

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การแสดงออกของลักษณะในลูกผสมชั่วที่ 1

ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง

ชุดที่ 1 ฤดูปลูกที่ 1

สำหรับปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องของพันธุ์พ่อแม่พบว่า ในพันธุ์เหล็กสูง (CMU122 และ IR68144) มีปริมาณธาตุเหล็กเท่ากับ 22.1 และ 18.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ พันธุ์เหล็กต่ำ (ชัชนาท 1 ข้าวดอกมะลิ 105 และกำดอยสะเก็ด) มีปริมาณธาตุเหล็กเท่ากับ 10.7 12.0 และ 13.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ลูกผสมชั่วที่ 1 มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 10.7 - 22.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมในกลุ่มผสมระหว่างเหล็กสูง x สูง (CMU122 x IR68144) และระหว่างเหล็กต่ำ x ต่ำ (ข้าวดอกมะลิ 105 x กำดอยสะเก็ด) ส่วนอีกสองคู่ระหว่างเหล็กสูง x ต่ำ (CMU122 x ข้าวดอกมะลิ 105 และ IR68144 x ชัชนาท 1) พบว่าลูกผสมมีปริมาณธาตุเหล็กเทียบเท่ากับพันธุ์ CMU122 และ IR68144 ที่มีเหล็กสูง (ตาราง 4.1.1)

ชุดที่ 1 ฤดูปลูกที่ 2

พันธุ์พ่อแม่เหล็กสูง (CMU122 และ IR68144) มีปริมาณธาตุเหล็กเท่ากับ 14.7 และ 16.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนพันธุ์พ่อแม่เหล็กต่ำ (กข 6 เหนียวอุบล 2 ชัชนาท 1 ข้าวดอกมะลิ 105 และสุพรรณบุรี 1) มีปริมาณธาตุเหล็กเท่ากับ 9.0 10.8 11.1 11.8 และ 12.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับลูกผสมชั่วที่ 1 มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 13.0 - 16.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัมและไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ ลูกผสมที่ได้จาก IR68144 x พันธุ์เหล็กต่ำจะมีค่าอยู่ระหว่างพ่อแม่ ส่วนลูกผสมที่ได้จาก CMU122 x พันธุ์เหล็กต่ำจะมีค่าเหล็กในเมล็ดเทียบเท่ากับพันธุ์ CMU122 (ตาราง 4.1.1)

ชุดที่ 2

พันธุ์พ่อแม่เหล็กสูง (Jalmagna และ IR68144) มีปริมาณธาตุเหล็กเท่ากับ 17.4 และ 19.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัมตามลำดับ และพันธุ์พ่อแม่เหล็กต่ำ (ขาวดอกมะลิ 105 บางแดน และหอมสุพรรณบุรี) มีปริมาณธาตุเหล็กเท่ากับ 9.3 11.1 และ 11.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัมตามลำดับ ลูกผสมชั่วที่ 1 มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 14.3 - 18.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ ยกเว้นคู่ผสม IR68144 x หอมสุพรรณบุรี และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมในกลุ่มระหว่างเหล็กสูง x สูง (IR68144 x Jalmagna) สำหรับลูกผสมระหว่างบางแดน x Jalmagna และ Jalmagna x ขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณธาตุเหล็กสูงเทียบเท่ากับพันธุ์เหล็กสูง Jalmagna ส่วนลูกผสมที่ได้จาก IR68144 x พันธุ์เหล็กต่ำจะมีค่าเหล็กในเมล็ดอยู่ระหว่างพ่อแม่ (ตาราง 4.1.1)

ตาราง 4.1.1 ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2) ลูกผสม
ชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)

คู่ผสม		ปริมาณธาตุเหล็ก (มก./กก)				F-test
P1	P2	P1	P1 x P2	P2 x P1	P2	
<u>ชุดที่ 1 ถูปลูกที่ 1</u>						
CMU122	IR68144	22.1 A	20.3 A	-	18.9 A	ns
CMU122	ข้าวดอกมะลิ 105	22.1 A	17.5 AB	-	12.0 B	*
IR68144	ชัยนาท 1	18.9 A	22.3 A	-	10.7 B	**
ข้าวดอกมะลิ 105	ท่าคอยสะแก	12.0 A	10.7 A	-	13.3 A	ns
<u>ชุดที่ 1 ถูปลูกที่ 2</u>						
ชัยนาท 1	IR68144	11.1 C	14.5 B	-	16.8 A	***
IR68144	ข้าวดอกมะลิ 105	16.8 A	14.0 B	13.5 B	11.8 C	***
IR68144	สุพรรณบุรี 1	16.8 A	13.8 BC	14.2 B	12.7 C	***
เหนียวอุบล 2	IR68144	10.8 C	14.7 B	-	16.8 A	***
กข 6	IR68144	9.0 C	13.0 B	-	16.8 A	***
CMU122	ชัยนาท 1	14.7 A	14.2 A	14.0 A	11.1 B	***
CMU122	สุพรรณบุรี 1	14.7 B	16.1 AB	16.0 AB	12.7 C	***
<u>ชุดที่ 2</u>						
บางแตน	Jalmagna	11.1B	18.7 A	-	17.4 A	*
Jalmagna	ข้าวดอกมะลิ 105	17.4 A	16.4 A	-	9.3 B	*
IR68144	Jalmagna	19.4 A	15.3 B	18.0 AB	17.4 AB	ns
IR68144	หอมสุพรรณบุรี	19.4 A	17.2 B	15.7 C	11.4 D	***
IR68144	บางแตน	19.4 A	15.9 B	14.3 B	11.1 C	***

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$, ** แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญที่ $P < 0.01$, *** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.001$

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ ของ
การเปรียบเทียบในแนวนอน

- = ไม่มีตัวอย่าง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดข้าวกล้อง

ลักษณะความยาวเมล็ด

ชุดที่ 1 ฤดูปลูกที่ 2

พบว่าความยาวเมล็ดของพันธุ์พ่อแม่ได้แก่ CMU122 มีค่าเท่ากับ 5.5 มิลลิเมตร (ตาราง 4.1 .2) ความยาวเมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดสั้น (ตาราง 4.1.3) IR68144 มีความยาวเมล็ดเท่ากับ 5.6 มิลลิเมตร จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดปานกลาง สุพรรณบุรี 1 และ กข 6 มีความยาวเมล็ดเท่ากับ 6.9 มิลลิเมตรเท่ากัน ข้าวดอกมะลิ 105 และ เหนียวอุบล 2 มีความยาวเท่ากับ 7.0 และ 7.3 ตามลำดับ โดยทั้ง 4 พันธุ์นี้จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดยาว สำหรับชัชนาท 1 มีความยาวเมล็ดเท่ากับ 7.7 มิลลิเมตร จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดยาวมาก ลูกผสมชั่วที่ 1 มีความยาวอยู่ในช่วงระหว่าง 5.8 - 7.0 มิลลิเมตร โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่ผสมนั้นมีความยาวอยู่กึ่งกลางระหว่างพันธุ์พ่อแม่ ไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ และลูกผสมระหว่าง IR68144 x เหล็กดำ ความยาวเมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง ส่วนลูกผสมระหว่าง CMU122 x เหล็กดำ นั้น ความยาวเมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มยาว

ชุดที่ 2

พันธุ์พ่อแม่ได้แก่ Jalmagna มีความยาวเมล็ดเท่ากับ 5.0 มิลลิเมตร (ตาราง 4.1.2) ความยาวเมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดสั้น (ตาราง 4.1.3) IR68144 มีความยาวเมล็ดเท่ากับ 5.6 มิลลิเมตร จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดปานกลาง ข้าวดอกมะลิ 105 มีความยาวเมล็ดเท่ากับ 7.5 มิลลิเมตร จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดยาว หอมสุพรรณบุรีมีความยาวเมล็ดเท่ากับ 7.6 มิลลิเมตร จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดยาวมาก ลูกผสมชั่วที่ 1 มีความยาวเมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 5.7 - 6.6 มิลลิเมตร ไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ พบว่าลูกผสมระหว่าง IR68144 x หอมสุพรรณบุรี และ Jalmagna x ข้าวดอกมะลิ 105 มีความยาวอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อแม่ ยกเว้นลูกผสมระหว่าง IR68144 x Jalmagna ที่มีความยาวเมล็ดเทียบเท่ากับพันธุ์ IR68144 ที่มีความยาวเมล็ดมากกว่าพันธุ์ Jalmagna และลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่ผสมมีความยาวเมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง

ลักษณะความกว้างเมล็ด

ชุดที่ 1 ฤดูปลูกที่ 2

พันธุ์พ่อแม่ได้แก่ IR68144 เมล็ดมีความกว้างเท่ากับ 1.9 มิลลิเมตร ข้าวดอกมะลิ 105 มีความกว้างเท่ากับ 2.1 มิลลิเมตร สุพรรณบุรี 1 และ ชัชนาท 1 มีความกว้างเท่ากับ 2.2 มิลลิเมตร กข 6 และ เหนียวอุบล 2 มีความกว้างเท่ากับ 2.3 มิลลิเมตร และ CMU122 มีความกว้างเท่ากับ 3.2 มิลลิเมตร

ลูกผสมชั่วที่ 1 มีความกว้างอยู่ในช่วง 2.1 - 2.7 มิลลิเมตร ไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ และพบว่าลูกผสมระหว่าง IR68144 x เหล็กดำ มีความกว้างเมล็ดเทียบเท่ากับพันธุ์พ่อแม่เหล็กดำที่มีความกว้างมากกว่าพันธุ์ IR68144 ส่วนลูกผสมระหว่าง CMU122 x เหล็กดำนั้น มีความกว้างอยู่กึ่งกลางระหว่างพันธุ์พ่อแม่ (ตาราง 4.1.4)

ชุดที่ 2

พันธุ์พ่อแม่ได้แก่ IR68144 มีความกว้างเท่ากับ 1.8 มิลลิเมตร หอมสุพรรณบุรีและขาวดอกมะลิ 105 มีความกว้างเท่ากับ 2.1 มิลลิเมตร และ Jalmagna มีความกว้างเมล็ดอยู่ในช่วง 2.3 มิลลิเมตร สำหรับลูกผสมชั่วที่ 1 มีความกว้างเมล็ดอยู่ในช่วง 2.0 - 2.3 มิลลิเมตร ไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ โดยลูกผสมระหว่าง IR68144 x หอมสุพรรณบุรี และ Jalmagna x ขาวดอกมะลิ 105 มีความกว้างอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อแม่ ส่วนลูกผสมระหว่าง IR68144 x Jalmagna มีความกว้างเทียบเท่ากับพันธุ์ Jalmagna ที่มีความกว้างเมล็ดมากกว่าพันธุ์ IR68144 (ตาราง 4.1.4)

ลักษณะรูปร่างเมล็ด

ชุดที่ 1 ฤดูปลูกที่ 2

พบว่ารูปร่างเมล็ด (ความยาว : ความกว้าง) ของพันธุ์พ่อแม่ได้แก่ CMU122 มีรูปร่างเมล็ดเท่ากับ 1.9 (ตาราง 4.1.5) รูปร่างเมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มหนา (ตาราง 4.1.6) IR68144 และ กข 6 มีรูปร่างเมล็ดเท่ากับ 2.9 และ 3.0 ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง สำหรับสุพรรณบุรี 1 และ เหนียวอุบล 2 มีรูปร่างเมล็ดเท่ากับ 3.1 เท่ากัน ชัยนาท 1 และ ขาวดอกมะลิ 105 มีรูปร่างเมล็ดเท่ากับ 3.5 เท่ากัน โดยทั้ง 4 พันธุ์จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง ลูกผสมชั่วที่ 1 มีรูปร่างเมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 2.5-2.9 ไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ พบว่าลูกผสมระหว่าง IR68144 x เหล็กดำ มีรูปร่างเทียบเท่ากับพันธุ์ IR68144 ที่มีค่ารูปร่างเมล็ดน้อยกว่าพ่อแม่พันธุ์เหล็กดำ ส่วนลูกผสมระหว่าง CMU122 x เหล็กดำ มีรูปร่างเมล็ดอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อแม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกกลุ่มผสมมีรูปร่างเมล็ดอยู่ในกลุ่มปานกลาง

ชุดที่ 2

พันธุ์พ่อแม่ได้แก่ Jalmagna และ IR68144 มีรูปร่างเมล็ดเท่ากับ 2.1 และ 3.0 ตามลำดับ (ตาราง 4.1.5) รูปร่างเมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง (ตาราง 4.1.6) ส่วนหอมสุพรรณบุรีและขาวดอกมะลิ 105 มีรูปร่างเมล็ดเท่ากับ 3.6 เท่ากัน จัดอยู่ในกลุ่มเรียว ลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าของรูปร่างเมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 2.5 - 3.3 ไม่พบความแตกต่างระหว่างลูกผสมสลับพ่อแม่ และลูกผสมทุกกลุ่มผสมมีค่าอยู่กึ่งกลางระหว่าง

