

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| กิตติกรรมประกาศ  | ก    |
| บทคัดย่อภาษาไทย  | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ   | ฉ    |
| สารบัญ   | ช    |
| สารบัญตาราง  | ณ    |
| สารบัญภาพ  | ญ    |
| สารบัญตารางภาคผนวก   | ฎ    |
| บทที่ 1 บทนำ   | 1    |
| บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร  | 2    |
| ธาตุโบรอนในดินและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของพืช | 2    |
| บทบาทของธาตุโบรอนต่อการเจริญเติบโตของพืช                     | 2    |
| การประเมินระดับความทนทานต่อการขาดโบรอนในพืช                  | 3    |
| ความแตกต่างทางพันธุกรรมของการตอบสนองต่อการขาดโบรอน           | 4    |
| การควบคุมทางพันธุกรรมของการตอบสนองต่อโบรอน                   | 5    |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ                                    | 7    |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง   | 11   |
| บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง                                  | 44   |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง                                       | 48   |
| เอกสารอ้างอิง  | 49   |
| ภาคผนวก  | 54   |
| ประวัติผู้เขียน  | 135  |

## สารบัญตาราง

| ตาราง   | หน้า |
|---|------|
| 1 ช่วงของค่าเฉลี่ยดัชนีการติดเมล็ดและค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)         | 12   |
| 2 การวิเคราะห์ chi-square ของการกระจายตัวของลักษณะดัชนีการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 3 จาก 3 คู่ผสมเมื่อปลูกในทรายรดด้วยสารละลายที่ไม่ใส่โบรอน (B0)   | 14   |
| 3 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนสังเกตและค่าความแปรปรวนคาดหวังของดัชนีการติดเมล็ดเมื่อปลูกในสภาพขาดโบรอน (B0)   | 15   |
| 4 ช่วงของค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงและค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)         | 17   |
| 5 การวิเคราะห์ chi-square ของการกระจายตัวของลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวงของลูกผสมชั่วที่ 3 จาก 3 คู่ผสมเมื่อปลูกในทรายรดด้วยสารละลายที่ไม่ใส่โบรอน (B0)   | 19   |
| 6 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนสังเกตและค่าความแปรปรวนคาดหวังของจำนวนเมล็ดต่อรวงเมื่อปลูกในสภาพขาดโบรอน (B0)   | 20   |
| ๗ ช่วงของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ด (กรัม/ต้น) และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10) | 22   |
| 8 ช่วงของค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)   | 25   |
| 9 ช่วงของค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อต้น และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)          | 28   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง   | หน้า |
|---|------|
| 10 ช่วงของค่าเฉลี่ยอายุวันออกรวง และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)                    | 31   |
| 11 ช่วงของค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นหลังปลูก 30 วัน และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)   | 34   |
| 12 ช่วงของค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10) | 35   |
| 13 ช่วงของค่าเฉลี่ยความสูงต้น (เซนติเมตร) และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)           | 39   |
| 14 ช่วงของค่าเฉลี่ยน้ำหนักฟาง (กรัมต่อต้น) และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 $\mu$ MB (B10)          | 42   |

## สารบัญภาพ

| ภาพ  | หน้า |
|--|------|
| 1 การกระจายของค่าเฉลี่ยดัชนีการติดเมล็ดและค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ เมื่อปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) | 13   |
| 2 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวง B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0                              | 18   |
| 3 การกระจายของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัมต่อต้น) B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0               | 23   |
| 4 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0                         | 26   |
| 5 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อต้น B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0                                | 29   |
| 6 การกระจายของค่าเฉลี่ยอายุวันออกรวง B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0                                 | 32   |
| 7 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นหลังปลูก 30 วัน B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0                | 36   |
| 8 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0              | 37   |
| 9 การกระจายของค่าเฉลี่ยความสูงต้น (เซนติเมตร) B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0                        | 40   |
| 10 การกระจายของค่าเฉลี่ยน้ำหนักฟาง (กรัมต่อต้น) B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0                      | 43   |

## สารบัญตารางภาคผนวก

| ตารางภาคผนวก   | หน้า |
|--|------|
| 1 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของดัชนีการติดเมล็ด<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10             | 55   |
| 2 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของดัชนีการติดเมล็ด<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10          | 59   |
| 3 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของดัชนีการติดเมล็ด<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10            | 61   |
| 4 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนเมล็ดต่อรวง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10             | 63   |
| 5 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนเมล็ดต่อรวง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10          | 67   |
| 6 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนเมล็ดต่อรวง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10            | 69   |
| 7 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของน้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อต้น)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10    | 71   |
| 8 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของน้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อต้น)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10 | 75   |

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

| ตารางภาคผนวก   | หน้า |
|--|------|
| 9 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของน้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อต้น)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10 | 77   |
| 10 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10     | 79   |
| 11 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10  | 83   |
| 12 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10    | 85   |
| 13 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนรวงต่อต้น<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10            | 87   |
| 14 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนรวงต่อต้น<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10         | 91   |
| 15 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนรวงต่อต้น<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10           | 93   |
| 16 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของอายุวันออกรวง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10             | 95   |

## สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

| ตารางภาคผนวก   | หน้า |
|--|------|
| 17 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของอายุวันออกทรง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10                  | 99   |
| 18 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของอายุวันออกทรง<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10                    | 101  |
| 19 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนหน่อต่อต้นหลังปลูก 30 วัน<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10    | 103  |
| 20 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนหน่อต่อต้นหลังปลูก 30 วัน<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10 | 107  |
| 21 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนหน่อต่อต้นหลังปลูก 30 วัน<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10   | 109  |
| 22 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนหน่อหลังเก็บเกี่ยว<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10           | 111  |
| 23 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนหน่อหลังเก็บเกี่ยว<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10        | 115  |
| 24 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของจำนวนหน่อหลังเก็บเกี่ยว<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10          | 117  |

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

| ตารางภาคผนวก  | หน้า |
|---|------|
| 25 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของความสูงต้น (เซนติเมตร)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10     | 119  |
| 26 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของความสูงต้น (เซนติเมตร)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10  | 123  |
| 27 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของความสูงต้น (เซนติเมตร)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10    | 125  |
| 28 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของน้ำหนักฟาง (กรัมต่อต้น)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 (E) x BRB 9 (ME)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10    | 127  |
| 29 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของน้ำหนักฟาง (กรัมต่อต้น)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 (E) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10 | 131  |
| 30 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน family ของน้ำหนักฟาง (กรัมต่อต้น)<br>ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ผสมที่ 3 BRB 9 (ME) x BCMU 96-9 (I)<br>เมื่อปลูกใน B0 และ B10   | 133  |