บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การประเมินและตรวจสอบโรคราแป้งในถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่

1.1 การตรวจสอบโรคราแป้งในถั่วลันเตาจากลักษณะปรากฏ

การประเมินการเกิดโรคราแป้งสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกจากลักษณะปรากฏโดยปลูกทดสอบเมื่อเดือนธันวาคม 2552 – มีนาคม พ.ศ. 2553 ณ สถานีวิจัยเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ พบว่าโรคราแป้งมีการเข้าระบาดในวันที่ 38 หลังจากเพาะเมล็ด การประเมินการเกิดโรคราแป้งตลอดระยะการเจริญเติบโตโดยเปรียบเทียบลักษณะการเกิดโรคกับพันธุ์ P 309 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรคราแป้ง และพันธุ์ฝาง 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรคราแป้ง สามารถแยกลักษณะต้นต้านทานโรคราแป้งออกจากต้นอ่อนแอต่อโรคได้อย่างชัดเจนดังแสดงในภาพที่ 3 จากการประเมินลักษณะปรากฏ พบต้นที่ต้านทานไม่มีการเข้าทำลายของโรคมีลักษณะเช่นเดียวกับพันธุ์ P 309 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรค และต้นที่อ่อนแอมีลักษณะเช่นเดียวกับพันธุ์ฝาง 7 โดยสามารถมองเห็นการขึ้นปกคลุมของสปอร์มีลักษณะคล้ายผงแป้งสีขาวตลอดทั่วทั้งลำต้น ใบ และฝัก โดยเริ่มเข้าระบาดบริเวณทางด้านล่างของพืชก่อนแล้วกระจายขึ้นสู่ส่วนบนของพืชจนปกคลุมทั่วทั้งลำต้น ส่งผลต่อการเจริญของลำต้น การติดดอกและฝัก จากนั้นใบมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้งในที่สุด (ภาพที่ 3) สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 ให้ต้นที่ต้านทานโรคราแป้งจำนวน 42 ต้น และอ่อนแอจำนวน 58 ต้น สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 ให้ต้นที่ต้านทานโรคราแป้งจำนวน 15 ต้น และอ่อนแอจำนวน 85 ต้น สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 ให้ต้นที่ต้านทานโรคราแป้งจำนวน 4 ต้น และอ่อนแอจำนวน 96 ต้น และพันธุ์หนองอุกให้ต้นที่ต้านทานโรคราแป้งจำนวน 46 ต้น และอ่อนแอจำนวน 54 ต้น (ตารางที่ 5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 3 การประเมินการเกิดโรคราแป้งจากลักษณะปรากฏ ปลูกในเดือน ธันวาคม 2552 – มีนาคม 2553

พันธุ์ทดสอบการเกิดโรคราแป้ง; a : ฝาง 7 รุ่น BC_1F_5, b : # 3 รุ่น BC_3F_2, c : # 5 รุ่น BC_3F_2, d : หนองอุก, e : เปรียบเทียบใบที่เกิดโรค, R : ต้านทานโรค, S : อ่อนแอต่อโรค

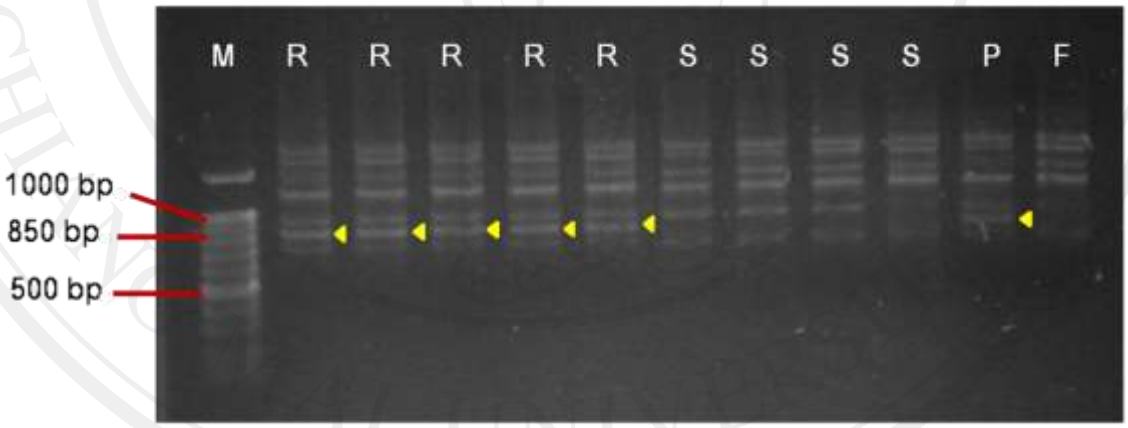
ตารางที่ 5 จำนวนต้นถั่วลันเตา 4 สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกการต้านทานการเกิดโรคราแป้งจากการประเมินการเกิดโรคเปรียบเทียบกับพันธุ์ต้านทาน (P 309) และพันธุ์อ่อนแอ (ฝาง 7)

การเกิดโรคราแป้ง	พันธุ์เปรียบเทียบ	จำนวน (ต้น)			
		ฝาง 7 BC_1F_5	# 3 BC_3F_2	# 5 BC_3F_2	หนองอุก
ต้านทาน	P 309	42	15	4	46
อ่อนแอ	ฝาง 7	58	85	96	54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SCAR ในถั่วลันเตา

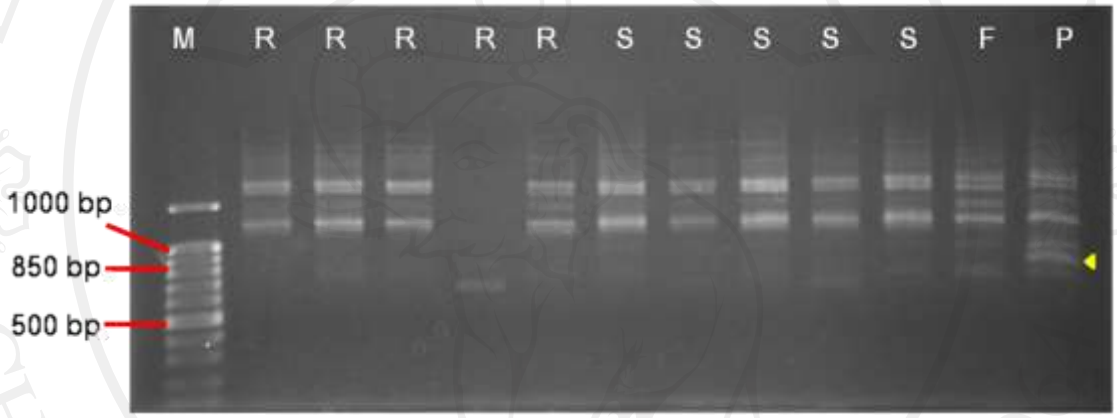
จากการสุ่มตรวจดีเอ็นเอของถั่วลันเตาทั้ง 4 ชนิดที่ได้จากการคัดเลือกลักษณะความต้านทานโรคราแป้งจากการประเมินลักษณะปรากฏโดยเลือกต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรคและต้นอ่อนแอต่อโรคมาตรวจสอบด้วยไพรเมอร์ ScOPD10 และใช้พันธุ์ฝาง 7 และพันธุ์ P 309 เปรียบเทียบกับการปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 850 bp พบว่าไพรเมอร์ ScOPD10 ให้ผลสอดคล้องกับลักษณะปรากฏคือสามารถจำแนกต้นต้านทานโรคของสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 ออกจากต้นอ่อนแอต่อโรคได้อย่างชัดเจน โดยพบว่าต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรคทั้ง 5 ต้นให้แถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 850 bp ทั้งหมดและให้ผลเช่นเดียวกับพันธุ์ P 309 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรค ส่วนต้นอ่อนแอไม่พบการปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 850 bp โดยให้ผลเช่นเดียวกับพันธุ์ฝาง 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรค (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ลักษณะแถบดีเอ็นเอจากถั่วลันเตาสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 จากต้นต้านทานและอ่อนแอต่อโรคราแป้งเปรียบเทียบกับพันธุ์ต้านทานโรคและพันธุ์อ่อนแอต่อโรคราแป้ง หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, R : ต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรค, S : ต้นที่ปรากฏลักษณะอ่อนแอต่อโรค, F : ฝาง 7 (พันธุ์อ่อนแอต่อโรค), P : P 309 (พันธุ์ต้านทานโรค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

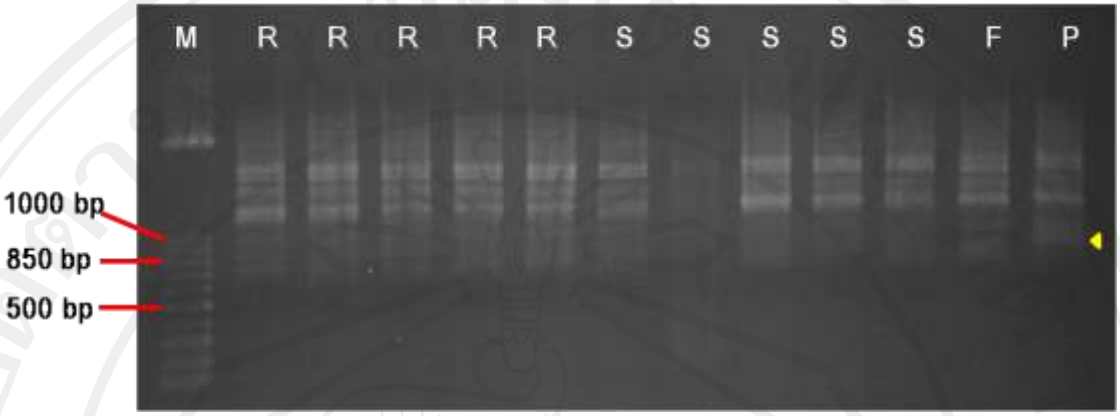
อย่างไรก็ตามไพรเมอร์ ScOPD10 ไม่สามารถใช้แยกต้นที่ต้านทานโรคและต้นอ่อนแอต่อโรคในพันธุ์หนองอุก สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และ สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 ได้ ทั้งต้นต้านทานโรคและอ่อนแอไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 850 bp ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับพันธุ์ฝาง 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรค ต่างจากพันธุ์ P 309 ที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 850 bp ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรค (ภาพที่ 5-7)



ภาพที่ 5 ลักษณะแถบดีเอ็นเอจากถั่วลันเตาพันธุ์หนองอุก จากต้นต้านทานและอ่อนแอต่อโรคราแป้งเปรียบเทียบกับพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ

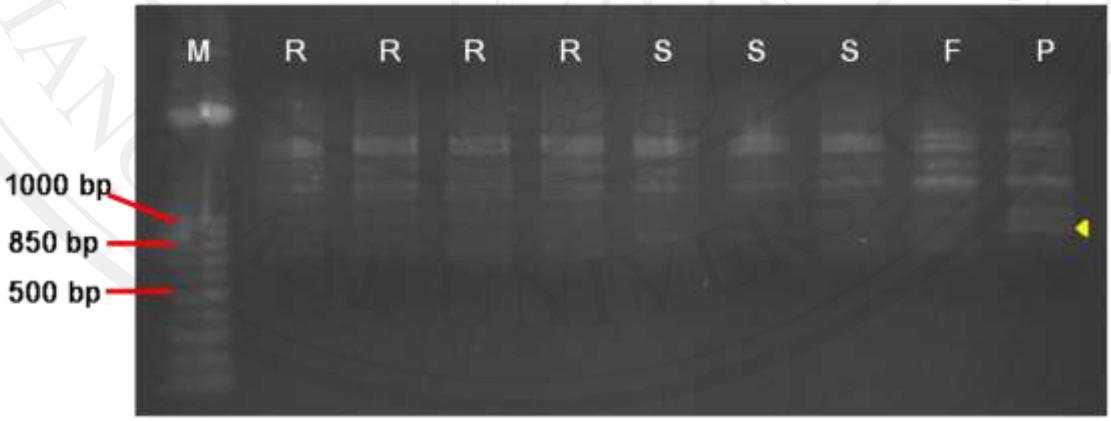
หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, R : ต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรค, S : ต้นที่ปรากฏลักษณะอ่อนแอต่อโรค, F : ฝาง 7 (พันธุ์อ่อนแอต่อโรค), P : P 309 (พันธุ์ต้านทานโรค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 6 ลักษณะแถบดีเอ็นเอจากถั่วลันเตาสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 จากต้นต้านทานและอ่อนแอต่อโรคราแป้งเปรียบเทียบกับพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ

หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, R : ต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรค, S : ต้นที่ปรากฏลักษณะอ่อนแอต่อโรค, F : ฝาง 7 (พันธุ์อ่อนแอต่อโรค), P : P 309 (พันธุ์ต้านทานโรค)



ภาพที่ 7 ลักษณะแถบดีเอ็นเอจากถั่วลันเตาสายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 จากต้นต้านทานและอ่อนแอต่อโรคราแป้ง เปรียบเทียบกับพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ

หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, R : ต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรค, S : ต้นที่ปรากฏลักษณะอ่อนแอต่อโรค, F : ฝาง 7 (พันธุ์อ่อนแอต่อโรค), P : P 309 (พันธุ์ต้านทานโรค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 ลักษณะทั่วไปของถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่

ลักษณะทั่วไปของถั่วลันเตาแต่ละพันธุ์จากการคัดเลือกต้นที่ต้านทานโรคราแป้งจากลักษณะปรากฏพบว่า

ความสูง, ความกว้าง – ยาวของฝัก ความยาวปล้อง จำนวนข้อ และจำนวนฝักต่อต้น

สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีความสูง ความกว้างของฝัก ความยาวของฝัก ความยาวปล้อง และจำนวนข้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จำนวนฝักต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ลักษณะความสูง, ความกว้าง – ยาวของฝัก ความยาวปล้อง จำนวนข้อ และจำนวนฝักต่อต้นของพันธุ์ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่

พันธุ์/สายต้น	ความสูงต้น[1/]	ความกว้างฝัก[1/]	ความยาวฝัก[1/]	ความยาวปล้อง[1/]	จำนวนข้อ[1/]	จำนวนฝักต่อต้น[1/]
ฝาง 7 BC_1F_5	155.00 [a]	2.46 [a]	9.36 [a]	10.60 [a]	45.25 [a]	16.75
# 3 BC_3F_2	165.00 [a]	2.40 [a]	10.6 [ab]	11.02 [ab]	29.00 [b]	16.50
# 5 BC_3F_2	153.75 [a]	2.40 [a]	10.44 [b]	9.32 [b]	21.50 [b]	19.75
หนองอุก	93.75 [b]	1.46 [b]	6.58 [c]	4.38 [c]	28.50 [c]	13.75
F-test[2/]	*	*	*	*	*	ns
$LSD_{0.05}$	7.30	0.12	1.09	1.50	3.58	7.02
% CV	3.86	4.04	8.83	12.66	7.48	27.31

หมายเหตุ : [1/]ตัวกำกับอักษรเหมือนสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

[2/] *แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวนดอกต่อช่อ ระยะดอกบาน 50 % และจำนวนเมล็ดต่อฝัก

สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 มีจำนวนดอกต่อช่อ 1 ดอก ซึ่งแตกต่างจากสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2, สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกที่ให้ 2 ดอกต่อช่อ ส่วนระยะดอกบาน 50 % พบว่าสายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 เกิดก่อนพันธุ์อื่นที่ 49 วันหลังเพาะเมล็ด สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 เกิดดอกในวันที่ 56 หลังเพาะเมล็ด และพันธุ์หนองอุกให้ดอกช้าที่สุดในวันที่ 63 หลังจากเพาะเมล็ด ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝัก สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 มี 1- 7 เมล็ด สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และ # 5 รุ่น BC_3F_2 มี 1- 9 เมล็ด และพันธุ์หนองอุกมี 1-6 เมล็ด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนดอกต่อช่อ ระยะดอกบาน 50 % และจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วลันเตา

พันธุ์ / สายต้น	ลักษณะ		
	จำนวนดอกต่อช่อ	จำนวนวันที่ดอกบาน 50% (วัน)	จำนวนเมล็ดต่อฝัก(เมล็ด)
ฝาง 7 BC_1F_5	1	56	1-7
# 3 BC_3F_2	2	56	1-9
# 5 BC_3F_2	2	49	1-9
หนองอุก	2	63	1-6

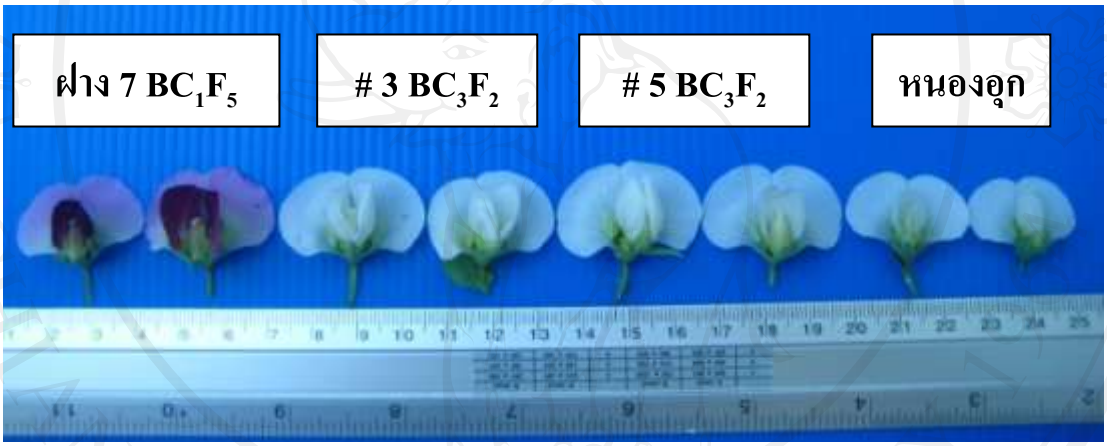
สีดอก, สีบริเวณโคนใบ สีบริเวณโคนใบย่อย และลักษณะใบ

ลักษณะสีดอก, สีบริเวณโคนใบ และสีบริเวณโคนใบย่อยของสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกปรากฏสีขาว ซึ่งแตกต่างจากสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 ที่ปรากฏสีม่วง ส่วนลักษณะใบของสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และสายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 มีใบแบบปกติ ซึ่งแตกต่างจากพันธุ์หนองอุกที่มีใบพัฒนาเป็นมือจับ (ตารางที่ 8, ภาพที่ 8-10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 สีดอก สีบริเวณโคนใบ สีบริเวณโคนใบย่อย และลักษณะใบของถั่วลันเตา

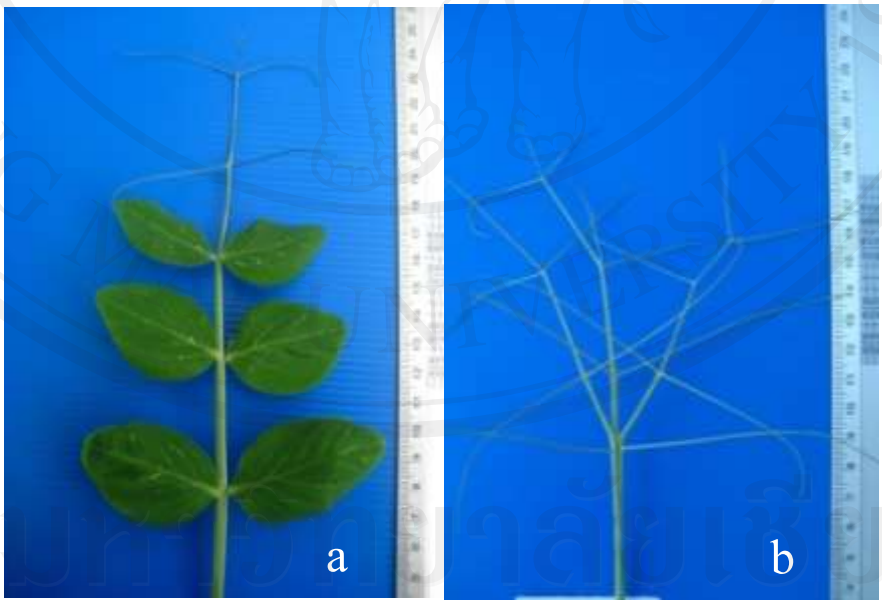
พันธุ์ / สายต้น	ลักษณะ			
	สีดอก	ลักษณะสีบริเวณโคนใบ	ลักษณะสีบริเวณโคนใบย่อย	ลักษณะใบ
ฝาง 7 BC_1F_5	ม่วง	ม่วง	ม่วง	ปกติ
# 3 BC_3F_2	ขาว	ขาว	ขาว	ปกติ
# 5 BC_3F_2	ขาว	ขาว	ขาว	ปกติ
หนองอุก	ขาว	ขาว	ขาว	มือจับ



ภาพที่ 8 ลักษณะสีดอกของถั่วลันเตาทั้ง 4 พันธุ์ / สายต้น ที่นำมาทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 9 การปรากฏสีและไม่ปรากฏสีม่วงบริเวณโคนใบและโคนใบย่อยในถั่วลันเตา
a, b: ไม่ปรากฏสีม่วงในสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2, # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุก
c, d : ปรากฏสีม่วงในสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5



ภาพที่ 10 ลักษณะใบถั่วลันเตาที่มีลักษณะปกติและพัฒนาเป็นมือจับของถั่วลันเตา
a : ลักษณะใบปกติในสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 , # 3 รุ่น BC_3F_2, # 5 รุ่น BC_3F_2
b : ลักษณะใบที่พัฒนาเป็นมือจับ (tendril) ในพันธุ์หนองอุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การถ่ายทอดลักษณะการต้านทานโรคราแป้งในลูกผสมรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2