พ่อแม่ ลูกผสมระหว่าง IR68144 x หอมสุพรรณบุรี จัดอยู่ในกลุ่มเรียวก ส่วนลูกผสมระหว่าง IR68144 x Jalmagna และ Jalmagna x ขาวดอกมะลิ 105 จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง

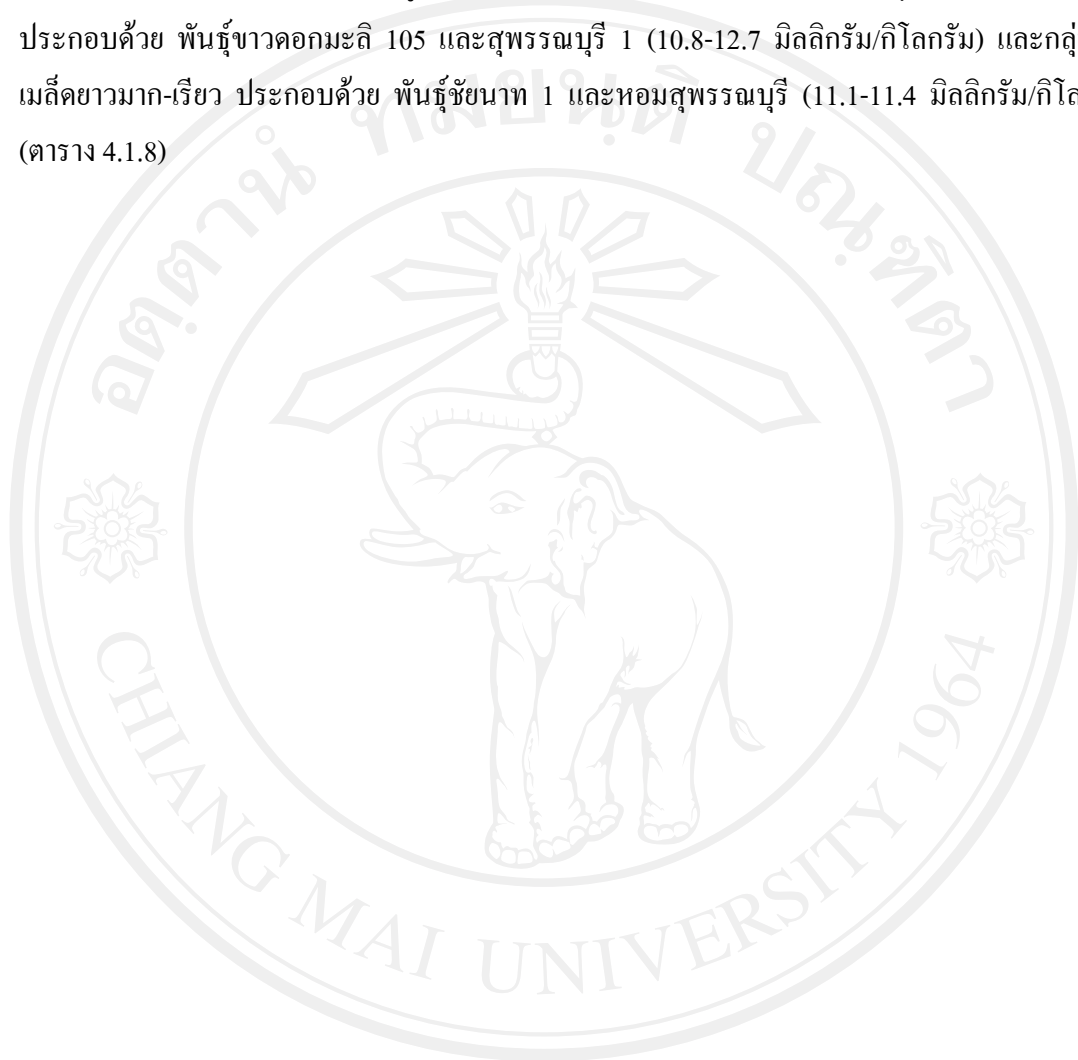
และจากการแบ่งกลุ่มลักษณะพื้นฐานวิทยาของเมล็ดโดยวัดความยาวเมล็ดและรูปร่างเมล็ด (ความยาว:ความกว้าง) พบว่าพันธุ์พ่อแม่ระหว่างกลุ่มสั้น-หนา (CMU122) x กลุ่มยาวมาก-เรียวก (ชัยนาท 1) และยาว-เรียวก (สุพรรณบุรี 1) ลูกผสมที่ได้จัดอยู่ในกลุ่มยาว-ปานกลาง ระหว่างกลุ่มสั้น-ปานกลาง (Jalmagna) x ยาว-เรียวก (ขาวดอกมะลิ 105) และปานกลาง-ปานกลาง (IR68144) ลูกผสมที่ได้จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง-ปานกลาง และระหว่างกลุ่มปานกลาง-ปานกลาง (IR68144) x ยาวมาก-เรียวก (ชัยนาท 1) และยาว-เรียวก (สุพรรณบุรี 1 ขาวดอกมะลิ 105 เหนียวอุบล 2 และกข 6) ลูกผสมที่ได้จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง-ปานกลาง ส่วนระหว่างกลุ่มปานกลาง-ปานกลาง (IR68144) x ยาวมาก-เรียวก (หอมสุพรรณบุรี) ลูกผสมที่ได้จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง-เรียวก (ตาราง 4.1.7 ภาพ 4.1.1)

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานและปริมาณธาตุเหล็กของเมล็ดข้าวกล้อง

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าลักษณะรูปร่างเมล็ดและความกว้างมีความสัมพันธ์กันในทิศทางลบ ($r = -0.704^{***}$) (ภาพ 4.1.2 (A)) สำหรับรูปร่างและความยาวพบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางบวก ($r = 0.722^{***}$) (ภาพ 4.1.2 (B)) และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานวิทยาเมล็ดและปริมาณธาตุเหล็ก พบว่าความยาวกับปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดและรูปร่างเมล็ด (ความยาว:ความกว้าง) กับปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ด มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางลบ ($r = -0.601^{***}$ และ $r = -0.452^{***}$ ตามลำดับ) ยกเว้นความกว้างที่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุเหล็ก ($r = 0.045^{ns}$) (ภาพ 4.1.3)

จากการศึกษาลักษณะพื้นฐานเมล็ดโดยวัดจากความยาวเมล็ดและรูปร่างเมล็ด (ความยาว:ความกว้าง) สามารถแบ่งกลุ่มลักษณะพื้นฐานเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ใช้ในงานทดลองนี้ได้ 7 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 เมล็ดสั้น-หนา คือ พันธุ์ CMU122 (14.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) กลุ่มที่ 2 เมล็ดสั้น-ปานกลาง คือ พันธุ์ Jalmagna (17.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) กลุ่มที่ 3 เมล็ดปานกลาง-ปานกลาง ประกอบด้วย พันธุ์ IR68144 IR68144 x สุพรรณบุรี 1 คู่ผสมสลับพ่อแม่ IR68144 x ขาวดอกมะลิ 105 คู่ผสมสลับพ่อแม่ IR68144 x Jalmagna คู่ผสมสลับพ่อแม่ Jalmagna x ขาวดอกมะลิ 105 คู่ผสมสลับพ่อแม่ ชัยนาท 1 x IR68144 และกข 6 x IR68144 (13.0-18.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) กลุ่มที่ 4 เมล็ดปานกลาง-เรียวก ประกอบด้วย คู่ผสมระหว่าง IR68144 x หอมสุพรรณบุรี และคู่ผสมสลับ (15.7-17.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) กลุ่มที่ 5 เมล็ดยาว-ปานกลาง ประกอบด้วย พันธุ์กข 6 CMU122 x สุพรรณบุรี 1 และคู่ผสม

สลัป CMU122 x ซัยนาท 1 และคู่ผสมสลัป (9.0-17.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) กลุ่มที่ 6 เมล็ดขาว-เรียว ประกอบด้วย พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และสุพรรณบุรี 1 (10.8-12.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และกลุ่มที่ 7 เมล็ดขาวมาก-เรียว ประกอบด้วย พันธุ์ซัยนาท 1 และหอมสุพรรณบุรี (11.1-11.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (ตาราง 4.1.8)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1.2 ความยาวเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิเมตร) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2), ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)

คู่ผสม		ความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)				F-test
P1	P2	P1	P1 x P2	P2 x P1	P2	
<u>ฤดูปลูกที่ 2 ชุดที่ 1</u>						
IR68144	สุพรรณบุรี 1	5.6 C	6.2 B	6.1 BC	6.9 A	***
IR68144	ขาวดอกมะลิ 105	5.6 C	6.1 B	6.0 B	7.3 A	***
IR68144	ชัยนาท 1	5.6 C	-	6.4 B	7.7 A	***
CMU122	สุพรรณบุรี 1	5.5 C	6.7 B	6.7 B	6.9 A	***
CMU122	ชัยนาท 1	5.5 C	7.0 B	7.0 B	7.7 A	***
กข 6	IR68144	6.9 A	5.8 B	-	5.6 C	***
เหนียวอุบล 2	IR68144	7.0 A	6.1 B	-	5.6 C	***
<u>ชุดที่ 2</u>						
IR68144	Jalmagna	5.6 A	5.7 A	5.7 A	5.0 B	**
IR68144	หอมสุพรรณบุรี	5.6 C	6.3 B	6.6 B	7.6 A	***
Jalmagna	ขาวดอกมะลิ 105	5.0 C	6.1 B	-	7.5 A	***

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.01$, *** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.001$

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ ของการเปรียบเทียบในแนวนอน

- = ไม่มีตัวอย่าง

ตาราง 4.1.3 แบ่งกลุ่มลักษณะความยาวเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิเมตร) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2) ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)

คู่ผสม		ความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)			
P1	P2	P1	P1 x P2	P2 x P1	P2
<u>ฤดูปลูกที่ 2 ชุดที่ 1</u>					
IR68144	สุพรรณบุรี 1	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว
IR68144	ขาวดอกมะลิ 105	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว
IR68144	ชัยนาท 1	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาวมาก
CMU122	สุพรรณบุรี 1	สั้น	ยาว	ยาว	ยาว
CMU122	ชัยนาท 1	สั้น	ยาว	ยาว	ยาวมาก
กข 6	IR68144	ยาว	ปานกลาง	-	ปานกลาง
เหนียวอุบล 2	IR68144	ยาว	ปานกลาง	-	ปานกลาง
<u>ชุดที่ 2</u>					
IR68144	Jalmagna	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	สั้น
IR68144	หอมสุพรรณบุรี	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาวมาก
Jalmagna	ขาวดอกมะลิ 105	สั้น	ปานกลาง	-	ยาว

ความยาวเมล็ด; ยาวมาก >7.5 มิลลิเมตร, ยาว = 6.61-7.50 มิลลิเมตร, ปานกลาง = 5.51-6.60 มิลลิเมตร, สั้น < 5.50 มิลลิเมตร

- = ไม่มีตัวอย่าง

ตาราง 4.1.4 ความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิเมตร) พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2) ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)

คู่ผสม		ความกว้างเมล็ด (มิลลิเมตร)				F-test
P1	P2	P1	P1 x P2	P2 x P1	P2	
<u>ฤดูปลูกที่ 2 ชุดที่ 1</u>						
IR68144	สุพรรณบุรี 1	1.9B	2.2A	2.2A	2.2A	***
IR68144	ขาวดอกมะลิ 105	1.9B	2.1A	2.1A	2.1A	**
IR68144	ชัยนาท 1	1.9B	-	2.2A	2.2A	***
CMU122	สุพรรณบุรี 1	3.2A	2.7B	2.7B	2.2C	***
CMU122	ชัยนาท 1	3.2A	2.6B	2.6B	2.2C	***
กข 6	IR68144	2.3A	2.2A	-	1.9B	***
เหนียวอุบล 2	IR68144	2.3A	2.2A	-	1.9B	***
IR68144	Jalmagna	1.8B	2.3A	2.3A	2.3A	***
IR68144	หอมสุพรรณบุรี	1.8C	2.0B	2.0B	2.1A	***
Jalmagna	ขาวดอกมะลิ 105	2.3A	2.2B	-	2.1C	**

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.01$, *** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.001$

