

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การตอบสนองต่อการขาดโบรอนในสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3

1. ดัชนีการติดเมล็ด

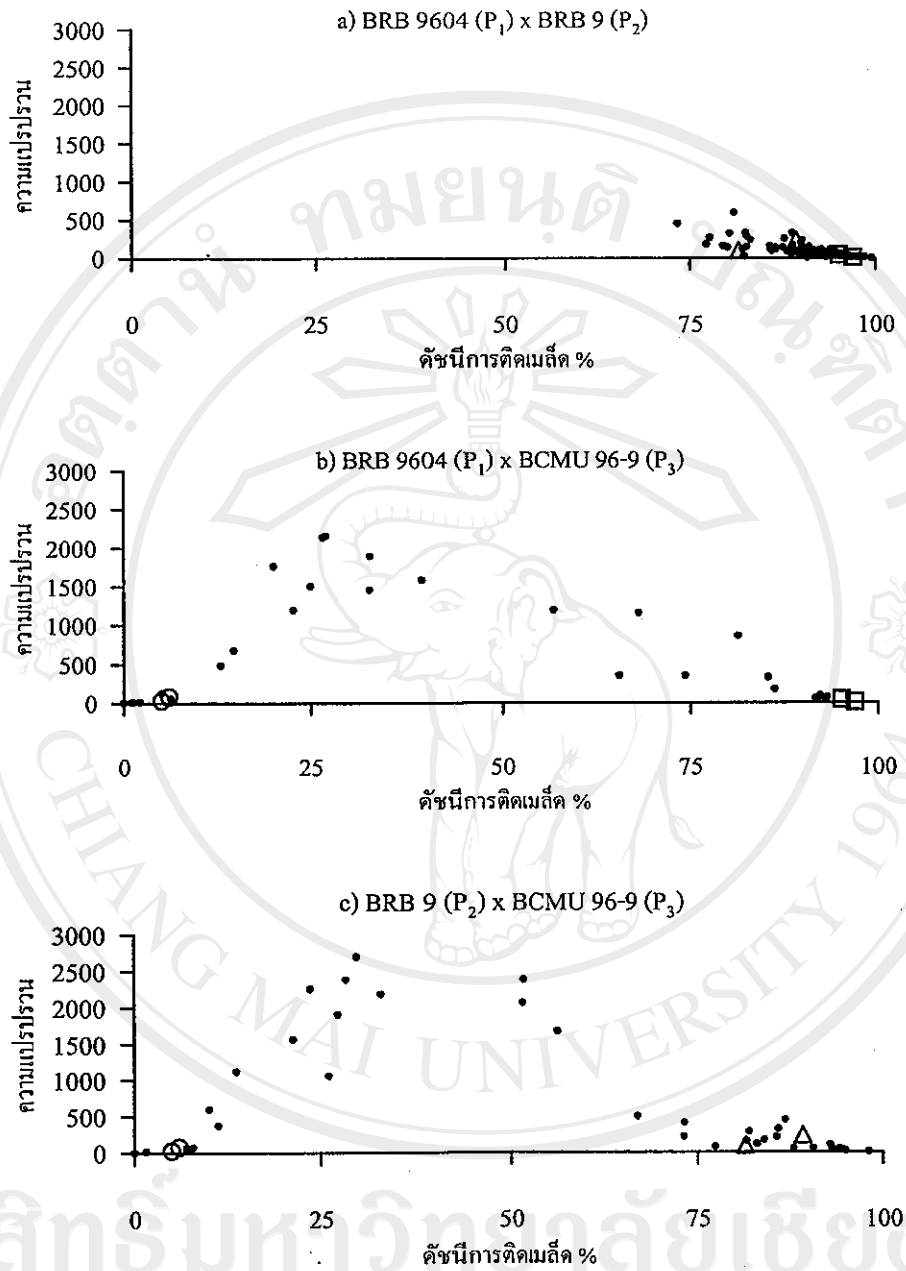
เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าเฉลี่ยดัชนีการติดเมล็ดมากกว่า 96% ส่วนสายพันธุ์ BCMU 96-9 มีดัชนีการติดเมล็ดระหว่าง 56-61% สำหรับลูกผสมชั่วที่ 3 จากทั้ง 3 คู่ผสมมีค่าระหว่าง 28-100% เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 มีดัชนีการติดเมล็ดมากกว่า 95% ส่วนสายพันธุ์ BRB 9 และสายพันธุ์ BCMU 96-9 มีดัชนีการติดเมล็ดระหว่าง 81-89% และ 5-6 % ตามลำดับ สำหรับดัชนีการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 พบว่า อยู่ระหว่าง 77-99% ขณะที่ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 2 และ 3 มีดัชนีการติดเมล็ดอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 0-98%

สำหรับความแปรปรวนภายในสายพันธุ์พ่อแม่เมื่อปลูกที่ B10 พบว่า BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าระหว่าง 5.8-22.5 ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 442.4-719.6 ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0-158.1 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าระหว่าง 0-2112.5 เมื่อปลูกที่ B0 ความแปรปรวนภายในสายพันธุ์พ่อแม่ทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าระหว่าง 6.7-234.2 คู่ผสมที่ 1 มีค่าความแปรปรวนอยู่ในช่วง 2.5-450.2 ซึ่งกระจายตัวแคบกว่าอีกสองคู่ที่เหลือซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-2700 (ตาราง 1 และ ภาพ 1)

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยดัชนีการติดเมล็ดและค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P_1)	2	95.1	96.0	96.9	96.5	97.5	98.5
BRB 9 (P_2)	2	81.4	85.3	89.2	98.0	98.0	98.0
BCMU 96-9 (P_3)	2	5.0	5.5	6.0	56.9	59.1	61.2
$P_1 \times P_2$	96	77.2	91.0	99.5	94.4	98.2	100.0
$P_1 \times P_3$	32	0.0	39.1	93.1	28.0	76.9	98.7
$P_2 \times P_3$	43	0.0	47.3	98.1	46.0	81.4	100.0
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P_1)	2	6.7	23.8	40.9	5.8	14.2	22.5
BRB 9 (P_2)	2	97.6	165.9	234.2	6.7	6.7	6.7
BCMU 96-9 (P_3)	2	30.0	55.0	80.0	442.4	581.0	719.6
$P_1 \times P_2$	96	2.5	93.4	450.2	0.0	13.1	158.1
$P_1 \times P_3$	32	0.0	616.8	2157.1	6.2	384.9	1414.7
$P_2 \times P_3$	43	0.0	597.2	2700.0	0.0	379.3	2112.5

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ



● F_3 families □ BRB 9604 (P_1)
 △ BRB 9 (P_2) ○ BCMU 96-9 (P_3)

ภาพ 1 การกระจายของค่าเฉลี่ยดัชนีการติดเมล็ดและค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ เมื่อปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0)

- a) กลุ่มสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P_1 x P_2)
- b) กลุ่มสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P_1 x P_3)
- c) กลุ่มสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P_2 x P_3)

เมื่อนำค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของลูกผสมมาเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่และจำแนกออกเป็นกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนภายใน Family อยู่ในขอบเขตของพ่อแม่สายพันธุ์ที่ทนหรือสายพันธุ์ที่อ่อนแอกว่า กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยอยู่นอกขอบเขตของสายพันธุ์พ่อแม่ แต่มีค่าความแปรปรวนภายใน Family อยู่ในขอบเขตของสายพันธุ์พ่อแม่ และกลุ่มที่มีค่าความแปรปรวนภายใน Family สูงกว่าขอบเขตของสายพันธุ์พ่อแม่ พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีการกระจายตัวออกนอกขอบเขตของสายพันธุ์พ่อแม่ (ภาพ 1) ส่วนที่เหลือ คู่ที่ 2 และ 3 กระจายตัวอยู่ในช่วงของสายพันธุ์พ่อแม่ และมีสัดส่วนการกระจายตัวสอดคล้องกับค่าคาดหวังของการควบคุม โดยยีน 1 คู่ โดยมีอัตราส่วนการกระจายตัวของยีนเป็น homozygous inefficient : segregating : homozygous efficient ในสัดส่วน 1:2:1 ยอมรับสมมติฐานของการวิเคราะห์ chi-square ที่ $P = 0.472$ และ $P = 0.161$ ตามลำดับ (ตาราง 2)

ตาราง 2 การวิเคราะห์ chi-square ของการกระจายตัวของลักษณะดัชนีการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 3 จาก 3 คู่ผสมเมื่อปลูกในทรายรดด้วยสารละลายที่ไม่ใส่โบรอน (B0)

Cross	model ^a		Number of F ₃ families ^b			χ^2	P
			I	Int.+Seg	E		
BRB 9604 (P ₁) x BRB 9 (P ₂)	1:2:1	Exp.	24	48	24	-	-
	1:14:1	Exp.	6	84	6	-	-
	Obs.	ไม่สามารถแบ่งกลุ่มได้					
BRB 9604 (P ₁) x BCMU 96-9 (P ₃)	1:2:1	Exp.	8	16	8	1.500	0.472
	1:14:1	Exp.	2	28	2	32.571	<0.001
	Obs.		9	18	5		
BRB 9 (P ₂) x BCMU 96-9 (P ₃)	1:2:1	Exp.	10.75	21.5	10.75	3.650	0.161
	1:14:1	Exp.	2.6875	37.625	2.6875	69.492	<0.001
	Obs.		10	29	14		

^a ค่าคาดหวังสำหรับยีน 1 คู่ เมื่ออัตราส่วน homozygous inefficient : segregating + homozygous intermediate : homozygous efficient = 1:2:1 และค่าคาดหวังสำหรับยีน 2 คู่ เมื่ออัตราส่วน homozygous inefficient : segregating + homozygous intermediate : homozygous efficient = 1:14:1

^b I = homozygous inefficient, E = homozygous efficient, Seg. = segregating, Int. = homozygous intermediate