2.1 การตรวจสอบลักษณะต้านทานโรคราแป้งจากลักษณะปรากฏ

จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 สายต้น # 3 BC_3F_2 สายต้น # 5 BC_3F_2 กับพันธุ์หนองอุกที่ถูกคัดเลือกว่ามีลักษณะที่ต้านทานโรคราแป้ง ทำการปลูกทดสอบลูกผสมรุ่นที่ 1 จำนวนคู่ผสมละ 50 ต้น ในเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม พ.ศ. 2553 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ โดยปลูกเปรียบเทียบลักษณะการเกิดโรคกับพันธุ์ P 309 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรคราแป้งและพันธุ์ฝาง 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอ พบว่าลูกผสมทุกต้นแสดงอาการอ่อนแอต่อโรคราแป้ง โดยปรากฏการเข้าทำลายของโรคทั้งบริเวณใบและลำต้นในทุกคู่ผสม

การปลูกทดสอบการต้านทานโรคราแป้งในลูกผสมรุ่นที่ 2 เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 - มกราคม พ.ศ. 2555 ณ สถานีวิจัยเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ จากการนำเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองในรุ่นที่ 1 จำนวนคู่ผสมละ 130 เมล็ดไปปลูกเพื่อดูการกระจายตัวของรุ่นที่ 2 พร้อมกับพันธุ์เปรียบเทียบคือ พันธุ์ฝาง 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรค พันธุ์ P 309 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรคและพันธุ์พ่อแม่คือสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกที่ได้ผ่านการประเมินว่าเป็นต้นที่ต้านทานโรค พบว่ามีการระบาดของโรคในวันที่ 57 หลังจากเพาะเมล็ดในระยะที่ถั่วลันเตายังไม่มีการติดดอกและฝัก โดยลูกผสมทั้งหมดมีการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคราแป้งสามารถแบ่งตำแหน่งของการเข้าทำลายได้ 2 กลุ่ม คือเกิดทั้งบริเวณใบและลำต้นและเกิดเฉพาะบริเวณใบ ไม่เกิดที่ลำต้น โดยในพันธุ์พ่อแม่คือสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกที่ได้ผ่านการประเมินว่าเป็นต้นที่ต้านทานโรคและพันธุ์ P 309 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรคมีการเข้าทำลายของโรคเกิดขึ้นที่ใบแต่ไม่ปรากฏบริเวณลำต้น ส่วนพันธุ์ฝาง 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอ มีการติดฝักก่อนการระบาดของโรค ทำให้ไม่พบการเข้าทำลายของโรคในระยะแรกของการเกิดโรค แต่พบการเข้าทำลายของโรคในภายหลังซึ่งมีการระบาดที่ไม่รุนแรง โดยพบการเข้าทำลายของโรคทั้งบริเวณใบและลำต้น (ตารางที่ 9)

การตรวจสอบลักษณะปรากฏบริเวณฝักในระยะที่ฝักแก่เต็มที่และแห้ง พบลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันคือ มีการเกิดผงสปอร์ของเชื้อสาเหตุโรคราแป้งเกิดขึ้นอยู่บริเวณผิวของฝักถั่วลันเตาในพันธุ์ฝาง 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรค ในขณะที่สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

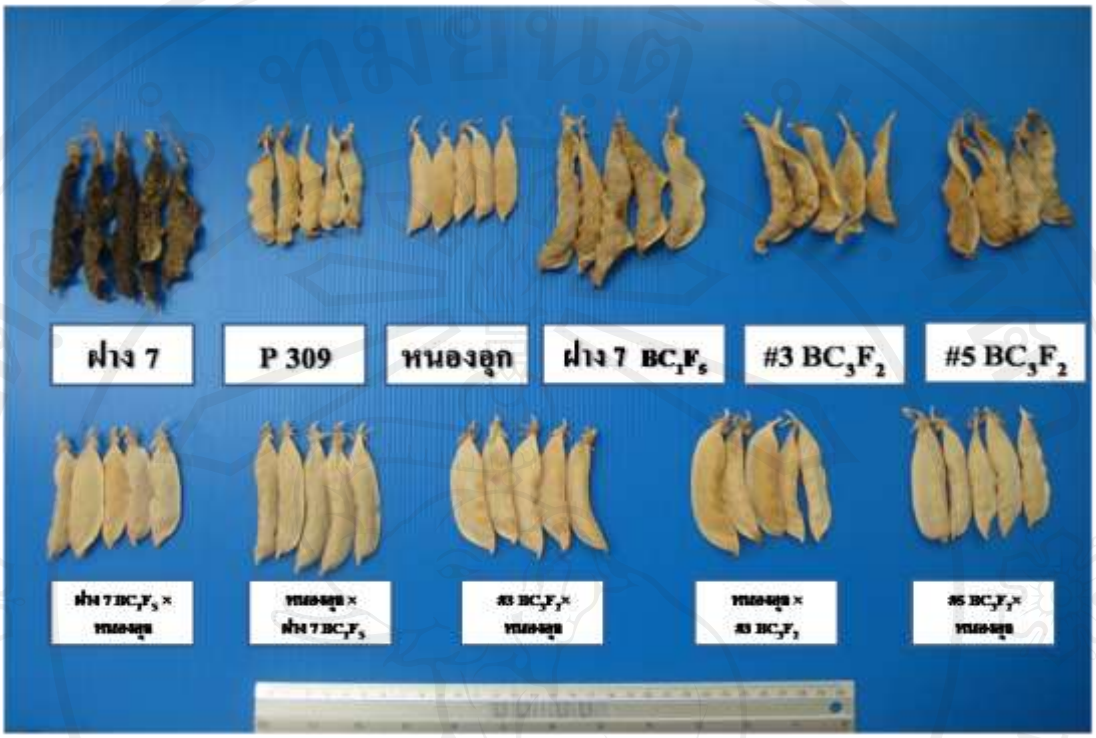
สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุก ลูกผสมรุ่นที่ 2 ของทุกคู่ผสมและพันธุ์ P 309 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานโรค ต่างไม่ปรากฏสปอร์ของโรคราแป้งที่บริเวณผิวของฝัก (ภาพที่ 11)

ตารางที่ 9 ลักษณะปรากฏโรคราแป้งในถั่วลันเตาลูกผสมรุ่นที่ 1 และ 2

ช่วงเวลาทดสอบ	รุ่น	การเข้าทำลายของโรคราแป้ง	
		ใบ	ลำต้น
พฤษภาคม – สิงหาคม 2553	F_1	+	+
	ฝาง 7	+	+
	P 309	-	-
ตุลาคม 2554 – มกราคม 2555	F_2 (ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก)	+ / +	+ / -
	F_2 (# 3 รุ่น BC_3F_2 × หนองอุก)	+ / +	+ / -
	F_2 (# 5 รุ่น BC_3F_2 × หนองอุก)	+ / +	+ / -
	F_2 (หนองอุก × ฝาง 7 BC_1F_5)	+ / +	+ / -
	F_2 (หนองอุก × # 3 รุ่น BC_3F_2)	+ / +	+ / -
	ฝาง 7 รุ่น BC_1F_5	+	-
	# 3 รุ่น BC_3F_2	+	-
	# 5 รุ่น BC_3F_2	+	-
	หนองอุก	+	-
	ฝาง 7	+	+
	P 309	+	-

+ : ปรากฏการเข้าทำลายของโรค, - : ไม่ปรากฏการเข้าทำลายของโรค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

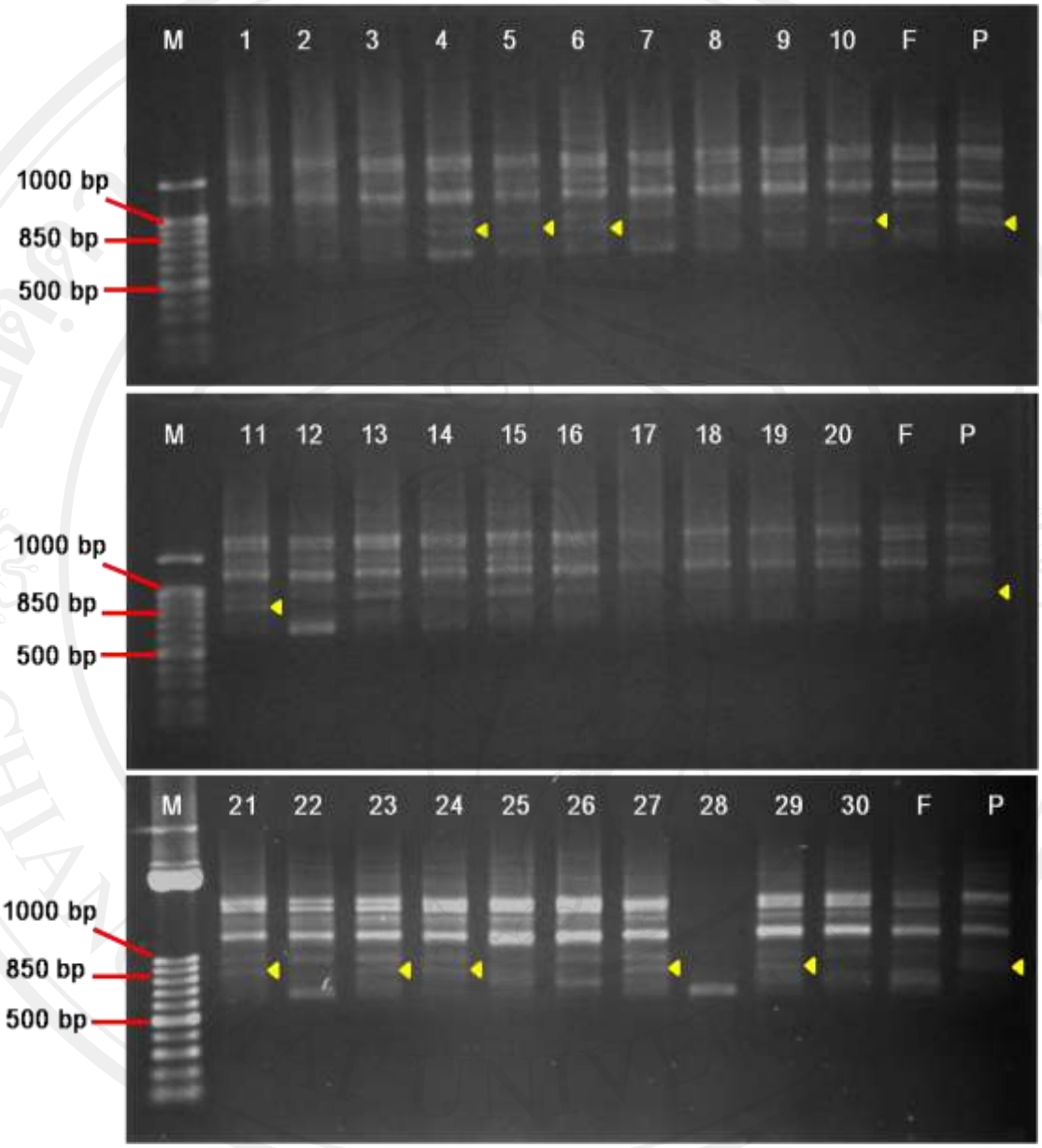


ภาพที่ 11 ลักษณะฝักของถั่วลันเตาพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมรุ่นที่ 2 ในระยะฝักแห้ง กับการปรากฏเชื้อสาเหตุโรคราแป้งบนฝัก