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ ของการเปรียบเทียบในแนวนอน

- = ไม่มีตัวอย่าง

ตาราง 4.1.5 รูปร่างเมล็ด (ยาว:กว้าง) ข้าวกล้อง พันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2) ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และ ลูกผสมสลับพ่อแม่ (P2 x P1)

คู่ผสม		รูปร่างเมล็ด				F-test
P2	P1	P1	P1 x P2	P2 x P1	P2	
<u>ฤดูปลูกที่ 2 ชุดที่ 1</u>						
IR68144	สุพรรณบุรี 1	2.9 B	2.9 B	2.8 B	3.1 A	*
IR68144	ข้าวดอกมะลิ 105	2.9 B	2.9 B	2.8 B	3.5 A	***
IR68144	ชัยนาท 1	2.9 B	-	2.9 B	3.5 A	***
CMU122	สุพรรณบุรี 1	1.9 C	2.5 B	2.5 B	3.1 A	***
CMU122	ชัยนาท 1	1.9 C	2.7 B	2.6B	3.5 A	***
กข 6	IR68144	3.0 A	2.8 B	-	2.9 B	***
เหนียวอุบล 2	IR68144	3.1 A	2.8 B	-	2.9 B	***
<u>ชุดที่ 2</u>						
IR68144	Jalmagna	3.0 A	2.5 B	2.5 B	2.1 C	***
IR68144	หอมสุพรรณบุรี	3.0 C	3.2 B	3.3 B	3.6 A	***
Jalmagna	ข้าวดอกมะลิ 105	2.1 C	2.7 B	-	3.6 A	***

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$, *** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.001$

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ ของ การเปรียบเทียบในแนวนอน

- = ไม่มีตัวอย่าง

ตาราง 4.1.6 แบ่งกลุ่มลักษณะรูปร่างเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์พ่อแม่ (P1 และ P2) ลูกผสมชั่วที่ 1 (P1 x P2) และลูกผสมกลับพ่อแม่ (P2 x P1)

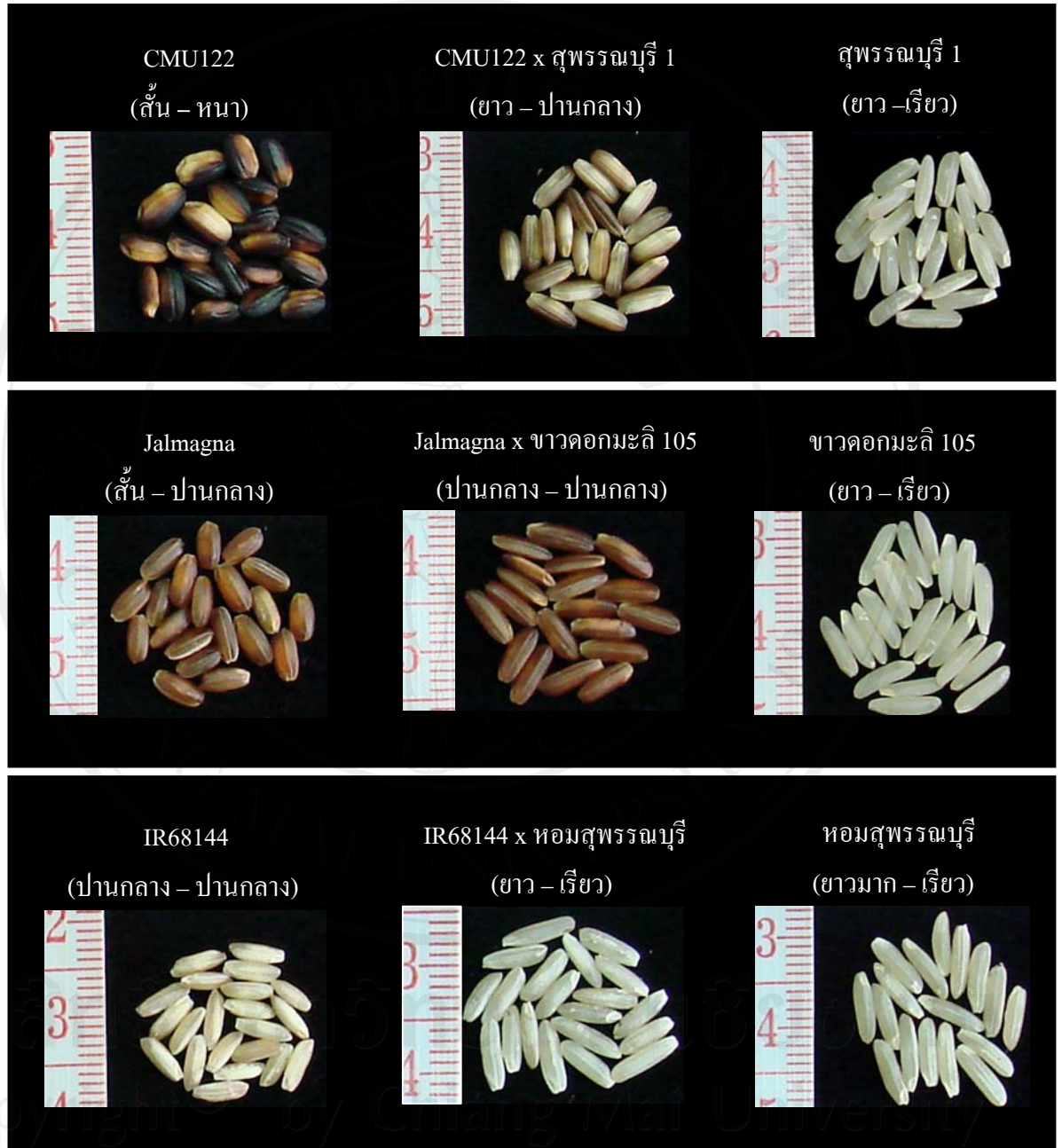
	คู่ผสม		รูปร่างเมล็ด			
	P1	P2	P1	P1 x P2	P2 x P1	P2
<u>ฤดูปลูกที่ 2 ชุดที่ 1</u>						
IR68144	สุพรรณบุรี 1		ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	เรียว
IR68144	ขาวดอกมะลิ 105		ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	เรียว
IR68144	ชัยนาท 1		ปานกลาง	-	ปานกลาง	เรียว
CMU122	สุพรรณบุรี 1		หนา	ปานกลาง	ปานกลาง	เรียว
CMU122	ชัยนาท 1		หนา	ปานกลาง	ปานกลาง	เรียว
กข 6	IR68144		ปานกลาง	ปานกลาง	-	ปานกลาง
เหนียวอุบล 2	IR68144		เรียว	ปานกลาง	-	ปานกลาง
<u>ชุดที่ 2</u>						
IR68144	Jalmagna		ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
IR68144	หอมสุพรรณบุรี		ปานกลาง	เรียว	เรียว	เรียว
Jalmagna	ขาวดอกมะลิ 105		ปานกลาง	ปานกลาง	-	เรียว

รูปร่าง (ความยาว:ความกว้าง); เรียว > 3.0 มิลลิเมตร, ปานกลาง = 2.1-3.0 มิลลิเมตร, หนา = 1.1-2.0 มิลลิเมตร

- = ไม่มีตัวอย่าง

ตาราง 4.1.7 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ได้แก่ความยาว และรูปร่าง (ความยาว: ความกว้าง)

พ่อแม่		ลูกผสมชั่วที่ 1
เมล็ดสูง	เมล็ดต่ำ	
สั้น-หนา (CMU122)	ยาวมาก-เรียว (ชัยนาท 1) ยาว-เรียว (สุพรรณบุรี 1)	ยาว-ปานกลาง ยาว-ปานกลาง
สั้น-ปานกลาง (Jalmagna)	ยาว-เรียว (ข้าวดอกมะลิ 105) ปานกลาง-ปานกลาง (IR68144)	ปานกลาง-ปานกลาง ปานกลาง-ปานกลาง
ปานกลาง-ปานกลาง (IR68144)	ยาวมาก-เรียว (ชัยนาท 1) ยาวมาก-เรียว (หอมสุพรรณบุรี) ยาว-เรียว (สุพรรณบุรี 1 ข้าวดอกมะลิ 105 เหนียวอุบล 2 และกข 6)	ปานกลาง-ปานกลาง ปานกลาง-เรียว ปานกลาง-ปานกลาง

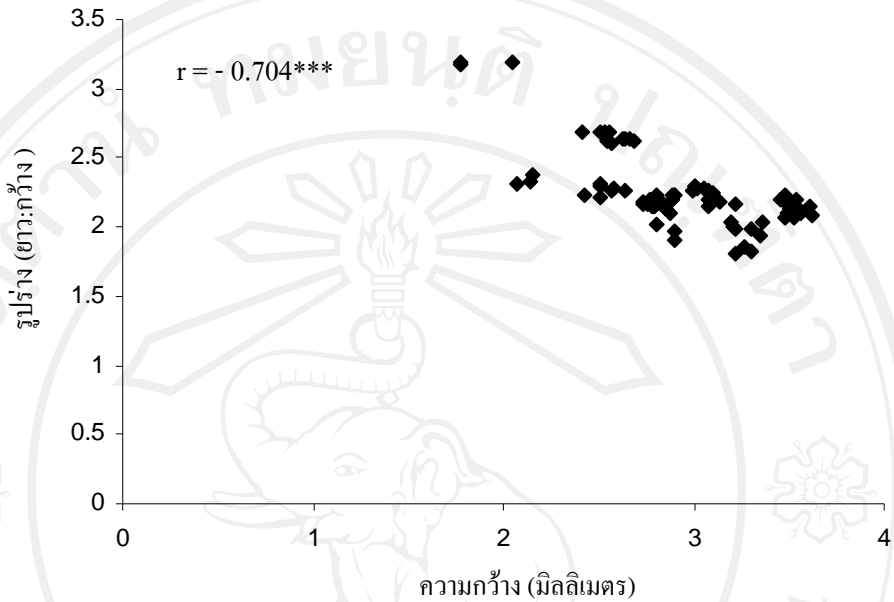


ภาพ 4.1.1 ลักษณะสัณฐานเมล็ดข้าวกล้อง (ความยาว- รูปร่าง) ของพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1

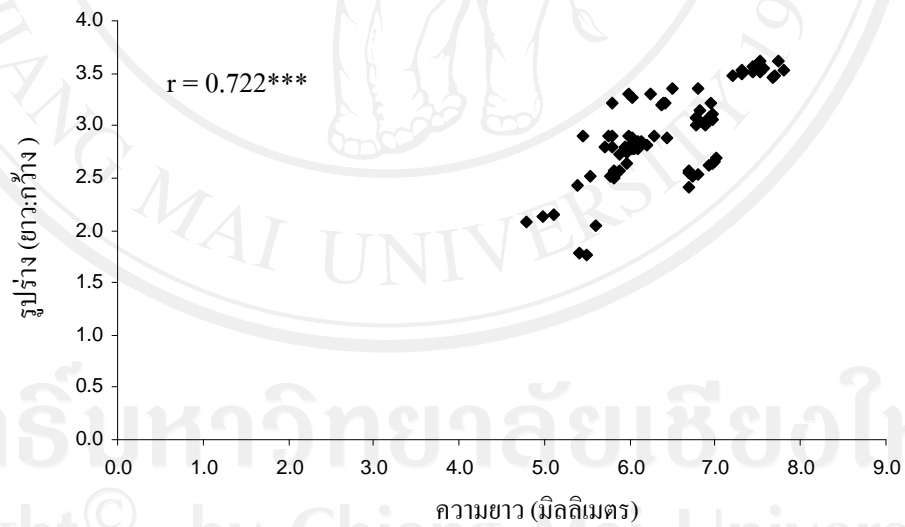
ตาราง 4.1.8 แบ่งกลุ่มของลักษณะต้นฐานเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 โดยใช้ความยาวและรูปร่าง (ความยาว: ความกว้าง) และปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

กลุ่มลักษณะ ต้นฐานวิทของ เมล็ดข้าว	ความยาว (มม.)	รูปร่าง	จำนวน	พันธุ์กรรม	ปริมาณธาตุเหล็ก (มก. /กก.)
สั้น-หนา	< 5.50	1.1-2.0	1	CMU122	14.7
สั้น-ปานกลาง	< 5.50	2.1-3.0	1	Jalmagna	17.4
ปานกลาง-ปานกลาง	5.51- 6.60	2.1-3.0	11	IR68144 IR68144 x สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 1 x IR68144 IR68144 x ขาวดอกมะลิ 105 ขาวดอกมะลิ 105 x IR68144 ชัยนาท 1 x IR68144 กข 6 x IR68144 IR68144 x Jalmagna Jalmagna x IR68144 Jalmagna x ขาวดอกมะลิ 105 และเหนียวอุบล 2 x IR68144	13.0-18.0
ปานกลาง-เรียว	5.51- 6.60	> 3.0	2	IR68144 x หอมสุพรรณบุรี และหอมสุพรรณบุรี x IR68144	15.7-17.2
ยาว-ปานกลาง	6.61- 7.50	2.1-3.0	5	กข 6 CMU122 x สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 1 x CMU122 CMU122 x ชัยนาท 1 และชัยนาท 1 x CMU122	9.0-17.1
ยาว-เรียว	6.61- 7.50	> 3.0	3	ขาวดอกมะลิ 105 สุพรรณบุรี 1 และเหนียวอุบล 2	10.8-12.7
ยาวมาก-เรียว	> 7.5	> 3.0	2	ชัยนาท 1 และหอมสุพรรณบุรี	11.1-11.4

(A)



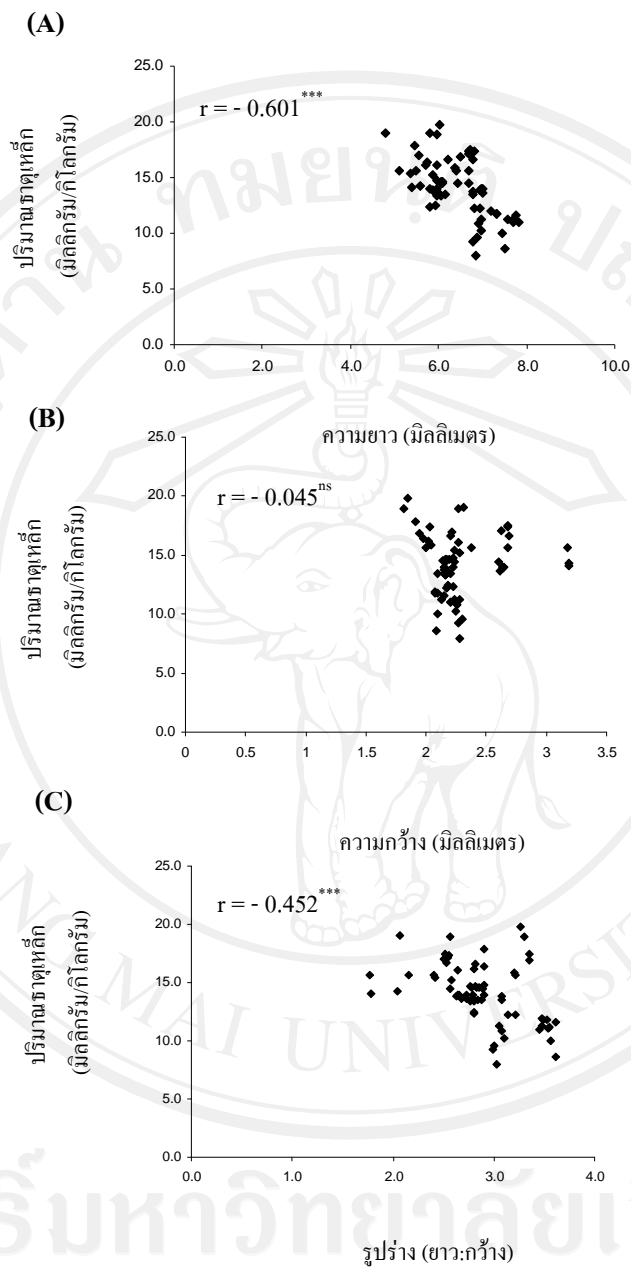
(B)



ภาพ 4.1.2 (A) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (มิลลิเมตร) กับความกว้างเมล็ด (มิลลิเมตร)

(B) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (มิลลิเมตร) กับรูปร่าง (ความยาว: ความกว้าง) ของฟันซี่พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1

*** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.001$



ภาพ 4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานเมสคัดและปริมาณธาตุเหล็กในเมสคัดขาของพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1 (A) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเมสคัดและปริมาณธาตุเหล็ก (B) ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างเมสคัดและปริมาณธาตุเหล็ก (C) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างเมสคัด (ยาว:กว้าง) และปริมาณธาตุเหล็ก

ns ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ *** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.001$

การทดลองที่ 2 การถ่ายทอดทางพันธุกรรมและตำแหน่งยีนที่ควบคุมปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง

ย้อมสีเพิร์ล พรัสเซียนบลู (Perls' Prussian Blue, PPB)

พันธุ์พ่อแม่ที่ใช้มีความแตกต่างในระดับการติดสีย้อม (ภาพ 4.2.1) เมื่อนำตัวอย่างต้นละ 10 เมล็ดมาย้อมสี PPB พบว่าพันธุ์ IR68144 ติดสีเข้ม (+++) หมดทั้ง 10 เมล็ด โดยทั้งหมด 15 ต้นมีค่าเฉลี่ยการติดสีย้อมเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่าง ๆ มีค่าเท่ากับ 3 (ตาราง 4.2.1) พันธุ์ชันนาท 1 พบการติดสีย้อมทั้ง +++ ++ และ + โดยส่วนใหญ่จะเป็นระดับ ++ มีค่าเฉลี่ยของทุกต้นที่ระดับ + ++ และ+++ เท่ากับ 83 เปอร์เซ็นต์ 83 เปอร์เซ็นต์ และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่าง ๆ เท่ากับ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 1.7 - 2.3

ลูกผสมชั่วที่ 2 แต่ละต้นมีการติดสีย้อมที่ระดับ + ตั้งแต่ 0 - 60 เปอร์เซ็นต์ ระดับ ++ และ +++ มีตั้งแต่ 0 - 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่าง ๆ มีตั้งแต่ 1.4 - 3 (ตาราง 4.2.1)

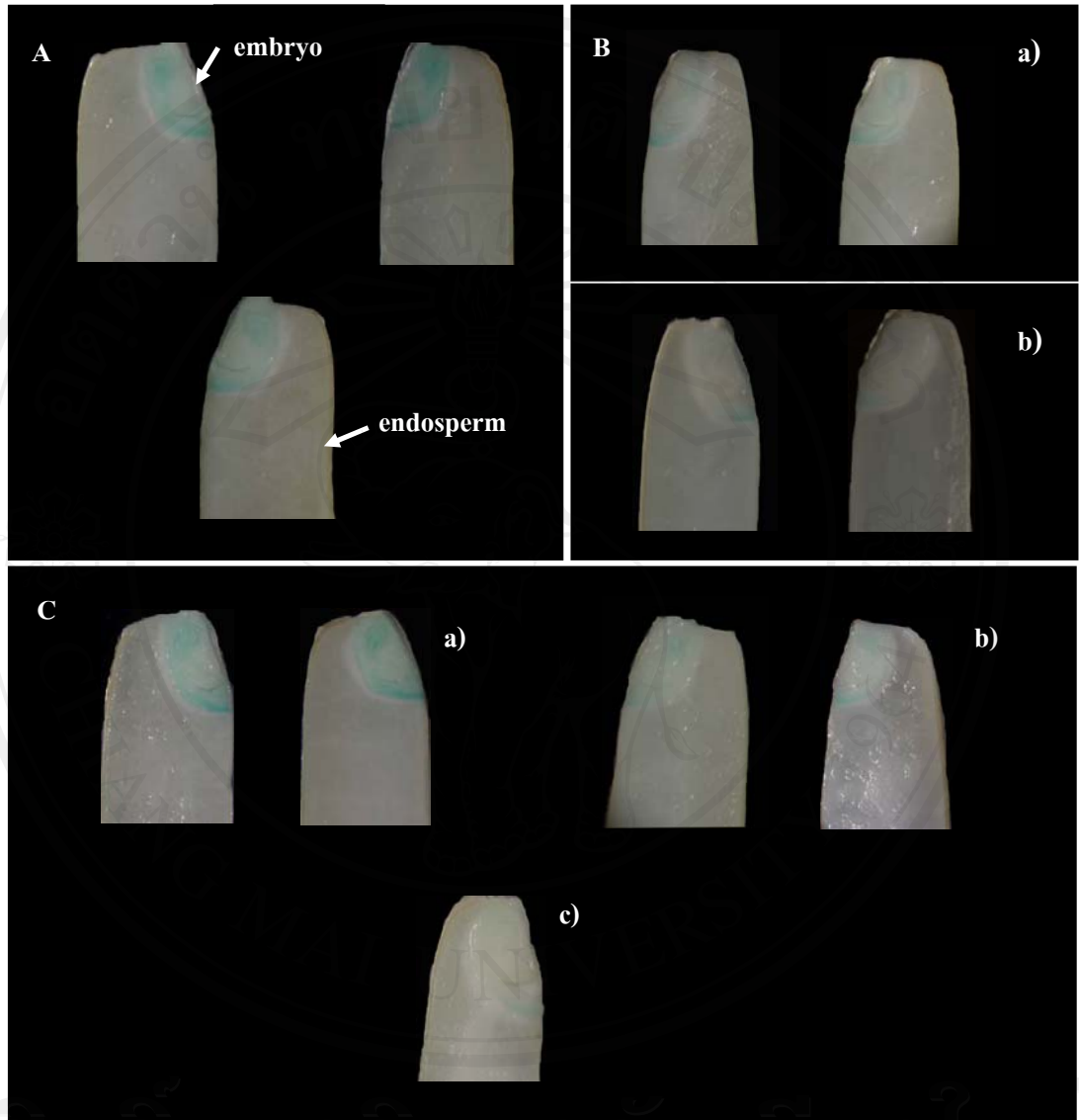
วิธีวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องด้วยวิธีการทางเคมี พบว่าพันธุ์พ่อแม่ได้แก่ พันธุ์ IR68144 มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 16.1 - 23.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 1.9 และ 3.6 ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ชันนาท 1 มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 9.6 - 11.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 0.6 และ 0.4 ตามลำดับ ในลูกผสมชั่วที่ 2 ของกลุ่มระหว่าง IR68144 x ชันนาท 1 มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 9.4 - 24.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 2.2 และ 4.8 ตามลำดับ (ตาราง 4.2.1)

การถ่ายทอดทางพันธุกรรมของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง

แบ่งกลุ่มการกระจายตัวของลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในลูกผสมชั่วที่ 2 โดยเปรียบเทียบกับ พันธุ์พ่อแม่ ต้นที่มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงของพันธุ์ IR68144 (เหล็กสูง) จัดเป็นต้นที่มีเหล็กสูงมีจำนวน 8 ต้น โดยต้นที่มีปริมาณธาตุเหล็กต่ำกว่าช่วงของพันธุ์ IR68144 และสูงกว่าช่วงของพันธุ์

ชัชนาทจัดเป็นต้นที่มีเหล็กปานกลางมีจำนวน 72 ต้น ส่วนต้นที่มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงพันธุ์ชัชนาท 1 (เหล็กต่ำ) จัดเป็นต้นที่มีเหล็กต่ำมีจำนวน 6 ต้น (ตาราง 4.2.2) พบว่าค่าสังเกตของการกระจายตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าคาดหวังการกระจายตัวของหนึ่งยีน แต่สอดคล้องกับการควบคุมด้วย 2 ยีน (ตาราง 4.2.2 ภาพ 4.2.2) พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องด้วยวิธีการทางเคมี มีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกับการประเมินธาตุเหล็กในเมล็ดด้วยการย้อมสีเฟิร์ล พรอสเซียนบลู สำหรับการย้อมสี PPB นั้นไม่สามารถแยกการกระจายประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 ออกเป็นกลุ่มได้ เนื่องจากว่าค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่าง ๆ และปริมาณธาตุเหล็กมีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก ($r = 0.72^{***}$) แต่เมื่อพิจารณาที่ค่าเหล็ก 1 ค่า พบว่ามีค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่าง ๆ หลายค่า ตัวอย่างเช่นลูกผสมชั่วที่ 2 ที่มีปริมาณธาตุเหล็ก 13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่ามีค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่าง ๆ ตั้งแต่ 1.6-3 (ภาพ 4.2.4)



ภาพ 4.2.1 แสดงการติดสีย้อมบริเวณคัพภะ (embryo) ของเมล็ดข้าวกล้องที่ผ่าตามยาว โดยส่องภายใต้กล้อง
 สเตอริโอ A = พันธุ์ IR68144 ติดสีย้อมเข้ม (+++) B = พันธุ์ชัยนาท 1 (a) = ติดสีย้อมปานกลาง (++)
 (b) = ติดสีย้อมเล็กน้อย C = ลูกผสมชั่วที่ 2 (a) = ติดสีย้อมเข้ม (+++) (b) = ติดสีย้อมปานกลาง (++)
 (c) = ติดสีย้อมเล็กน้อย

ตาราง 4.2.1 ผลการข้อมสีเพิร์ลพรัสเซียนบลู (PPB) และปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องของพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1

พันธุ์/ลูกผสม ต้น	การข้อมสี PPB						ค่าเฉลี่ยการติดสี ในเมล็ดที่ ระดับการติดสี ต่าง ๆ	ปริมาณธาตุ เหล็ก (มก. / กก.)
	จำนวนเมล็ดที่ติดสี			% จำนวนเมล็ดที่ติด				
	ข้อมในแต่ละระดับ			สีข้อมในแต่ละระดับ				
	+	++	+++	+	++	+++		
a) IR68144								
ต้นที่ 1	0	0	10	0	0	100	3.0	19.6
ต้นที่ 2	0	0	10	0	0	100	3.0	17.2
ต้นที่ 3	0	0	10	0	0	100	3.0	-
ต้นที่ 4	0	0	10	0	0	100	3.0	16.9
ต้นที่ 5	0	0	10	0	0	100	3.0	18.2
ต้นที่ 6	0	0	10	0	0	100	3.0	19.3
ต้นที่ 7	0	0	10	0	0	100	3.0	22.6
ต้นที่ 8	0	0	10	0	0	100	3.0	20.5
ต้นที่ 9	0	0	10	0	0	100	3.0	20.6
ต้นที่ 10	0	0	10	0	0	100	3.0	19.7
ต้นที่ 11	0	0	10	0	0	100	3.0	23.5
ต้นที่ 12	0	0	10	0	0	100	3.0	20.6
ต้นที่ 13	0	0	10	0	0	100	3.0	20.3
ต้นที่ 14	0	0	10	0	0	100	3.0	-
ต้นที่ 15	0	0	10	0	0	100	3.0	-
mean	0	0	10	0	0	100	3	19.9
sd	0	0	0	0	0	0	0	1.9
variance	0	0	0	0	0	0	0	3.6
b) ชัยนาท 1								
ต้นที่ 1	0	10	0	0	100	0	2.0	10.3

ตาราง 4.2.1 (ต่อ)

พันธุ์/ลูกผสม ต้น	การข้อมลี PPB						ค่าเฉลี่ยการ [†] ติดลีในเมล็ดที่ ระดับการติดลี ต่าง ๆ	ปริมาณธาตุ เหล็ก (มก./กก.)
	จำนวนเมล็ดที่ติดลี ข้อมในแต่ละระดับ			เปอร์เซ็นต์ที่ติดลีข้อม ในแต่ละระดับ				
	+	++	+++	+	++	+++		
ต้นที่ 2	3	7	0	30	70	0	1.7	10.2
ต้นที่ 3	0	9	1	0	90	10	2.1	10.8
ต้นที่ 4	0	10	0	0	100	0	2.0	10.3
ต้นที่ 4	0	10	0	0	100	0	2.0	10.3
ต้นที่ 5	0	9	1	0	90	10	2.1	11.6
ต้นที่ 6	0	9	1	0	90	10	2.1	10.3
ต้นที่ 7	3	6	1	30	60	10	1.8	9.6
ต้นที่ 8	2	8	0	20	80	0	1.8	11.5
ต้นที่ 9	1	9	0	10	90	0	1.9	10.7
ต้นที่ 10	0	9	1	0	90	10	1.8	10.0
ต้นที่ 11	1	5	4	10	50	40	2.3	10.2
ต้นที่ 12	1	6	3	0	60	30	2.1	10.2
ต้นที่ 13	0	10	0	0	100	0	2.0	10.4
ต้นที่ 14	1	9	0	10	90	0	1.9	11.3
mean	1	8	1	8	83	9	2.0	10.5
sd	1.1	1.6	1.2	16.4	16.4	11.9	0.2	0.6
variance	1.2	2.5	1.4	268.1	268.1	140.8	0.04	0.3
c) ลูกผสมชั่วที่ 2								
ต้นที่ 1	0	8	2	0	80	20	2.2	14.5
ต้นที่ 2	0	1	9	0	10	90	2.9	14.4
ต้นที่ 3	0	4	6	0	40	60	2.6	13.3
ต้นที่ 4	0	6	4	0	60	40	2.4	13.7
ต้นที่ 5	0	0	10	0	0	100	3.0	13.9

ตาราง 4.2.1 (ต่อ)

พันธุ์/ลูกผสม ต้น	การข้อมสี PPB						ค่าเฉลี่ยการติดสี สีในเมล็ดที่ ระดับการติดสี ต่าง ๆ	ปริมาณธาตุ เหล็ก (มก./กก.)
	จำนวนเมล็ดที่ติด สีข้อมในแต่ละ ระดับ			เปอร์เซ็นต์ที่ติดสี ข้อมในแต่ละ ระดับ				
	+	++	+++	+	++	+++		
ต้นที่ 6	0	0	10	0	0	100	3.0	15.8
ต้นที่ 7	-	-	-	-	-	-	-	13.2
ต้นที่ 8	0	7	3	0	70	30	2.3	15.7
ต้นที่ 9	0	1	9	0	10	90	2.9	15.5
ต้นที่ 10	0	10	0	0	100	0	2.0	14.5
ต้นที่ 11	0	0	10	0	0	100	3.0	-
ต้นที่ 12	0	3	7	0	30	70	2.7	16.9
ต้นที่ 13	0	0	10	0	0	100	3.0	18.1
ต้นที่ 14	0	6	4	0	60	40	2.4	12.8
ต้นที่ 15	0	3	7	0	30	70	2.7	15.1
ต้นที่ 16	0	3	7	0	30	70	2.7	15.0
ต้นที่ 17	0	0	10	0	0	100	3.0	13.4
ต้นที่ 18	0	0	10	0	0	100	3.0	13.9
ต้นที่ 19	0	3	7	0	30	70	2.7	14.3
ต้นที่ 20	0	0	10	0	0	100	3.0	18.1
ต้นที่ 21	0	4	6	0	40	60	2.6	13.6
ต้นที่ 22	0	5	5	0	50	50	2.5	13.3
ต้นที่ 23	0	1	9	0	10	90	2.9	13.9
ต้นที่ 24	-	-	-	-	-	-	-	24.1
ต้นที่ 25	0	4	6	0	40	60	2.6	-
ต้นที่ 26	0	1	9	0	10	90	2.9	13.4
ต้นที่ 27	0	2	8	0	20	80	2.8	18.4
ต้นที่ 28	1	8	1	10	80	10	2.0	13.4

ตาราง 4.2.1 (ต่อ)

พันธุ์/ลูกผสม ต้น	การข้อมสี PPB						ค่าเฉลี่ยการติด สีในเมล็ดที่ ระดับการติดสี ต่าง ๆ	ปริมาณธาตุ เหล็ก (มก. / กก.)
	จำนวนเมล็ดที่ติด สีข้อมในแต่ละ ระดับ			เปอร์เซ็นต์ที่ติดสี ข้อมในแต่ละระดับ				
	+	++	+++	+	++	+++		
ต้นที่ 29	1	7	2	10	70	20	2.1	13.1
ต้นที่ 30	5	5	0	50	50	0	1.5	-
ต้นที่ 31	0	5	5	0	50	50	2.5	-
ต้นที่ 32	0	6	4	0	60	40	2.4	13.7
ต้นที่ 33	0	3	7	0	30	70	2.7	-
ต้นที่ 34	0	6	4	0	60	40	2.4	-
ต้นที่ 35	0	5	5	0	50	50	2.5	15.4
ต้นที่ 36	3	4	0	43	57	0	1.6	12.4
ต้นที่ 37	2	8	0	20	80	0	1.8	13.5
ต้นที่ 38	0	4	6	0	40	60	2.6	13.4
ต้นที่ 39	0	8	2	0	80	20	2.2	12.9
ต้นที่ 40	0	8	2	0	80	20	2.2	13.8
ต้นที่ 41	0	5	5	0	50	50	2.5	15.7
ต้นที่ 42	3	4	3	30	40	30	2.0	10.5
ต้นที่ 43	1	6	3	10	60	30	2.2	13.1
ต้นที่ 44	0	6	4	0	60	40	2.4	-
ต้นที่ 45	4	3	3	40	30	30	1.9	11.0
ต้นที่ 46	2	5	3	20	50	30	2.1	10.6
ต้นที่ 47	0	3	7	0	30	70	2.7	16.5
ต้นที่ 48	0	4	6	0	40	60	2.6	13.4
ต้นที่ 49	0	2	8	0	20	80	2.8	13.8
ต้นที่ 50	0	3	7	0	30	70	2.7	16.5
ต้นที่ 51	0	7	3	0	70	30	2.3	13.6

ตาราง 4.2.1 (ต่อ)

พันธุ์/ลูกผสม ต้น	การข้อมสี PPB						ค่าเฉลี่ยการติดสี ในเมล็ดที่ ระดับการติดสี ต่าง ๆ	ปริมาณธาตุ เหล็ก (มก./กก.)
	จำนวนเมล็ดที่ติด สีข้อมในแต่ละ ระดับ			เปอร์เซ็นต์ที่ติด สีข้อมในแต่ละ ระดับ				
	+	++	+++	+	++	+++		
ต้นที่ 52	0	0	10	0	0	100	3.0	16.6
ต้นที่ 53	0	3	7	0	30	70	2.7	15.3
ต้นที่ 54	0	1	9	0	10	90	2.9	17.4
ต้นที่ 55	2	8	0	20	80	0	1.8	14.4
ต้นที่ 56	1	7	2	10	70	20	2.1	11.6
ต้นที่ 57	0	8	2	0	80	20	2.2	13.2
ต้นที่ 58	0	0	10	0	0	100	3.0	15.3
ต้นที่ 59	0	6	4	0	60	40	2.4	12.0
ต้นที่ 60	2	8	0	20	80	0	1.8	12.0
ต้นที่ 61	0	0	5	0	0	100	3.0	-
ต้นที่ 62	0	6	4	0	60	40	2.6	13.9
ต้นที่ 63	1	2	7	10	20	70	2.6	13.1
ต้นที่ 64	0	3	7	0	30	70	2.7	12.4
ต้นที่ 65	0	8	2	0	80	20	2.2	13.1
ต้นที่ 66	0	7	3	0	70	30	2.3	13.3
ต้นที่ 67	4	6	0	40	60	0	1.6	12.4
ต้นที่ 68	0	0	10	0	0	100	3.0	12.8
ต้นที่ 69	0	9	1	0	90	10	2.1	11.7
ต้นที่ 70	2	8	0	20	80	0	1.8	11.7
ต้นที่ 71	0	3	4	0	43	57	2.6	16.1
ต้นที่ 72	0	0	10	0	0	100	3.0	16.6
ต้นที่ 73	0	2	8	0	20	80	2.8	14.3
ต้นที่ 74	0	10	0	0	100	0	2.0	12.0

ตาราง 4.2.1 (ต่อ)

พันธุ์/ลูกผสม ต้น	การข้อมสี PPB						ค่าเฉลี่ยการติดสี สีในเมล็ดที่ ระดับการติดสี ต่าง ๆ	ปริมาณธาตุ เหล็ก (มก./กก.)
	จำนวนเมล็ดที่ติดสี			เปอร์เซ็นต์ที่ติดสี				
	ข้อมในแต่ละระดับ			ข้อมในแต่ละระดับ				
	+	++	+++	+	++	+++		
ต้นที่ 75	0	3	7	0	30	70	2.7	-
ต้นที่ 76	0	3	7	0	30	70	2.7	15.6
ต้นที่ 77	0	0	10	0	0	100	3.0	19.2
ต้นที่ 78	6	4	0	60	40	0	1.4	12.7
ต้นที่ 79	0	1	9	0	10	90	2.9	12.1
ต้นที่ 80	0	2	8	0	20	80	2.8	13.7
ต้นที่ 81	0	8	2	0	80	20	2.2	-
ต้นที่ 82	0	0	10	0	0	100	2.0	14.5
ต้นที่ 83	5	5	0	50	50	0	1.5	-
ต้นที่ 84	0	0	10	0	0	100	3.0	15.2
ต้นที่ 85	0	0	10	0	0	100	3.0	14.9
ต้นที่ 86	0	7	3	0	70	30	2.3	13.3
ต้นที่ 87	0	3	7	0	30	70	2.7	12.9
ต้นที่ 88	0	4	6	0	40	60	2.6	12.0
ต้นที่ 89	0	0	10	0	0	100	3.0	14.9
ต้นที่ 90	0	0	4	0	0	100	3.0	17.3
ต้นที่ 91	0	0	10	0	0	100	3.0	11.6
ต้นที่ 92	0	0	7	0	0	3	3.0	-
ต้นที่ 93	1	4	0	20	80	0	1.8	9.4
ต้นที่ 94	0	2	8	0	20	80	2.8	11.1
ต้นที่ 95	0	3	7	0	30	70	2.7	12.0
ต้นที่ 96	0	1	9	0	10	90	2.9	13.4

ตาราง 4.2.1 (ต่อ)

