	อิทธิพลของระดับโบรอนในแปลงทดลองต่อการให้ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัม/ไร่) ของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์	25
6	อิทธิพลของระดับโบรอนในแปลงทดลองต่อจำนวนฝักต่อต้น ของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์	26
7	อิทธิพลของระดับโบรอนในแปลงทดลองต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์	27
8	อิทธิพลของระดับโบรอนในแปลงทดลองต่อน้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์	28
9	อิทธิพลของระดับโบรอนในแปลงทดลองต่อความเข้มข้นของโบรอนในเมล็ดของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์	29
10	อิทธิพลของที่มาของเมล็ดต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์ปลูกใน sand culture ที่มีโบรอน 2 ระดับ (การทดลองที่ 2.2)	31
11	อิทธิพลของที่มาของเมล็ดต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติของถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวมัน 6 สายพันธุ์ปลูกใน sand culture ที่มีโบรอน 2 ระดับ (การทดลองที่ 2.2)	33
12	การตอบสนองต่อระดับโบรอนของ น้ำหนักแห้งรวม น้ำหนักแห้งราก จำนวนปม น้ำหนักปม และโบรอนใน YFEL ของถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ Regur ที่ระยะ R3 เมื่อปลูกใน sand culture	35
13	การตอบสนองของ จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1000 เมล็ด และความเข้มข้นของโบรอนในเมล็ด ต่อระดับ โบรอนของถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ Regur เมื่อปลูกใน sand culture	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
14	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	39
15	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน (กรัม/กระถาง) ที่ระยะสุกแก่ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	40
16	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อน้ำหนักแห้งราก (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	41
17	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อน้ำหนักแห้งราก (กรัม/กระถาง) ที่ระยะสุกแก่ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	42
18	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อน้ำหนักแห้งปม (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	43
19	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อน้ำหนักแห้งปม (กรัม/กระถาง) ที่ระยะสุกแก่ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	44
20	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อความเข้มข้นของโบรอนใน YFEL (mg B/kg) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	45
21	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อผลผลิตเมล็ดของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	46
22	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	48
23	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	49
24	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อน้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	50
25	อิทธิพลของระดับโบรอนที่มีต่อความเข้มข้นของโบรอนในเมล็ด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture	52
26	อิทธิพลของระดับโบรอน และที่มาของเมล็ดต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเขียวพิวคำและถั่วเขียวพิวมัน 5 สายพันธุ์ เมื่อปลูกใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
27 อิทธิพลของระดับโบรอน และที่มาของเมทิลต่อเปอร์เซ็นต์ต้นอ่อนผิดปกติของถั่วเขียว ฝั้วดำและถั่วเขียวฝั้วมัน 6 สายพันธุ์เมื่ออายุ 11 วัน เมื่อปลูกใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	56
28 อิทธิพลของระดับโบรอน และที่มาของเมทิลต่อเปอร์เซ็นต์ต้นอ่อนผิดปกติของถั่วเขียว ฝั้วดำและถั่วเขียวฝั้วมัน 6 สายพันธุ์เมื่ออายุ 18 วัน เมื่อปลูกใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	58

สารบัญภาพ

ภาพ		
1	การกระจายตัวของลักษณะความทนทานต่อการขาดโบรอนในประชากรถั่วเขียว พิวดำและถั่วเขียวพิวมัน	18
2	ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของโบรอนในเมล็ดกับคะแนนความสมบูรณ์ของต้น อ่อนในประชากรถั่วเขียวพิวมัน	22
3	ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของโบรอนในเมล็ดกับคะแนนความสมบูรณ์ของต้น อ่อนในประชากรถั่วเขียวพิวดำ	22
4	อิทธิพลของระดับโบรอนที่ให้ในสารละลายต่อผลผลิตเมล็ดของถั่วเขียวพิวดำพันธุ์ Regur	37
5	อิทธิพลของระดับโบรอนที่ให้ในสารละลายต่อจำนวนฝักต่อกระถาง ของถั่วเขียวพิว ดำพันธุ์ Regur	37
6	ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นโบรอนในเมล็ดกับเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติ ใน B0 ของถั่วเขียวพิวมันและถั่วเขียวพิวดำ 6 สายพันธุ์ที่อายุ 11 วันหลังปลูก	59
7	ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นโบรอนในเมล็ดกับเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติ ใน B10 ของถั่วเขียวพิวมันและถั่วเขียวพิวดำ 6 สายพันธุ์ที่อายุ 18 วันหลังปลูก	60