2.2 การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SCAR ในลูกผสมรุ่นที่ 2

การตรวจสอบลูกผสมรุ่นที่ 2 จากการผสมระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุกโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SCAR ด้วยไพรเมอร์ ScOPD10 จากการสุ่มตรวจสอบลูกผสมจำนวน 65 ต้นพบว่ามี 16 ต้นปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 850 bp ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับพันธุ์ P 309 และ 49 ต้นไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 850 bp ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับพันธุ์ฝาง 7 (ภาพที่ 12) โดยให้ลักษณะอ่อนแอต่อโรคและต้านทานโรคในอัตราส่วน 3 : 1 ที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าคาดหมายของการควบคุมโดยหนึ่งยีน ซึ่งลักษณะต้านทานโรคนั้นถูกควบคุมด้วยยีนด้อย (ตารางที่ 10)

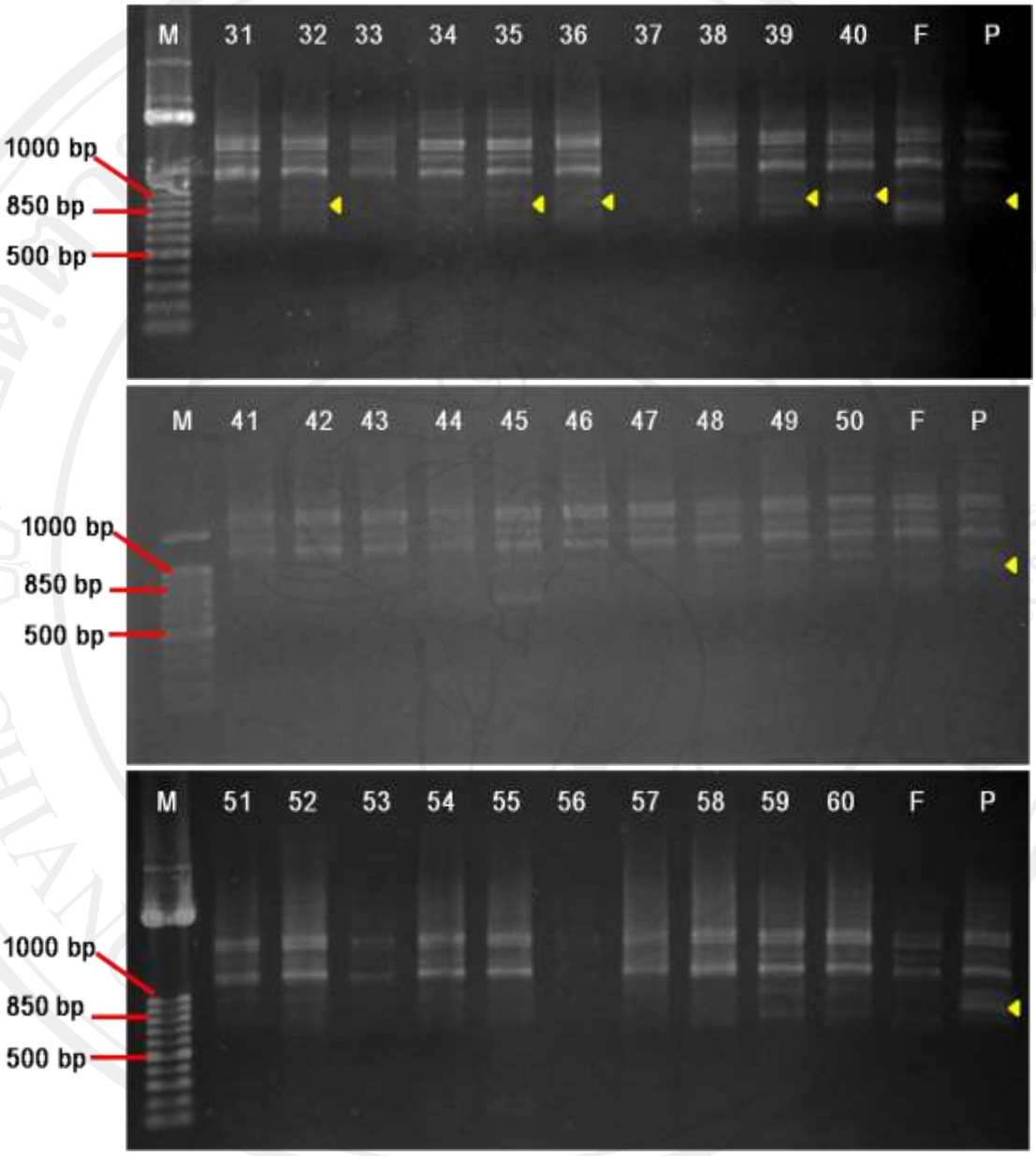
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 12 ลักษณะแถบดีเอ็นเอของลูกผสมรุ่นที่ 2 จากการผสมระหว่างสายต้นฝาง7 รุ่น BC_1F_5และพันธุ์หนองอุกจำนวน 65 ต้น

หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, 1-30 : ลูกผสมรุ่นที่ 2, R : ต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรค, S : ต้นที่ปรากฏลักษณะอ่อนแอต่อโรค, F : ฝาง 7 (พันธุ์อ่อนแอ), P : P 309 (พันธุ์ต้านทานโรค)

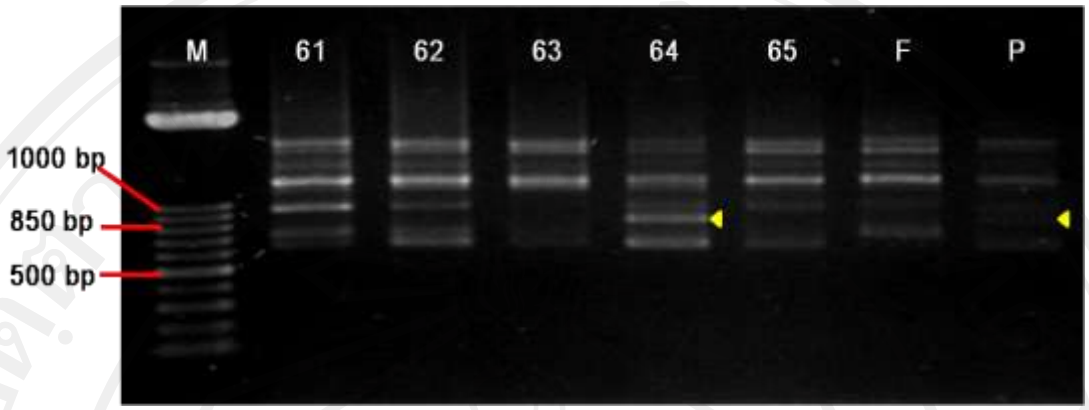
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 12 (ต่อ) ลักษณะแถบดีเอ็นเอของลูกผสมรุ่นที่ 2 จากการผสมระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุกจำนวน 65 ต้น

หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, 31-60 : ลูกผสมรุ่นที่ 2, R : ต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรค, S : ต้นที่ปรากฏลักษณะอ่อนแอต่อโรค, F : ฝาง 7 (พันธุ์อ่อนแอ), P : P 309 (พันธุ์ต้านทานโรค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 12 (ต่อ) ลักษณะแถบดีเอ็นเอของลูกผสมรุ่นที่ 2 จากการผสมระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุกจำนวน 65 ต้น

หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, 61-65 : ลูกผสมรุ่นที่ 2, R : ต้นที่ปรากฏลักษณะต้านทานโรค, S : ต้นที่ปรากฏลักษณะอ่อนแอต่อโรค, F : ฝาง 7 (พันธุ์อ่อนแอ), P : P 309 (พันธุ์ต้านทานโรค)

ตารางที่ 10 การกระจายตัวของความต้านทานโรคราแป้งที่ได้จากการตรวจสอบโดยเครื่องหมาย SCAR ของคู่ผสมถั่วลันเตาระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุก

คู่ผสม	รุ่น	Ratio				
		อ่อนแอ : ต้านทาน	Expected	Observed	χ^2	P
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	F_2	3 : 1	48.75 : 16.25	49 : 16	0.01	**0.94**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเปรียบเทียบลักษณะที่ดีของถั่วลันเตาทางพืชสวน

3.1 การกระจายตัวของลักษณะทางคุณภาพ

ลักษณะทางคุณภาพของลูกผสมรุ่นที่ 2 พบว่า ลักษณะสีดอก สีข้อใบ และสีข้อบริเวณใบย่อยของคู่ผสมระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 กับหนองอุก และคู่ผสมสลับ (reciprocal cross) มีทั้งสีขาว และสีม่วง ลักษณะใบของลูกผสมทุกคู่ผสมมีทั้งลักษณะปกติและใบที่พัฒนาเป็นมือจับ (tendril) (ตารางที่ 11) เช่นเดียวกับลักษณะความสูงปรากฏทั้งลักษณะต้นสูงและต้นเตี้ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) ส่วนลูกผสมระหว่างสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และ # 5 รุ่น BC_3F_2 กับพันธุ์หนองอุก ลักษณะสีดอก สีบริเวณข้อใบและสีบริเวณโคนใบย่อยปรากฏสีขาวทั้งหมด แต่พบการกระจายตัวของลักษณะใบและความสูงเช่นเดียวกับลูกผสมระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 กับพันธุ์หนองอุก

เมื่อทดสอบสัดส่วนการกระจายตัวของลักษณะทางคุณภาพในประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 ของคู่ผสมระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 กับพันธุ์หนองอุก และคู่ผสมสลับ (reciprocal cross) พบว่าลักษณะสีดอก สีบริเวณข้อใบและสีบริเวณโคนใบย่อย มีการกระจายตัวของค่าสังเกตของลูกผสมรุ่นที่ 2 ในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าคาดหมายของการควบคุมโดยหนึ่งยีนซึ่งมีสัดส่วนดอกสีม่วง : ดอกสีขาวเท่ากับ 3:1 โดยพบว่าลักษณะสีที่ดอก สีบริเวณโคนใบและสีบริเวณโคนใบย่อยมีลิงเกจกัน คือมีการปรากฏลักษณะร่วมกันในแต่ละต้น (ตารางที่ 13) การทดสอบสัดส่วนการกระจายตัวของลักษณะใบพบว่าในทุกคู่ผสมมีการกระจายตัวของค่าสังเกตของลูกผสมชั่วที่ 2 ในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าคาดหมายของการควบคุมโดยหนึ่งยีนซึ่งมีสัดส่วนใบปกติ : ใบพัฒนาเป็นมือจับ (tendril) เท่ากับ 3:1 (ตารางที่ 14) เช่นเดียวกับลักษณะความสูงที่มีการกระจายตัวของค่าสังเกตของลูกผสมชั่วที่ 2 ในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าคาดหมายของการควบคุมโดยหนึ่งยีนซึ่งมีสัดส่วนสูง : เตี้ยเท่ากับ 3:1 (ตารางที่ 15)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 11 ลักษณะสีดอก สีบริเวณข้อใบ สีบริเวณโคนใบย่อย ลักษณะใบ และความสูงของถั่วลันเตาพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมรุ่นที่ 2