ในการวิเคราะห์หาจำนวนยีนที่ควบคุมการตอบสนองต่อการขาดโบรอน โดยวิธีการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนที่สังเกตได้ (Observed variance) กับค่าความแปรปรวนคาดหมาย (Expected variance) พบว่า ในลูกผสมคู่ที่ 1 มีค่า Expected variance ของ 1 ยีนและ 2 ยีนเท่ากับ 115.4 และ 104.1 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงความเชื่อมั่น (CI) ของ Observed variance ทั้งสองค่าอยู่ภายในช่วงของความเชื่อมั่น ส่วนลูกผสมคู่ที่ 2 มีค่า Expected variance ของ 1 ยีนเท่ากับ 1571.8 อยู่ในขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นของ observed variance ที่ 1 ยีน และลูกผสมคู่ที่ 3 มีค่า Expected variance อยู่นอกขอบเขตของความเชื่อมั่นทั้ง 1 ยีนและ 2 ยีน แต่เข้าใกล้กับขอบเขตค่าความเชื่อมั่นที่ 1 ยีน (ตาราง 3) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ได้ สนับสนุนผลการวิเคราะห์หาจำนวนยีน โดยใช้ chi-square

ตาราง 3 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนสังเกตและค่าความแปรปรวนคาดหมายของดัชนีการติดเมล็ดเมื่อปลูกในสภาพขาดโบรอน (B0)

Cross		Observed variance				Estimated parameters ^a			Expected variance	
P ₁	P ₂	V _{P1}	V _{P2}	V _{F3}	CI	E	m	d	1 ยีน	2 ยีน
1. BRB 9604	BRB 9	23.1	162.5	112.7	147.4-91.1	92.8	90.5	5.5	115.4	104.1
2. BRB 9604	BCMU 96-9	23.1	47.3	1786.1	2962.6-1271.0	35.2	50.7	45.3	1571.8	803.5
3. BRB 9604	BCMU 96-9	162.5	47.3	1798.8	2746.8-1331.2	104.9	45.2	39.8	1291.3	698.1

^aE = ค่าความแปรปรวนที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม, m = ค่ากึ่งกลางระหว่างพ่อแม่, d = ระยะห่างระหว่างพ่อแม่ถึง mid-parent

2. จำนวนเมล็ดต่อรวง

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604, BRB 9 และ BCMU 96-9 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 12-15 เมล็ด ส่วนลูกผสมชั่วที่ 3 จากทั้ง 3 คู่ผสมมีค่าระหว่าง 7-20 เมล็ด เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงระหว่าง 11-14 เมล็ด ส่วน BCMU 96-9 มีค่าเพียง 1 เมล็ดเท่านั้น ค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 พบว่า อยู่ระหว่าง 4-16 เมล็ด ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีช่วงใกล้เคียงกัน คือระหว่าง 0-12 เมล็ด

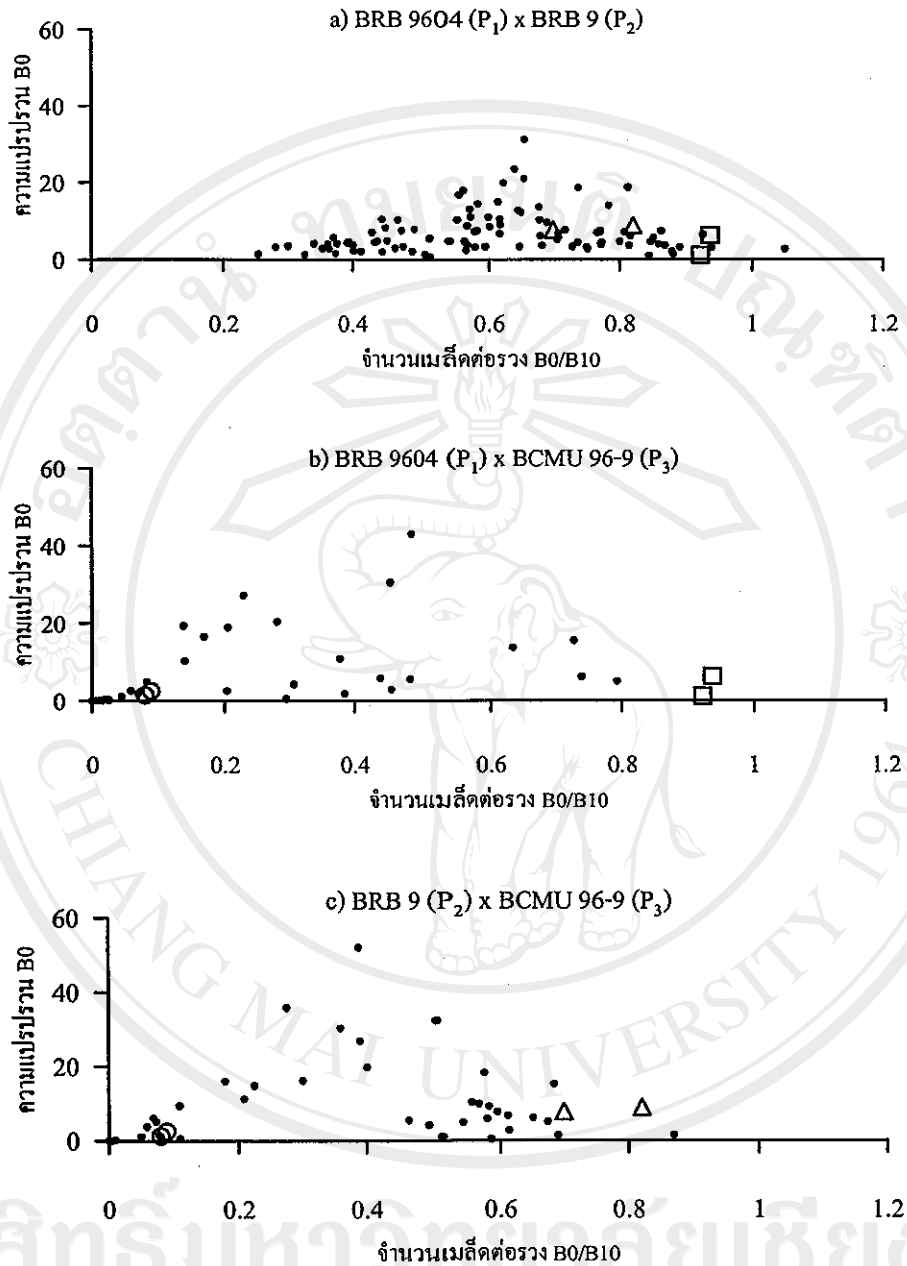
สำหรับความแปรปรวนภายในสายพันธุ์พ่อแม่เมื่อปลูกที่ B10 พบว่า BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าระหว่าง 0.96-4.14 ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 22.20-31.77 ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.27-6.51 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าความแปรปรวนสูงกว่า คือ 0.08-112.50 เมื่อปลูกที่ B0 ในสายพันธุ์พ่อแม่มีค่าระหว่าง 1.14-8.90 ส่วนลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนระหว่าง 0.64-31.22 ซึ่งมีการกระจายตัวแคบกว่าคู่ที่ 2 และ 3 ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-52.08 (ตาราง 4)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนเมล็ดต่อรวงระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 เทียบกับ B10 (ภาพ 2) พบว่า สายพันธุ์ BRB 9604 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างจากเมื่อปลูกที่ B10 ส่วน BRB 9 และ BCMU 96-9 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง 24% และ 92% ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 4, 5 และ 6) ส่วนในลูกผสมชั่วที่ 3 ประชากรลูกผสมคู่ที่ 1 มีการกระจายอยู่นอกกลุ่มของพ่อแม่และมีความถี่ไปในทิศทางลดจำนวนเมล็ดต่อรวง ประชากรลูกผสมคู่ที่ 2 และ 3 มีการกระจายอยู่ในขอบเขตของพ่อแม่ แต่เมื่อแบ่งกลุ่มแล้วทดสอบการกระจายตัวของยีน โดยใช้ chi-square พบว่า ประชากรลูกผสมทั้งสองคู่มิใช่ส่วนการกระจายไม่แตกต่างกับค่าคาดหวังของการควบคุม โดยยีน 1 คู่และ 2 คู่ (ตาราง 5)

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวง และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	12.8	13.3	13.7	13.7	14.3	14.9
BRB 9 (P ₂)	2	10.6	11.3	12.0	14.6	14.9	15.2
BCMU 96-9 (P ₃)	2	1.1	1.1	1.1	12.1	12.8	13.4
P ₁ x P ₂	96	4.4	9.8	15.8	12.5	16.1	18.8
P ₁ x P ₃	32	0.0	3.7	11.9	7.1	13.8	18.8
P ₂ x P ₃	43	0.0	5.1	11.4	9.8	14.6	19.7
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	1.14	3.69	6.24	2.11	3.78	5.45
BRB 9 (P ₂)	2	7.73	8.32	8.90	0.96	2.55	4.14
BCMU 96-9 (P ₃)	2	1.37	1.90	2.44	22.20	26.98	31.77
P ₁ x P ₂	96	0.64	7.00	31.22	0.27	1.90	6.51
P ₁ x P ₃	32	0.00	8.48	13.59	0.08	19.87	85.50
P ₂ x P ₃	43	0.00	11.97	52.08	0.22	19.73	112.50

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ

● F_3 families□ BRB 9604 (P_1)△ BRB 9 (P_2)○ BCMU 96-9 (P_3)

ภาพ 2 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวง B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

a) กลุ่มสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P_1 x P_2)

b) กลุ่มสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P_1 x P_3)

c) กลุ่มสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P_2 x P_3)

ตาราง 5 การวิเคราะห์ chi-square ของการกระจายตัวของลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวงของลูกผสมชั่วที่ 3 จาก 3 คู่ผสมเมื่อปลูกในทรายรดด้วยสารละลายที่ไม่ใส่โบรอน (B0)

Cross	model ^a		Number of F ₃ families ^b			χ^2	P
			I	Int.+Seg	E		
BRB 9604 (P ₁) x BRB 9 (P ₂)	1:2:1	Exp.	24	48	24	-	-
	1:14:1	Exp.	6	84	6	-	-
		Obs.	ไม่สามารถแบ่งกลุ่มได้				
BRB 9604 (P ₁) x BCMU 96-9 (P ₃)	1:2:1	Exp.	8	16	8	11.000	0.004
	1:14:1	Exp.	2	28	2	54.285	<0.000
		Obs.	12	20	0		
BRB 9 (P ₂) x BCMU 96-9 (P ₃)	1:2:1	Exp.	10.75	21.5	10.75	8.953	0.011
	1:14:1	Exp.	2.6875	37.625	2.6875	21.478	<0.000
		Obs.	10	30	3		