พันธุ์/ลูกผสม ต้น	การข้อมลี PPB						ค่าเฉลี่ยการ [†] ติดสีในเมล็ดที่ ระดับการติดสี ต่าง ๆ	ปริมาณธาตุ เหล็ก (มก./กก.)
	จำนวนเมล็ดที่ติด สีข้อมในแต่ละ ระดับ			เปอร์เซ็นต์ที่ติดสีข้อมใน แต่ละระดับ				
	+	++	+++	+	++	+++		
ต้นที่ 97	1	6	3	10	60	30	2.2	12.0
ต้นที่ 98	0	0	10	0	0	100	3.0	17.4
mean	0	4	6	6	38	56	2.5	14.1
sd	1.2	2.9	3.4	12.6	29.5	34.9	0.4	2.2
variance	1.5	8.5	11.4	158.1	869.7	1216.8	0.2	4.9

+ = ติดสีต่ำ ++ = ติดสีปานกลาง +++ = ติดสีเข้ม

- ไม่มีตัวอย่าง

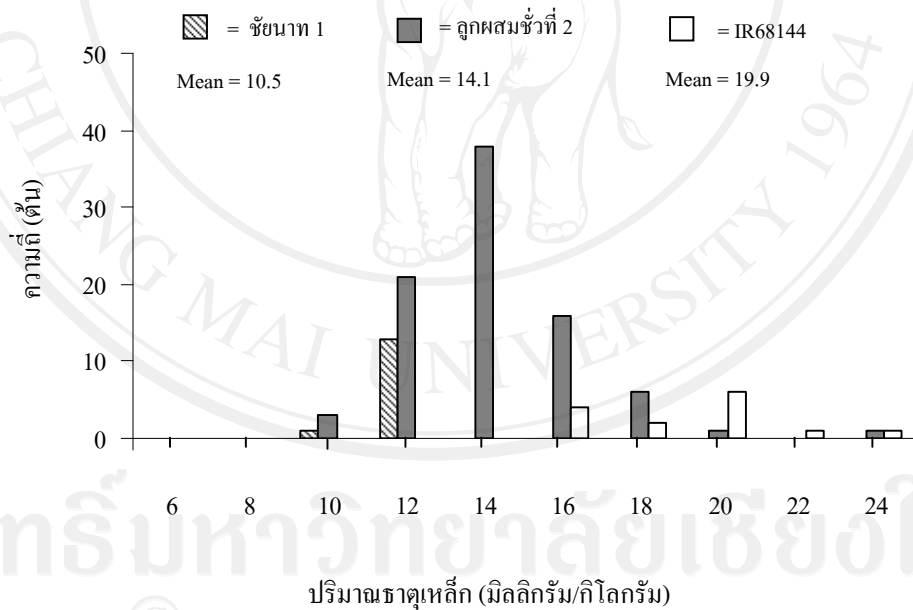
[†] ค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่าง ๆ

คำนวณได้จากสูตร

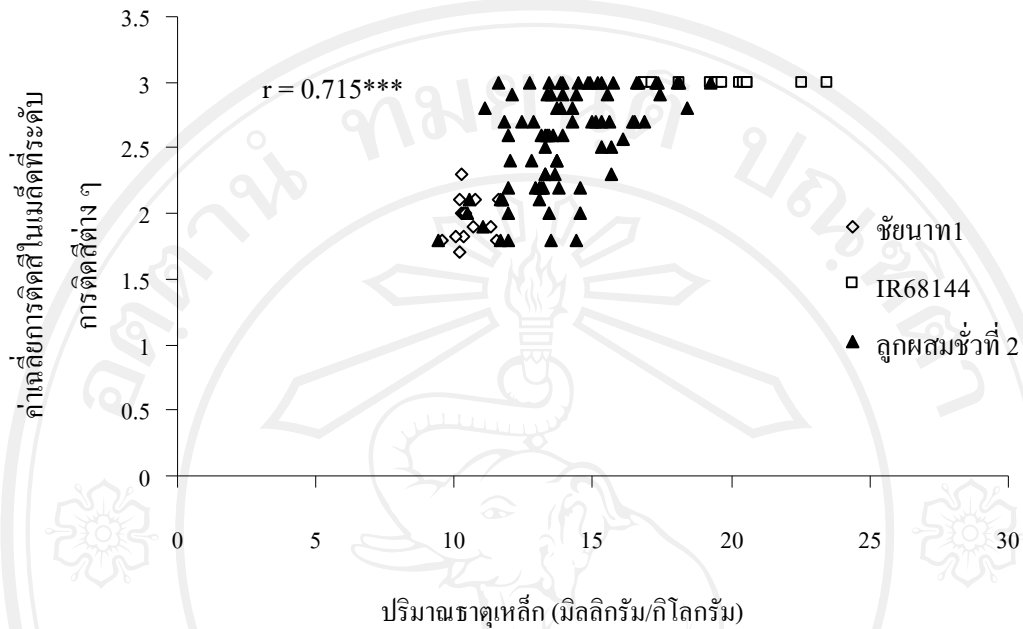
$$= \sum \left[\frac{\%intensity(a)}{100} \times a \right] + \left[\frac{\%intensity(b)}{100} \times b \right] + \left[\frac{\%intensity(c)}{100} \times c \right]$$

ตาราง 4.2.2 การกระจายตัวของลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1

ลักษณะ	ค่าที่ได้	อัตราส่วนลูกผสม			χ^2	P
		สูง	ปานกลาง	ต่ำ		
ปริมาณธาตุเหล็ก	ค่าสังเกต	8	72	6		
	ค่าคาดหวัง					
	1: 2: 1 (1 ยีน)	21.5	43	21.5	39.2	< 0.05
	1: 14: 1 (2 ยีน)	5.4	75.3	5.4	1.5	0.23



ภาพ 4.2.2 แสดงการกระจายของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) พันธุ์พ่อแม่ (IR68144 และชัยนาท 1) และลูกผสมชั่วที่ 2



ภาพ 4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยการติดสีในเมล็ดที่ระดับการติดสีต่างๆ ของพันธุ์พ่อแม่ (IR68144 และชัยนาท 1) และลูกผสมชั่วที่ 2 กับปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องที่วิเคราะห์โดยวิธีทางเคมี

*** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.001$

การศึกษาตำแหน่งยีนที่ควบคุมปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง

การทดสอบ polymorphism ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ (IR68144 และชัชนาท 1)

จากการทดสอบความแตกต่างทางพันธุกรรม (polymorphism) ของพันธุ์พ่อแม่ระหว่าง IR68144 (เหล็กสูง) และชัชนาท 1 (เหล็กต่ำ) โดยใช้ SSR markers จำนวน 77 ตัว ที่กระจายอยู่บนโครโมโซมทั้ง 12 แท่ง พบ markers ที่แสดงความแตกต่างทางพันธุกรรมทั้งหมดจำนวน 28 ตัว ได้แก่ RM341 RM211, RM6 RM48 RM143 RM131 RM280 RM122 RM170 RM190 RM586 RM103 RM11 RM10 RM295 RM118 RM38 RM44 RM149 RM223 RM105 RM294 RM171 RM20 RM332 RM12 RM117 และ RM144 เปอร์เซ็นต์ polymorphism ที่พบทั้งหมดระหว่าง IR68144 และชัชนาท 1 เท่ากับ 36.4 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.2.3 ภาพ 4.2.4)

Bulk Segregation Analysis (BSA)

เมื่อนำ marker ที่แสดงความแตกต่างทางพันธุกรรมของพันธุ์พ่อแม่ระหว่าง IR68144 และชัชนาท 1 จำนวน 28 ตัว (ตารางที่ 4.2.3) มาทดสอบต่อในลูกผสมชั่วที่ 2 โดยดัดแปลงจากวิธี bulk segregant analysis (Masojc', 2002) โดยแบ่งลูกผสมชั่วที่ 2 เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มต้นที่มีเหล็กสูงสุดจำนวน 5 ต้น และกลุ่มต้นที่มีเหล็กต่ำสุดจำนวน 5 ต้น โดยพบว่า marker ที่แสดงความแตกต่างทางพันธุกรรม (polymorphism) สอดคล้องกับชนิดพ่อแม่ คือมีลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เหมือนกับ homozygous ของ IR68144 ที่เป็นเหล็กสูงอย่างน้อย 3 ต้น หรือลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เหมือนกับ homozygous ของชัชนาท 1 ที่เป็นเหล็กต่ำอย่างน้อย 3 ได้แก่ RM586 และ RM190 บนโครโมโซมแท่งที่ 6 RM332 และ RM20 บนโครโมโซมแท่งที่ 11 และ RM12 บนโครโมโซมแท่งที่ 12 (ตารางที่ 4.2.4)

QTL analysis จากการกระจายตัวในประชากรลูกผสมชั่วที่ 2

นำ markers ทั้ง 5 ตัวจาก BSA (ตาราง 4.2.4) มาตรวจสอบในประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 ทุกต้น พบว่า markers ทั้ง 5 ตัว มีการกระจายตัวของ marker class เป็นปกติในสัดส่วน 1 (A) :2 (H) :1(B) (ตาราง 4.2.5) ซึ่งเป็นไปตามสัดส่วนการกระจายตัวของ codominant marker และพบว่า RM20 และ RM332 บนโครโมโซมแท่งที่ 11 (ภาพที่ 4.2.6) แสดงความสัมพันธ์ร่วมกับลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง โดยต้นที่แสดง A type (homozygous ของ IR68144) และ B type (homozygous ของ ชัชนาท 1) มีค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับ RM20 มีค่าเฉลี่ยของ

ปริมาณธาตุเหล็กของต้นที่แสดง A type เท่ากับ 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ต้นที่แสดง B type มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 13.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วน RM332 ต้นที่แสดง A type ปริมาณธาตุเหล็กมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และต้นที่แสดง B type มีค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุเหล็กเท่ากับ 13.3 (ตาราง 4.2.6) และเมื่อแบ่งกลุ่มปริมาณธาตุเหล็กร่วมกับ A type (homozygous ของ IR68144) B (homozygous ของ ชัยนาท 1) และ H type (ชนิดของ heterozygote) ของ RM20 และ RM332 พบว่าสำหรับ RM20 นั้น ปริมาณธาตุเหล็กมีการกระจายตัวสอดคล้องกับ A type ดังนี้ ปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วง 12 - 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วน B type มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วง 8 - 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับ RM332 นั้น A type มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วง 10 จนถึงมากกว่า 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วน B type มีปริมาณ ธาตุเหล็กตั้งแต่ 8 - 18 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า RM332 มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับ ปริมาณธาตุเหล็กมากกว่า RM20 (ตาราง 4.2.7)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง markers และลักษณะปริมาณธาตุเหล็กโดยวิธี QTL analysis โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MAP Manager QTXb20 พบว่าระยะห่างระหว่าง RM20 และ RM332 เท่ากับ 64.7 cM และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี interval mapping พบว่ามี QTL (Quantitative trait loci) 1 ตัว ระหว่าง RM 20 และ RM332 ที่ตำแหน่ง 34 cM และมีค่า LOD (log likelihood) เท่ากับ 2.86 (ภาพ 4.2.5 และ ตาราง 4.2.8) โดยที่ QTL นี้มีผลเท่ากับ 14 % ของความแปรปรวนทั้งหมดของลักษณะ ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (phenotypic variance) และพบว่ามีค่า dominant effect (d) เท่ากับ 1.86 และ additive effect (a) เท่ากับ - 1.60 มีค่าสัดส่วน degree of dominant (d/a) เท่ากับ - 1.16 (ตาราง 4.2.8)

ตาราง 4.2.3 ผลการทดสอบความแตกต่างทางพันธุกรรม (polymorphism) ระหว่าง IR68144 และ
 ชัยนาท 1 โดยใช้ SSR marker จำนวน 77 markers กระจายบนโครโมโซม 12 แห่ง

ลำดับ	Marker	โครโมโซม	Polymorphism [†]
1	RM237	1	-
2	RM104	1	-
3	RM246	1	-
4	RM1	1	-
5	RM212	1	-
6	RM341	2	+
7	RM203	2	-
8	RM211	2	+
9	RM6	2	+
10	RM145	2	-
11	RM48	2	+
12	RM53	2	-
13	RM22	3	-
14	RM55	3	-
15	RM546	3	-
16	RM143	3	+
17	RM273	4	-
18	RM303	4	-
19	RM131	4	+
20	RM335	4	-
21	RM241	4	-
22	RM348	4	-
23	RM349	4	-
24	RM280	4	+

[†] +, - มีความแตกต่าง (polymorphism) และ ไม่มีความแตกต่างระหว่างพ่อแม่ตามลำดับ

ตาราง 4.2.3 (ต่อ)

ลำดับ	Marker	โครโมโซม	Polymorphism [†]
25	RM124	4	-
26	RM153	5	-
27	RM13	5	-
28	RM178	5	-
29	RM164	5	-
30	RM122	5	+
31	RM225	6	-
32	RM170	6	+
33	RM190	6	+
34	RM586	6	+
35	RM103	6	+
36	RM253	6	-
37	RM436	7	-
38	RM11	7	+
39	RM10	7	+
40	RM295	7	+
41	RM118	7	+
42	RM52	8	-
43	RM38	8	+
44	RM44	8	+
45	RM149	8	+
46	RM223	8	+
47	RM256	8	-
48	RM137	8	-

[†]+, - มีความแตกต่าง (polymorphism) และไม่มีความแตกต่างระหว่างพ่อแม่ตามลำดับ

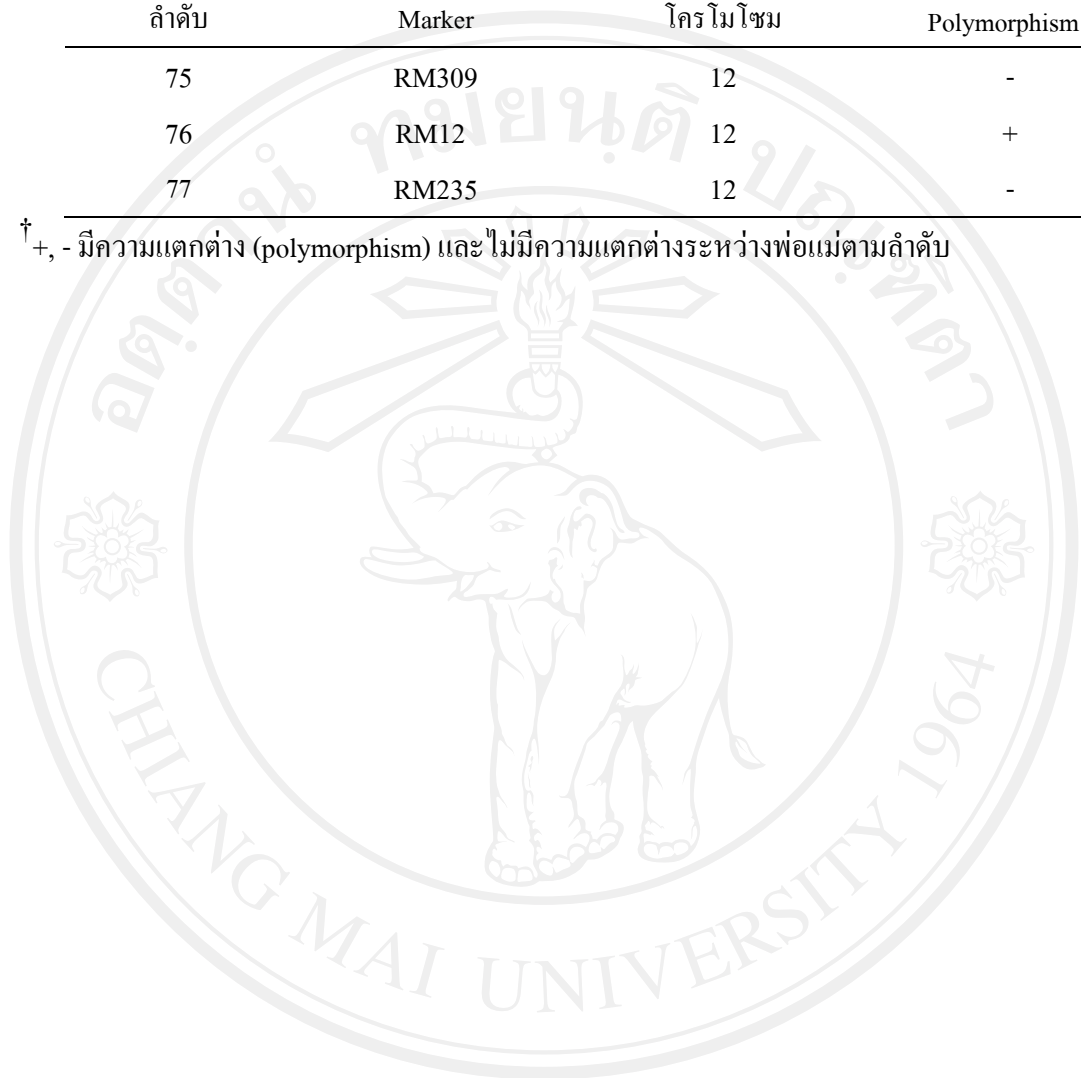
ตาราง 4.2.3 (ต่อ)

ลำดับ	Marker	โครโมโซม	Polymorphism [†]
49	RM201	9	-
50	RM316	9	-
51	RM444	9	-
52	RM105	9	+
53	RM321	9	-
54	RM245	9	-
55	RM219	9	-
56	OSR28	9	-
57	RM474	10	-
58	RM184	10	-
59	RM294	10	+
60	RM171	10	+
61	RM206	11	-
62	RM21	11	-
63	RM167	11	-
64	RM144	11	+
65	RM20	11	+
66	RM332	11	+
67	RM202	11	-
68	RM229	11	-
69	RM4	12	-
70	RM260	12	-
71	RM117	12	+
72	RM270	12	-
73	RM453	12	-
74	RM179	12	-

[†]+, - มีความแตกต่าง (polymorphism) และไม่มีความแตกต่างระหว่างพ่อแม่ตามลำดับ

ลำดับ	Marker	โครโมโซม	Polymorphism [†]
75	RM309	12	-
76	RM12	12	+
77	RM235	12	-

[†]+, - มีความแตกต่าง (polymorphism) และไม่มีความแตกต่างระหว่างพ่อแม่ตามลำดับ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

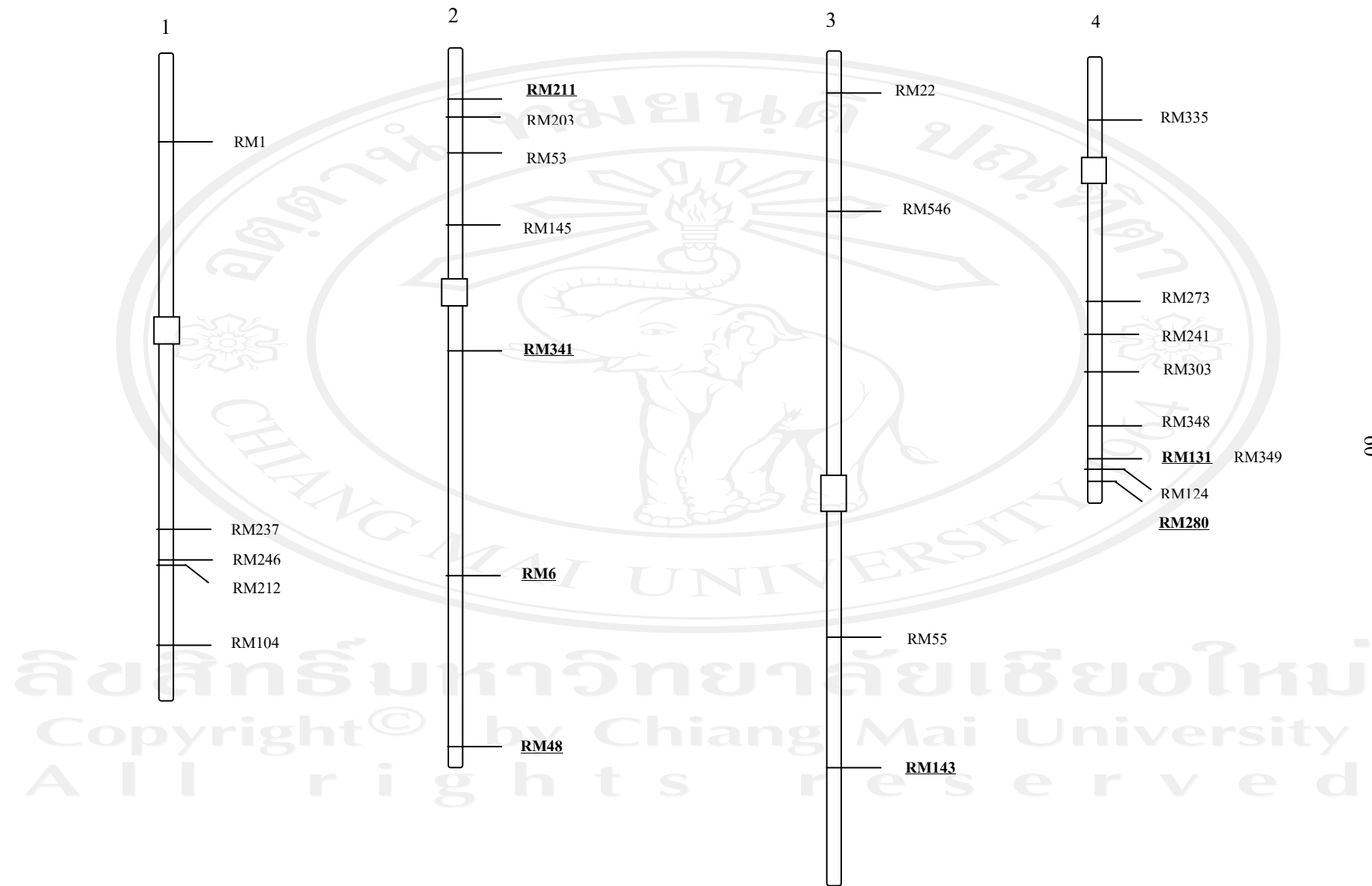
ตาราง 4.2.4 (ต่อ)

ลำดับ	Marker	Bulk เหล็กสูง					Bulk เหล็กต่ำ					Polymorphism [†]
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
23	RM171	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	ไม่มี
24	RM144	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	ไม่มี
25	RM20	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	มี
26	RM332	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	มี
27	RM117	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	ไม่มี
28	RM12	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	มี

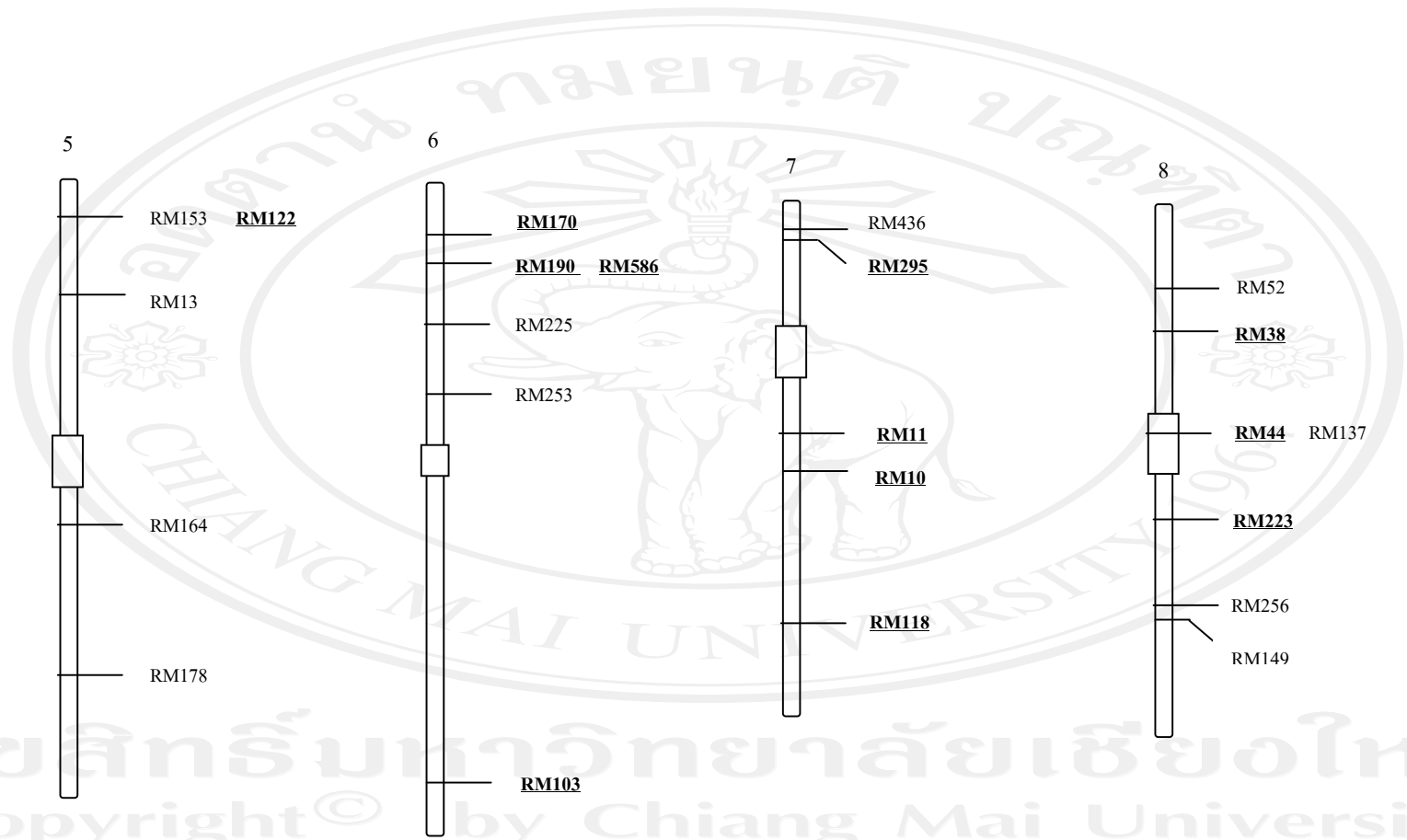
+ = Homozygous ของพันธุ์ IR68144 (เหล็กสูง)

- = Homozygous ของพันธุ์ชัณษาท 1 (เหล็กต่ำ)

[†] มี + ≥ 3 ตำแหน่ง และ - ≥ 3 ตำแหน่ง แสดงว่ามี polymorphism

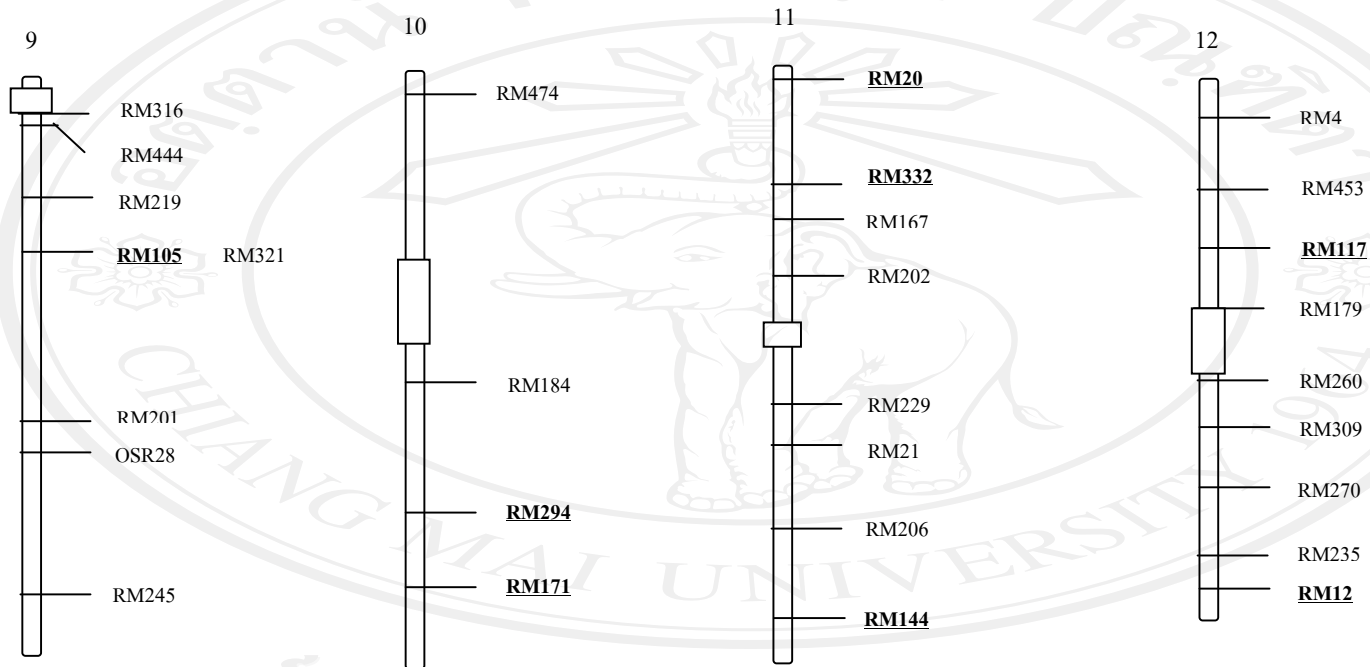


ภาพ 4.2.4 ตำแหน่ง SSR marker ที่กระจายบนโครโมโซมข้าว 12 แห่ง ที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ ชัดเส้นได้และตัวหนา คือ marker ที่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ IR68144 และชยันนาท1 (polymorphism)



ภาพ 4.2.4 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง 4.2.5 การกระจายตัวของ marker class ในลูกผสมชั่วที่ 2 คู่ผสมระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1 ของ markers 5 ตัว

Marker	ค่าที่ได้	อัตราส่วนลูกผสม			χ^2	P
		A [†]	H	B		
RM586	ค่าคาดหมาย	25	50	25	0.4	0.8
	ค่าสังเกต 1: 2: 1	23	53	24		
RM190	ค่าคาดหมาย	25	50	25	1.5	0.5
	ค่าสังเกต 1: 2: 1	21	56	23		
RM12	ค่าคาดหมาย	25	50	25	0.08	1.0
	ค่าสังเกต 1: 2: 1	26	50	24		
RM20	ค่าคาดหมาย	25	50	25	6.14	0.05
	ค่าสังเกต 1: 2: 1	15	53	32		
RM332	ค่าคาดหมาย	25	50	25	0.24	0.89
	ค่าสังเกต 1: 2: 1	27	48	25		

[†] A type = Homozygous ของพันธุ์ IR68144

B type = Homozygous ของพันธุ์ชัยนาท 1

H type = ชนิด heterozygote

ตาราง 4.2.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของลูกผสมชั่วที่ 2 คู่ผสมระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1 ที่มีความสัมพันธ์ร่วมกับ A คือ homozygous ของพันธุ์ IR68144 B คือ homozygous ของพันธุ์ชัยนาท 1 และ H คือ heterozygous

Marker	mean	variance	n
RM586			
A †	14.5	10.5	23
H	13.8	3.2	53
B	14.4	4.0	24
<i>P</i> (A vs. B type)	ns		
RM190			
A	14.5	11.9	21
H	13.9	33.3	56
B	14.3	3.7	23
<i>P</i> (A vs. B type)	ns		
RM12			
A	14.6	4.6	26
H	13.9	5.8	20
B	13.9	3.5	24
<i>P</i> (A vs. B type)	ns		
RM20			
A	15.0	5.4	15
H	14.2	4.6	53
B	13.5	4.6	32
<i>P</i> (A vs. B type)	0.03*		

ตาราง 4.2.6 (ต่อ)

Marker	mean	variance	no.
RM332			
A	14.6	9.2	27
H	14.2	2.8	48
B	13.3	3.6	25
<i>P</i> (A vs. B type)	0.04*		

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างปริมาณธาตุเหล็กที่มี A และ B

* มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างปริมาณธาตุเหล็กของ A type และ B type ที่ $P < 0.05$

† A type = Homozygous ของพันธุ์ IR68144

B type = Homozygous ของพันธุ์ชัยนาท 1

H type = ชนิด heterozygote

ตาราง 4.2.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของลูกผสมชั่วที่ 2 คู่ผสม ระหว่าง IR68144 x ชัยนาท 1 และความถี่ของต้น โดย A คือ homozygous ของพันธุ์ IR68144 และ B คือ homozygous ของพันธุ์ชัยนาท 1 และ H คือ heterozygous

ปริมาณธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม/กรัม)	RM20			RM332		
	A [†]	H	B	A	H	B
8-10	-	-	1			1
> 10-12	-	5	9	5	3	5
> 12-14	6	21	10	8	21	9
> 14-16	2	14	4	4	11	5
> 16-18	3	3	3	4	4	1
> 18-20	2	1	1	2	2	-
>20	-	1	-	1	-	-
รวม	13	45	28	24	41	21

พันธุ์พ่อแม่	ปริมาณธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	mean	variance	range
IR68144	19.9	3.6	16.1-23.5
ชัยนาท 1	10.5	0.4	9.6-11.4

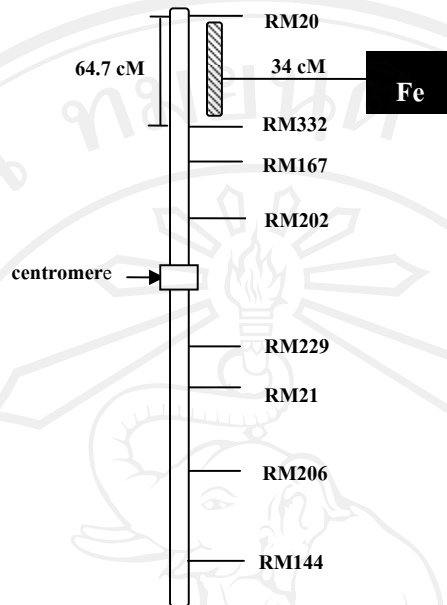
[†] A type = Homozygous ของพันธุ์ IR68144

B type = Homozygous ของพันธุ์ชัยนาท 1

H type = ชนิดของ Heterozygote

- = ไม่มีชนิดใดแสดงในค่าปริมาณธาตุเหล็กในช่วงนี้

Chromosome 11



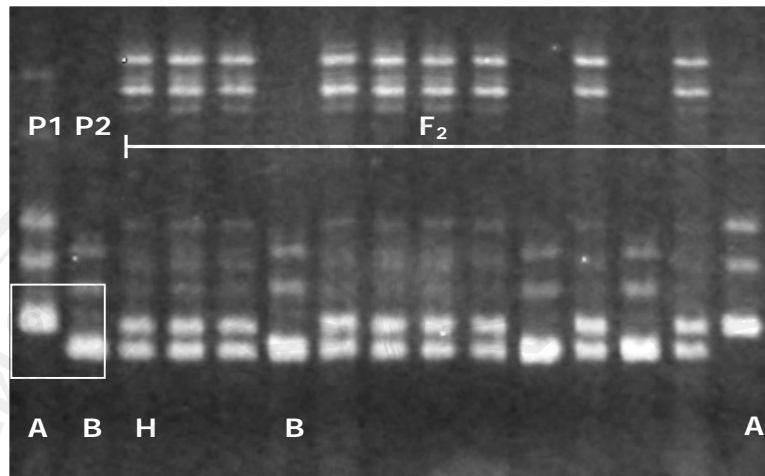
ภาพ 4.2.5 แสดงการประมาณตำแหน่ง QTL ของลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง (บนโครโมโซมแท่งที่ 11) และระยะห่างระหว่าง marker ที่มีความสัมพันธ์ร่วมกับลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง

ตาราง 4.2.8 อิทธิพลของ Quantitative trait loci (QTL) สำหรับลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องวิเคราะห์โดยวิธี Interval mapping

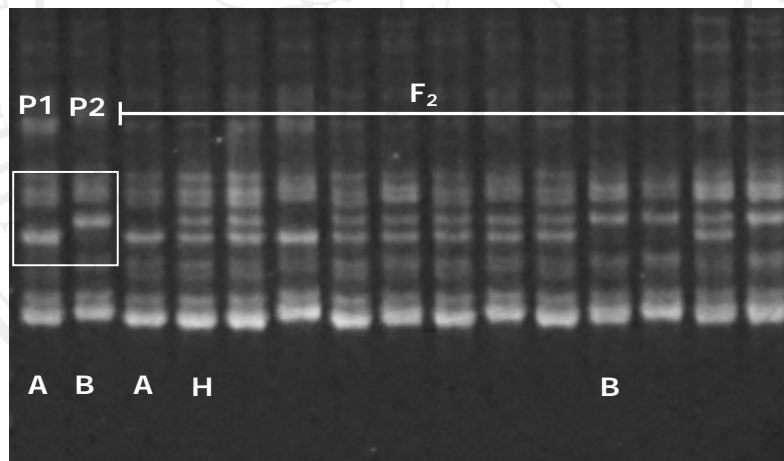
Flanking marker	ระยะห่าง ระหว่าง marker (cM)	LOD	Phenotypic varaince	Additive effect a	Dominant effect d	d/a
RM20 – RM332	64.7	2.86	14%	-1.60	1.86	- 1.16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

A) RM332



B) RM20



ภาพ 4.2.6 แสดงตำแหน่งของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่แตกต่างกันของพันธุ์พ่อแม่คือ IR68144 (P2) และชัณนาท 1 (P2) แล้วเปรียบเทียบกับประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 โดย A type คือ homozygous ของพันธุ์ IR68144 B type คือ homozygous ของพันธุ์ ชัณนาท 1 และ H คือ heterozygous โดยใช้ marker RM332 (A) และ RM20 (B)