พันธุ์ / สายต้น	สีดอก	สีข้อใบ	สีโคนใบย่อย	ลักษณะใบ	ความสูง
ฝาง 7 BC_1F_5	ม่วง	ม่วง	ม่วง	ปกติ	สูง
# 3 BC_3F_2	ขาว	ขาว	ขาว	ปกติ	สูง
# 5 BC_3F_2	ขาว	ขาว	ขาว	ปกติ	สูง
หนองอุก	ขาว	ขาว	ขาว	Tendril	เตี้ย
ลูกผสมรุ่นที่ 2					
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	ม่วง, ขาว	ม่วง, ขาว	ม่วง, ขาว	ปกติ,Tendril	สูง, เตี้ย
หนองอุก × ฝาง 7 BC_1F_5	ม่วง, ขาว	ม่วง, ขาว	ม่วง, ขาว	ปกติ,Tendril	สูง, เตี้ย
# 3 BC_3F_2 × หนองอุก	ขาว	ขาว	ขาว	ปกติ,Tendril	สูง, เตี้ย
หนองอุก × # 3 BC_3F_2	ขาว	ขาว	ขาว	ปกติ,Tendril	สูง, เตี้ย
# 5 BC_3F_2 × หนองอุก	ขาว	ขาว	ขาว	ปกติ,Tendril	สูง, เตี้ย

ตารางที่ 12 ลักษณะความสูงต้นของถั่วลันเตาลูกผสมรุ่นที่ 2

คู่ผสม	ความสูงต้น[1/]		T-test[2/]
	สูง	เตี้ย	
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	293.2 [a]	121.0 [b]	*
หนองอุก × ฝาง 7 BC_1F_5	322.7 [a]	102.6 [b]	*
# 3 BC_3F_2 × หนองอุก	289.3 [a]	111.6 [b]	*
หนองอุก × # 3 BC_3F_2	308.3 [a]	116.7 [b]	*
# 5 BC_3F_2 × หนองอุก	308.6 [a]	122.6 [b]	*

หมายเหตุ : [1/]ตัวกำกับอักษรเหมือนแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

[2/] *แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 การกระจายตัวของลักษณะสีดอก, สีบริเวณข้อใบ และ สีบริเวณโคนใบย่อยของลูกผสมรุ่นที่ 2 ระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุก

คู่ผสม	ลักษณะ	อัตราส่วน ม่วง : ขาว	ค่าคาดหมาย	ค่าสังเกต	χ^2	P
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	สีดอก	3 : 1	92.25 : 30.75	92 : 31	0.003	**0.96**
	สีข้อ					
หนองอุก × ฝาง 7 BC_1F_5	สีบริเวณโคนใบย่อย	3 : 1	90.75 : 30.25	98 : 23	2.32	**0.13**

ตารางที่ 14 การกระจายตัวของลักษณะใบของลูกผสมรุ่นที่ 2 ทุกคู่ผสม

คู่ผสม	จำนวนยีนคาดหมาย	อัตราส่วน ปกติ : มือจับ	ค่าคาดหมาย	ค่าสังเกต	χ^2	P
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	1	3 : 1	97.5 : 32.5	98 : 32	0.01	**0.92**
หนองอุก × ฝาง 7 BC_1F_5	1	3 : 1	90.75 : 30.25	92 : 29	0.07	**0.79**
# 3 BC_3F_2 × หนองอุก	1	3 : 1	93 : 31	95 : 29	0.17	**0.68**
หนองอุก × # 3 BC_3F_2	1	3 : 1	78.75 : 26.25	83 : 22	0.92	**0.34**
# 5 BC_3F_2 × หนองอุก	1	3 : 1	84 : 28	80 : 32	0.76	**0.38**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 การกระจายตัวของลักษณะความสูงต้นของลูกผสมรุ่นที่ 2 ทุกคู่ผสม

คู่ผสม	จำนวนยีนคาดหมาย	อัตราส่วน สูง : เตี้ย	ค่าคาดหมาย	ค่าสังเกต	χ^2	P
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	1	3 : 1	87.75 : 29.25	85 : 32	0.34	**0.56**
หนองอุก × ฝาง7 BC_1F_5	1	3 : 1	90.75 : 30.25	94 : 27	0.47	**0.50**
# 3 BC_3F_2 × หนองอุก	1	3 : 1	93 : 31	99 : 25	1.55	**0.21**
หนองอุก × # 3 BC_3F_2	1	3 : 1	78.75 : 26.25	83 : 22	0.92	**0.34**
# 5 BC_3F_2 × หนองอุก	1	3 : 1	84 : 28	90 : 22	1.71	**0.19**

3.2 ลักษณะความสูงต่อความยาวปล้อง, ข้อแรกที่ออกดอก และจำนวนข้อทั้งหมด

ลักษณะความสูงของลูกผสมรุ่นที่ 2 ทุกคู่ผสมมีการกระจายตัวที่ให้ทั้งลักษณะต้นสูงและต้นเตี้ย เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างทั้งสองลักษณะพบว่าต้นสูงให้ความยาวปล้องมากกว่าต้นเตี้ย โดยมีความยาวอยู่ในช่วง 11.47 – 13.09 เซนติเมตร และต้นเตี้ยมีความยาวอยู่ในช่วง 5.04 – 6.39 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนข้อแรกที่ออกดอกและจำนวนข้อทั้งหมดของทุกคู่ผสมพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในความสูงทั้งสองลักษณะ (ตารางที่ 16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 16 ลักษณะความยาวปล้อง จำนวนข้อ ข้อแรกที่ออกดอก และจำนวนฝักต่อต้น ของ ถั่วลันเตาลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่มีการกระจายตัวเป็นต้นสูงและต้นเตี้ย

พันธุ์ / สายต้น	ความสูง[1/]		T-test[2/]
	ต้นสูง	ต้นเตี้ย	
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก			
ความยาวปล้องลำต้น (ซม.)	11.84 [a]	5.89 [b]	*
จำนวนข้อ	36.11	30.78	ns
ข้อแรกที่ออกดอก	22.89	22.67	ns
หนองอุก × ฝาง 7 BC_1F_5			
ความยาวปล้องลำต้น (ซม.)	11.47 [a]	5.19 [b]	*
จำนวนข้อ	35.56	28.33	ns
ข้อแรกที่ออกดอก	24.33	26.78	ns
# 3 BC_3F_2 × หนองอุก			
ความยาวปล้องลำต้น (ซม.)	12.84 [a]	5.54 [b]	*
จำนวนข้อ	35.56	28.00	ns
ข้อแรกที่ออกดอก	19.33	16.78	ns
หนองอุก × # 3 BC_3F_2			
ความยาวปล้องลำต้น (ซม.)	13.09 [a]	6.39 [b]	*
จำนวนข้อ	40.11	28.00	ns
ข้อแรกที่ออกดอก	25.66	18.66	ns
# 5 BC_3F_2 × หนองอุก			
ความยาวปล้องลำต้น (ซม.)	12.70 [a]	5.04 [b]	*
จำนวนข้อ	37.67	28.33	ns
ข้อแรกที่ออกดอก	22.33	20.89	ns

หมายเหตุ : [1/] ตัวกำกับอักษรเหมือนแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

[2/] *แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ลักษณะใบต่อการให้ผลผลิตของถั่วลันเตา

ลักษณะใบของลูกผสมรุ่นที่ 2 ทุกคู่ผสมมีการกระจายตัวที่ให้ทั้งลักษณะใบปกติ และใบที่พัฒนาเป็นมือจับ (tendril) เมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนฝักต่อต้นระหว่างทั้งสองลักษณะ พบว่าต้นที่มีใบปกติให้จำนวนการติดฝักต่อต้นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่มีใบพัฒนาเป็นมือจับ โดยมีจำนวนฝักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27.11 – 40.67 ฝักต่อต้น และต้นที่มีใบพัฒนาเป็นมือจับมี 8.89 – 16.56 ฝักต่อต้น (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 จำนวนฝักต่อต้นที่มีใบปกติ เปรียบเทียบกับต้นที่ใบพัฒนาเป็นมือจับของถั่วลันเตา

พันธุ์ / สายต้น	จำนวนฝักต่อต้น[1/]		T-test[2/]
	ใบปกติ	ใบแบบมือจับ	
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	34.67 [a]	10.00 [b]	*
หนองอุก × ฝาง7 BC_1F_5	29.56 [a]	10.22 [b]	*
# 3 BC_3F_2 × หนองอุก	34.11 [a]	7.56 [b]	*
หนองอุก × # 3 BC_3F_2	40.67 [a]	16.56 [b]	*
# 5 BC_3F_2 × หนองอุก	27.11 [a]	8.89 [b]	*

หมายเหตุ : [1/] ตัวกำกับอักษรเหมือนแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

[2/] *แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 เปรียบเทียบผลผลิตระหว่างรุ่นพ่อแม่และลูกผสมรุ่นที่ 2

1. สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 × พันธุ์หนองอุก

ความกว้าง – ยาวฝัก

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุกมีความยาวฝักเฉลี่ยเท่ากับ 11.19 และ 6.28 เซนติเมตร ความกว้างฝักเฉลี่ย 2.76 และ 1.6 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยของความกว้างและความยาวอยู่ระหว่าง 7.68 – 7.80 เซนติเมตรและ 1.84 – 1.89 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 18, ภาพที่ 13)

จำนวนฝักต่อต้น

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุกมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 17.00 และ 15.22 ฝักตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนฝักของลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยระหว่าง 29.56 - 36.22 ฝัก (ตารางที่ 18, ภาพที่ 13)

น้ำหนักฝัก

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุกมีน้ำหนักต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 8.75 และ 1.73 กรัมตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ โดยมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยระหว่าง 4.08 – 4.42 กรัม (ตารางที่ 18, ภาพที่ 13)

น้ำหนักฝักต่อต้น

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 และพันธุ์หนองอุกมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 148.98 และ 27.25 กรัมตามลำดับ โดยลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้นระหว่าง 133.06 – 147.82 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่ารุ่นพ่อแม่ แต่ไม่มีความแตกต่างกับสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 (ตารางที่ 18, ภาพที่ 13)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 ลักษณะผลผลิตของลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 × พันธุ์หนองอุก และพันธุ์หนองอุก × สายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ใน เดือน ตุลาคม 2554 – มกราคม 2555

