

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 การขนส่งและสะสมธาตุเหล็กในส่วนต่าง ๆ ของข้าว	3
2.2 ความแปรปรวนพันธุกรรมของลักษณะปริมาณธาตุอาหารในพืช	8
2.3 การควบคุมทางพันธุกรรมของลักษณะธาตุอาหาร ในพืช	9
2.4 การวิเคราะห์ตำแหน่งยีนที่ควบคุมลักษณะสำคัญทางเกษตร โดยใช้เครื่องหมาย โมเลกุล (Molecular marker)	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	15
การทดลองที่ 1 การแสดงออกของลักษณะในลูกผสมชั่วที่ 1	17
การทดลองที่ 2 การถ่ายทอดทางพันธุกรรมและตำแหน่งยีนที่ควบคุมปริมาณธาตุ เหล็กในเมล็ด	19
บทที่ 4 ผลการทดลอง	23
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	69
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	73
เอกสารอ้างอิง	74
ภาคผนวก	81
ประวัติผู้เขียน	93

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 รายชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ pedigree และความสามารถในการสะสมปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ด	15
4.1.1 ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2), ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)	25
4.1.2 ความยาวเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิเมตร) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2), ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)	30
4.1.3 แบ่งกลุ่มลักษณะความยาวเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิเมตร) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2), ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)	31
4.1.4 ความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิเมตร) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2), ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)	32
4.1.5 รูปร่างเมล็ด (ยาว:กว้าง) ข้าวกล้อง พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2), ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)	33
4.1.6 แบ่งกลุ่มลักษณะรูปร่างเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2), ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)	34
4.1.7 ลักษณะสัณฐานเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ได้แก่ความยาวและรูปร่าง (ความยาว: ความกว้าง)	35
4.1.8 แบ่งกลุ่มของลักษณะสัณฐานเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 โดยใช้ความยาวและรูปร่าง (ความยาว:ความกว้าง) และปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	37
4.2.1 ผลการย้อมสีเฟิร์ลพริตเซียนบลู (PPB) และปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องของพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1	43
4.2.2 การกระจายตัวของลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1	50

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.2.3 ผลการทดสอบความแตกต่างทางพันธุกรรม (polymorphism) ระหว่าง IR68144 และ ชัยนาท 1 โดยใช้ SSR markers จำนวน 77 markers กระจายบนโครโมโซม 12 แท่ง	54
4.2.4 ผลการทดสอบ polymorphic marker จากตารางที่ 4.2.3 เมื่อนำมาทดสอบระหว่างต้น ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 5 ต้น (กลุ่ม bulk segregants เหล็กสูง) และต้นที่มีเหล็กต่ำสุด 5 ต้น (กลุ่ม bulk segregants เหล็กต่ำ)	58
4.2.5 การกระจายตัวของ marker class ในลูกผสมชั่วที่ 2 คู่ผสมระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1 ของ markers 5 ตัว	63
4.2.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของลูกผสมชั่วที่ 2 คู่ผสมระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1 ที่มีความสัมพันธ์ร่วมกับ A คือ homozygous ของพันธุ์ IR68144 B คือ homozygous ของชัยนาท 1 และ H คือ heterozygous	64
4.2.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของลูกผสมชั่วที่ 2 คู่ ผสมระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1 และความถี่ของต้น โดย A คือ homozygous พันธุ์ IR68144 และ B คือ homozygous ของพันธุ์ชัยนาท 1 และ H คือ heterozygous	66
4.2.8 อิทธิพลของ Quantitative trait loci (QTL) สำหรับลักษณะปริมาณธาตุเหล็ก วิเคราะห์โดยวิธี Interval mapping	67

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 แผนผังของกระบวนการขนส่ง (transport) และการสะสม (accumulation) ธาตุเหล็กของพืชทั้งต้น	5
2.3 การผ่าตามยาว (longitudinal section) ของเมล็ดข้าว แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ในเมล็ดข้าว	7
4.1.1 ลักษณะสัณฐานเมล็ดข้าวกล้อง (ความยาว-รูปร่าง) ของพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1	36
4.1.2 (A) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (มิลลิเมตร) กับความกว้างเมล็ด (มิลลิเมตร) (B) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (มิลลิเมตร) กับรูปร่าง (ความยาว:ความกว้าง) ของพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1	38
4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาและปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดของพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1 (A) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเมล็ดและปริมาณธาตุเหล็ก (B) ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างเมล็ดและปริมาณธาตุเหล็ก (C) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างเมล็ด (ยาว:กว้าง) และปริมาณธาตุเหล็ก	39
4.2.1 การติดสีย้อมบริเวณคัพพะ (embryo) ของเมล็ดข้าวกล้องที่ผ่าตามยาว โดยส่องภายใต้กล้องสเตอริโอ	42
4.2.2 การกระจายของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) พันธุ์พ่อแม่ (IR68144 และชัชนาท 1) และลูกผสมชั่วที่ 2	50
4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมของเปอร์เซ็นต์การติดสีย้อมเพร็ด พรัสเซียนบลูของพันธุ์พ่อแม่ (IR68144 และชัชนาท 1) และลูกผสมชั่วที่ 2 กับปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องที่วิเคราะห์โดยวิธีทางเคมี	51
4.2.4 ตำแหน่ง SSR marker ที่กระจายบนโครโมโซมข้าว 12 แท่ง ที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ จัดเส้นใต้และตัวหนา คือ marker ที่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ IR68144 และ ชัชนาท 1 (polymorphism)	60

ภาพ	หน้า
4.2.5 การประมาณตำแหน่ง QTL ของลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (บนโครโมโซมแท่งที่ 11) และระยะห่างระหว่าง marker ที่มีความสัมพันธ์ร่วมกับลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง	67
4.2.6 แสดงตำแหน่งของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่แตกต่างกันของพันธุ์พ่อแม่คือ IR68144 (P2) และชัยนาท 1 (P2) แล้วเปรียบเทียบกับประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 โดย A type คือ homozygous ของพันธุ์ IR68144 B type คือ homozygous ของพันธุ์ ชัยนาท 1 และ H คือ heterozygous โดยใช้ marker RM332 (A) และ RM20 (B)	68