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนข้อต่อต้นของถั่วเขียวฝิวดำและถั่วเขียวฝิวมัน 6 สายพันธุ์เมื่อปลูกในแปลงที่มีระดับโบรอนแตกต่างกัน (การทดลองที่ 2.1)	73
2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนข้อติดฝักต่อต้นของถั่วเขียวฝิวดำและถั่วเขียวฝิวมัน 6 สายพันธุ์เมื่อปลูกในแปลงที่มีระดับโบรอนแตกต่างกัน (การทดลองที่ 2.1)	73
3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิต (กก./ไร่) ถั่วเขียวฝิวดำและถั่วเขียวฝิวมัน 6 สายพันธุ์เมื่อปลูกในแปลงที่มีระดับโบรอนแตกต่างกัน (การทดลองที่ 2.1)	74
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเขียวฝิวดำและถั่วเขียวฝิวมัน 6 สายพันธุ์เมื่อปลูกในแปลงที่มีระดับโบรอนแตกต่างกัน (การทดลองที่ 2.1)	74
5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียวฝิวดำและถั่วเขียวฝิวมัน 6 สายพันธุ์เมื่อปลูกในแปลงที่มีระดับโบรอนแตกต่างกัน (การทดลองที่ 2.1)	75
6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวฝิวดำและถั่วเขียวฝิวมัน 6 สายพันธุ์เมื่อปลูกในแปลงที่มีระดับโบรอนแตกต่างกัน (การทดลองที่ 2.1)	75
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นโบรอนในเมล็ด (mg B/kg) ของถั่วเขียวฝิวดำและถั่วเขียวฝิวมัน 6 สายพันธุ์เมื่อปลูกในแปลงที่มีระดับโบรอนแตกต่างกัน (การทดลองที่ 2.1)	76
8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วเขียว 6 สายพันธุ์ที่เก็บจากแปลงที่มีระดับโบรอนต่างกัน (เก็บจากแปลงที่มีระดับโบรอนต่างกัน) เมื่อเพาะในระดับโบรอนสองระดับใน sand culture (การทดลองที่ 2.2)	76
9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติของถั่วเขียว 6 สายพันธุ์ที่ใช้เมล็ดซึ่งมีที่มาต่างกัน (เก็บจากแปลงที่มีระดับโบรอนต่างกัน) เมื่อเพาะในระดับโบรอนสองระดับใน sand culture (การทดลองที่ 2.2)	77
10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวฝิวดำพันธุ์ Regur ในระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	77
11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งราก (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวฝิวดำพันธุ์ Regur ในระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	78

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งปม (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียว ฝักดำพันธุ์ Regur ในระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	78
13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นโบรอนใน YFEL (mg B/kg) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวฝักดำพันธุ์ Regur ในระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	78
14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตเมล็ด (กรัม/กระถาง) ของถั่วเขียวฝักดำพันธุ์ Regur ในระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	79
15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนฝักต่อกระถางของถั่วเขียวฝักดำพันธุ์ Regur ใน ระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	79
16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียวฝักดำพันธุ์ Regur ใน ระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	79
17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวฝักดำพันธุ์ Regur ในระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	80
18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นโบรอนในเมล็ด (mg B/kg) ของถั่วเขียวฝัก ดำพันธุ์ Regur ในระดับโบรอนต่างๆกัน 8 ระดับ (การทดลองที่ 3.1)	80
19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียวฝักดำและถั่วเขียวฝักมัน 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ sand culture (การ ทดลองที่ 3.2)	80
20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/กระถาง) ที่ระยะสุกแก่ ของถั่วเขียวฝักดำและถั่วเขียวฝักมัน 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ sand culture (การ ทดลองที่ 3.2)	81
21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งราก (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียว ฝักดำและถั่วเขียวฝักมัน 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ sand culture (การทดลองที่ 3.2)	81
22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งราก (กรัม/กระถาง) ที่ระยะสุกแก่ของถั่ว เขียวฝักดำและถั่วเขียวฝักมัน 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ sand culture (การทดลองที่ 3.2)	82
23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งปม (กรัม/กระถาง) ที่ระยะ R3 ของถั่วเขียว ฝักดำและถั่วเขียวฝักมัน 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ sand culture (การทดลองที่ 3.2)	82

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งปม (กรัม/กระถาง) ที่ระยะสุกแก่ของถั่วเขียวพิวดำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ sand culture (การทดลองที่ 3.2)	83
25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของโบรอนใน YFEL (mg B/kg) ของถั่วเขียวพิวดำและถั่วเขียวพิวมัน 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ sand culture (การทดลองที่ 3.2)	83
26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Relative Yield ของถั่วเขียว 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ ใน sand culture (การทดลองที่ 3.2)	84
27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Relative number pod/plant ของถั่วเขียว 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ ใน sand culture (การทดลองที่ 3.2)	84
28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียว 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ ใน sand culture (การทดลองที่ 3.2)	85
29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียว 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ ใน sand culture (การทดลองที่ 3.2)	85
30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นโบรอนในเมล็ด (mg B/kg) ของถั่วเขียว 6 สายพันธุ์ที่ระดับโบรอนต่างๆ ใน sand culture (การทดลองที่ 3.2)	86
31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วเขียว 5 สายพันธุ์ (ไม่มีถั่วเขียวพิวดำสายพันธุ์ CPI79563 เพราะไม่สามารถเก็บเมล็ดจากทริทเม้นต์ที่ไม่ให้โบรอนได้) ซึ่งมีที่มาต่างกัน (เก็บจากทริทเม้นต์ที่ให้โบรอนต่างกัน 4 ระดับในการทดลองที่ 3.2) เมื่อเพาะในระดับโบรอนสองระดับใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	86
32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติ ที่อายุ 11 วัน ของถั่วเขียว 5 สายพันธุ์ (ไม่มีถั่วเขียวพิวดำสายพันธุ์ CPI79563 เพราะไม่สามารถเก็บเมล็ดจากทริทเม้นต์ที่ไม่ให้โบรอนได้) ที่ใช้เมล็ดซึ่งมีที่มาต่างกัน (เก็บจากทริทเม้นต์ที่ให้โบรอนต่างกัน 4 ระดับในการทดลองที่ 3.2) เมื่อปลูกในระดับโบรอน 2 ระดับใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	87

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติที่อายุ 11 วัน ของถั่วเขียวพืวดำสายพันธุ์ CPI79563 ที่ใช้เมล็ดที่มีที่มาต่างกัน (เก็บจากแปลงที่ให้ระดับโบรอนต่างกัน 3 ระดับในการทดลองที่ 3.2) เมื่อเพาะในระดับโบรอนสองระดับใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	87
34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติ ที่อายุ 18 วัน ของถั่วเขียว 5 สายพันธุ์ (ไม่มีถั่วเขียวพืวดำสายพันธุ์ CPI79563 เพราะไม่สามารถเก็บเมล็ดจากทริทเม้นต์ที่ไม่ให้โบรอนได้) ที่ใช้เมล็ดซึ่งมีที่มาต่างกัน (เก็บจากทริทเม้นต์ที่ให้โบรอนต่างกัน 4 ระดับใน การทดลองที่ 3.2) เมื่อปลูกในระดับ โบรอน 2 ระดับใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	88
35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การเกิดต้นอ่อนผิดปกติที่อายุ 18 วัน ของถั่วเขียวพืวดำสายพันธุ์ CPI79563 ที่ใช้เมล็ดที่มีที่มาต่างกัน (เก็บจากแปลงที่ให้ระดับโบรอนต่างกัน 3 ระดับในการทดลองที่ 3.2) เมื่อเพาะในระดับโบรอนสองระดับใน sand culture (การทดลองที่ 3.3)	88