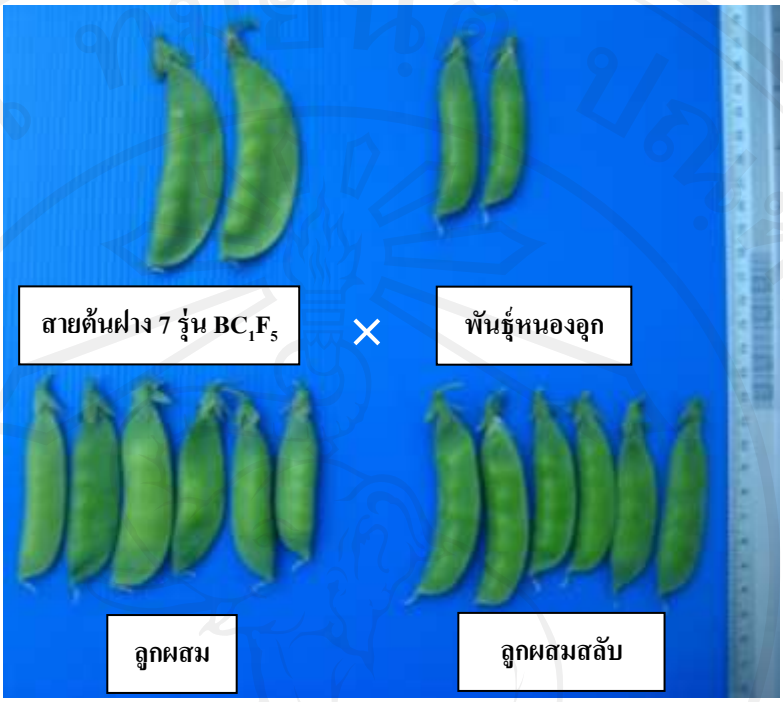
พันธุ์ / สายต้น	ลักษณะผลผลิต[1/]				
	ความยาวฝัก (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	จำนวนฝักต่อต้น	น้ำหนักฝัก (กรัม)	น้ำหนักฝักต่อต้น (กรัม)
ฝาง 7 BC_1F_5	11.19 [a]	2.76 [a]	17.00 [c]	8.75 [a]	148.98 [a]
หนองอุก	6.28 [c]	1.60 [b]	15.22 [c]	1.73 [c]	27.25 [b]
ฝาง 7 BC_1F_5 × หนองอุก	7.68 [b]	1.89 [b]	36.22 [a]	4.08 [b]	147.82 [a]
หนองอุก × ฝาง 7 รุ่น BC_1F_5	7.80 [b]	1.84 [b]	29.56 [b]	4.42 [b]	133.06 [a]
F-test[2/]	*	*	*	*	*
$LSD_{0.05}$	0.55	0.49	9.40	0.69	50.88
% CV	3.35	12.11	19.20	7.30	22.28

หมายเหตุ : [1/]ตัวกำกับอักษรเหมือนสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

[2/] *แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 13 ลักษณะฝักถั่วลันเตาของลูกผสมรุ่นที่ 2 ระหว่างสายต้นฝาง 7 รุ่น BC_1F_5 กับพันธุ์หนองอุกเปรียบเทียบกับรุ่นพ่อแม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 × พันธุ์หนองอุก

ความกว้าง – ยาวฝัก

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีความยาวฝักเฉลี่ยเท่ากับ 10.94 และ 6.28 เซนติเมตร ความกว้างฝักเฉลี่ย 2.22 และ 1.6 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยของความกว้างและความยาวอยู่ระหว่าง 7.69 – 7.88 เซนติเมตร และ 1.92 – 1.98 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 19, ภาพที่ 14)

จำนวนฝักต่อต้น

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 16.78 และ 15.22 ฝักตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนฝักของลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยระหว่าง 34.88 – 42.11 ฝัก (ตารางที่ 19, ภาพที่ 14)

น้ำหนักฝัก

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีน้ำหนักต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 และ 1.73 กรัมตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ โดยมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยระหว่าง 3.77 – 3.80 กรัม (ตารางที่ 19, ภาพที่ 14)

น้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้น

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 93.53 และ 27.25 กรัมตามลำดับ โดยลูกผสมรุ่นที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้นระหว่าง 127.32 - 156.59 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่ารุ่นพ่อแม่ แต่ไม่มีความแตกต่างกับสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 ในคู่ผสมระหว่างสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 × พันธุ์หนองอุก (ตารางที่ 19, ภาพที่ 14)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 19 ลักษณะผลผลิตของลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ระหว่างสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 × พันธุ์หนองอุก และพันธุ์หนองอุก × สายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ใน เดือน ตุลาคม 2554 – มกราคม 2555

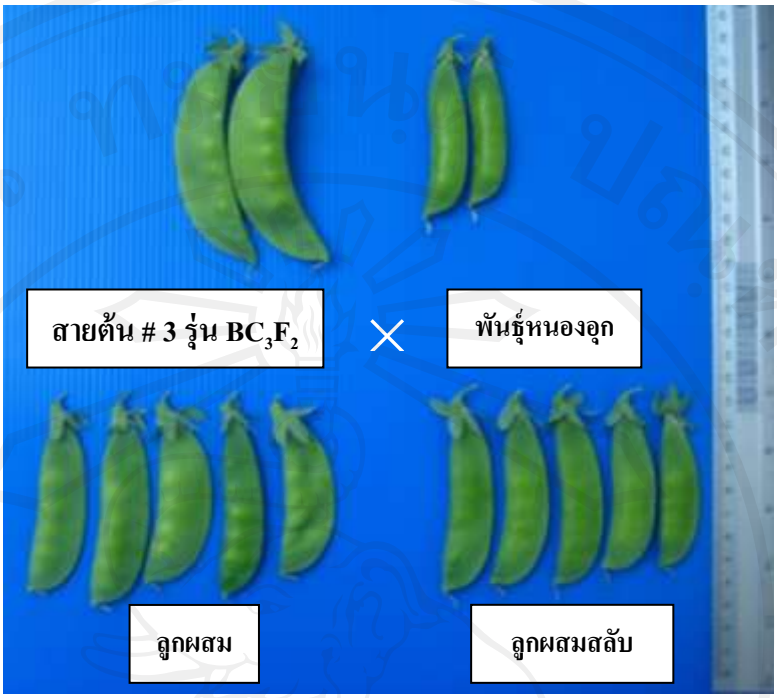
พันธุ์ / สายต้น	ลักษณะผลผลิต[1/]				
	ความยาวฝัก (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	จำนวนฝัก	น้ำหนักฝัก (กรัม)	น้ำหนักฝักต่อต้น (กรัม)
# 3 BC_3F_2	10.94 [a]	2.22	16.78 [c]	5.64 [a]	93.53 [b]
หนองอุก	6.28 [c]	1.60	15.22 [c]	1.73 [b]	27.25 [c]
# 3 BC_3F_2 × หนองอุก	7.69 [b]	1.98	34.88 [b]	3.80 [a]	127.32 [ab]
หนองอุก × # 3 BC_3F_2	7.88 [b]	1.92	42.11 [a]	3.77 [a]	156.59 [a]
F-test[2/]	*	ns	*	*	*
$LSD_{0.05}$	1.29	0.44	6.92	1.95	37.15
% CV	7.9	11.26	12.73	26.13	18.38

หมายเหตุ : [1/]ตัวกำกับอักษรเหมือนสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

[2/] *แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 14 ลักษณะฝักถั่วลันเตาของลูกผสมรุ่นที่ 2 ระหว่างสายต้น # 3 รุ่น BC_3F_2 กับพันธุ์หนองอุก เปรียบเทียบกับรุ่นพ่อแม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 × พันธุ์หนองอุก

ความกว้าง – ยาวฝัก

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีความยาวฝักเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 และ 6.28 เซนติเมตร ความกว้างฝักเฉลี่ย 3.04 และ 1.60 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกผสมรุ่นที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของความกว้างและความยาวฝักเฉลี่ย 7.19 เซนติเมตร และความกว้างฝักเฉลี่ย 1.86 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 20, ภาพที่ 15)

จำนวนฝักต่อต้น

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 14.11 และ 15.22 ฝักตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนฝักของลูกผสมรุ่นที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 31.56 ฝัก (ตารางที่ 20, ภาพที่ 15)

น้ำหนักฝัก

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีน้ำหนักต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 11.03 และ 1.73 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสมรุ่นที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ โดยมีน้ำหนักฝักเฉลี่ย 2.96 กรัม (ตารางที่ 20, ภาพที่ 15)

น้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้น

ถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 และพันธุ์หนองอุกมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 152.10 และ 27.25 กรัมตามลำดับ โดยลูกผสมรุ่นที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้น 91.70 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์พ่อแม่ (ตารางที่ 20, ภาพที่ 15)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 20 ลักษณะผลผลิตของลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ระหว่างสายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 × พันธุ์หนองอุก และพันธุ์หนองอุก × สายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ใน เดือน ตุลาคม 2554 – มกราคม 2555

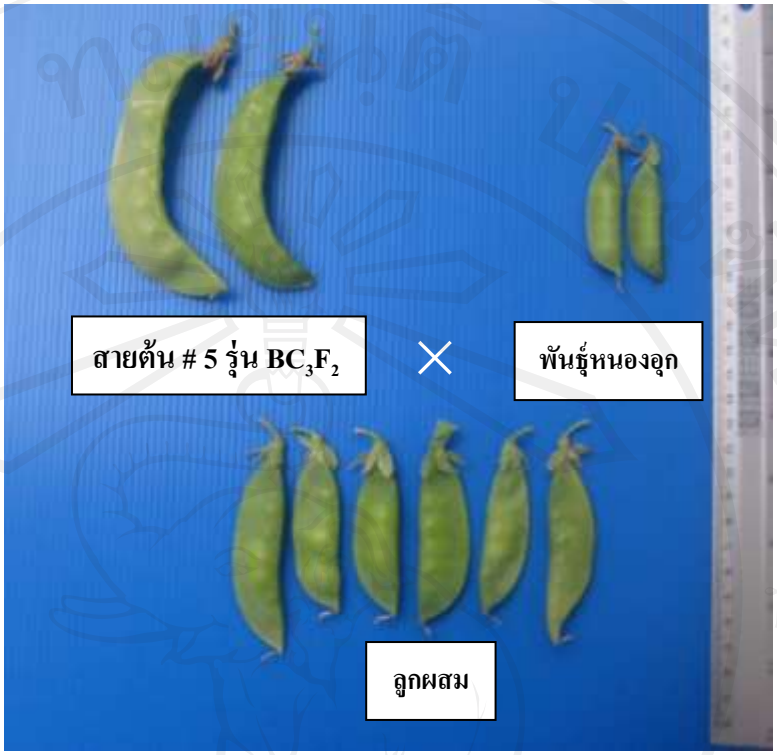
พันธุ์	ลักษณะผลผลิต[1/]				
	ความยาวฝัก (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	จำนวนฝัก	น้ำหนักฝัก (กรัม)	น้ำหนักฝักต่อต้น (กรัม)
# 5 BC_3F_2	13.70 [a]	3.04 [a]	14.11 [b]	11.03 [a]	152.10 [a]
หนองอุก	6.28 [b]	1.60 [b]	15.22 [b]	1.73 [c]	27.25 [c]
# 5 BC_3F_2 × หนองอุก	7.19 [b]	1.86 [b]	31.56 [a]	2.96 [b]	91.70 [b]
F-test[2/]	*	*	*	*	*
$LSD_{0.05}$	1.22	0.54	12.20	0.92	47.13
% CV	5.97	10.95	26.50	7.77	23.01