^a ค่าคาดหมายสำหรับยีน 1 คู่ เมื่ออัตราส่วน homozygous inefficient : segregating + homozygous intermediate : homozygous efficient = 1:2:1 และค่าคาดหมายสำหรับยีน 2 คู่ เมื่ออัตราส่วน homozygous inefficient : segregating + homozygous intermediate : homozygous efficient = 1:14:1

^b I = homozygous inefficient, E = homozygous efficient, Seg. = segregating, Int. = homozygous intermediate

ในการวิเคราะห์หาจำนวนยีนที่ควบคุมการตอบสนองต่อโบรอนเมื่อปลูกที่ B0 โดยวิธีการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนที่สังเกตได้ (Observed variance) กับค่าความแปรปรวนคาดหวัง (Expected variance) พบว่า ในลูกผสมคู่ที่ 1 มีค่า Expected variance ทั้ง 1 ยีนและ 2 ยีน เท่ากับ 6.39 และ 6.02 ตามลำดับ ซึ่งอยู่นอกขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (CI) ของ Observed variance ส่วนลูกผสมคู่ที่ 2 มีค่า Expected variance ทั้ง 1 ยีนและ 2 ยีน เท่ากับ 30.24 และ 16.35 ตามลำดับ ทั้งสองค่าอยู่ในขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของ observed variance และลูกผสมคู่ที่ 3 มีค่า expected variance ของ 1 ยีนเท่ากับ 24.35 อยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่น ของ observed variance (ตาราง 6)

ตาราง 6 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนสังเกตและค่าความแปรปรวนคาดหวังของลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวงเมื่อปลูกในสภาพขาด โบรอน (B0)

Cross		Observed variance				Estimated parameters ^a			Expected variance	
P ₁	P ₂	V _{P1}	V _{P2}	V _{F3}	CI	E	m	d	1 ยีน	2 ยีน
1. BRB 9604	BRB 9	3.23	8.07	14.26	18.62-11.53	5.65	12.26	0.99	6.39	6.02
2. BRB 9604	BCMU 96-9	3.23	1.70	20.60	34.17-14.66	2.47	7.17	6.09	30.24	16.35
3. BRB 9604	BCMU 96-9	8.07	1.70	23.45	35.81-17.35	4.89	6.78	5.10	24.35	14.62

^aE = ค่าความแปรปรวนที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม, m = ค่ากึ่งกลางระหว่างพ่อแม่, d = ระยะห่างระหว่างพ่อแม่ถึง mid-parent

3. น้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อต้น)

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604, BRB 9 และ BCMU 96-9 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 2.424-2.831, 2.632-2.685 และ 1.424-1.922 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าระหว่าง 1.341-3.704 กรัมต่อต้น ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีช่วงใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 0.422-3.554 กรัมต่อต้น เมื่อปลูกที่ B0 พ่อแม่ทั้ง 3 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าเมื่อปลูกที่ B10 ส่วนลูกผสมชั่วที่ 3 ทุกคู่ผสมมีค่าอยู่ในช่วงต่ำกว่าเมื่อปลูกที่ B10 เช่นเดียวกัน โดยคู่ที่ 1 มีค่าระหว่าง 0.547-3.342 กรัมต่อต้น ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าระหว่าง 0-2.605 กรัมต่อต้น

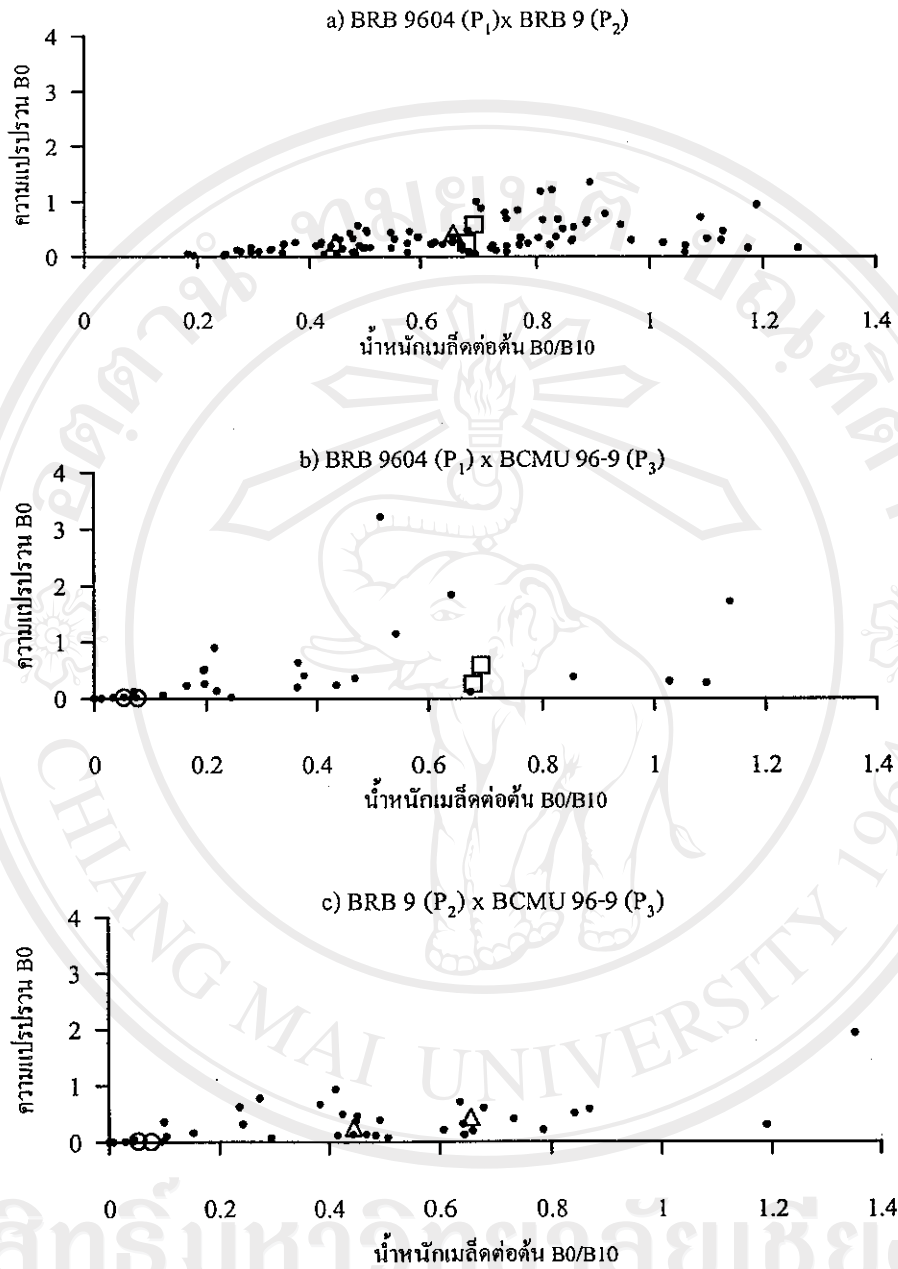
สำหรับความแปรปรวนภายในสายพันธุ์พ่อแม่ เมื่อปลูกที่ B10 พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-1.66 ลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.05-5.14 เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่ มีความแปรปรวนระหว่าง 0.01-0.58 ส่วนลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0-3.21 (ตาราง 7)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 เทียบกับ B10 (ภาพ 3) พบว่าในสายพันธุ์พ่อแม่ ทุกสายพันธุ์ มีน้ำหนักเมล็ดลดลงจากเมื่อปลูกที่ B10 โดยที่ BRB 9604 มีน้ำหนักเมล็ดลดลงประมาณ 32% ส่วน BRB 9 มีน้ำหนักเมล็ดลดลงประมาณ 46% และ BCMU 96-9 มีน้ำหนักเมล็ดลดลงถึง 95% ส่วนในประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 พบการกระจายตัวอยู่นอกกลุ่มของประชากรพ่อแม่ในทุกคู่ผสม ซึ่งบาง families มีน้ำหนักเมล็ดลดลงมากกว่า 50-100% (ตารางภาคผนวก 7, 8 และ 9)

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อต้น) และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่ และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	1.637	1.794	1.915	2.424	2.628	2.831
BRB 9 (P ₂)	2	1.200	1.439	1.719	2.632	2.658	2.685
BCMU 96-9 (P ₃)	2	0.081	0.091	0.101	1.424	1.673	1.922
P ₁ x P ₂	96	0.547	1.678	3.342	1.341	2.657	3.704
P ₁ x P ₃	32	0.000	0.666	2.605	0.422	1.923	3.271
P ₂ x P ₃	43	0.000	0.717	2.183	0.639	2.009	3.554
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	0.25	0.42	0.58	0.34	0.40	0.46
BRB 9 (P ₂)	2	0.26	0.34	0.42	0.25	0.28	0.31
BCMU 96-9 (P ₃)	2	0.01	0.02	0.02	0.44	1.05	1.66
P ₁ x P ₂	96	0.02	0.33	1.35	0.06	0.44	1.64
P ₁ x P ₃	32	0.00	1.04	3.21	0.05	0.42	5.14
P ₂ x P ₃	43	0.00	0.29	1.92	0.09	1.00	3.49

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ



● F₃ families □ BRB 9604 (P₁)
 △ BRB 9 (P₂) ○ BCMU 96-9 (P₃)

ภาพ 3 การกระจายของค่าเฉลี่ยน้ำหนักแม่ที่ดัดต่อต้น B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P₁ x P₂)
- b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P₁ x P₃)
- c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P₂ x P₃)

เนื่องจากลักษณะน้ำหนักเมล็ดต่อต้นลูกผสมมีการกระจายตัวในการตอบสนองต่อโบรอนอยู่นอกขอบเขตของประชากรพ่อแม่ทำให้ไม่สามารถแบ่งกลุ่มการกระจายตัวของลูกผสมได้จึงไม่สามารถหาจำนวนยีนที่ควบคุมการตอบสนองต่อการขาดโบรอนได้ นอกจากลักษณะที่เกี่ยวกับการติดเมล็ดที่ตอบสนองต่อการขาดโบรอนแล้วยังมีลักษณะอื่น ๆ อีก ที่ได้ศึกษาการตอบสนองต่อการขาดโบรอน เช่น จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง จำนวนรวงต่อต้น อายุวันออกรวง จำนวนหน่อต่อต้น ความสูงต้น และน้ำหนักฟาง แต่ลูกผสมมีการกระจายตัวนอกขอบเขตของประชากรพ่อแม่ทำให้ไม่สามารถแบ่งกลุ่มการกระจายตัวของลูกผสมได้ ดังนั้นจึงวิเคราะห์ได้เพียงการตอบสนองต่อการขาดโบรอนของลูกผสมเท่านั้น โดยการเปรียบเทียบระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 กับ B10 ซึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4. จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงอยู่ระหว่าง 14-15 ช่อดอกย่อย ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 26.8-27.2 ช่อดอกย่อย สำหรับลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าระหว่าง 14-19 ช่อดอกย่อย ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีช่วงของค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ อยู่ระหว่าง 13-28 ช่อดอกย่อย เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าใกล้เคียงกับเมื่อปลูกที่ B10 คือ มีค่าระหว่าง 12-14 ช่อดอกย่อย ส่วน BCMU 96-9 มีค่าน้อยกว่าเมื่อปลูกที่ B10 คือ มีค่าระหว่าง 20.1-22.0 ช่อดอกย่อย ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าระหว่าง 6-16 ช่อดอกย่อย ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีขอบเขตที่กว้างกว่า คือ มีค่าระหว่าง 5-27 ช่อดอกย่อย

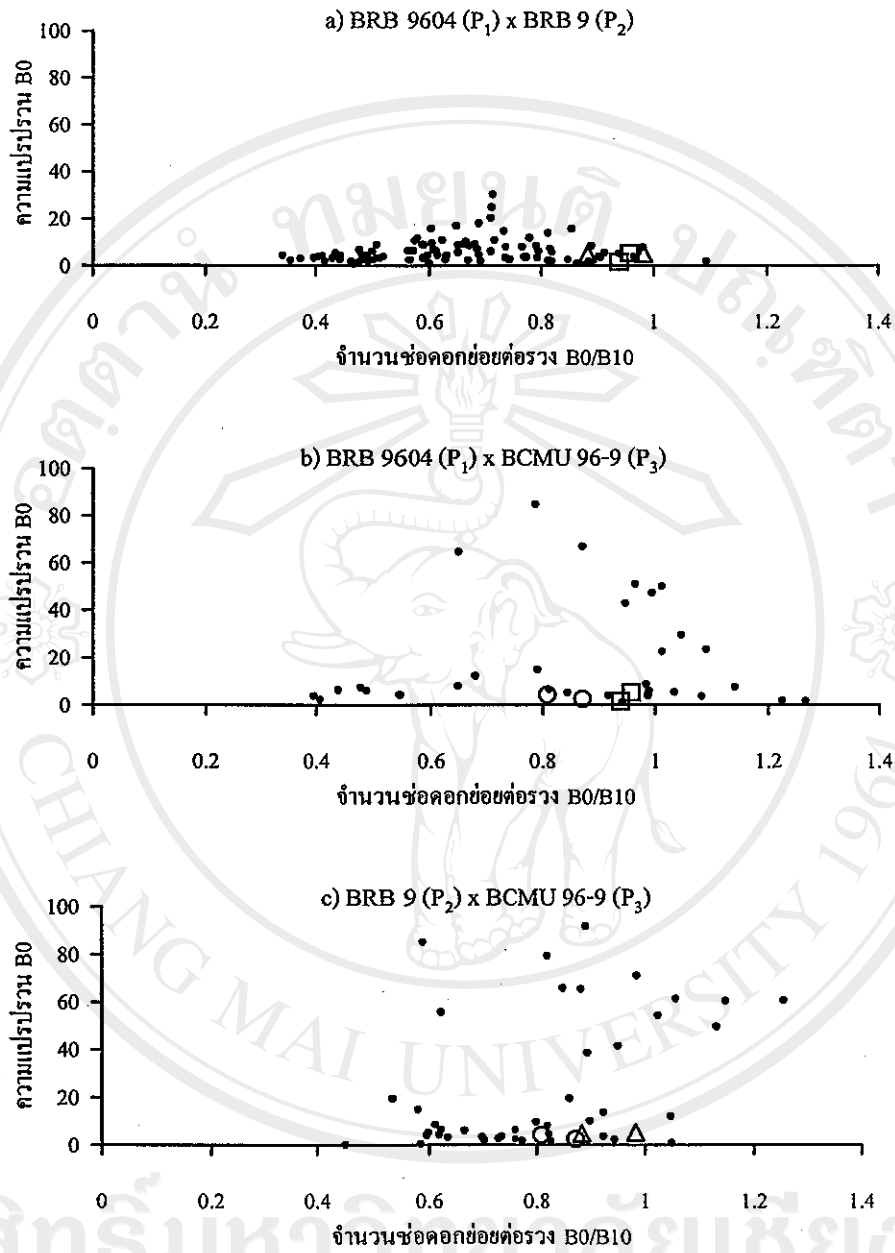
สำหรับความแปรปรวนภายในสายพันธุ์พ่อแม่เมื่อปลูกที่ B10 พบว่า ทั้ง 3 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 1.34-9.21 ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.38-5.66 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีช่วงใกล้เคียงกัน คือระหว่าง 0.29-6.13 เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าระหว่าง 1.48-16.28 ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 4.25-67.60 ในลูกผสมชั่วที่ 3 กลุ่มสมที่ 1 มีความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.82-24.94 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าความแปรปรวนสูงกว่าคู่ที่ 1 เช่นเดียวกัน คือ อยู่ระหว่าง 0.25-91.60 (ตาราง 8)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 เทียบกับ B10 (ภาพ 4) พบว่าสายพันธุ์ BRB 9604 และ BRB 9 มีจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงไม่แตกต่างจากเมื่อปลูกที่ B10 ส่วน BCMU 96-9 มีจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงลดลงประมาณ 16% ส่วนในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 กลุ่มสม พบว่าลูกผสมมีการกระจายอยู่นอกกลุ่มของประชากรพ่อแม่ โดยส่วนใหญ่จะกระจายตัวในทิศทางที่น้อยกว่าพ่อแม่ ซึ่งบาง families มีจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงลดลงมากกว่า 50% (ตารางภาคผนวก 10, 11 และ 12)

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่ และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	12.4	14.0	14.4	14.2	14.7	15.3
BRB 9 (P ₂)	2	12.2	13.7	14.3	14.5	14.7	15.0
BCMU 96-9 (P ₃)	2	20.1	22.7	22.0	26.8	27.0	27.2
P ₁ x P ₂	96	5.8	10.7	16.2	13.7	16.4	18.8
P ₁ x P ₃	32	5.3	17.2	26.9	12.9	19.7	26.4
P ₂ x P ₃	43	9.3	16.6	26.5	12.7	20.4	28.1
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	1.48	8.88	16.28	1.34	2.68	4.01
BRB 9 (P ₂)	2	5.08	9.02	12.95	2.69	2.76	2.83
BCMU 96-9 (P ₃)	2	4.25	35.92	67.60	3.14	6.18	9.21
P ₁ x P ₂	96	0.82	6.10	24.94	0.38	1.73	5.66
P ₁ x P ₃	32	0.80	18.97	84.73	0.33	12.14	61.43
P ₂ x P ₃	43	0.25	24.70	91.60	0.29	13.08	66.13

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ



● F_3 families □ BRB 9604 (P_1)
 △ BRB 9 (P_2) ○ BCMU 96-9 (P_3)

ภาพ 4 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P_1 x P_2)
 b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P_1 x P_3)
 c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P_2 x P_3)

5. จำนวนรวงต่อต้น

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อต้นอยู่ระหว่าง 6-7 รวง ส่วนสายพันธุ์ BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 4-5 รวง ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนรวงต่อต้นระหว่าง 3-10 รวง เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าระหว่าง 5-7 รวง ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 3-5 รวง ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีค่าเฉลี่ยจำนวนรวงอยู่ในช่วงที่กว้างกว่าเมื่อปลูกที่ B10 คือ มีค่าระหว่าง 1-13 รวง

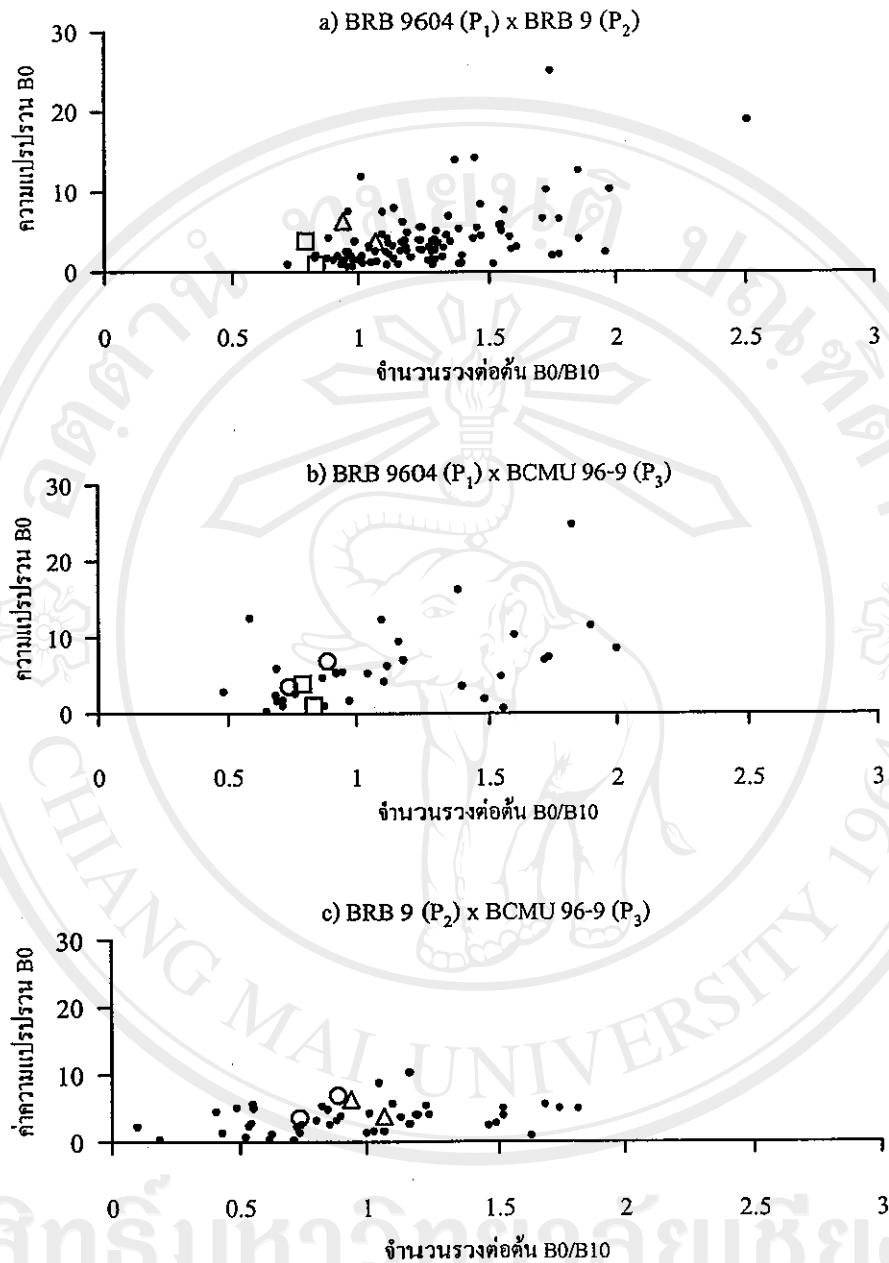
สำหรับความแปรปรวนในสายพันธุ์พ่อแม่เมื่อปลูกที่ B10 พบว่า ทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าระหว่าง 1.34-3.87 ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0-28.67 เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่ทั้ง 3 มีค่าความแปรปรวนระหว่าง 0.57-6.92 ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.27-25.11 (ตาราง 9)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรวงต่อต้นระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 เทียบกับ B10 (ภาพ 5) พบว่า สายพันธุ์ BRB 9 (ME) และสายพันธุ์ BCMU 96-9 (I) มีจำนวนรวงต่อต้นไม่แตกต่างจากเมื่อปลูกที่ B10 ส่วนสายพันธุ์ BRB 9604 (E) มีจำนวนรวงต่อต้นลดลงประมาณ 16% ส่วนในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ผสม พบว่า ลูกผสมมีการกระจายอยู่นอกกลุ่มของประชากรพ่อแม่ โดยส่วนใหญ่จะกระจายตัวในทิศทางที่เหนือกว่าพ่อแม่ ซึ่งบาง families มีจำนวนรวงต่อต้นเพิ่มมากกว่า 50% แต่ยังมีหลาย families ที่จำนวนรวงต่อต้นลดลง (ตารางภาคผนวก 13, 14 และ 15)

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อต้น และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
		ค่าเฉลี่ย					
BRB 9604 (P ₁)	2	5.1	5.6	6.0	6.5	6.6	6.7
BRB 9 (P ₂)	2	6.0	6.4	6.8	6.4	6.4	6.4
BCM U 96-9 (P ₃)	2	3.3	4.0	4.5	3.7	4.6	5.4
P ₁ x P ₂	96	5.0	4.8	13.2	3.7	5.8	9.5
P ₁ x P ₃	32	2.4	6.0	11.9	3.3	5.2	7.8
P ₂ x P ₃	43	0.8	7.8	9.8	2.9	6.3	7.6
		ความแปรปรวน					
BRB 9604 (P ₁)	2	0.57	0.70	0.84	1.34	1.92	2.50
BRB 9 (P ₂)	2	3.77	5.05	6.33	1.38	1.38	1.38
BCM U 96-9 (P ₃)	2	3.50	5.21	6.92	2.62	3.24	3.87
P ₁ x P ₂	96	0.67	3.39	25.11	0.25	3.14	6.11
P ₁ x P ₃	32	0.30	6.21	24.77	0.25	2.78	9.36
P ₂ x P ₃	43	0.27	4.23	10.33	0.00	2.24	28.67

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

ภาพ 5 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อต้น B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P_1 x P_2)
 b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P_1 x P_3)
 c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P_2 x P_3)

6. อายุวันออกรวง

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าเฉลี่ยอายุวันออกรวงอยู่ระหว่าง 40-42 วัน ส่วนสายพันธุ์ BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 61-62 วัน ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่เริ่มออกรวงเมื่ออายุได้ 38 วัน ในคู่ที่ 1 มีอายุวันออกรวงช้าที่สุด คือ 45 วัน ส่วนในคู่ที่ 2 และ 3 มีอายุออกรวงช้าที่สุดใกล้เคียงกัน คือประมาณ 67 วัน เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 43-46 วัน ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 61-68 วัน ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ ยังเริ่มออกรวงเมื่ออายุได้ 38 วัน เช่นเดียวกับเมื่อปลูกที่ B10 ในคู่ที่ 1 มีอายุวันออกรวงช้าที่สุดประมาณ 48 วัน ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีอายุออกรวงช้าที่สุดประมาณ 70 วัน

สำหรับความแปรปรวนภายในสายพันธุ์ของพ่อแม่ เมื่อปลูกที่ B10 มีค่าระหว่าง 1.88-6.70 ในลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.20-9.79 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีช่วงใกล้เคียงกันและกระจายตัวในช่วงที่สูงกว่าคู่ที่ 1 คือ มีค่าระหว่าง 0.33-262.33 เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่ทั้ง 3 มีความแปรปรวนระหว่าง 0.70-3.70 ในลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนแคบกว่าคู่ที่ 2 และ 3 เช่นเดียวกับเมื่อปลูกที่ B10 (ตาราง 10)

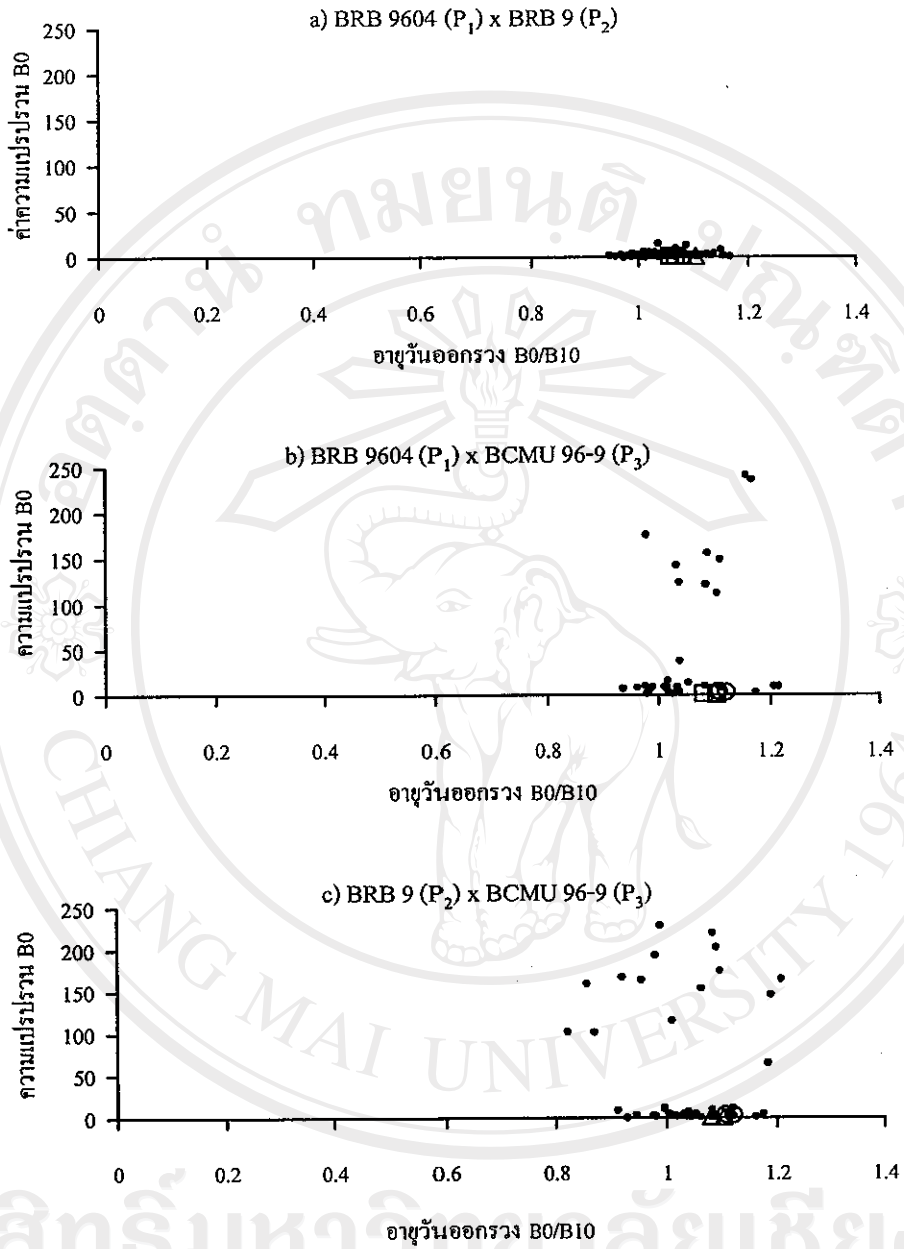
เมื่อเปรียบเทียบอายุวันออกรวงระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 เทียบกับ B10 (ภาพ 6) พบว่า สายพันธุ์พ่อแม่ ทุกสายพันธุ์ มีอายุออกรวงช้ากว่าเมื่อปลูกที่ B10 โดยที่ BRB 9604 มีอายุออกรวงช้าลงประมาณ 6% ส่วน BRB 9 และ BCMU 96-9 มีอายุออกรวงช้าลงประมาณ 9% และ 11% ตามลำดับ ส่วนในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ผสม พบว่า ลูกผสมมีการกระจายอยู่นอกกลุ่มของประชากรพ่อแม่ โดยลูกผสมมีอายุออกรวงทั้งช้าลงและเร็วขึ้นไม่เกิน 25% (ตารางภาคผนวก 16, 17 และ 18)

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยอายุวันออกรวง และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	42.8	43.3	43.8	40.1	40.7	41.5
BRB 9 (P ₂)	2	45.8	46.0	46.2	41.9	42.2	42.4
BCM U 96-9 (P ₃)	2	61.2	64.7	68.2	60.8	61.2	61.6
P ₁ x P ₂	96	38.2	43.3	48.2	38.0	41.5	44.9
P ₁ x P ₃	32	38.0	54.9	70.2	37.9	51.9	67.0
P ₂ x P ₃	43	37.3	53.0	68.3	38.2	51.2	65.2
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	1.20	1.20	1.20	5.10	11.80	6.70
BRB 9 (P ₂)	2	0.70	1.04	1.37	1.88	6.41	4.53
BCM U 96-9 (P ₃)	2	2.97	3.34	3.70	2.70	4.00	5.30
P ₁ x P ₂	96	0.27	2.83	14.29	0.20	2.29	9.79
P ₁ x P ₃	32	1.58	55.49	240.95	0.92	78.53	241.30
P ₂ x P ₃	43	0.25	57.72	229.00	0.33	74.00	262.33

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



- F3 families
- △ BRB 9 (P₂)
- BRB 9604 (P₁)
- BCMU 96-9 (P₃)

ภาพ 6 การกระจายของค่าเฉลี่ยอายุวันออกทรง B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของ ลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P₁ x P₂)
- b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P₁ x P₃)
- c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P₂ x P₃)

7. จำนวนหน่อต่อต้น

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่มีค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะ 30 วัน หลังปลูกใกล้เคียงกัน คือ 4-5 หน่อ ลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ผสมมีค่าระหว่าง 3-7 หน่อ เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่มีค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อใกล้เคียงกับเมื่อปลูกที่ B10 ลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับเมื่อปลูกที่ B10 เช่นเดียวกัน คือมีค่าระหว่าง 3-8 หน่อ

สำหรับความแปรปรวนภายในสายพันธุ์ของพ่อแม่ทั้ง 3 เมื่อปลูกที่ B10 มีค่าระหว่าง 0.29-1.44 ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีค่าความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0-8.49 เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่ มีความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 0.27-1.79 ลูกผสมทั้ง 3 คู่ มีค่าระหว่าง 0.18-8.27 (ตาราง 11)

จำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่า เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นจากระยะ 30 วันหลังปลูก โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 สายพันธุ์ อยู่ระหว่าง 8-10 หน่อ ในลูกผสมชั่วที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 คู่ อยู่ในขอบเขตที่กว้างกว่าพ่อแม่ คือ ระหว่าง 4-14 หน่อ เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าใกล้เคียงกับเมื่อปลูกที่ B10 ส่วน BCMU 96-9 มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 16-17 หน่อ ลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีขอบเขตของจำนวนหน่อกว้างกว่าเมื่อปลูกที่ B10 คือ มีค่าระหว่าง 5-20 หน่อ

สำหรับความแปรปรวนภายในสายพันธุ์ BRB 9604 และ BRB 9 เมื่อปลูกที่ B10 มีค่าระหว่าง 0.89-3.21 ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 2.06-10.50 ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.27-7.11 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าความแปรปรวนอยู่ในช่วงที่สูงกว่า คือ ระหว่าง 0-65.33 เมื่อปลูกที่ B0 BRB 9604 ความแปรปรวนภายในต่ำเช่นเดียวกับเมื่อปลูกที่ B10 คือ อยู่ระหว่าง 1.55-3.43 ส่วนอีก 2 สายพันธุ์มีค่าระหว่าง 6.33-11.37 ลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ผสมมีความแปรปรวนภายใน family อยู่ในช่วงที่ค่อนข้างกว้าง คือ ระหว่าง 0.50-128.80 (ตาราง 12)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อเมื่อปลูกที่ B0 กับ B10 พบว่า จำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะ 30 วัน หลังปลูก (ภาพ 7) BRB 9604 และ BCMU 96-9 มีจำนวนหน่อไม่แตกต่างจากเมื่อปลูกที่ B10 ส่วน BRB 9 มีจำนวนหน่อต่อต้นน้อยกว่าเมื่อปลูกที่ B10 ประมาณ 23% แต่จำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว (ภาพ 8) พบว่า สายพันธุ์ BCMU 96-9 มีจำนวนหน่อต่อต้นเพิ่มขึ้นจากเมื่อปลูกที่ B10 ประมาณ 66% แต่ BRB 9604 และสายพันธุ์ BRB 9 มีจำนวนหน่อไม่แตกต่างจากเมื่อปลูกที่ B10 ส่วนลูกผสมทุกคู่ เมื่อปลูกที่ B0 ทำให้จำนวนหน่อต่อต้นของหลาย families เพิ่มขึ้น ตั้งแต่หลังปลูก 30 วัน จนถึงเก็บเกี่ยว บาง families มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นมากกว่า 100% แต่ก็ยังมีบาง families ที่มีจำนวนหน่อลดลง ซึ่งการกระจายของลูกผสมส่วนใหญ่มีทิศทางเพิ่มมากกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ (ตารางภาคผนวก 19, 20, 21, 22, 23 และ 24)

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นหลังปลูก 30 วัน และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	3.6	3.6	3.6	3.8	3.9	4.0
BRB 9 (P ₂)	2	3.4	3.4	3.4	4.4	4.4	4.4
BCMU 96-9 (P ₃)	2	4.1	4.7	5.3	3.8	4.2	4.5
P ₁ x P ₂	96	3.6	5.1	7.7	3.4	4.4	5.7
P ₁ x P ₃	32	3.7	5.2	7.5	3.3	4.7	6.2
P ₂ x P ₃	43	2.7	4.5	6.0	3.1	5.0	7.4
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	0.27	0.49	0.71	0.29	0.34	0.40
BRB 9 (P ₂)	2	0.71	0.92	1.12	0.55	0.58	0.62
BCMU 96-9 (P ₃)	2	0.77	1.28	1.79	0.30	0.87	1.44
P ₁ x P ₂	96	0.19	1.32	4.44	0.00	1.02	3.29
P ₁ x P ₃	32	0.40	1.96	6.84	0.57	1.39	3.43
P ₂ x P ₃	43	0.18	1.43	8.27	0.32	2.64	8.49

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

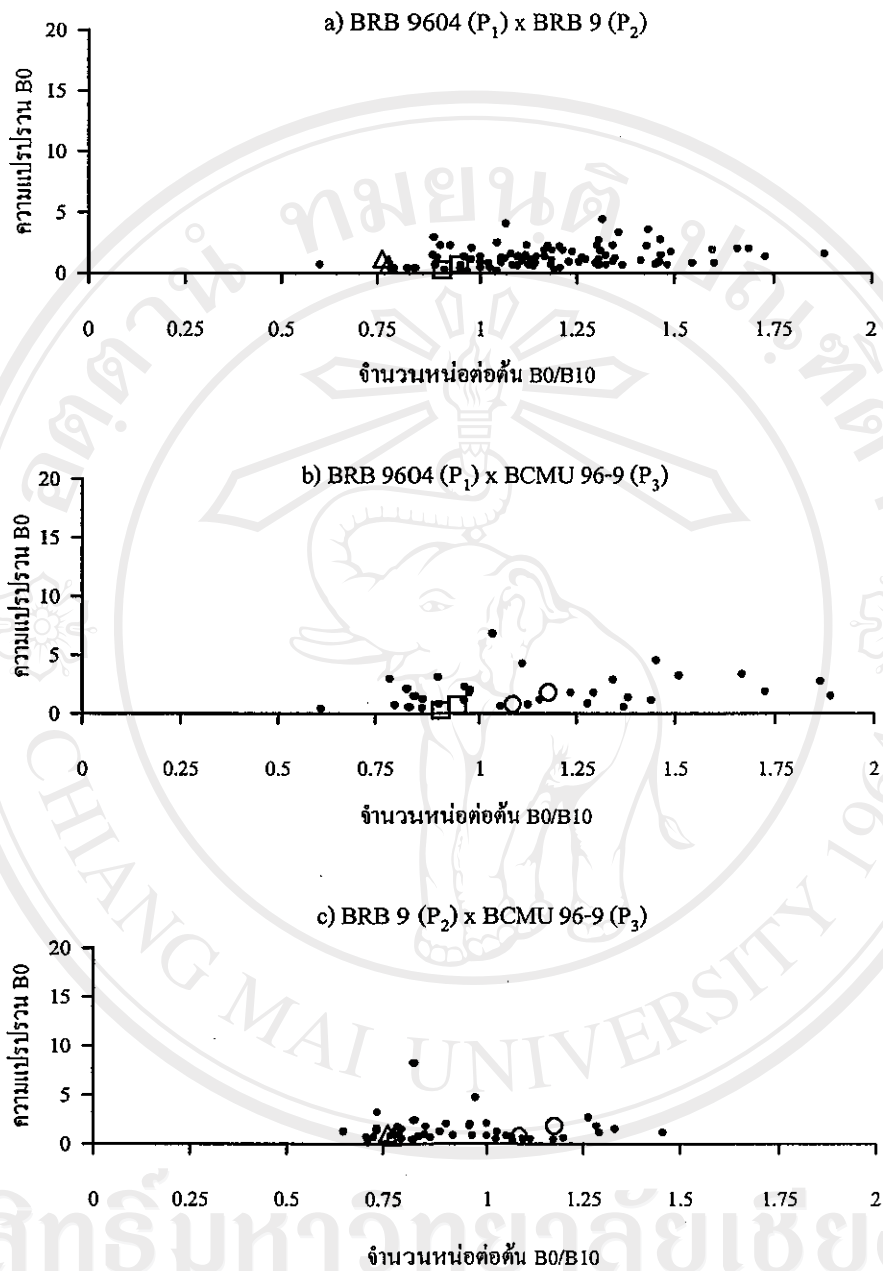
Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	8.1	8.1	8.1	8.1	8.5	8.8
BRB 9 (P ₂)	2	8.0	8.8	9.8	8.0	8.6	9.2
BCMU 96-9 (P ₃)	2	15.8	16.3	17.3	9.5	9.8	10.3
P ₁ x P ₂	96	5.2	10.5	20.4	3.7	7.5	11.4
P ₁ x P ₃	32	6.2	12.1	19.9	4.6	8.1	14.4
P ₂ x P ₃	43	5.0	11.4	18.4	5.0	7.9	14.5
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	1.55	2.49	3.43	1.96	5.17	3.21
BRB 9 (P ₂)	2	8.00	8.28	8.57	0.89	1.16	1.44
BCMU 96-9 (P ₃)	2	6.33	8.85	11.37	2.06	6.28	10.50
P ₁ x P ₂	96	0.50	10.42	60.79	0.27	2.87	7.11
P ₁ x P ₃	32	3.55	19.70	64.33	0.69	8.08	53.61
P ₂ x P ₃	43	1.14	25.27	128.80	0.00	10.86	65.33

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ

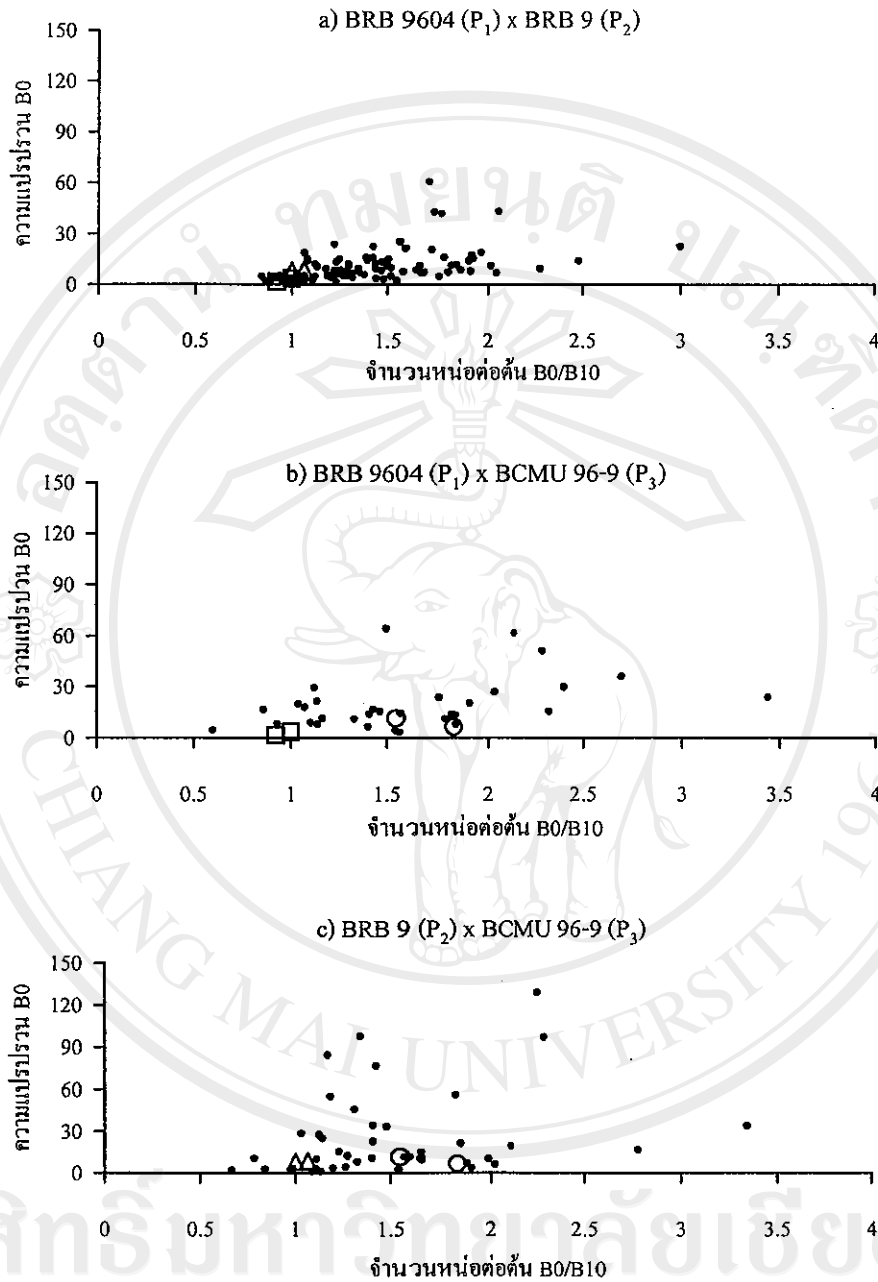


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

ภาพ 7 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นหลังปลูก 30 วัน เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P_1 x P_2)
- b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P_1 x P_3)
- c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P_2 x P_3)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 8 การกระจายของค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 ($P_1 \times P_2$)
- b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 ($P_1 \times P_3$)
- c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 ($P_2 \times P_3$)

8. ความสูงต้น (เซนติเมตร)

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604, BRB 9 และ BCMU 96-9 มีความสูงต้นของทั้ง 3 สายพันธุ์ อยู่ระหว่าง 77-83 เซนติเมตร ในลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นระหว่าง 75-93 เซนติเมตร ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าระหว่าง 68-89 และ 69-101 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่มีความสูงต้นใกล้เคียงกับเมื่อปลูกที่ B10 ส่วนในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ มีความสูงอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าเมื่อปลูกที่ B10 คือ ระหว่าง 65-96 เซนติเมตร

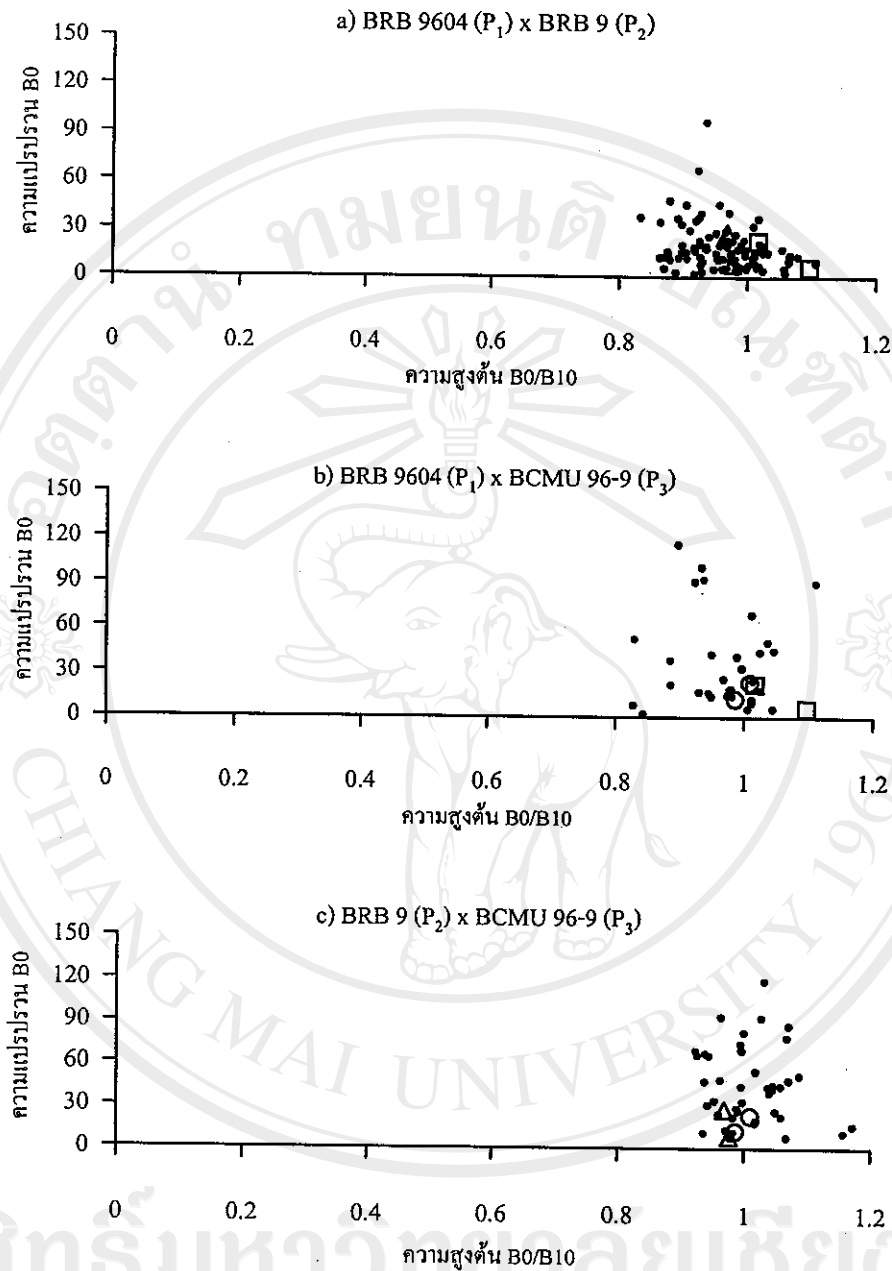
สำหรับความแปรปรวนในสายพันธุ์พ่อแม่เมื่อปลูกที่ B10 พบว่า BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 5.79-21.28 ส่วน BCMU 96-9 มีความแปรปรวนระหว่าง 22.55-52.83 ในลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 0.94-63.03 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีความแปรปรวนอยู่ในช่วงที่กว้างกว่า คือ มีค่าระหว่าง 4.20-130.69 เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่ทั้ง 3 มีความแปรปรวนระหว่าง 7.93-27.97 ส่วนในลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีความแปรปรวนภายใน family ระหว่าง 1.87- 96.48 ซึ่งมีการกระจายตัวสูงกว่าเมื่อปลูกที่ B10 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีความแปรปรวนอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 2.31-118.71 (ตาราง 13)

เมื่อเปรียบเทียบความสูงต้นระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 เทียบกับ B10 (ภาพ 9) พบว่าสายพันธุ์พ่อแม่ทุกสายพันธุ์ มีความสูงต้นไม่แตกต่างจากเมื่อปลูกที่ B10 ส่วนในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ผสม พบว่าลูกผสมหลาย families มีความสูงต้นลดลง แต่ก็มีหลาย families มีความสูงต้นเพิ่มขึ้นไม่เกิน 20% (ตารางภาคผนวกที่ 25, 26 และ 27)

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยความสูงต้น (เซนติเมตร) และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่ และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	79.0	80.2	81.3	77.7	78.9	80.0
BRB 9 (P ₂)	2	75.6	76.1	76.6	78.1	78.2	78.4
BCM U 96-9 (P ₃)	2	75.8	80.8	84.1	76.9	80.1	83.4
P ₁ x P ₂	96	65.0	79.7	91.2	74.7	82.9	93.0
P ₁ x P ₃	32	66.4	76.1	89.2	67.5	78.9	88.5
P ₂ x P ₃	43	67.9	81.5	96.0	69.1	81.0	101.1
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	7.93	15.41	22.34	5.79	11.85	17.91
BRB 9 (P ₂)	2	8.40	18.18	27.97	12.02	33.30	21.28
BCM U 96-9 (P ₃)	2	12.03	17.60	23.17	22.55	37.69	52.83
P ₁ x P ₂	96	1.87	18.45	96.48	0.94	16.50	63.03
P ₁ x P ₃	32	2.31	36.96	115.10	9.87	58.29	130.55
P ₂ x P ₃	43	7.68	43.19	118.71	4.20	43.53	130.69

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ



- F_3 families □ BRB 9604 (P_1)
 △ BRB 9 (P_2) ○ BCMU 96-9 (P_3)

ภาพ 9 การกระจายของค่าเฉลี่ยความสูงต่อต้น B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของ ลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 ($P_1 \times P_2$)
 b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 ($P_1 \times P_3$)
 c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 ($P_2 \times P_3$)

9. น้ำหนักฟาง (กรัมต่อต้น)

เมื่อปลูกที่ B10 สายพันธุ์พ่อแม่ BRB 9604, BRB 9 และ BCMU 96-9 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฟางอยู่ระหว่าง 2.492-2.724, 2.318-2.787 และ 5.099-6.840 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าระหว่าง 1.756-3.599 กรัมต่อต้น ส่วนในคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าอยู่ในช่วงที่สูงกว่า คือ มีค่าระหว่าง 1.275-11.043 กรัมต่อต้น เมื่อปลูกที่ B10 BRB 9604 และ BRB 9 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฟางระหว่าง 2.076-2.485 และ 2.778-2.884 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วน BCMU 96-9 มีค่าระหว่าง 8.643-9.307 กรัมต่อต้น ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าระหว่าง 1.742-5.099 กรัมต่อต้น ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าอยู่ในช่วงที่กว้างกว่าคู่ที่ 1 คือ ระหว่าง 2.789-9.067 และ 1.278-9.575 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

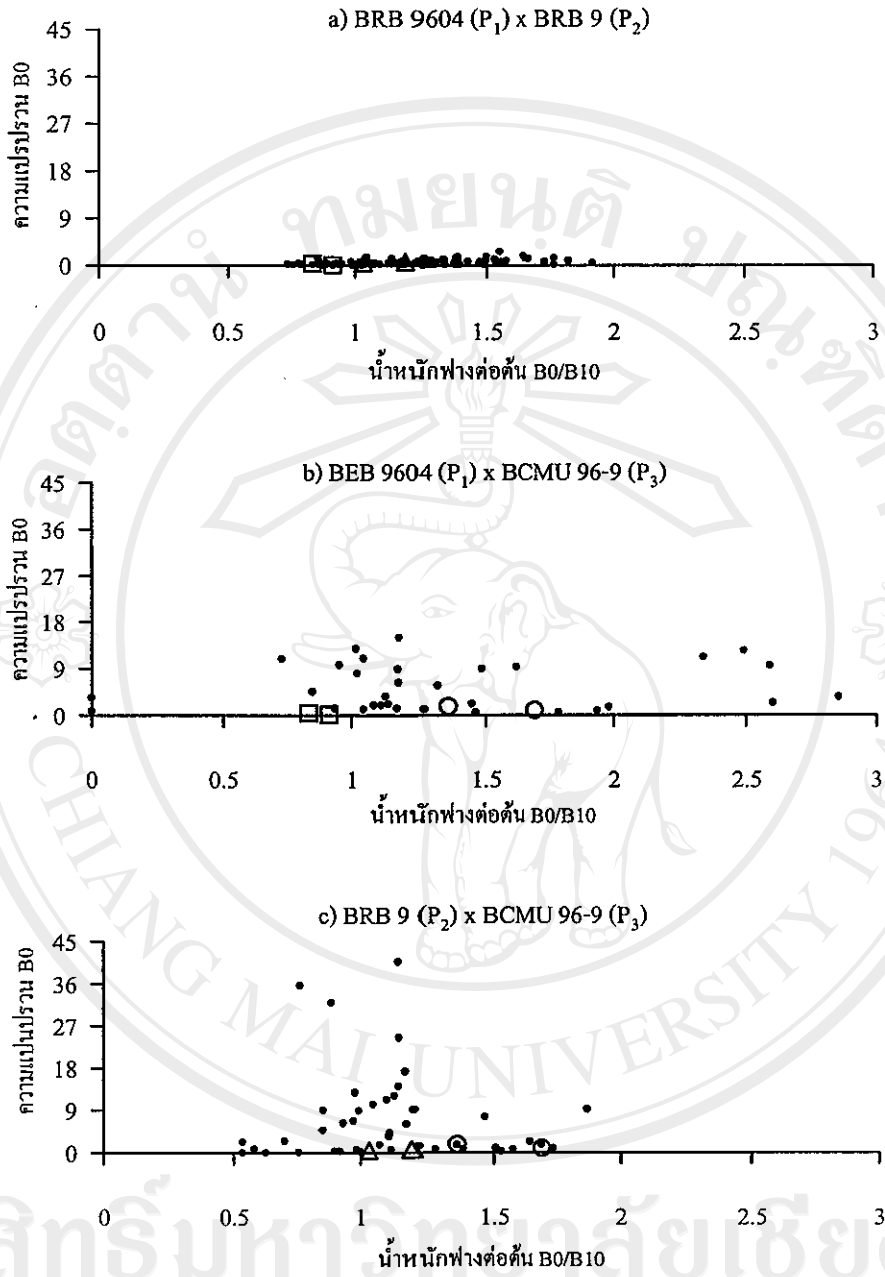
สำหรับความแปรปรวนของสายพันธุ์พ่อแม่เมื่อปลูกใน B10 พบว่า ทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าต่ำใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 0.14-4.71 ส่วนลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนภายใน family ค่อนข้างต่ำ คือ ระหว่าง 0.07-1.44 ส่วนคู่ที่ 2 และ 3 มีค่าสูงกว่า เมื่อปลูกที่ B0 สายพันธุ์พ่อแม่ทั้ง 3 มีค่าความแปรปรวนระหว่าง 0.07-1.66 ลูกผสมชั่วที่ 3 คู่ที่ 1 มีค่าความแปรปรวนอยู่ในช่วงที่แคบกว่าคู่ที่ 2 และ 3 เช่นเดียวกับเมื่อปลูกใน B10 (ตาราง 14)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักฟางต่อต้นระหว่างเมื่อปลูกที่ B0 เทียบกับ B10 (ภาพ 10) พบว่า สายพันธุ์ BRB 9604 และสายพันธุ์ BRB 9 มีน้ำหนักฟางไม่แตกต่างจากเมื่อปลูกที่ B10 ส่วนสายพันธุ์ BCMU 96-9 มีน้ำหนักฟางเพิ่มขึ้นประมาณ 50% ในลูกผสมชั่วที่ 3 ทั้ง 3 คู่ผสม พบว่า ลูกผสมมีการกระจายอยู่นอกกลุ่มของประชากรพ่อแม่ โดยส่วนใหญ่จะกระจายตัวในทิศทางที่เหนือกว่าพ่อแม่ ซึ่งบาง families มีน้ำหนักฟางต่อต้นเพิ่มขึ้นถึง 100% (ตารางภาคผนวกที่ 28, 29 และ 30)

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฟาง (กรัมต่อต้น) และค่าความแปรปรวนภายใน family ของสายพันธุ์พ่อแม่ และประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 ที่ปลูกในทรายรดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ใส่โบรอน (B0) และใส่โบรอน 10 μ MB (B10)

Parent/cross	n	B0			B10		
		min	mean	max	min	mean	max
ค่าเฉลี่ย							
BRB 9604 (P ₁)	2	2.076	2.280	2.485	2.492	2.604	2.724
BRB 9 (P ₂)	2	2.778	2.831	2.884	2.318	2.552	2.787
BCMU 96-9 (P ₃)	2	8.643	8.945	9.307	5.099	5.970	6.840
P ₁ x P ₂	96	1.742	3.214	5.099	1.756	2.673	3.599
P ₁ x P ₃	32	2.789	5.619	9.067	1.275	4.504	8.701
P ₂ x P ₃	43	1.284	5.163	9.575	1.559	4.913	11.043
ความแปรปรวน							
BRB 9604 (P ₁)	2	0.07	0.22	0.38	0.14	0.22	0.31
BRB 9 (P ₂)	2	0.48	0.60	0.71	0.13	0.14	0.15
BCMU 96-9 (P ₃)	2	0.91	1.28	1.66	1.08	2.90	4.71
P ₁ x P ₂	96	0.08	0.63	2.62	0.07	0.34	1.44
P ₁ x P ₃	32	0.48	5.43	15.07	0.14	4.38	25.00
P ₂ x P ₃	43	0.00	7.15	40.96	0.08	7.25	34.21

n = จำนวน families ที่ใช้ในการทดสอบ



● F_3 families □ BRB 9604 (P_1)
 △ BRB 9 (P_2) ○ BCMU 96-9 (P_3)

ภาพ 10 การกระจายของค่าเฉลี่ยน้ำหนักฟางต่อต้น B0 เปรียบเทียบกับ B10 และค่าความแปรปรวนภายใน family ของลูกผสมชั่วที่ 3 และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ B0

- a) คู่ผสมที่ 1 BRB 9604 x BRB 9 (P_1 x P_2)
- b) คู่ผสมที่ 2 BRB 9604 x BCMU 96-9 (P_1 x P_3)
- c) คู่ผสมที่ 3 BRB 9 x BCMU 96-9 (P_2 x P_3)