หมายเหตุ : [1/]ตัวกำกับอักษรเหมือนสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

[2/] *แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 15 ลักษณะฝักถั่วลันเตาของลูกผสมรุ่นที่ 2 ระหว่างสายต้น # 5 รุ่น BC_3F_2 กับพันธุ์หนองอุก เปรียบเทียบกับรุ่นพ่อแม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การตรวจสอบยีนต้านทานโรคราแป้งในถั่วลันเตาโดยเทคนิค RAPD

การตรวจสอบถั่วลันเตาจากไต้หวัน 8 สายพันธุ์ ด้วยเทคนิค RAPD ใช้ใบกึ่งแก่กึ่งอ่อน และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยา PCR จากการใช้ 35 ไพรเมอร์ พบว่ามี 25ไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของถั่วลันเตาทั้ง 8 สายพันธุ์คือ ไพรเมอร์OPAI 11, OPV 5, OPG 11, OPV 10, OPV 19, OPV 12, OPM 7, OPT 5, OPT 7, OPAB 4, OPAB 7, OPAU 14, OPAX 1, OPAK 10, OPC 16, OPC 2, OPJ 20, OPQ 20, UBC 34, UBC 63, UBC 84, UBC 85, UBC 88, OPA 2 และ OPA 4 และอีก 10 ไพรเมอร์สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้บางสายพันธุ์คือ ไพรเมอร์ OPU 7, OPAD 9, OPAN 10, OPP8, UBC 5, UBC 18, UBC 51, UBC 106, UBC 24 และ UBC 67 โดยปรากฏลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากการปรากฏของแถบดีเอ็นเอที่ไม่มีความแตกต่างกัน (monomorphic band) และปรากฏของแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) (ตารางที่ 21) ซึ่งการวิเคราะห์แถบดีเอ็นเอเลือกพิจารณาจากการแสดงของแถบดีเอ็นเอที่ชัดเจนซึ่งมีการปรากฏและไม่ปรากฏของแถบดีเอ็นเอในแต่ละตำแหน่งโดยจะให้คะแนน 1 ในตำแหน่งที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ และให้คะแนน 0 ในตำแหน่งที่ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ แสดงผลในแต่ละไพรเมอร์ได้ดังนี้

ไพรเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอของถั่วลันเตาได้ทั้ง 8 สายพันธุ์

Primer OPAI 11สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 600 ถึง 1500 คู่เบสจำนวน 7 แถบ (ภาพที่ 16, ตารางที่ 22) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPV 5 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 1100 ถึง 1800 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพที่ 17, ตารางที่ 23) เป็น polymorphic band 3 แถบ monomorphic band 3 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPV 10 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 700 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 7 แถบ (ภาพที่ 18, ตารางที่ 24) เป็น polymorphic band 5 แถบ monomorphic band 2 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 71.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Primer OPG 11 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 750 ถึง 2500 คู่เบสจำนวน 5 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 1, ตารางภาคผนวกที่ 1) เป็น polymorphic band 4 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 80 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 21)

Primer OPV 19 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 800 ถึง 2000 คู่เบสจำนวน 4 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 2, ตารางที่ 2) เป็น polymorphic band 3 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPV 12 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 500 ถึง 2500 คู่เบสจำนวน 8 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 3, ตารางภาคผนวกที่ 3) เป็น polymorphic band 4 แถบ monomorphic band 4 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPM 7 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 750 ถึง 1600 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 4, ตารางภาคผนวกที่ 4) เป็น polymorphic band 5 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 83.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPT 5 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 750 ถึง 2000 คู่เบสจำนวน 7 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 5, ตารางภาคผนวกที่ 5) เป็น polymorphic band 4 แถบ monomorphic band 3 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 57.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPT 7 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 100 ถึง 2950 คู่เบสจำนวน 12 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 6, ตารางภาคผนวกี ที่ 6) เป็น polymorphic band 9 แถบ monomorphic band 3 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPAB 4 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 4000 ถึง 2500 คู่เบสจำนวน 8 แถบ (ภาพอที่ 7, ตารางภาคผนวกที่ 7) เป็น polymorphic band 7 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 87.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPAB 7 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 800 ถึง 1500 คู่เบสจำนวน 5 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 8, ตารางภาคผนวกที่ 8) เป็น polymorphic band 4 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Primer OPAU 14 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 500 ถึง 2500 คู่เบสจำนวน 12 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 9, ตารางภาคผนวกที่ 9) เป็น polymorphic band 9 แถบ monomorphic band 3 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPAX 1 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 650 ถึง 3500 คู่เบสจำนวน 8 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 10, ตารางภาคผนวกที่ 10) เป็น polymorphic band 5 แถบ monomorphic band 3 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 62.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPAK 10 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 400 ถึง 2100 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 11, ตารางภาคผนวกที่ 11) เป็น polymorphic band 5 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 83.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPC 16 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 400 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 11 แถบ (ภาพที่ 12, ตารางที่ 12) เป็น polymorphic band 7 แถบ monomorphic band 4แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 63.6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPC 2 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 600 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 9 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 13, ตารางภาคผนวกที่ 13) เป็น polymorphic band 4 แถบ monomorphic band 5 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 44.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPJ 20 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 750 ถึง 3500 คู่เบสจำนวน 9 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 14, ตารางภาคผนวกที่ 14) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPQ 20 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 950 ถึง 3500 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 15, ตารางภาคผนวกที่ 15) เป็น polymorphic band 5 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 83.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 34 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 750 ถึง 2750 คู่เบสจำนวน 9 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 16, ตารางภาคผนวกที่ 16) เป็น polymorphic band 8 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 88.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Primer UBC 63 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 600 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 12 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 17, ตารางภาคผนวกที่ 17) เป็น polymorphic band 10 แถบ monomorphic band 2 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 83.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 84 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 700 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 11 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 18, ตารางภาคผนวกที่ 18) เป็น polymorphic band 10 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 90.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 85 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 1000 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 8 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 19 , ตารางภาคผนวกที่ 19) เป็น polymorphic band 5 แถบ monomorphic band 3 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 62.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 88 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 500 ถึง 3500 คู่เบสจำนวน 7 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 20, ตารางภาคผนวกที่ 20) เป็น polymorphic band ทั้งหมดและให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPA 2 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 900 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 21, ตารางภาคผนวกที่ 21) เป็น polymorphic band 5 แถบ monomorphic band 1 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 83.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPA 4 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 500 ถึง 4000 คู่เบสจำนวน 11 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 22, ตารางภาคผนวกที่ 22) เป็น polymorphic band 9 แถบ monomorphic band 2 แถบ และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 81.8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

ไพรเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอของถั่วลันเตาได้ไม่ครบทั้ง 8 สายพันธุ์

Primer OPU 7 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 600 ถึง 2200 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 23, ตารางภาคผนวกที่ 23) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPAD 9 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 700 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 7 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 24, ตารางภาคผนวกที่ 24) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Primer OPAN 10 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 750 ถึง 2000 คู่เบสจำนวน 8 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 25, ตารางภาคผนวกที่ 25) เป็น polymorphic ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer OPP 8 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 900 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 8 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 26, ตารางภาคผนวกที่ 26) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 5 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 500 ถึง 3250 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 27, ตารางภาคผนวกที่ 27) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 18 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 1000 ถึง 3000 คู่เบสจำนวน 6 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 28, ตารางภาคผนวกที่ 28) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 51 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 600 ถึง 2400 คู่เบสจำนวน 7 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 29, ตารางภาคผนวกที่ 29) เป็น polymorphic band ทั้งหมดและให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 106 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 900 ถึง 2000 คู่เบสจำนวน 8 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 30, ตารางภาคผนวกที่ 30) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 24 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 750 ถึง 2100 คู่เบสจำนวน 4 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 31, ตารางภาคผนวกที่ 31) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

Primer UBC 67 สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 1100 ถึง 2750 คู่เบสจำนวน 5 แถบ (ภาพภาคผนวกที่ 32, ตารางภาคผนวกที่ 32) เป็น polymorphic band ทั้งหมด และให้เปอร์เซ็นต์ polymorphism 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการใช้ 35 ไพรเมอร์เพื่อตรวจสอบแถบดีเอ็นเอที่จำเพาะกับลักษณะความต้านทานโรคราแป้งในถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์จากไต้หวันพบว่ามี 5 ไพรเมอร์ที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอบางแถบเฉพาะพันธุ์ต้านทานโรคราแป้งดังนี้

ไพรเมอร์ OPAI 11 ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 1250 bp ในพันธุ์ Taichung No. 14, 1200 bp ในพันธุ์ Taichung No. 15 และ 750 bp ในพันธุ์ Taichung No. 12 (ภาพที่ 19)

ไพรเมอร์ OPT 7 ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 1200 bp ในพันธุ์ Taichung No. 14 (ภาพที่ 19)

ไพรเมอร์ OPC 16 ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 1700 bp ในพันธุ์ Taichung No. 15 (ภาพที่ 19)

ไพรเมอร์ UBC 106 ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 1700 bp ในพันธุ์ Taichung No. 14 และ Taichung No. 15 (ภาพที่ 19)

ไพรเมอร์ OPA 4 ปรากฏ 2 แถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 1600 bp ในพันธุ์ Taichung No. 14 และ Taichung No. 15 (ภาพที่ 19)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 รายชื่อไพรเมอร์, ลำดับนิวคลีโอไทด์, จำนวนแถบดีเอ็นเอ และเปอร์เซ็นต์ Polymorphic bands

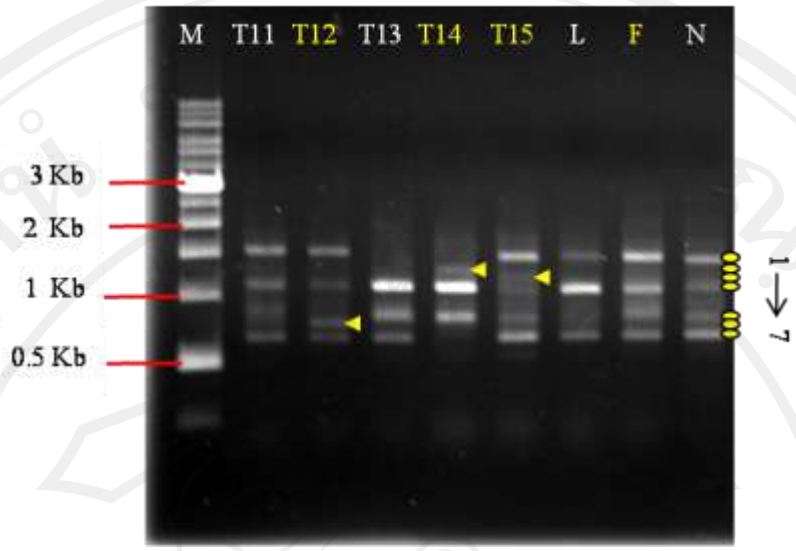
ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์ 5' ⟶ 3'	จำนวนแถบดีเอ็นเอ	Polymorphic bands (%)
ไพรเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอได้ทั้ง 8 สายพันธุ์ถั่วลันเตา			
OPAI-11	ACGGCGATGA	7	7 (100)
OPV-05	TCCGAGAGGG	6	3 (50)
OPV-10	GGACCTGCTG	7	5 (71.4)
OPG-11	TGCCCGTCGT	5	4 (80)
OPV-19	GGGTGTGCAG	4	3 (75)
OPV-12	ACCCCCCACT	8	4 (50)
OPM-07	CCGTGACTCA	6	5 (83.3)
OPT-05	GGGTTTGGCA	7	4 (57.1)
OPT-07	GGCAGGCTGT	12	9 (75)
OPAB-4	GGCACGCGTT	8	7 (87.5)
OPAB-7	ACGGCGATGA	5	4 (80)
OPAU-14	CACCTCGACC	12	9 (75)
OPAX-01	GTGTGCCGTT	8	5 (62.5)
OPAK-10	CAAGCGTCAC	6	5 (83.3)
OPC-16	CACACTCCAG	11	7 (63.6)
OPC-2	GTGAGGCGTC	9	4 (44.4)
OPJ-20	TGCCCGTCGT	9	9 (100)
OPQ-20	TCGCCCAGTC	6	5 (83.3)
UBC-34	CCGGCCCCAA	9	8 (88.9)
UBC-63	TTCCCCGCCC	12	10 (83.3)
UBC-84	GGGCGCGAGT	11	10 (90.9)
UBC-85	GTGCTCGTGC	8	5 (62.5)
UBC-88	CGGGGGATGG	7	7 (100)
OPA-02	TGCCGAGCTG	6	5 (83.3)
OPA-04	AATCGGGCTG	11	9 (81.8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์ 5' ⟶ 3'	จำนวนแถบดีเอ็นเอ	Polymorphic bands (%)
ไพรเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอได้ไม่ครบทั้ง 8 สายพันธุ์ถั่วลันเตา			
OPU-07	CCTGCTCATC	6	6 (100)
OPAD-9	TCGCTTCTCC	7	7 (100)
OPAN-10	ACAACTGGGG	8	8 (100)
OPP-08	CCGTGACTCA	8	8 (100)
UBC-05	CCTGGGTTCC	6	6 (100)
UBC-18	GGGCCGTTTA	6	6 (100)
UBC-51	CTACCCGTGC	7	7 (100)
UBC-106	GTCTGCCCG	8	8 (100)
UBC-24	ACAGGGGTGA	4	4 (100)
UBC-67	GAGGGCGAGC	5	5 (100)
Tatal		265	218 (83.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 16 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์ที่ได้จากไพรเมอร์ OPAI 11

ตารางที่ 22 แถบดีเอ็นเอของถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์ที่ได้จากไพรเมอร์ OPAI 11

แถบที่	ขนาด (bp)	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	L	F	N
1	1500	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1250	0	0	0	1	0	0	0	0
3	1200	0	0	0	0	1	0	0	0
4	1100	1	1	1	0	1	1	1	1
5	800	1	0	1	1	1	0	1	1
6	750	0	1	0	0	0	0	0	0
7	600	1	1	1	0	1	1	1	1

หมายเหตุ 1 = ปรากฏแถบดีเอ็นเอ, 0 = ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

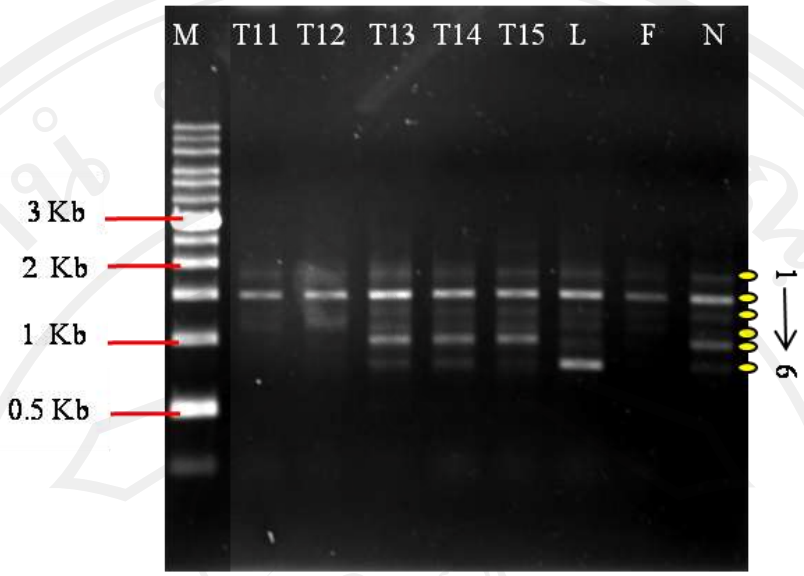
T 11 = Taichung No. 11 T 15 = Taichung No. 15

T 12 = Taichung No. 12 L = Good Farmer No 2

T 13 = Taichung No. 13 F = Native white flower

T 14 = Taichung No. 14 N = Nong you ta chia

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 17 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์ที่ได้จากไพรเมอร์ OPV 5

ตารางที่ 23 แถบดีเอ็นเอของถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์ที่ได้จากไพรเมอร์ OPV 5

แถบที่	ขนาด (bp)	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	L	F	N
1	1800	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1600	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1500	0	0	1	1	1	1	1	1
4	1200	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1000	0	0	1	1	1	1	0	1
6	800	0	0	1	1	1	1	0	1

หมายเหตุ 1 =ปรากฏแถบดีเอ็นเอ, 0 = ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

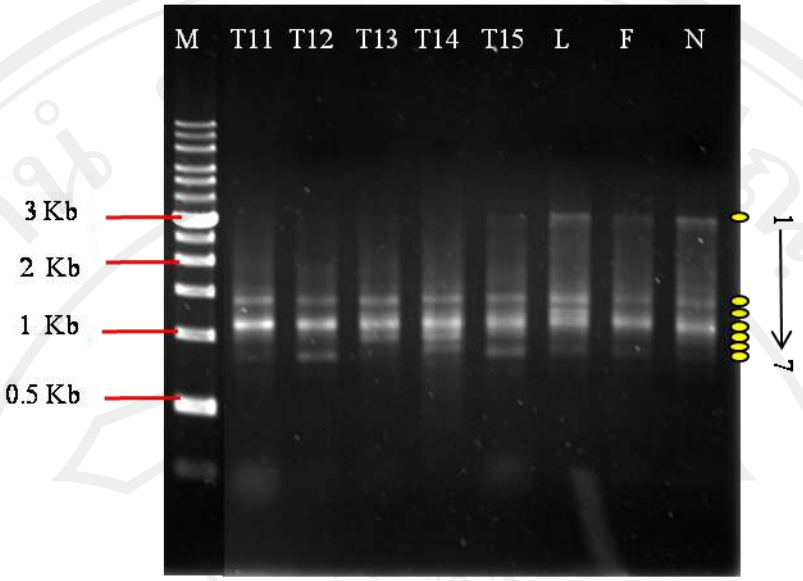
T 11 = Taichung No. 11 T 15 = Taichung No. 15

T 12 = Taichung No. 12 L = Good Farmer No 2

T 13 = Taichung No. 13 F = Native white flower

T 14 = Taichung No. 14 N = Nong you ta chia

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 18 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์ที่ได้จากไพรเมอร์ OPV 10

ตารางที่ 24 แถบดีเอ็นเอของถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์ที่ได้จากไพรเมอร์ OPV 10

แถบที่	ขนาด (bp)	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	L	F	N
1	3000	0	0	0	0	1	1	1	1
2	1500	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1250	0	0	0	0	0	1	0	0
4	1000	1	1	1	1	1	1	1	1
5	900	0	0	1	1	0	0	0	0
6	750	0	0	0	1	0	0	0	1
7	700	1	1	0	0	1	1	1	1

หมายเหตุ 1 = ปรากฏแถบดีเอ็นเอ, 0 = ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

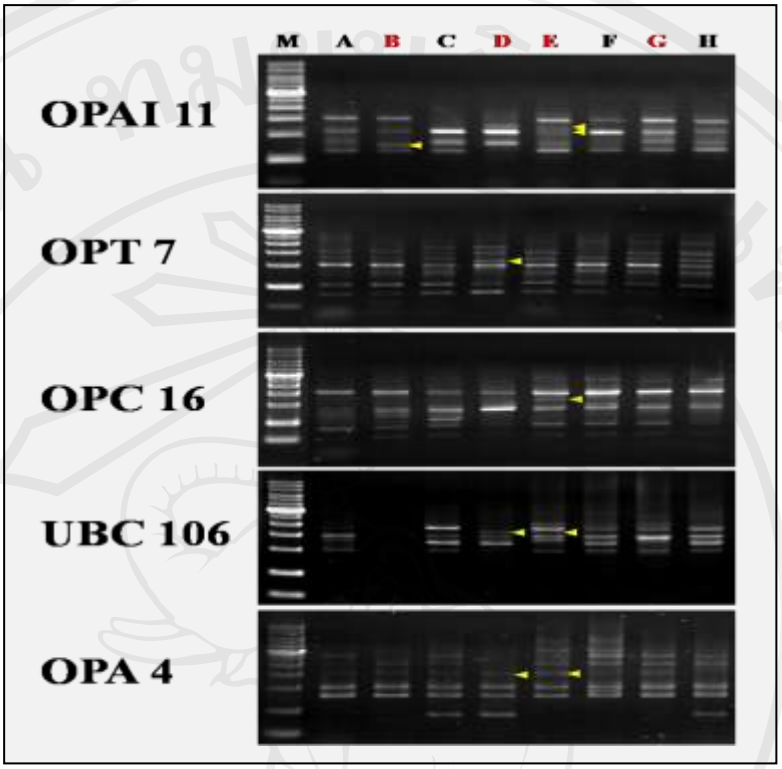
T 11 = Taichung No. 11 T 15 = Taichung No. 15

T 12 = Taichung No. 12 L = Good Farmer No 2

T 13 = Taichung No. 13 F = Native white flower

T 14 = Taichung No. 14 N = Nong you ta chia

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 19 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของถั่วลันเตา 8 สายพันธุ์ที่ได้จากไพรเมอร์ OPAI 11, OPT 7, OPC 16, UBC 106 และ OPA 4 ที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอตำแหน่งจำเพาะกับพันธุ์ต้านทานโรคราแป้ง หัวลูกศร : แถบขนาด 850 bp, M : molecular ladder, A : Taichung No. 11, B : Taichung No. 12, C : Taichung No. 13, D : Taichung No. 14, E : Taichung No. 15, F : Good Farmer No 2, G : Native white flower, H : Nong you ta chia

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved