รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย
การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวให้ต้านทาน
ต่อการทำลายของแมลงศัตรู (ระยะที่ 2)

ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2552

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย
การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวให้ต้านทาน ต่อการทำลายของแมลงศัตรู (ระยะที่ 2)

รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี นวลศรี
รองศาสตราจารย์ ดร. ขวัญจิตร สันติประชา
รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ งามผ่องใส่

ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2552

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย “การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานการเข้าทำลายต่อแมลงศัตรู” เป็นโครงการที่ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินรวมระยะเวลา 6 ปี รายงานฉบับนี้เป็นการเสนอผลงานวิจัยในระยะที่ 2 เป็นเวลา 2 ปี เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2549 ถึงเดือนกันยายน 2551 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับการสนับสนุนการทำงานวิจัยชิ้นนี้ นอกจากผลงานวิจัยแล้วงานวิจัยนี้ยังเชื่อมโยงและส่งเสริมกับการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโทและปริญญาเอก โดยมีจำนวนนักศึกษาระดับปริญญาเอกสาขาพืชศาสตร์ 2 คน คือนายธีระวัฒน์ ศรุตโยภาส และ นายสรพงค์ เบญจศรี ระดับปริญญาโทสาขาพืชศาสตร์ 1 คน คือนายสุรเชษฐ มาฆทาน ระดับปริญญาโทสาขากีฏวิทยา 1 คน คือนางสาวกนกอร วุฒิวงค์

ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช และศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์ภาคใต้ สำหรับการสนับสนุนในเรื่องของสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ศูนย์วิจัยพืชผักเมืองร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สำหรับเมล็ดพันธุ์ในการทดสอบ และคุณสุรเชษฐ มาฆทาน สำหรับการตรวจสอบและช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

คณะผู้วิจัย

ธันวาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	(1)
รายการตาราง	(2)
รายการรูป	(5)
บทคัดย่อ	(8)
Abstract	(10)
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
1. แมลงศัตรูของถั่วฝักยาว และถั่วพุ่ม	3
2. พฤติกรรมการเลือกพืชอาหาร และการเข้าทำลายพืชของเพลี้ยอ่อนถั่ว	4
3. กลไกการต้านทานแมลงของพืช	5
4. ลักษณะการต้านทานแมลงในพืช	6
5. การศึกษายีน และการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาว และถั่วพุ่มให้ต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว	7
วิธีการดำเนินงานและผลการวิจัย	8
1. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานเพลี้ยอ่อนโดยวิธีมาตรฐาน	8
2. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงโดยการชักนำการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมา	34
3. การศึกษากลไกการต้านทานเพลี้ยอ่อนในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม	60
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	90
ผลงานตีพิมพ์จากงานวิจัย	

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเพิ่มของจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ 4 คู่ผสมในช่วง 1 – 4 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	10
2	องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. IT82E – 16 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. กับพันธุ์IT82E – 16 ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด	12
3	องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. SR_{00} – 863 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. กับพันธุ์SR_{00} – 863 ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด	13
4	องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. เขาหินซ้อน และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. กับพันธุ์เขาหินซ้อน ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด	14
5	องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. สุรนารี 1 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ คัด – ม.อ. กับพันธุ์สุรนารี 1 ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด	15
6	จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในกลุ่มประชากรต่างๆ ของถั่ว 4 คู่ผสมที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	20
7	ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในกลุ่มประชากรต่างๆ ของถั่ว 4 คู่ผสมที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	21
8	การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	23
9	การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	23
10	การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่ม ต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	24

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	**25**
12	การกระจายตัวของอัตราส่วนระหว่างต้นต้านทานและต้นอ่อนแอในลูกผสมชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่	**26**
13	จำนวนคู่ของยีนที่ควบคุมการต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว	26
14	การแสดงออกของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว	**30**
15	การแสดงออกของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน	31
16	อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว	32
17	ระยะเวลาออกดอก ความยาวฝัก จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝัก และผลผลิตต่อต้นของต้นถั่วฝักยาวที่ผ่านการคัดเลือกในชั่ว M_5 และพันธุ์คัด – มอ.	51
18	ระยะเวลาออกดอก ความยาวฝัก และจำนวนฝักต่อต้น ในชั่ว M_6	52
19	ค่าเฉลี่ยอายุดอกแรกบาน จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝักต่อต้น และน้ำหนักฝักต่อต้นของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 7 จำนวน 7 สายพันธุ์ และพันธุ์พันธุ์คัด – มอ.	56
20	ค่าเฉลี่ยอายุดอกแรกบาน จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝักต่อต้น และน้ำหนักฝักต่อต้นของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 7 ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 3 ต้น	57
21	ลักษณะของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 7 ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 3 ต้น	57
22	ค่าเฉลี่ยอายุดอกแรกบาน จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตต่อต้นของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 8 ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 3 ต้น และพันธุ์คัด – มอ. และพันธุ์สามชุก	59

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	จำนวนเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มบางสายพันธุ์ภายใต้สภาพมุ้งตาข่าย	62
24	ระยะเวลาในการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ อายุ 30 และ 45 วัน	66
25	ความยาวของขนด้านใต้ใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม **5** สายพันธุ์	69
26	ความหนาของชั้นเซลล์ผิวพืชของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม **5** สายพันธุ์	73
27	เปอร์เซ็นต์ของเพลี้ยอ่อนถั่วที่ติดกับดักกาวเหนียวชนิดใส	77
28	ปริมาณคลอโรฟิลล์ **(**มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด**)** ในใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ	79
29	ปริมาณของธาตุอาหารภายในใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม **5** สายพันธุ์ที่อายุ **30** และ 4**5** วัน	81

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรพ่อ แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1	11
2	ค่าเฉลี่ยของจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้นในถั่ว 4 คู่ผสม	18
3	ค่าเฉลี่ยของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้นในถั่ว 4 คู่ผสม	19
4	ระดับการประเมินการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว	22
5	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 012 – 011 – 002 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	36
6	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 021 – 007 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	37
7	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	38
8	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	39
9	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 005 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	40
10	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 006 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	41
11	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 007 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	42

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
12	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	43
13	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 016 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	44
14	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	45
15	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 005 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	46
16	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	47
17	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 016 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	48
18	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	49
19	การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด มอ.	50
20	ลักษณะต้นแกร็นที่พบในถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีชั่ว M_6 ที่อายุ 30 วันหลักปลูก	54

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
21	ลักษณะของต้นโรคที่มีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะ (ก) อาการยอดเป็นฝอย และ (ข) อาการใบด่างเหลืองระหว่างเส้นใบ	55
22	ต้นที่อาการยอดเป็นฝอย และอาการใบด่างเหลืองระหว่างเส้นใบภายในต้นเดียวกัน	55
23	ความเข้มแสง อุณหภูมิ จำนวนเพลี้ยอ่อนเฉลี่ยต่อ **5** สายพันธุ์ ภายในมุ้งตาข่าย ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549	63
24	ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินชิมและดูดกินบนถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม	67
25	ลักษณะของขนบนใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม **5** สายพันธุ์	70
26	ความหนาแน่นเฉลี่ยของขนใต้ใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม **5** สายพันธุ์	71
27	ความหนาของชั้นเซลล์ผิวลำต้นและใบของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม **5** สายพันธุ์	74
28	ก. ความหนาของเซลล์ผิวลำต้น (กำลังขยาย 20×) ข. ความหนาของเซลล์เส้นกลางใบ (กำลังขยาย 10×) ค. ความหนาของเซลล์ผิวใบ (กำลังขยาย 10×)	75

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานต่อการทำลายของแมลงศัตรู

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลง เป็นโครงการระยะยาวซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ รายงานฉบับนี้เป็นการรายงานผลการวิจัยระยะที่ 2 รวม 2 ปีตั้งแต่เดือนตุลาคม 2549 ถึงเดือนกันยายน 2551 โดยแบ่งงานทดลองออกเป็น 3 ส่วนคือ การทดลองที่ I การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีมาตรฐาน และศึกษาพันธุกรรมการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว โดยการผสมข้ามระหว่างพันธุ์คัด-ม.อ. กับพันธุ์ต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วได้แก่ SR00-863 IT82E-16 สุรนารี1 และพันธุ์เขาหินซ้อน ทำการผสมตัวเองลูก F1 และผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อแม่ ปลูกทดสอบแต่ละคู่ผสม 6 กลุ่มประชากร ประกอบด้วยพันธุ์แม่ (P_1) พันธุ์พ่อ (P_2) ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ (BC_1) และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ (BC_2) ในโรงเรือนตาข่ายปิด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวนซ้ำไม่เท่ากัน ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วจำนวน 5 ตัวต่อต้น ขณะที่พืชมีอายุ 3 สัปดาห์หลังปลูก เพื่อศึกษาจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว และระดับความรุนแรงการเข้าทำลายในช่วง 6 สัปดาห์หลังปลูก (3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน) ผลการทดลองพบว่า ความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ (BC_2) มีค่าใกล้เคียงกับพันธุ์ต้านทาน (พันธุ์พ่อ) ในทุกคู่ผสม อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนระหว่างต้นต้านทาน และต้นอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 เท่านั้น ที่มีอัตราส่วน 3 : 1 และ 1 : 1 ตามลำดับ แสดงว่าการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในพันธุ์ IT82E – 16 ถูกควบคุมด้วยยีนเพียงคู่เดียว และเป็นยีนเด่น ส่วนคู่ผสมอื่นๆ ยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวอาจมีความซับซ้อนมากกว่า สำหรับการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่วรุ่นจากถั่วทั้ง 4 คู่ผสม พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีบทบาทสำคัญในการควบคุมความแปรปรวนทางพันธุกรรมของจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว และระดับความรุนแรงของการเข้าทำลายเฉพาะคู่ผสมคัด – ม.อ. x IT82E – 16 เท่านั้น นอกจากนี้ยังพบการทำงานของยีนแบบผลบวก ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกในลักษณะความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วเฉพาะคู่ผสมคัด – ม.อ. x IT82E – 16 ส่วนอัตราพันธุกรรมของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วใน 4 คู่ผสม พบว่า มีค่าระหว่าง 22.21 ถึง 55.94 เปอร์เซ็นต์ โดยคู่ผสมคัด – ม.อ. x IT82E – 16 มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงสุด

การทดลองที่ II เป็นการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวพันธ์คัด-มอ. โดยใช้รังสีแกมมาเป็นสิ่งก่อกลายพันธุ์ โดยนำเมล็ดถั่วฝักยาวพันธุ์คัด – ม.อ. ที่ผ่านฉายรังสีแกมมาใน

ปริมาณต่าง ๆ กันคือ 25, 50, 75 และ 100 Krad ไปปลูกทดสอบ ทำการคัดเลือกต่อจากระยะที่ 1 (M4) จากลักษณะต่างๆ ดังนี้ วันออกดอก ความยาวฝัก จำนวนฝัก/ต้น ผลผลิต/ต้น และลักษณะผิดปกติที่เกิดขึ้น จนถึงชั่ว M7 สามารถคัดพันธุ์ได้จำนวน 3 พันธุ์ ทำการทดสอบเบื้องต้นเปรียบเทียบผลผลิตของทั้ง 3 พันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก โดยมีพันธุ์คัด-ม.อ. และพันธุ์สามชุกเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จากผลการทดสอบพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะต่างๆ ระหว่างพันธุ์ทั้งสามและพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งจะทำการทดสอบผลผลิตเปรียบเทียบในพื้นที่ต่างๆ อีกครั้ง

การทดลองที่ III เป็นการศึกษากลไกการต้านทานเพลี้ยอ่อนของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 4 สายพันธุ์ เป็นการศึกษาพฤติกรรมการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่ว และลักษณะสัณฐานวิทยาได้แก่รูปร่าง ความยาวและความหนาแน่นของขนใต้ใบ ชั้นความหนาของเซลล์ผิวและสีใบ จากผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วบนพันธุ์คัด-ม.อ. ใช้เวลาชิมสั้นที่สุดรองลงมาได้แก่พันธุ์ SR00-863 เขาหินซ้อน สุรนารี และ IT82E-16 ตามลำดับ และระยะเวลาดูดกินใช้เวลาบนพันธุ์คัด-ม.อ. นานที่สุด ผลการศึกษาลักษณะความยาวขนและความหนาแน่นของขนใต้ใบด้วยกล้องอิเล็คตรอนแบบส่องกราดของพื้นที่ใบ 1 ตารางเซนติเมตร พบลักษณะขน 2 แบบคือ ขนคล้ายกระบองและขนแบบเรียวแหลม โดยพบว่าขนใต้ใบ และความหนาแน่นของขน ในพันธุ์คัด-ม.อ. มีค่าต่ำที่สุด ส่วน ส่วนพันธุ์ IT82E-16 มีความยาวขน และความหนาแน่นมากที่สุด ความหนาของเซลล์ผิวลำต้นและใบของพันธุ์ IT82E-16 มีค่ามากที่สุด ส่วนสีใบ พบว่าสีใบของถั่วพันธุ์คัด-ม.อ. มีผลต่อการดึงดูดเพลี้ยอ่อนถั่วมากที่สุด โดยนับจากจำนวนเพลี้ยอ่อนที่ติดกับดัก ในขณะที่สีใบพันธุ์ IT82E-16 มีความดึงดูดเพลี้ยอ่อนถั่วน้อยที่สุด ผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมและโปรตีน ต่อการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่าพันธุ์คัด-ม.อ.มีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโปรตีนภายในต้นสูงสุด ซึ่งธาตุอาหารดังกล่าวมีผลต่อการเพิ่มปริมาณและการเจริญเติบโตของเพลี้ยอ่อนถั่ว แต่ขณะเดียวกันพบว่าพันธุ์คัด-ม.อ. มีเปอร์เซนต์โปแตสเซียมต่ำที่สุด ซึ่งธาตุอาหารดังกล่าวมีผลต่อการเสริมสร้างความทนทานของต้นพืชต่อการเข้าทำลายของแมลง

คำหลัก: ถั่วฝักยาว ถั่วพุ่ม การต้านทานแมลง เพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora*) การกลายพันธุ์ รังสีแกมมา กลไกการต้านทานแมลง

Improvement of Yardlong Bean for Insect Resistance

Abstract

Improvement of yardlong bean for insect resistance was investigated. Regarding to long process of breeding program, the research was divided into 3 phases and this paper was the summery results of phase II, research started from October 2006 to September 2008. Three experiments were conducted. Experiment I: Conventional breeding and inheritance of bean aphid resistance in yardlong bean and cowpea were carried out. A susceptible variety, Selected – PSU, was crossed with the resistant accessions to produce 4 single crosses. Six generations including P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1 and BC_2 from each cross were evaluated in a Randomized Complete Block Design with unequal replications under a screenhouse condition at Plant Science Department, Faculty of natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Hat Yai, Songkhla. Five apterous adult cowpea aphids were released on each plant at 3 weeks after planting, the number of aphids and visual damage were recorded. Data of 6 weeks after planting (3 weeks after infestation) were analyzed. The results showed that the distribution of damage rating score of F_1 and BC_2 were close to the resistant parents in all crosses. However in F_2 and BC_1, the number of resistant and susceptible progenies which fit 3:1 and 1:1 ratios, respectively was only found in the cross Selected – PSU x IT82E – 16. This indicates that resistance to cowpea aphid in IT82E – 16 is controlled by a single dominant gene. In other crosses, the inheritance to cowpea aphid was found to be more complex. Gene actions were estimated by generation mean analysis on each of the 4 crosses. Results from generation mean analysis indicated that additive gene was significant in the cross Selected – PSU x IT82E – 16 for the total number of aphids and visual damage scores. The dominant gene and additive x additive interactions were also found for visual damage damage scores in this cross. Heritability of visual scored damages was ranged from 22.21 to 55.94 percent, the highest heritability was found in the cross Selected – PSU. x IT82E – 16.

Experiment II: Induced mutation in yardlong bean cv. Selected-PSU by gamma ray: seeds of Selected – PSU were treated with gamma irradiation at 25, 35, 45 and 50 Krad. The treated seeds (M_1 seeds) were cultivated in the field and selection was performed until M4 generation in phase 1. In the phase II, selection started from M5 to M7 and the following characteristics of each generation were recorded: percent of seed germination, time of flowering

pod length, number of pods/plant, yield/plant and abnormal characters. Three lines from M7 was chosen and preliminary yield trail was conducted. Selected-PSU and Samchook were used as check varieties. Data from the field indicated that no significant difference was found among all selected lines and check varieties. Regional trials will be conducted in field.

Experiment III: Bean aphid resistant mechanisms were studied. Feeding behavior of bean aphid and plant types, such as shape, length and density of hair occurring on lower surface of plant leaf, thickness of epidermis and plant color in yardlong bean and cowpea were studied to clarify their effectiveness. The results showed that probing period was shortest on the Selected-PSU followed by Khao-hinson, Suranaree-1 and IT82E-16, respectively. The longest feeding period was recorded on the Selected-PSU while the shortest was found on the IT82E-16. Shape, length and density of hairs/cm^2 presence on the lower surface of leaves were also studied under Scanning Electron Microscope (SEM). Two different shapes of hairs were observed : a club-like and slender hair shaped. The shortest hair was found on the Selected-PSU while the longest was recorded on the IT82E-16. The thickness of epidermis was examined on stem and leaf. The most thickness of stem and leaf were observed on the IT82E-16. An average of winged aphids trapped by color ranges of particular variety of plant were recorded in the Select-PSU. The nutrient sources of nitrogen, phosphorus, potassium and protein that utilized by aphids on yardlong bean and cowpea were studied. The results showed that the Selected –PSU has high percentage of nitrogen and protein, which was enhance population and growth of bean aphids. In contrast, the lowest potassium percentage was recorded on the Selected-PSU, consequently susceptible to bean aphid since high percentage of potassium in plant cell related to insect resistance.

Keywords: yardlong bean, cowpea, insect resistance, bean aphid (*Aphis craccivora*) mutation, gamma ray, insect resistant mechanism

บทนำ

ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีการบริโภคทั้งที่เป็นฝักสดและประกอบอาหาร เกษตรกรนิยมปลูกถั่วฝักยาวมากที่สุดในประเภทพืชผักตระกูลถั่ว เพราะปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว อายุสั้น และความต้องการของตลาดมีค่อนข้างสูง อีกทั้งมีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกถั่วฝักยาวทั่วประเทศประมาณ 135,480 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) ปริมาณผลผลิตประมาณ 173,964 ตัน โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดคือ จังหวัดราชบุรี สำหรับในภาคใต้นั้นมีพื้นที่ปลูกถั่วฝักยาวทั้งสิ้น 31,319 ไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดคือ จังหวัดนครศรีธรรมราช 7,556 ไร่ รองลงมาคือ จังหวัดสงขลา 4,480 ไร่ อย่างไรก็ตามการปลูกถั่วฝักยาวยังคงมีปัญหามากมาย เช่น ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ปัญหาเรื่องโรคและแมลง ในภาคใต้แมลงที่พบมากในการปลูกถั่วฝักยาวคือเพลี้ยอ่อน และหนอนเจาะฝักถั่ว แมลงเหล่านี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นและผลผลิตถั่วฝักยาวเป็นอย่างมาก ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดตลอดฤดูปลูก ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้บริโภคเนื่องจากการตกค้างของสารเคมี ในปัจจุบันยังไม่สามารถหาพันธุ์ถั่วฝักยาว ที่ต้านทานต่อแมลงสำคัญเหล่านี้ได้ การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีมาตรฐานหรือการชักนำการกลายพันธุ์ เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรู มีแผนการดำเนินงานระยะเวลา 6 ปี โดยแบ่งงานวิจัยเป็น 3 phase แบ่งงานทดลองเป็น 4 หัวข้อคือ1) การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวให้ต้านทานเพลี้ยอ่อนโดยวิธีมาตรฐาน 2) การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวให้ต้านทานเพลี้ยอ่อนโดยวิธีการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ 3) การศึกษากลไกการต้านทานเพลี้ยอ่อนในถั่วฝักยาว 4 พันธุ์ และ 4) การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของการต้านทานเพลี้ยอ่อนในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม ในรายงานฉบับสมบูรณ์ phase ที่ 1 ได้รายงานการศึกษาในหัวข้อที่ 1 และ 2 ไปบางส่วน เนื่องจากผลงานวิจัยทั้งสองหัวข้อจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ใน phase 3 เมื่อคัดเลือกพันธุ์และได้ทำการทดสอบพันธุ์แล้ว งานในส่วนนี้จะรายงานอีกครั้งในรายงานฉบับสมบูรณ์ phase 3 ดังนั้นในรายงานฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้จะรายงานผลงานวิจัยในหัวข้อที่ 3 และ 4

ตรวจเอกสาร

ถั่วฝักยาวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis* หรือ *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruw เป็นพืชในวงศ์ Leguminosae มีแหล่งกำเนิดแถบอัฟริกาตะวันตก ปัจจุบันพบกระจายทั่วไปในประเทศเขตร้อน พืชในกลุ่ม *V. unguiculata* สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ (Purseglove, 1977)

1. *Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis* คือถั่วฝักยาว มีฝักยาวแขวนห้อยลง เมล็ดรูปไต

2. *Vigna unguiculata* var. *sinensis* คือถั่วพุ่ม หรือถั่วกระด้าง มีฝักยาวปานกลาง ฝักแขวนห้อยลง เมล็ดรูปไต

3. *Vigna unguiculata* var. *cylindrica* or catjang มีฝักสั้นและตั้งตรง เมล็ดรูปกลมรีมีขนาดเล็ก

ถั่วฝักยาวมีลำต้นเถาเลื้อยพันตามค้างที่ปักตรงขึ้นไป ความสูงประมาณ 2 - 4 เมตร ฝักยาวประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร บางพันธุ์อาจยาวถึง 1 เมตร ส่วนถั่วพุ่มมีลักษณะคล้ายถั่วฝักยาวมาก แต่ลำต้นมักเป็นพุ่ม ฝักมีขนาดสั้นประมาณ 15 - 20 เซนติเมตร ถั่วฝักยาวเป็นพืชผสมตัวเอง แต่มีโอกาสผสมข้ามได้ประมาณ 6-10 เปอร์เซ็นต์ มีผู้ทดลองผสมข้ามระหว่างถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม และพบว่าลูกผสมที่ได้มักมีการเจริญเติบโตของลำต้นแบบเลื้อยคล้ายถั่วฝักยาว และลักษณะฝักจะมีความยาวกึ่งกลางระหว่างถั่วพุ่มและถั่วฝักยาว (จุฑารัตน์, 2529; สุภาพร, 2535; Singh and Jindla, 1971; Frazler *et al,* 1958) สำหรับอัตราพันธุกรรมในถั่วฝักยาวนั้น รัตนา (2530) รายงานว่าลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูงคือ น้ำหนักฝัก และความยาวฝัก ส่วนสุภาพร (2535) พบว่าลักษณะอายุออกดอกและความยาวฝักมีอัตราพันธุกรรมสูง ในขณะที่ปราโมทย์ (2537) ทำการผสมข้ามระหว่างถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มและรายงานว่า อัตราพันธุกรรมแนวแคบของลักษณะจำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนักฝักต่อต้นมีค่าปานกลาง ในขณะที่ความแน่นเนื้อของฝักสด ความยาวฝักและอายุออกดอกมีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง

สำหรับผลผลิตนั้นพบว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลอย่างมากต่อผลผลิตของถั่วฝักยาว โดยพบว่าดอกถั่วฝักยาวจะร่วงอย่างรุนแรงในสภาพที่มีฝนตกมากเกินไป แต่ถ้าขาดน้ำหรือสภาพอากาศร้อนเกินไป จะทำให้ดอกและฝักร่วงได้เช่นกัน (ขวัญจิตร และวัลลภ, 2537) ส่วนถั่วพุ่มนั้นพบว่า บางชนิดสามารถทนทานต่อสภาพความแห้งแล้ง และดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดี

1. แมลงศัตรูของถั่วฝักยาว และถั่วพุ่ม

แมลงศัตรูพืชเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตพืชทุกชนิด เพราะมีผลโดยตรงต่อปริมาณ และคุณภาพผลผลิต แมลงศัตรูพืชที่สำคัญของถั่วฝักยาว และถั่วพุ่มมีหลายชนิด เช่น เพลี้ยอ่อนถั่ว เพลี้ยไฟ และหนอนเจาะฝัก (Karungi *et al.*, 2000b; Benchasri *et al.*, 2006) โดยเฉพาะเพลี้ยอ่อนถั่ว หากระบาดทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ (Jayappa and Lingappa, 1988b) เพลี้ยอ่อนที่ทำลายถั่วฝักยาว และถั่วพุ่มคือเพลี้ยอ่อนถั่ว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aphis craccivora* Koch เป็นแมลงในวงศ์ Aphididae ลักษณะเป็นแมลงปากดูดขนาดเล็ก ผนังลำตัวอ่อนนุ่ม การเจริญเติบโตเป็นแบบ gradual metamorphosis หรือ paurometabolous คือตัวเต็มวัยจะออกลูกเป็นตัว (viviparity) (Nielson and Lehman, 1980; Dixon, 1987a) สำหรับประเทศไทย และประเทศแถบเขตร้อน พบเฉพาะเพลี้ยอ่อนถั่วเพศเมีย ซึ่งมีทั้งเพลี้ยอ่อนถั่วชนิดมีปีก และเพลี้ยอ่อนถั่วชนิดไม่มีปีก (จารุวรรณ , 2529) เพลี้ยอ่อนถั่วสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และออกลูกเป็นตัว (Dixon, 1987b) เพลี้ยอ่อนเพศเมียหนึ่งตัวสามารถให้ลูกได้ประมาณ 27 ตัว ตัวอ่อนมีรูปร่างคล้ายตัวเต็มวัย แต่ลำตัว หนวด ขา cornicle canda และอวัยวะอื่นๆ ยังเจริญไม่เต็มที่ ซึ่งต้องใช้เวลา 5 – 7 วัน หรือลอกคราบ 3 – 4 ครั้ง จึงเจริญเป็นตัวเต็มวัยสมบูรณ์ ตัวเต็มวัยมีขนาด 1 มิลลิเมตร (Dixon, 1973) และมีอายุเฉลี่ย 11 วัน (Miyazaki, 1997) ปกติเพลี้ยอ่อนถั่วไม่ระบาด เพราะมีฝน และแมลงศัตรูธรรมชาติ เช่น ตัวห้ำ และตัวเบียน เป็นตัวควบคุม แต่หากฝนทิ้งช่วง หรือเข้าสู่ฤดูแล้งที่มีอากาศร้อน ไม่มีฝน หรือไม่มีแมลงศัตรูธรรมชาติควบคุม เพลี้ยอ่อนถั่วจะระบาด และสร้างความเสียหายให้กับพืชปลูกเป็นอย่างมาก เพราะเพลี้ยอ่อนถั่วมีน้ำย่อยช่วยในการย่อยผนังเซลล์ ทำให้สามารถดูดกินน้ำเลี้ยง และทำลายพืชปลูกได้ง่าย นอกจากนี้เพลี้ยอ่อนถั่วสามารถแพร่กระจายได้ง่าย และรวดเร็ว (Ibbotson and Kennedy, 1950) โดยในระยะตัวอ่อน หรือตัวเต็มวัยที่ไม่มีปีกเพลี้ยอ่อนถั่วจะเคลื่อนย้ายโดยเดินจากพืชต้นหนึ่งไปสู่พืชอีกต้นหนึ่ง หรืออาศัยมดเป็นพาหะในการเคลื่อนย้าย (Powell and Hardie, 2000; Ferry *et al.*, 2004) ส่วนเพลี้ยอ่อนถั่วชนิดมีปีก การเคลื่อนย้ายส่วนใหญ่จะบินจากพืชต้นหนึ่งไปสู่พืชอีกต้นหนึ่ง อย่างไรก็ตามการเคลื่อนย้ายของเพลี้ยอ่อนถั่วขึ้นอยู่กับ 4 ปัจจัย ประกอบด้วย

1. อาหาร นับว่าเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วเคลื่อนย้าย หรือเข้าทำลายพืช ซึ่งสภาพปกติที่มีอาหารเพียงพอ เพลี้ยอ่อนถั่วไม่มีการเคลื่อนย้ายจากที่อาศัยเดิมเพื่อหาอาหารแหล่งใหม่ หากเกิดสภาพขาดแคลน หรืออาหารไม่เพียงพอ เพลี้ยอ่อนถั่วจะเคลื่อนย้ายเพื่อหาแหล่งอาหารใหม่ที่มีความสมบูรณ์กว่าเดิม (Smith *et al*., 1994)

2. อายุ ของพืชมีผลต่อการเคลื่อนย้าย และการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วแตกต่างกัน โดยพืชที่มีการเจริญเต็มที่แล้ว พบว่า บริเวณยอดจะถูกทำลายมากกว่าส่วนของใบแก่ (Ibbotson and Kennedy, 1950)

3. เพศ เพลี้ยอ่อนถั่วเพศเมียมีความสามารถในการเคลื่อนย้ายเพื่อหาอาหาร และถ่ายทอดเชื้อไวรัสมากกว่าเพลี้ยอ่อนถั่วเพศผู้ เพราะเพลี้ยอ่อนถั่วเพศเมียต้องการอาหารเพื่อดำรงชีวิต และสืบพันธุ์มากกว่า จึงจำเป็นต้องมีการเคลื่อนย้ายหาแหล่งอาหารอยู่เสมอ (Nault and Ammar, 1989)

4. สภาพแวดล้อม นับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว เช่น สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง หรือท้องฟ้ามีเมฆมาก ทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วไม่เคลื่อนย้าย หรือเคลื่อนย้ายได้น้อย อย่างไรก็ตามหากสภาพแวดล้อมเหมาะสม คือ มีแสงแดด และสภาพความชื้นต่ำ เพลี้ยอ่อนถั่วจะสามารถเคลื่อนได้ และหาอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ibbotson and Kennedy, 1950; Robert, 1987)

2. พฤติกรรมการเลือกพืชอาหาร และการเข้าทำลายพืชของเพลี้ยอ่อนถั่ว

การศึกษาพฤติกรรมการแสดงออก และความชอบของเพลี้ยอ่อนถั่วเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เพื่ออธิบายกลไกการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว Van Emden (1974) อ้างโดย Powell และคณะ (2006) ศึกษาพฤติกรรมการดูดกินน้ำเลี้ยงของเพลี้ยอ่อนถั่วฟาบา (*Aphis fabae*) พบว่าเพลี้ยอ่อนถั่วมีขั้นตอนการเข้าทำลายพืช 6 ขั้นตอน คือ

1. การบินเพื่อเกาะพืชอาหาร ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของการแสดงออกทางพฤติกรรม โดยเพลี้ยอ่อนถั่วจะบินวนไปมาเพื่อหาพืชอาหารตามแหล่งต่างๆ หากพบพืชอาหาร หรือคิดว่าเป็นพืชอาหารก็บินลงเกาะพืชชนิดนั้น

2. การสัมผัสพืช และตรวจสอบพืชอาหารบริเวณผิวใบ เพลี้ยอ่อนถั่วจะสัมผัสกับพืชอาหาร และตรวจสอบโครงสร้างเซลล์บริเวณผิวของพืช

3. การใช้ปากทดสอบพืชอาหาร เพลี้ยอ่อนใช้สไตเลท (stylets) แทงผิวใบอย่างรวดเร็วเพื่อตรวจสอบหาช่องว่างระหว่างเซลล์พืช

4. เมื่อใช้สไตเลทแทงเข้าสู่เนื้อเยื่อพืช หากเพลี้ยอ่อนถั่วแน่ใจว่าเป็นพืชอาหาร และสามารถใช้ประโยชน์ได้ ก็จะใช้สไตเลทปักบริเวณช่องว่างระหว่างเซลล์พืชนั้น

5. การย่อยเนื้อเยื่อพืช เพลี้ยอ่อนผลิตน้ำย่อย ที่มีส่วนประกอบของเอนไซม์โปรตีเนส และปล่อยออกมาทางสไตเลท เพื่อย่อยเซลล์พืชทำให้สะดวกแก่การดูดกิน

6. เพลี้ยอ่อนถั่วดูดน้ำเลี้ยงจากพืช โดยขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายซึ่งเพลี้ยอ่อนถั่วจะดูดน้ำเลี้ยงจากพืชผ่านทางสไตเลท

3. กลไกการต้านทานแมลงของพืช

พืช และแมลงศัตรูพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จากการสังเกตวิวัฒนาการ และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ โดยเฉพาะพืช พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการและกลไกต่างๆ มากมายเพื่อป้องกันอันตรายจากแมลง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นสองลักษณะ (Gatehouse *et al.*, 1991) คือ

1. กลไกทางกายภาพ เป็นกลไกที่พืชสร้างขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายจากแมลง โดยพืชสามารถป้องกันแมลงไม่ให้เข้ามาทำลาย หรือทำให้แมลงไม่สามารถใช้พืชชนิดนั้นเป็นอาหาร เป็นที่อยู่อาศัย หรือวางไข่ได้ เช่น พืชมีการสร้างลิกนิน (lignification) ไข (wax) หนามแหลม (trichomes) ขน หรือสารเมือก ซึ่งขับออกมาเพื่อป้องกันไม่ให้แมลงศัตรูเข้าถึงเนื้อเยื่อพืช (Horber, 1980; พัชนี, 2545) โดยกลไกทางกายภาพมีการสร้างขึ้นในพืชหลายชนิด เช่น การสร้างเปลือกหุ้มเมล็ด หรือการสร้างเปลือกหุ้มลำต้นให้หนาขึ้นของมะเขือเทศ เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (Norris and Kogan, 1980) การสร้างลำต้นให้มีความแข็งแรงมากขึ้นในข้าวสาลี เพื่อป้องกันหนอนเจาะลำต้น (Norris and Kogan, 1980) หรือการสร้างหนามบริเวณใบ และลำต้นของต้น *Bombacopsis* และ *Urera baccifera* เพื่อป้องกันเพลี้ยอ่อน เป็นต้น (Panda and Khush, 1995)

2. กลไกทางเคมี เป็นกลไกขั้นสูงของพืชที่มีการผลิตสารเคมีขึ้นมาเพื่อกำจัด หรือยับยั้งแมลงศัตรูพืช มี 2 ขั้นตอน คือ primary metabolites และ secondary metabolites โดย primary metabolites เป็นกระบวนการที่พืชสร้างฮอร์โมน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และสารประกอบฟอสฟอรัส (พัชนี, 2545) เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ ซึ่งสารที่สร้างขึ้นมีผลทำให้แมลงไม่ชอบพืชนั้น (Panda and Khush, 1995) ส่วน secondary metabolites ถูกสร้างขึ้นในกรณีที่พืชได้รับการกระตุ้นจากแมลง หรือมีแมลงเข้าทำลายพืช และไม่สามารถป้องกันได้ด้วยขั้นตอนแรก โดยพืชจะมีการสร้างสารที่มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น สารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น สารฆ่าแมลงศัตรู สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (insect growth regulators) สารยับยั้งการกิน (antifeedant) สารยับยั้งเอนไซม์โปรติเนส (proteinase inhibitors) สารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส สารยับยั้งการทำงานของกรดอะมิโนที่ไม่ใช่โปรตีน (Gatehouse *et al.*, 1992; Ferry *et al.*, 2004) หรือสารชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ (ตารางที่ 2) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารยับยั้งการเจริญเติบโต และสารยับยั้งการลอกคราบเป็นสารที่สำคัญ เพราะเมื่อพืชผลิตสารเหล่านี้ขึ้นมาจะมีผลโดยตรงต่อแมลง หากแมลงตัวใดสัมผัส หรือกินพืชนั้นเป็นอาหาร ทำให้แสดงอาการผิดปกติ เช่น หยุดกินอาหาร หยุดลอกคราบ และตายในที่สุด (Hilder and Boulter, 1992) ฉะนั้นพืชต้านทานแมลงที่ดีต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันตัวเองทั้งกลไกทางกายภาพ และ

กลไกทางเคมี นอกจากนี้พืชยังตอบสนองทางพฤติกรรมเพื่อรักษาผลผลิต และความอยู่รอด 3 ลักษณะคือ หลีกเลี่ยง (avoidance) ทนทาน (tolerance) และฟื้นคืน (recovery) (Painter, 1968)

4. ลักษณะการต้านทานแมลงในพืช

ลักษณะการต้านทานแมลงในพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. แมลงไม่ชอบ (non preference, antixenosis) คือความต้านทานที่เกิดจากการแสดงออกของพืช เพื่อตอบสนองต่อแมลง ซึ่งมีผลทำให้แมลงไม่ชอบ เช่น ผีเสื้อไม่ชอบวางไข่ หรือวางไข่น้อยบนข้าวสายพันธุ์ที่มีขนน้อย หรือไม่มีขน (Pathak, 1977 อ้างโดย ปริญญา, 2530) หนอน cereal beetle (*Oulema melanopus*) ไม่ชอบกินข้าวสาลีพันธุ์ CI 8591 เนื่องจากใบมีขนยาว และหนาแน่น ทำให้หนอน cereal beetle ไม่สามารถเข้ากัดกินได้ อีกทั้งขนยังมีผลยับยั้งการสืบพันธุ์ของหนอน cereal beetle (Schillinger, 1969) หรือข้าวที่มีใบเล็กจะถูกทำลายจากเพลี้ยไฟน้อยกว่าข้าวใบปกติ (Painter, 1968) ส่วน ธีระ และวัชรินทร์ (2543) อธิบายเพิ่มเติมว่าแมลงไม่ชอบ เป็นกลไกชนิดหนึ่งที่พืชใช้ในการหลบหลีกจากแมลงศัตรู ซึ่งมีหลายรูปแบบ ได้แก่

(1) อายุของพืช เป็นปัจจัยหนึ่งในการแสดงออกของแมลงในการไม่ชอบ เช่น ฝ้ายที่มีอายุแก่กว่าจะถูกด้วงงวงเจาะสมอฝ้ายเข้าทำลายน้อยกว่าฝ้ายที่มีอายุน้อยกว่า

(2) สัณฐานวิทยาของพืช เช่น ข้าวที่มีลำต้นแข็งแรง สามารถต้านทานหนอนกอ (stem borer) ได้ดีกว่าข้าวที่มีลำต้นอ่อนแอ ถั่วเหลืองพันธุ์มีขนบนลำต้นหนาสามารถต้านทานเพลี้ยจั๊กจั่น (*Empoasca fabae*) ได้มากกว่าพันธุ์ที่มีขนบาง (ชาญณรงค์, 2549) อย่างไรก็ตาม Ohiakhe และคณะ (1992) พบว่า ความหนาแน่นของขนบนฝัก(trichomes) บนต้นถั่วพุ่มมีผลต่อการต้านทานแมลง พบว่าสายพันธุ์ถั่วพุ่มที่มีขนยาวและหนาแน่นมีผลให้หนอนเจาะฝักลดลง

(3) สารเคมีในตัวพืช เป็นสิ่งที่พืชผลิตขึ้นมาทำให้แมลงไม่ชอบ เช่น ด้วงงวงเจาะสมอฝ้ายไม่ทำลายฝ้ายที่มีกลิ่น (นพพร, 2543) หรือหนอนกอแถบลายสีม่วง (*Chilo suppressalis* Walker) ไม่วางไข่บนต้นข้าวพันธุ์ TKM6 เพราะมีสารบางชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติต้านทาน และยับยั้งการวางไข่ (สมพงษ์, 2527)

(4) สีของพืช เป็นการตอบสนองอีกลักษณะหนึ่งที่ทำให้แมลงไม่ชอบ เช่น ตัวเต็มวัยของ *Pieris rapae* และผีเสื้อบางชนิดไม่ชอบวางไข่บนใบกะหล่ำปลีสีแดง (red cabbage) แต่ชอบวางไข่บนใบกะหล่ำปลีสีเขียว (Dickson and Eckenrode, 1975) เพลี้ยอ่อนถั่ว (*A. craccivora*) ตอบสนอง หรือเข้าทำลายพืชอาหารที่มีใบสีเหลือง หรือสีเขียวอ่อนมากกว่าสีเขียวเข้ม (Dixon, 1985; นพพร, 2543) ฝ้ายดอกสีแดงต้านทานต่อด้วงงวงเจาะสมอฝ้าย (boll weevil, *Anthonomus grandis*) ดีกว่าฝ้ายดอกสีขาว (ไพศาล, 2527)

2. ต้านทานต่อแมลง (antibiosis) คือความต้านทานที่เกิดจากพืชสร้างสาร หรือแสดงลักษณะต่างๆ ซึ่งเป็นผลร้ายต่อวงจรชีวิตของแมลงทำให้การเจริญเติบโต และพัฒนาการของแมลงลดลง (Horber, 1980; Salifu *et al.*, 1988) ความต้านทานต่อแมลงจะสมบูรณ์เมื่อแมลงไม่สามารถมีชีวิตอยู่ต่อไปได้ (กฤษฎา, 2528) โดยความต้านทานต่อแมลงอาจแสดงออกในลักษณะทางปริมาณและความเสียหายของพืชจะแตกต่างกันตามระดับ และปริมาณการเข้าทำลายของแมลง ในกรณีที่พืชมีแมลงเข้าทำลายเท่าๆ กัน หากพืชพันธุ์ใดถูกแมลงทำลายมาก แสดงว่ามีความต้านทานต่อแมลงน้อย

3. ทนทานต่อแมลง (tolerance) คือความต้านทานที่เกิดจากความสามารถของพืชที่จะเจริญเติบโต ขยายพันธุ์ เพิ่มผลผลิต หรือซ่อมแซมส่วนที่เสียหายจากการทำลายของแมลง ซึ่งพบในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวที่ทนต่อหนอนกอสีครีม จะมีปฏิกิริยาชดเชยต่อการถูกทำลาย (Pathak, 1977 อ้างโดย ปริญญา, 2530) หรือ turnip ที่ถูกหนอนใยผัก (*Plutella macolipenis*) เข้ากัดกินใบ แต่เส้นใบยังคงอยู่ สามารถที่จะเจริญเติบโต และมีอายุยาวนานกว่าปกติ เพื่อชดเชยพื้นที่ใบที่เสียไป (ธีระและวัชรินทร์, 2543) ซึ่งจากลักษณะความต้านทานแบบทนทานต่อแมลง จึงทำให้สามารถประเมินความต้านทานแมลงได้ โดยศึกษาจากส่วนของพืชที่ถูกทำลาย เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของผลผลิต หรือระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้น (Smith *et al*., 1994) นอกจากนี้การศึกษาจำนวนประชากรของแมลงที่เข้าทำลายพืชในแต่ละสายพันธุ์ และตรวจวัดผลผลิต หรือเปอร์เซ็นต์ที่แมลงรอดตายก็เป็นส่วนหนึ่งของความต้านทานแบบทนทานต่อแมลง (Davis *et al.*,1984)

5. การศึกษายีน และการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาว และถั่วพุ่มให้ต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว

จากการศึกษาความต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงในพืช พบว่า สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ และอาจถูกควบคุมด้วยยีนตั้งแต่ 1 คู่, 2 คู่, 3 คู่ หรือ ยีนหลายๆ คู่ ยีนต้านทานอาจเป็นยีนเด่น หรือยีนด้อย และการแสดงออกของยีนอาจเป็นแบบบวก หรือแบบข่ม(บุญหงษ์, 2548) สำหรับการศึกษายีนที่เกี่ยวกับเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาว และถั่วพุ่ม International Institute of Tropical Agriculture (1982) รายงานว่าลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วพุ่มควบคุมด้วยยีนเด่นเพียง 1 คู่ สอดคล้องกับรายงานของ Pathak (1988) ที่รายงานว่ายีนต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วพุ่มเป็นยีนคู่เดียว และกำหนดชื่อว่า *Rac 1* และ *Rac 2* ส่วน Githiri และคณะ (1996) ศึกษาการถ่ายทอดพันธุกรรมของการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ โดยผสมข้ามระหว่างถั่วพุ่มพันธุ์ต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว 8 สายพันธุ์ คือพันธุ์ ICV10, ICV11, ICV12, IT82E – 25, TVU 310, IT87S – 1394, IT87S – 1459 และ IT84S – 2246 กับพันธุ์ TVU946 ซึ่งอ่อนแอต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่า ยีน

ควบคุมการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วมีเพียง 1 คู่ และเป็นยีนเด่น เนื่องจากอัตราส่วนของต้นต้านทานต่อต้นอ่อนแอในลูกผสมชั่วที่ 2 และ ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ (อ่อนแอ) มีค่าเท่ากับ 3 : 1 และ 1 : 1 ตามลำดับ

วิธีการดำเนินงานและผลการวิจัย

1. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานเพลี้ยอ่อนโดยวิธีมาตรฐาน

1.1 ทดสอบความต้านทานเพลี้ยอ่อนในแปลงและในโรงเรือนตาข่าย

รายงานผลแล้วในรายงานฉบับสมบูรณ์การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานแมลงศัตรู phase 1

1.2 ผสมข้ามระหว่างพันธุ์ต้านทานและพันธุ์คัดม.อ. เพื่อย้ายลักษณะต้านทานเข้าสู่พันธุ์ที่ต้องการปรับปรุง

รายงานผลแล้วในรายงานฉบับสมบูรณ์การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานแมลงศัตรู phase 1

1.3 ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่เพื่อประเมินการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว

<u>วิธีการ</u>

เพื่อทดสอบการต้านทานเพลี้ยอ่อนของพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1 ภายใต้สภาพเรือนตาข่าย โดยปลูกในแปลง ทำการปล่อยเพลี้ยอ่อนที่เลี้ยงไว้และมีขนาดโตเต็มที่จำนวน 5 ตัวต่อต้น บริเวณใบประกอบคู่ที่ 2 นับจากยอด (Annan *et al*, 1995) โดยปล่อยเพลี้ยอ่อนเมื่อต้นถั่วมีอายุ 21 วัน หลังจากนั้นบันทึกปริมาณเพลี้ยอ่อนที่เพิ่มทุกๆ 5 วัน และเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายทุก ๆ สัปดาห์ การนับจำนวนเพลี้ยอ่อนนั้นทำได้โดยการนับจำนวนเพลี้ยอ่อนทุกตัว บริเวณใบ ลำต้น และยอด ส่วนเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายนั้น ให้คะแนนเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายตั้งแต่ 0 – 4 ตามวิธีของ Ortman and Peter (1980) คือ

ระดับ 0 หมายถึง บริเวณใบและยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย <10 %
ระดับ 1 หมายถึง บริเวณใบและยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย 10 – 25 %
ระดับ 2 หมายถึง บริเวณใบและยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย 26 – 50 %
ระดับ 3 หมายถึง บริเวณใบและยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย 51 – 75 %
ระดับ 4 หมายถึง บริเวณใบและยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย > 75 %

บันทึกจำนวนต้นถั่วที่ถูกเพลี้ยอ่อนเข้าทำลาย เพื่อนำข้อมูลมาคำนวณหาระดับความรุนแรงเฉลี่ย และศึกษาลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนของสายพันธุ์ต่างๆเพื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์คัด – มอ.ที่เป็นพันธุ์ควบคุม โดยคำนวณระดับความรุนแรงจากสูตร

$$\text{ระดับความรุนแรง} = \frac{\text{ระดับคะแนนเฉลี่ยที่ประเมินจากสายตา X จำนวนต้นที่เพลี้ยอ่อนทำลาย}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

หลังจากนั้นประเมินการต้านทานเพลี้ยอ่อนจากระดับคะแนนความรุนแรง ดังนี้

ระดับความรุนแรง 0 = ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

ระดับความรุนแรง <1 = ทนทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

ระดับความรุนแรง 1-1.9 = ค่อนข้างทนทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

ระดับความรุนแรง 2-2.9 = ค่อนข้างอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

ระดับความรุนแรง >2.9-4 = อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

ผลการทดลอง

1.3.1. จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในกลุ่มประชากรพ่อ แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1

จากการเปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วหลังจากมีการปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วจำนวน 5 ตัวต่อต้น ที่อายุ 5 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า เพลี้ยอ่อนถั่วมีจำนวนเพิ่มขึ้นในทุกสายพันธุ์ (ตารางที่ 1) โดย 1 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่า พันธุ์ IT82E – 16 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วต่อต้นน้อยที่สุดเพียง 21.67 ตัวต่อต้น รองลงมาคือลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว 23.33 ตัวต่อต้น ส่วนพันธุ์พ่อ และลูกผสมคู่อื่นๆ มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นพันธุ์คัด – ม.อ. ที่มีจำนวนเพลี้ยอ่อนมากกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 2 และ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่า พันธุ์ต้านทาน หรือพันธุ์ทนทาน (พันธุ์พ่อ) และลูกผสมคู่ต่างๆ มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วน้อยกว่า พันธุ์คัด – ม.อ. ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วง 4 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเช่นกัน โดยพันธุ์คัด – ม.อ. มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วต่อต้นสูงสุด คือ 4,125 ตัวต่อต้น ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วบนต้นน้อยที่สุดเพียง 1,286 ตัวต่อต้น รองลงมาคือ พันธุ์ IT82E – 16 พันธุ์เขาหินซ้อน และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว 1,300 1,643 และ 1,650 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ส่วนประชากรอื่นๆ มีปริมาณเพลี้ยอ่อนถั่วแตกต่างกันระหว่าง 1,680 – 1825 ตัวต่อต้น

ตารางที่ 1 การเพิ่มของจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ 4 คู่ผสมในช่วง 1 – 4 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

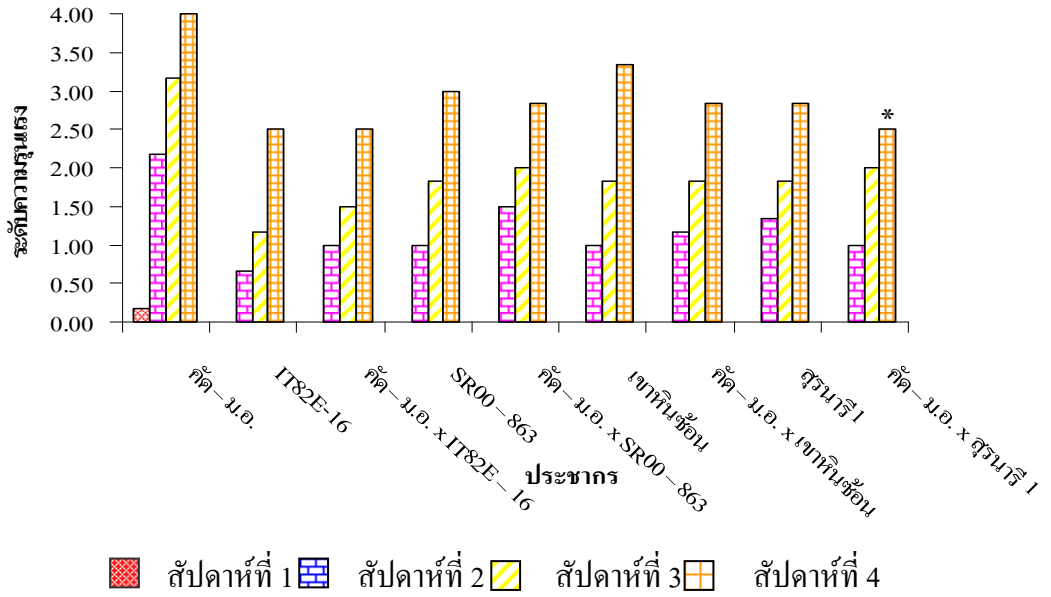
กลุ่มประชากร (พันธุ์)	จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว (หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน)			
	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4
พันธุ์คัด – ม.อ.	62.33	425.80	3,925.00	4,125.00
พันธุ์IT82E – 16	21.67	75.70	876.70	1,300.00
ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างคัด – ม.อ. x IT82E – 16	25.33	77.50	1,040.00	1,286.00
พันธุ์SR_{00} – 863	28.67	116.20	1,590.00	1,749.00
ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างคัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	31.17	138.70	1,686.70	1,750.00
พันธุ์เขาหินซ้อน	29.00	68.30	1,315.00	1,643.30
ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างคัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	23.33	79.80	1,331.70	1,650.00
พันธุ์สุรนารี1	29.33	91.70	1,583.30	1,680.00
ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างคัด – ม.อ. x สุรนารี 1	31.67	112.50	1,790.00	1,825.00
F – test	*	*	*	*
$LSD_{0.05}$	12.00	223.64	906.99	798.70
C.V. (%)	24.88	48.96	19.14	11.72

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

1.3.2. ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในกลุ่มประชากรพ่อ แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1

จากการศึกษาระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วระหว่างพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า ระดับการทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วเพิ่มขึ้นจาก 0 คะแนน จนมีคะแนนสูงสุดที่ 4 คะแนน โดย 1 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน ไม่พบการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในทุกกลุ่มประชากร ยกเว้น พันธุ์คัด – ม.อ. เริ่มพบการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว (ระดับความรุนแรง 0.17 คะแนน) (รูปที่ 1) ช่วง 2 และ 3 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่า ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในพันธุ์คัด – ม.อ. มีค่าเท่ากับ 2.17 และ 3.17 คะแนน ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ IT82E – 16 มีระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วน้อยที่สุดเพียง 0.67 และ 1.17 คะแนน ตามลำดับ รองลงมา คือ ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 และพันธุ์เขาหินซ้อน ตามลำดับ และ 4 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่า ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะพันธุ์คัด – ม.อ. มีระดับความรุนแรงการ

เข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วสูงสุดคือ 4 คะแนน ในขณะที่พันธุ์ IT82E – 16 ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 มีระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วน้อย และใกล้เคียงกันคือ 2.50 คะแนน



รูปที่ 1 ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรพ่อ แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 (ระดับความรุนแรงที่สัปดาห์ที่ 1 = 0 ในทุกประชากรยกเว้นพันธุ์คัดม.อ.)

1.3.3. ลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1

ลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ซึ่งศึกษาและวิเคราะห์ภายใต้การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด พบว่า ผลผลิตต่อต้นของลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าสูงกว่าพันธุ์พ่อพันธุ์แม่ โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 57.67 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ที่มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 25.74 และ 7.25 กรัม ตามลำดับ ลักษณะฝักต่อต้น พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีจำนวนฝักเท่ากับ 4.17 ฝักต่อต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ที่มีจำนวนฝักต่อต้น 3.33 และ 0.50 ฝัก ตามลำดับ ดอกแรกบาน พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ออกดอกเร็วกว่าพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ โดยใช้เวลาในการออกดอกบานเพียง 42 วัน ซึ่งวันออกดอกบานมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับลักษณะความยาวฝัก ส่วนลักษณะเมล็ด

ต่อฝัก และน้ำหนักต่อฝัก พบว่า พันธุ์ IT82E – 16 (พ่อ) มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักต่อฝักน้อยที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แม่ และ ลูกผสมชั่ว 1 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. IT82E – 16 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. กับพันธุ์IT82E – 16 ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด

กลุ่มประชากร	องค์ประกอบของผลผลิต					
	ดอกแรกบาน (วัน)	ฝักต่อต้น (ฝัก)	ความยาวฝัก เซนติเมตร)	เมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)	น้ำหนักต่อฝัก (กรัม)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)
แม่ (คัด – ม.อ.)	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
พ่อ (IT82E – 16)	45.83	3.33	20.06	11.25	7.73	25.74
ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)	41.60	4.17	30.92	21.20	13.83	57.67
F – test	*	*	*	ns	ns	*
$LSD_{0.05}$	6.07	2.81	9.58	14.20	8.77	45.25
C.V. (%)	5.22	17.71	11.11	24.45	22.03	25.37

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตจากคู่ผสมระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 พบว่า ผลผลิตต่อต้นของลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าสูงกว่าพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 มีผลผลิตเท่ากับ 45.97 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์พ่อ – แม่ที่มีผลผลิตเท่ากับ 32.53 และ 7.25 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ลักษณะฝักต่อต้น พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีจำนวนฝักเท่ากับ 3.17 ฝักต่อต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ที่มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 2.33 และ 0.50 ฝัก ตามลำดับ ลักษณะวันดอกแรกบาน พบว่า พันธุ์แม่ (คัด – ม.อ.) มีค่าสูงสุดคือ 49 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับ พันธุ์ SR_{00} – 863 และ ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีวันดอกแรกบานเท่ากัน คือ 47 วัน ลักษณะน้ำหนักต่อฝัก พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ (ตารางที่ -3) โดยน้ำหนักต่อฝักของลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า มีค่าเท่ากับ 14.50 กรัม

ตารางที่ 3 องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. SR_{00} – 863 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. กับพันธุ์SR_{00} – 863 ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด

กลุ่มประชากร	องค์ประกอบของผลผลิต					
	ดอกแรกบาน (วัน)	ฝักต่อต้น (ฝัก)	ความยาวฝัก เซนติเมตร)	เมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)	น้ำหนักต่อฝัก (กรัม)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)
แม่ (คัด – ม.อ.)	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
พ่อ (SR_{00} – 863)	47.00	2.33	29.95	16.00	13.96	32.53
ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)	47.00	3.17	38.00	14.50	14.50	45.97
F – test	ns	ns	ns	ns	*	*
$LSD_{0.05}$	3.46	3.35	12.71	4.71	0.51	19.81
C.V. (%)	3.94	18.65	14.44	4.68	17.98	15.57

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน พบว่า ผลผลิตต่อต้นของลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าสูงกว่าพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ โดยลูกผสมชั่วที่ 1 มีผลผลิตเท่ากับ 100.27 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ที่มีผลผลิตเท่ากับ 55.95 และ 7.25 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ลักษณะฝักต่อต้น พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีจำนวนฝัก 4.83 ฝักต่อต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ที่มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 4.67 และ 0.50 ฝัก ตามลำดับ ลักษณะดอกแรกบาน พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีวันดอกแรกบานเท่ากับ 44 วัน ส่วนพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ มีอายุดอกแรกบานเท่ากับ 41 และ 49 วัน ตามลำดับ ส่วนลักษณะความยาวฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักต่อฝัก พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างลูกผสมชั่วที่ 1 กับ พันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. เขาหินซ้อน และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. กับพันธุ์เขาหินซ้อน ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด

กลุ่มประชากร	องค์ประกอบของผลผลิต					
	ดอกแรกบาน (วัน)	ฝักต่อต้น (ฝัก)	ความยาวฝัก เซนติเมตร)	เมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)	น้ำหนักต่อฝัก (กรัม)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)
แม่ (คัด – ม.อ.)	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
พ่อ (เขาหินซ้อน)	40.16	4.67	26.76	9.80	11.98	55.95
ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)	43.80	4.83	43.15	16.60	20.76	100.27
F – test	*	ns	*	*	*	*
$LSD_{0.05}$	7.50	4.36	5.37	4.65	7.82	67.56
C.V. (%)	6.36	17.80	6.77	12.29	15.02	29.59

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 พบว่า ผลผลิตต่อต้นของลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อ และพันธุ์แม่ โดยลูกผสมชั่วที่ 1 มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 62.24 กรัม ส่วนพันธุ์พ่อมีผลผลิตต่อต้นมากที่สุดคือ 82.80 กรัมต่อต้น ลักษณะฝักต่อต้น พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีจำนวนฝักเท่ากับ 2.00 ฝักต่อต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์แม่แต่น้อยกว่าพันธุ์พ่อที่มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 0.50 และ 6.33 ฝัก ตามลำดับ ส่วนลักษณะวันดอกแรกบาน พบว่า พันธุ์คัด – ม.อ. (แม่) มีค่าเท่ากับ 49 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับ พันธุ์สุรนารี 1 (พ่อ) และลูกผสมชั่วที่ 1 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพันธุ์คัด – ม.อ. สุรนารี 1 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. กับพันธุ์สุรนารี 1 ภายใต้สภาพการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในโรงเรือนตาข่ายปิด

กลุ่มประชากร	องค์ประกอบของผลผลิต					
	ดอกแรกบาน (วัน)	ฝักต่อต้น (ฝัก)	ความยาวฝัก เซนติเมตร)	เมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)	น้ำหนักต่อฝัก (กรัม)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)
แม่ (คัด – ม.อ.)	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
พ่อ (สุรนารี 1)	42.40	6.33	33.25	10.00	13.08	82.80
ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)	48.00	2.00	40.63	16.40	31.12	62.24
F – test	ns	*	ns	*	*	*
$LSD_{0.05}$	7.28	5.57	9.57	3.78	14.62	47.76
C.V. (%)	4.00	19.06	15.73	4.28	11.12	28.46

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

<u>วิจารณ์ผลการทดลอง</u>

เมื่อนำลูกผสมกลุ่มต่างๆ ปลูกเปรียบเทียบการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วพบว่า มีค่าแตกต่างกัน สอดคล้องกับ Atiri และ Thottappilly (1985) และ Alabi *et al.* (2003) ที่เปรียบเทียบการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วพุ่มระหว่างพันธุ์อ่อนแอ (aphid – susceptible) และพันธุ์ต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว (aphid – resistant) พบว่า ถั่วพุ่มพันธุ์อ่อนแอมีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วต่อต้นสูงกว่าพันธุ์ต้านทานอย่างชัดเจน ส่วนความรุนแรงของการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว ให้ผลในลักษณะเดียวกัน คือ พันธุ์อ่อนแอมีระดับความรุนแรงสูงกว่าพันธุ์ต้านทาน (Jayappa and Lingappa, 1988a)

จากผลการประเมินการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในลูกผสมชั่วที่ 1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ โดยประเมินจาก 2 ลักษณะ คือ จำนวนเพลี้ยอ่อน และความเสียหายจากการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วต่อต้น พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีแนวโน้มต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว โดยมีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว และคะแนนการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทาน แสดงว่าลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วน่าจะเป็นลักษณะเด่น อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วนับได้ว่ามีผลต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วย ในการประเมินครั้งนี้ทำการปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วที่ต้นพืชอายุ 5 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า แม้จะมีการเข้าทำลายให้พืชเสียหาย แต่ต้นพืชส่วนใหญ่ยังสามารถให้ผลผลิตได้ แม้ผลผลิตอาจต่ำก็ตาม Benchasri และ Nualsri (2008) ทดสอบเปรียบเทียบความเสียหายของต้นถั่วฝักยาว และถั่วพุ่มเมื่อมีการปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วในช่วง 3 และ 5 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า การปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วที่ระยะ 3 สัปดาห์หลังปลูก ต้นถั่วจะถูกเพลี้ยอ่อนถั่ว

เข้าทำลายอย่างรวดเร็ว และไม่สามารถให้ผลผลิตได้ ส่วนการปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วที่ 5 สัปดาห์หลังปลูก มีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วน้อยกว่า และต้นยังสามารถให้ผลผลิตได้แม้จะน้อยก็ตาม สอดคล้องกับ Ofuya (1989) ที่รายงานว่าหากมีการปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว (*A. craccivora*) ในระยะกล้าจะทำให้ต้นกล้าแคระแกร็น และมักจะตายในที่สุด แต่หากแมลงเข้าทำลายในระยะหลังออกดอกจะมีผลทำให้ผลผลิตฝักสด และเมล็ดลดลง การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วจึงมีผลโดยตรงต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของถั่วพุ่ม และถั่วฝักยาว ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการเข้าทำลายในระยะเวลาที่นานกว่า 10 วัน จะทำให้การเจริญเติบโตและกระบวนการหายใจของพืชลดลง (Hawkins *et al.*, 1986) นอกจากนี้โอกาสที่จะชักนำโรคที่เกิดจากไวรัสที่มีเพลี้ยอ่อนถั่วเป็นพาหะยิ่งมากขึ้น

. 1.4. ปลูกลูกผสมชั่วที่ 2 ,3,4 และคัดเลือกพันธุ์แบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น

ปลูกต้น F1 เพื่อสร้างลูกผสมชั่ว F2 จาก 4 คู่ผสมคือ

คัดม.อ. x IT82E-16

คัดม.อ. x เขาหินซ้อน

คัดม.อ. x SR00-863

คัดม.อ. x สุรนารี 1

โดยการปลูกในกระถาง ไม่มีการคัดเลือก แต่เก็บเมล็ดจากทุกต้นต้นละ 10 เมล็ด (ในทางปฏิบัติเก็บ 10 เมล็ดเพื่อความมั่นใจว่ามีเมล็ดเพียงพอ หากเกิดมีบางต้นตาย)

<u>ผลการทดลอง</u>

จะรายงานผลการทดลองในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ phase -3

1.5. การถ่ายทอดพันธุกรรมของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในพันธุ์พ่อ แม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ

<u>วิธีการ</u>

ปลูกถั่วฝักยาว และถั่วพุ่ม พันธุ์พ่อ พันธุ์แม่จำนวน 5 สายพันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และแปลงทดลองสถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติอำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา เพื่อสร้างกลุ่มประชากรต่างๆ ประกอบด้วย ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ

ปลูกถั่วฝักยาว และถั่วพุ่มพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ และลูกผสมทั้งหมด (P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1 และ BC_2) ของแต่ละคู่ผสมแยกชุดในเรือนตาข่ายปิด กว้าง 20 เมตร ยาว 22 เมตร และสูง 2.5 เมตร ณ แปลงทดลอง ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

โดยแต่ละคู่ผสมประกอบด้วย

พันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ประชากรละ 4 แปลง

ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ ประชากรละ 6 แปลง

ลูกผสมชั่วที่ 2 ปลูก 25 แปลง

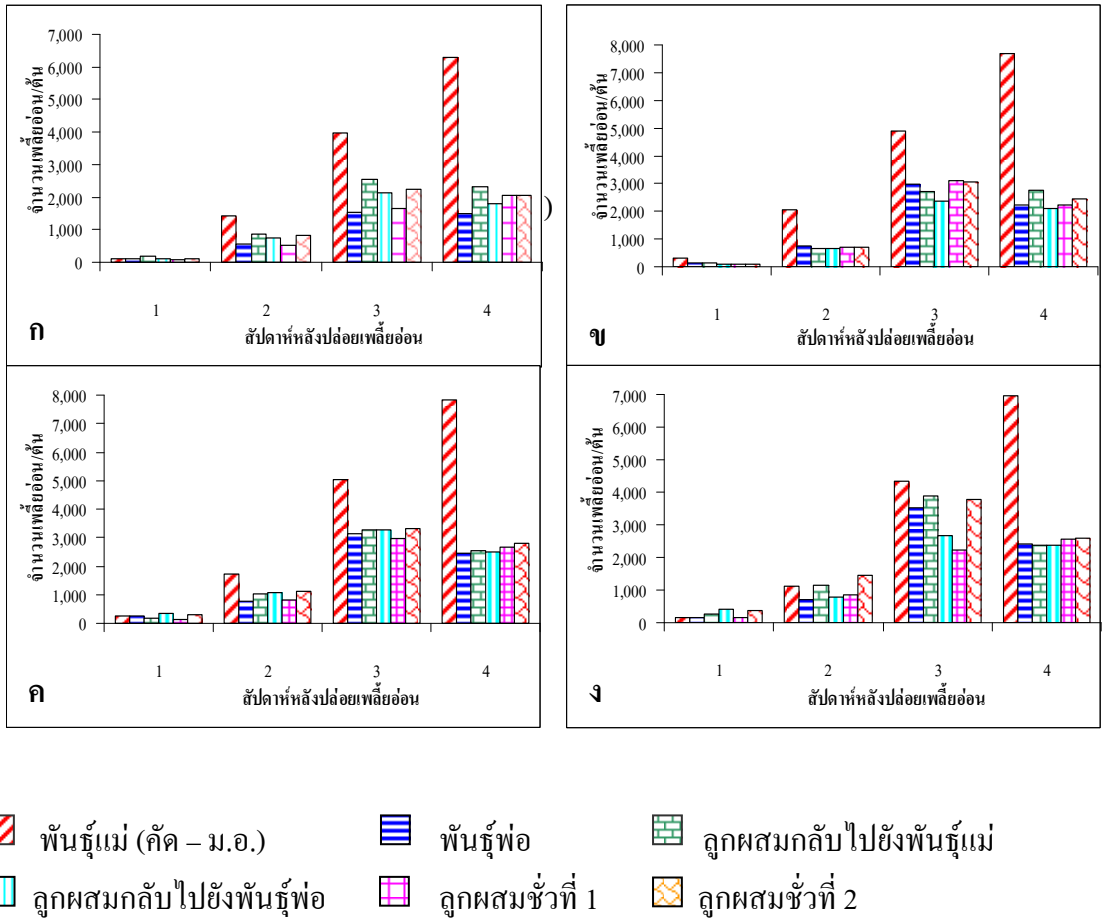
โดยแต่ละแปลงปลูกเป็นแถวเดี่ยวจำนวน 6 ต้นต่อแถว ระยะระหว่างต้น 70 เซนติเมตร ระหว่างแถว 70 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ เมื่อถั่วมีอายุ 3 สัปดาห์ ปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วจำนวน 5 ตัวต่อต้น ศึกษาการเพิ่มจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว การเพิ่มระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว ค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วกับระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว การกระจายตัวระดับคะแนนการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ และจำนวนคู่ของยีนที่ควบคุมลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว

<u>ผลการทดลอง</u>

1.5.1 การเพิ่มจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในแต่ละกลุ่มประชากรหลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว 1 – 4 สัปดาห์

ผลการศึกษาจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วจากกลุ่มประชากร พ่อ แม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่และพ่อ (BC_1, BC_2) จากถั่ว 4 คู่ผสม พบว่า แต่ละคู่ผสมมีการเพิ่มขึ้น

ของจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในกลุ่มประชากรต่างๆ แตกต่างกัน ตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 4 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน โดยเฉพาะ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน เป็นช่วงที่มีการเพิ่มจำนวนของเพลี้ยอ่อนถั่วอย่างรวดเร็วในทุกคู่ผสม และการเพิ่มขึ้นของเพลี้ยอ่อนถั่วมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน คือ พันธุ์คัด – ม.อ. ซึ่งอ่อนแอต่อเพลี้ยอ่อนถั่วมีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วต่อต้นสูงกว่าพันธุ์พ่อ และลูกผสมทุก



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้นในถั่ว 4 คู่ผสม

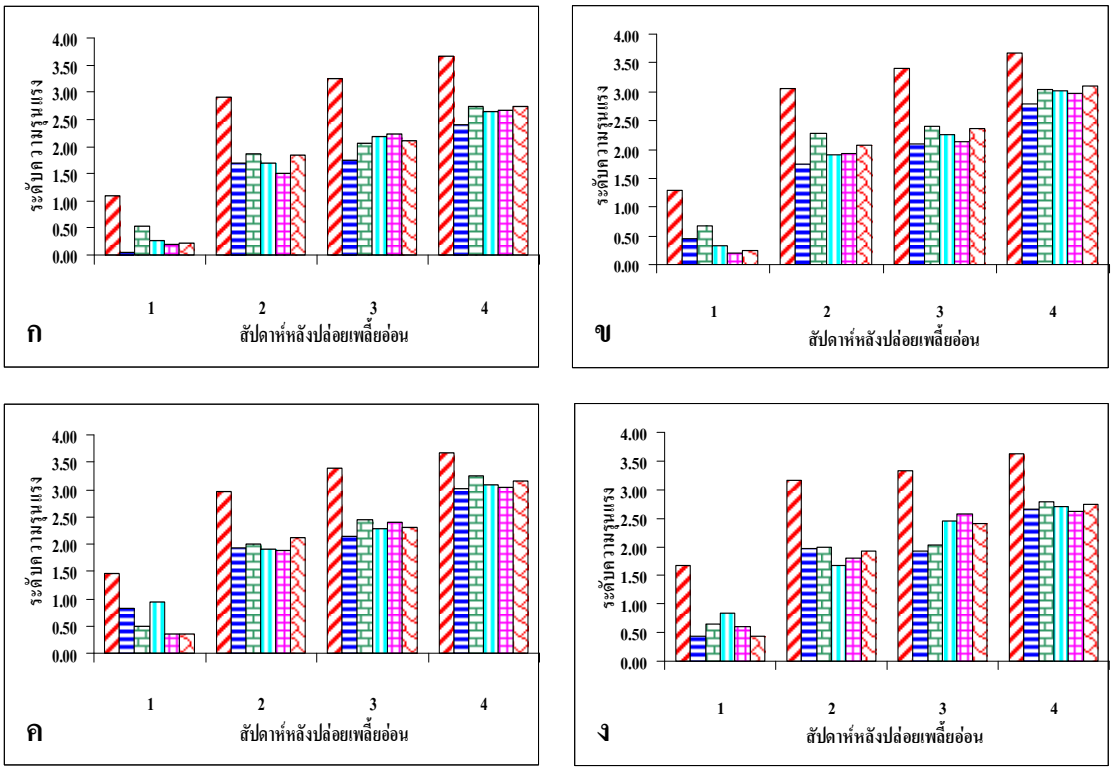
ก. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 ข. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863

ค. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน ง. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1

1.5.2 การเพิ่มระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในแต่ละกลุ่มประชากรหลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว 1 – 4 สัปดาห์

จากการศึกษาระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาว และ ถั่วพุ่ม กลุ่มประชากรต่างๆ พบว่า ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว สอดคล้องกับจำนวน

เพลี้ยอ่อนถั่วต่อต้น โดยพันธุ์คัด – ม.อ. มีระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วสูงสุด ในขณะที่พันธุ์พ่อ และลูกผสมกลุ่มต่างๆ (ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่) มีระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วน้อยกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 พบว่า พันธุ์ IT82E – 16 มีระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วน้อยกว่าอย่างชัดเจน (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้นในถั่ว 4 คู่ผสม

ก. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 ข. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863

ค. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน ง. คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1

1.5.3 ค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในแต่ละกลุ่มประชากร ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

จากการศึกษา และเปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่า พันธุ์คัด – ม.อ. ซึ่งอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วมี

จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วต่อต้นสูงที่สุด (ตารางที่ 6) โดยมีค่าเฉลี่ย 3,959 ตัวต่อต้น ในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 มีจำนวน 4,897 5,042.70 และ 4,329 ตัวต่อต้น ในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน และคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์พ่อมีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว 1,517 – 3,529.30 ตัวต่อต้น โดยสายพันธุ์ IT82E – 16 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วน้อยที่สุด

ตารางที่ 6 จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วในกลุ่มประชากรต่างๆ ของถั่ว 4 คู่ผสมที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

คู่ผสม	ค่าเฉลี่ยของจำนวนเพลี้ยอ่อนที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน(ตัว/ต้น)			
	คัด – ม.อ. x IT82E – 16	คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	คัด – ม.อ. x สุรนารี 1
พันธุ์แม่	3,959.00	4,897.00	5,042.70	4,329.00
พันธุ์พ่อ	1,517.00	2,958.50	3,125.80	3,529.30
ลูกผสมชั่วที่ 1	1,651.20	3,081.80	2,969.20	2,225.30
ลูกผสมชั่วที่ 2	2,259.00	3,115.60	3,302.60	3,796.20
ผสมกลับแม่	2,531.80	2,696.70	3,272.00	3,905.70
ผสมกลับพ่อ	2,145.30	2,375.00	3,251.30	2,660.70
F – test	*	*	*	*
$LSD_{0.05}$	477.96	599.40	521.83	639.01
C.V. (%)	24.22	28.42	26.82	25.34

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

1.5.4 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในแต่ละกลุ่มประชากร ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน

เมื่อเปรียบเทียบความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่า พันธุ์คัด – ม.อ. มีระดับความรุนแรงเท่ากับ 3.25 – 3.40 ส่วนพันธุ์พ่อทั้ง 4 คู่ผสมมีระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว 1.75 – 2.14 โดยพันธุ์ IT82E – 16 และพันธุ์สุรนารี 1 มีค่าระดับความรุนแรงต่ำกว่า 2.00 (1.75 และ 1.93 ตามลำดับ) ส่วนลูกผสมชั่วต่างๆ และลูกผสมกลับทั้ง 4 คู่ผสม พบว่า มีความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วใกล้เคียงกัน (มีระดับคะแนน 2.08 – 2.58) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในกลุ่มประชากรต่างๆ ของถั่ว 4 คู่ผสมที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

คู่ผสม กลุ่มประชากร	ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว (คะแนน)			
	คัด – ม.อ. x IT82E – 16	คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	คัด – ม.อ. x สุรนารี 1
พันธุ์แม่	3.25	3.40	3.38	3.32
พันธุ์พ่อ	1.75	2.10	2.14	1.93
ลูกผสมชั่วที่ 1	2.25	2.13	2.40	2.58
ลูกผสมชั่วที่ 2	2.11	2.36	2.30	2.40
ผสมกลับแม่	2.26	2.45	2.48	2.08
ผสมกลับพ่อ	2.17	2.28	2.29	2.47
F – test	*	*	*	*
$LSD_{0.05}$	0.86	0.87	0.75	0.94
C.V. (%)	20.93	18.47	24.12	20.48

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

1.5.6 การกระจายตัวระดับคะแนนการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรแม่ พ่อ ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่และพ่อของถั่วฝักยาว และถั่วพุ่ม 4 คู่ผสม

ศึกษาการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วโดยสุ่มประเมินระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนจากสายตา พบว่า คะแนนการเข้าทำลายแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (รูปที่ 4)

รูปที่ 4 ระดับการประเมินการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว

ก. ระดับ 0 (น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์) ข. ระดับ 1 (10 – 25 เปอร์เซ็นต์)

ค. ระดับ 2 (26 – 50 เปอร์เซ็นต์) ง. ระดับ 3 (51 – 75 เปอร์เซ็นต์)

จ. ระดับ 4 (มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์) ฉ. การเข้าทำลาย 100 เปอร์เซ็นต์

การกระจายตัวของระดับคะแนนการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่า พันธุ์แม่ส่วนใหญ่มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในระดับ 2, 3 และ 4 ในขณะที่พันธุ์พ่อ มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในระดับต่ำกว่า (ระดับ 1, 2 และ 3) ส่วนลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า กราฟมีการกระจายตัว ตั้งแต่ระดับ 1 (ต่ำสุด) ถึงระดับ 4 (สูงสุด) ในขณะที่ประชากรกลุ่มอื่นๆ มีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

ประชากร	ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว				
	0	1	2	3	4
พันธุ์แม่ (คัด – ม.อ.)	0	0	3	9	8
พันธุ์พ่อ (IT82E-16)	0	6	13	1	0
ลูกผสมชั่วที่ 1	0	4	6	4	2
ลูกผสมชั่วที่ 2	0	39	79	25	4
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่	0	7	11	9	3
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ	0	9	10	8	3

การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของถั่วคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 พบว่า พันธุ์แม่มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วอยู่ในระดับสูง ในขณะที่พันธุ์พ่อมีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในระดับต่ำ ลูกผสมชั่วที่ 2 กราฟมีการกระจายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยระดับการเข้าทำลายที่ 1 คะแนน มีจำนวน 12 ต้น ระดับเข้าทำลายที่ 2, 3 และ 4 คะแนน มีจำนวน 82, 42 และ 12 ต้น ตามลำดับ ส่วนระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับมีค่าแตกต่างกัน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

ประชากร	ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว				
	0	1	2	3	4
พันธุ์แม่ (คัด – ม.อ.)	0	0	3	7	6
พันธุ์พ่อ (SR_{00} – 863)	0	5	9	6	1
ลูกผสมชั่วที่ 1	0	5	13	4	2
ลูกผสมชั่วที่ 2	0	12	82	42	12
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่	0	4	7	8	3
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ	0	6	9	7	3

การกระจายตัวของระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน พบว่า พันธุ์แม่มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วอยู่ในระดับสูง (ระดับ 2, 3 และ 4) ในขณะที่พันธุ์พ่อมีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในระดับต่ำ (ระดับ 1 – 3) ลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า กราฟมีการกระจายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยระดับเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วระดับ 1 มีจำนวน 11 ต้น ระดับเข้าทำลายที่ 2, 3 และ 4 คะแนน มีจำนวน 91 40 และ 12 ต้น ตามลำดับ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ และแม่มีค่าแตกต่างกัน (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

ประชากร	ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว				
	0	1	2	3	4
พันธุ์แม่ (คัด – ม.อ.)	0	0	1	8	7
พันธุ์พ่อ (เขาหินซ้อน)	0	2	8	4	0
ลูกผสมชั่วที่ 1	0	2	10	6	2
ลูกผสมชั่วที่ 2	0	11	91	40	12
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่	0	5	10	9	5
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ	0	8	13	10	4

การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วของถั่วคู่ผสม พันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 พบว่า พันธุ์แม่มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในระดับสูง ในขณะที่พันธุ์พ่อมีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในระดับต่ำ ลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า กราฟมีการกระจายตัวอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยระดับเข้าทำลาย 1 คะแนน มีจำนวน 6 ต้น ระดับเข้าทำลายที่ 2 คะแนน มีจำนวน 51 ต้น และระดับการทำลายที่ 3 และ 4 คะแนน พบว่า มีจำนวน 36 และ 7 ต้น ตามลำดับ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อและแม่ มีค่าแตกต่างกัน (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 การกระจายตัวของระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ ของคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 ที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

ประชากร	ระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว				
	0	1	2	3	4
พันธุ์แม่ (คัด – ม.อ.)	0	0	1	9	6
พันธุ์พ่อ (สุรนารี 1)	0	5	5	4	0
ลูกผสมชั่วที่ 1	0	2	8	7	3
ลูกผสมชั่วที่ 2	0	6	51	36	7
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่	0	11	14	8	3
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ	0	7	10	11	6

1.5.7 จำนวนคู่ของยีนที่ควบคุมลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว

การศึกษายีนต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วจากการวิเคราะห์ไค – สแควร์ระหว่างถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม พันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยอ่อนถั่วจำนวน 4 คู่ผสมที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 2 ของคู่ผสมระหว่างพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 มีจำนวนทั้งหมด 147 ต้น เป็นต้นต้านทานจำนวน 118 ต้น (0 – 2.0 คะแนน) และต้นอ่อนแอจำนวน 29 ต้น (2.1 – 4 คะแนน) (ตารางที่ 12) ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ซึ่งอ่อนแอต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่า มีทั้งหมด 30 ต้น เป็นต้นต้านทานจำนวน 18 ต้น ต้นอ่อนแอ จำนวน 12 ต้น ซึ่งทั้งลูกผสมชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ มีค่าสอดคล้องกับอัตราส่วน 3 : 1 (P = 0.140) และอัตราส่วน (1 : 1) (P = 0.273) ซึ่งเป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีน 1 คู่ ในขณะที่คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 มีต้นต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วจำนวน 94 ต้น และต้นอ่อนแอจำนวน 54 ต้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับอัตราส่วน 3 :1 (P = 0.001) ส่วนคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน และคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 ไม่พบอัตราส่วน 3:1 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 12 การกระจายตัวของอัตราส่วนระหว่างต้นต้านทานและต้นอ่อนแอในลูกผสมชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่

คู่ผสม	ประชากร	ต้นต้านทาน	ต้นอ่อนแอ	อัตราส่วน	$\chi 2$	*P*
คัด – ม.อ. x IT82E – 16	F_2	118	29	3 : 1	2.179	0.140
	BC_1	18	12	1 : 1	1.200	0.273
คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	F_2	94	54	3 : 1	10.414	0.001
	BC_1	11	11	1 : 1	0.000	1.000
คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	F_2	102	52	3 : 1	7.312	0.002
	BC_1	15	14	1 : 1	0.034	0.853
คัด – ม.อ. x สุรนารี 1	F_2	57	43	3 : 1	17.280	0.001
	BC_1	25	11	1 : 1	5.444	0.020

การศึกษาจำนวนยีนควบคุมลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วตามวิธีของ ไพศาล (2527) พบว่า การต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในคู่ผสมต่างๆ มีค่าต่างกัน โดยคู่ผสมคัด – ม.อ. x IT82E – 16 มียีนควบคุมการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว 1 คู่ ในขณะที่ถั่วอีก 3 คู่ผสมมียีนควบคุมการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วมากกว่า 1 คู่ โดยคู่ผสมคัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 และคู่ผสมคัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน มียีนควบคุมการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วเท่ากันคือ 3 คู่ ส่วนคู่ผสมคัด – ม.อ. x สุรนารี 1 พบว่าอาจมียีนควบคุมการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วมากถึง 4 คู่ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 จำนวนคู่ของยีนที่ควบคุมการต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว

คู่ผสม	ค่าเฉลี่ยพันธุ์แม่	ค่าเฉลี่ยพันธุ์พ่อ	วาเรียนซ์ลูกชั่วที่ 2	วาเรียนซ์ลูกชั่วที่ 1	จำนวนคู่ของยีน
คัด – ม.อ. x IT82E – 16	3.25	1.75	0.722	0.478	1.075
คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	3.4	2.1	0.520	0.441	2.676
คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	3.38	2.14	0.656	0.591	2.966
คัด – ม.อ. x สุรนารี 1	3.23	1.93	0.594	0.542	3.824

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว และระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วในประชากรกลุ่มต่างๆ จากถั่วฝักยาว และถั่วพุ่ม 4 คู่ผสม พบว่า แต่ละคู่ผสมมีการเพิ่มขึ้นของเพลี้ยอ่อนถั่ว และระดับความรุนแรงการทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว ตั้งแต่ 1 ถึง 4 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนในทิศทางเดียวกัน คือ พันธุ์คัด – ม.อ. ซึ่งอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วมีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว และความเสียหายสูงกว่าพันธุ์พ่อ ส่วนลูกผสมทุกกลุ่มประชากรมีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว และความเสียหายจากการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อ ดังนั้นยีนต้านทานเพลี้ยอ่อนน่าจะเป็นยีนเด่น

สำหรับการศึกษายีนควบคุมลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วพุ่ม Bata และคณะ (1987) พบว่า เป็นยีนคู่เดียว และให้สัญลักษณ์ของยีนต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วคือ *Rac* ในขณะที่ Pathak (1988) ศึกษาถั่วพุ่มพันธุ์ Tvu310, IVC10, IVC11 และ IVC12 พบว่า ยีนต้านทานในพันธุ์ Tvu310 และ IVC10 เป็นยีนเดียวกันคือ *Rac 1* และมีความแตกต่างจากพันธุ์ IVC11 และ IVC12 (ยีน *Rac 2*) โดยยีนทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน แต่ Ombakho และคณะ (1987) ให้สัญลักษณ์ยีนต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วพุ่มพันธุ์ ICV11 และ Tvu310 เป็นยีน *Ac1* และยีนต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วพันธุ์ ICV11 เป็นยีน *Ac2* Githiri และคณะ (1996) ศึกษาการถ่ายทอดพันธุกรรมของการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ โดยผสมข้ามระหว่างถั่วพุ่มพันธุ์ TVU946 ซึ่งอ่อนแอต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว กับพันธุ์ต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว 8 สายพันธุ์ และพบอัตราส่วนระหว่างต้นต้านทานต่อต้นอ่อนแอในลูกผสมชั่วที่ 2 และ ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ (อ่อนแอ) มีค่าเท่ากับ 3 : 1 และ 1 : 1 ตามลำดับ จึงสรุปว่ายีนต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วมีเพียงคู่เดียวและเป็นยีนเด่น นอกจากนี้แล้วยังมีผู้ศึกษาลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วพุ่ม และรายงานว่าเป็นทั้งแบบ antixenosis และ antibiosis (Ofuya, 1988) กนกอร (2551) ศึกษากลไกการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่ว 4 สายพันธุ์เดียวกัน และรายงานการต้านทานเป็นแบบ antixenosis เช่น ลักษณะการมีขนในพันธุ์ IT82E – 16 และสุรนารี 1 ที่อาจเป็นอุปสรรคในการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว หรือใบสีเขียวเข้มในพันธุ์ IT82E – 16 ที่ไม่ดึงดูดเพลี้ยอ่อนถั่วเท่ากับใบสีเขียวอ่อนของพันธุ์พืชที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลาย (คัด – ม.อ.) เป็นต้น

จากการทดสอบไคสแควร์ และจำนวนคู่ของยีนในลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่จากถั่ว 4 คู่ผสม พบว่า มีเพียงคู่ผสมเดียว คือคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 เท่านั้นที่ให้อัตราส่วนระหว่างต้นต้านทาน : ต้นอ่อนแอ เท่ากับ 3 : 1 และ 1 : 1 ตามลำดับ ในขณะที่คู่ผสมอื่นๆ ไม่เป็นไปตามอัตราส่วนนี้ แสดงว่ายีนต้านทานในพันธุ์ IT82E – 16 เป็นยีนคู่เดียว และเป็นยีนเด่น สอดคล้องกับที่มีผู้รายงานมาก่อนหน้านี้ แต่ไม่ทราบแน่ชัดว่าจะเป็นยีนตัวเดียวกับยีนต้านทานใน

ถั่วพุ่มพันธุ์อื่นๆ หรือไม่ ส่วนคู่ผสมอื่นๆ พันธุกรรมของยีนอาจมีความซับซ้อนมากกว่า หรืออาจเป็นไปได้ว่าพันธุ์ที่เหลืออีก 3 สายพันธุ์ คือพันธุ์SR_{00} – 863 เขาหินซ้อน และสุรนารี 1 อาจเป็นเพียงพันธุ์ที่อยู่ในระดับทนทานไม่ได้มีความต้านทานแท้จริง

1.6. การศึกษา gene effect และอัตราพันธุกรรมของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว

<u>วิธีการ</u>

ศึกษาการแสดงออกของยีน โดยการประเมินพารามิเตอร์ตามวิธีของ Mather และ Jinks (1977) ใช้ค่าเฉลี่ยของ 6 ชั่วรุ่นคือ

สายพันธุ์แม่ (P_1)

สายพันธุ์พ่อ (P_2)

ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)

ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ (BC_1)

ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ (BC_2)

ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2)

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่วรุ่นต่างๆ ในแต่ละคู่ผสมตามสัมประสิทธิ์ของพฤติกรรมการแสดงออกของยีนที่ปรากฏในสายพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ และลูกผสมชั่วต่างๆ ดังนี้

$$m = \frac{1}{2}\overline{P_1} + \frac{1}{2}\overline{P_2} + 4\overline{F_2} - 2\overline{BC_1} - 2\overline{BC_2}$$

$$d = \frac{1}{2}\overline{P_1} - \frac{1}{2}\overline{P_2}$$

$$h = -\frac{3}{2}\overline{P_1} - \frac{3}{2}\overline{P_2} - \overline{F_1} - 8\overline{F_2} + 6\overline{BC_1} + 6\overline{BC_1}$$

$$i = -4\overline{F_2} + 2\overline{BC_1} + 2\overline{BC_2}$$

$$j = -\overline{P_1} + \overline{P_2} + 2\overline{BC_1} - 2\overline{BC_2}$$

$$l = \overline{P_1} + \overline{P_2} + 2\overline{F_1} + 4\overline{F_2} - 4\overline{BC_1} - 4\overline{BC_2}$$

เมื่อ m แทน ค่ากึ่งกลางระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominance

d แทน อิทธิพลของยีนแบบผลบวก (additive gene effects)

h แทน อิทธิพลของยีนแบบข่ม (dominance gene effects)

i แทน ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวก (additive x additive gene effects)

j แทน ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม (additive x dominance gene effects)

l แทน ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่ม (dominance x dominance gene effects)

การทดสอบนัยสำคัญของอิทธิพลของยีน โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของค่าประเมินนั้นๆ ว่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือไม่ โดยการตรวจสอบค่า t โดย

$$t = \frac{X}{S_{\bar{x}}}$$

เมื่อ X แทน ค่าอิทธิพลของยีนแบบต่างๆ ที่คำนวณได้จากสมการข้างต้น

$S_{\bar{X}}$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประเมินตามปฏิกิริยาของยีนนั้นๆ เช่น การทดสอบนัยสำคัญของอิทธิพลของยีนแบบผลบวก ทดสอบได้โดยใช้ S_d

คำนวณจาก $\sqrt{\text{variance (d)}}$

เมื่อ $\text{var iance}(d) = \frac{1}{4}\bar{V_{P_1}} + \frac{1}{4}\bar{V_{P_2}}$

โดยที่ $\bar{V_{P_1}}$ และ $\bar{V_{P_2}}$ เป็น variance ของค่าเฉลี่ย P_1 และ P_2 ตามลำดับ

ศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad – sense heritability) เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วจากสูตร

$$H^2 = \frac{V_{F2} - (V_{p1} + V_{p2} + V_{F1})/3}{V_{F2}}$$

เมื่อ V_{P1}, V_{P2}, V_{F1}, V_{F2} คือ mean square ของ P_1, P_2, F_1 และ F_2 ตามลำดับ (Burton, 1951 อ้างโดย สุภาพร, 2535)

<u>ผลการทดลอง</u>

1.6.1. การแสดงออกของยีน

จากการศึกษาจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว และระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลทางพันธุกรรม พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีบทบาทสำคัญ และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในการควบคุมความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะจำนวน

เพลี้ยอ่อนถั่วที่อายุ 3 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน (ตารางที่ 14) เฉพาะคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 เท่านั้น ส่วนอีก 3 คู่ผสม คือ คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน และคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 อิทธิพลแบบผลบวกไม่มีนัยสำคัญ ในขณะที่อิทธิพลของยีนแบบข่มมีความสำคัญใน 2 คู่ผสมคือคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 และคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบข่มมีความสำคัญในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 และคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญเฉพาะคู่ผสมพันธุ์ คัด – ม.อ. x IT82E – 16 เท่านั้น และไม่พบนัยสำคัญทางปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกทั้ง 4 คู่ผสม

ตารางที่ 14 การแสดงออกของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว

Parameter	คู่ผสม			
	คัด – ม.อ. x IT82E – 16	คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	คัด – ม.อ. x สุรนารี 1
m	1042.823 ± 13.550**	1711.475 ± 12.236**	1467.122 ± 14.148*	2152.746 ± 21.545**
d	451.465 ± 3.146*	771.375 ± 4.135	478.346 ± 4.113	205.038 ± 4.524
h	-411.2811 ± 37.352*	-2934.225 ± 34.762	-65.091 ± 41.864**	7674.505 ± 52.845
i	-43.443 ± 13.549	-315.455 ± 11.954	-222.444 ± 14.316	3696.110 ± 14.330
j	-615.614 ± 6.178	-1185.811 ± 6.4354*	-1022.545 ± 7.445*	302.044 ± 7.598
l	-95.625 ± 24.744**	1948.181 ± 23.656	-1373.553 ± 27.312	-4029.548 ± 33.465

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 99 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติของการแสดงออกของยีนระหว่างยีนแบบผลบวกเพียงคู่ผสมเดียวคือคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 ขณะที่การแสดงออกของยีนข่มมีความสำคัญ 2 คู่ผสม คือ คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 และ คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งมีความสำคัญระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 และคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบข่มกับแบบข่มในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16

เท่านั้น ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติของปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบข่มกับแบบข่ม และปฏิสัมพันธ์แบบผลบวกกับแบบข่มทั้ง 4 คู่ผสม (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 การแสดงออกของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมระดับความรุนแรงการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน

Parameter	คู่ผสม			
	คัด – ม.อ. x IT82E – 16	คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	คัด – ม.อ. x สุรนารี 1
m	2.135 ± 1.647**	2.862 ± 0.523**	2.452 ± 0.559*	3.262 ± 0.542**
d	0.750 ± 0.119*	0.652 ± 0.130	0.616 ± 0.172	0.692 ± 0.150
h	0.734 ± 0.726**	-1.278 ± 1.159	-0.741 ± 0.573*	-2.769 ± 1.432
i	0.365 ± 0.231**	-0.114 ± 0.006	0.707 ± 0.531	-0.641 ± 0.353**
j	-1.367 ± 1.099	-0.987 ± 0.252	-1.461 ± 0.286	-2.225 ± 0.248
l	-0.040 ± 0.002**	0.5413 ± 0.490	0.7365 ± 0.078	2.090 ± 0.960

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 99 เปอร์เซ็นต์

1.6.2. อัตราพันธุกรรมของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว

การศึกษาอัตราพันธุกรรมของการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วแบบกว้างที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน (ตารางที่ 16) พบว่า อัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน และคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 โดยคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863 มีอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 28.898 เปอร์เซ็นต์ คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน มีอัตราพันธุกรรมของการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วเท่ากับ 36.733 เปอร์เซ็นต์ คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x สุรนารี 1 มีอัตราพันธุกรรมต่ำสุดคือ 22.209 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 คือคู่ผสมที่มีอัตราพันธุกรรมของการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่วสูงที่สุด คือ 55.941 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว

คู่ผสม	อัตราพันธุกรรม (เปอร์เซ็นต์)
คัด – ม.อ. x IT82E – 16	55.941
คัด – ม.อ. x SR_{00} – 863	28.898
คัด – ม.อ. x เขาหินซ้อน	36.733
คัด – ม.อ. x สุรนารี 1	22.209

วิจารณ์ผลการทดลอง

สำหรับการศึกษาการแสดงออกของยีนที่อายุ 3 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่า มีถั่วเพียงคู่ผสมเดียวที่แสดงลักษณะของยีนแบบบวก และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบผลบวกของลักษณะต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว คือ คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ให้ผลการทดลองในลักษณะคล้ายคลึงกับการศึกษาในแมลงชนิดอื่นๆ เช่น โกศล และพีระศักดิ์ (2530) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมการต้านทานต่อหนอนเจาะฝักในถั่วเหลือง 11 คู่ผสม พบว่า มีเพียง 3 คู่ผสมเท่านั้นที่แสดงลักษณะของยีนแบบบวก และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบผลบวก จึงแนะนำผลจากการแสดงออกของยีนในลักษณะนี้ ให้มีการปรับปรุงพันธุ์โดยการคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) แบบบันทึกประวัติ (pedigree method of selection) หรือแบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น (single seed descent) (พีระศักดิ์, 2526) ส่วนคู่ผสมที่ไม่แสดงลักษณะของยีนแบบบวก หรือไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบผลบวก ไม่สามารถนำมาคัดเลือกเพื่อเพิ่มความต้านทานแมลงได้ เพราะไม่พบความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างชั่วต่างๆ หรือความแปรปรวนเกิดจากยีนแบบไม่เป็นผลบวก (Distabanjong and Srinives, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบกว้าง เพราะหากมีความแปรปรวนอันเนื่องจากสิ่งแวดล้อมสูง ส่งผลต่อการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อพิจารณาอัตราพันธุกรรมพบว่า คู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 มีอัตราพันธุกรรมสูงที่สุด คือ 55.94 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ มีอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 22.21 – 36.73 เปอร์เซ็นต์ แต่การทดสอบครั้งนี้กระทำภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน ความแปรปรวนเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการแสดงออกในแต่ละลักษณะจึงเท่ากัน ดังนั้นค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่วัดได้ ในคู่ผสมพันธุ์คัด – ม.อ. x IT82E – 16 มีค่าสูงกว่าคู่ผสมอื่นๆ แสดงว่ามีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมดีกว่า (ปราโมทย์ และคณะ, 2547)

1.7 ปลูกลูกผสมชั่วที่ 2 และเริ่มต้นคัดเลือกพันธุ์แบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น

โดยทำการปลูกต้นชั่วที่2 ในแปลงปลูก ทำการเก็บเมล็ดจากแต่ละต้น ต้นละประมาณ 10-20 เมล็ด (ในทางปฏิบัติเก็บมากกว่า 1 เมล็ดต่อต้นเพื่อให้มั่นใจว่ามีเมล็ดเพียงพอ) ไม่ได้ทำการบันทึกลักษณะใดๆ ทั้งนี้เพื่อต้องการให้พืชเข้าสู่สภาพ homozygous ก่อนเพื่อคัดเลือกแบบบันทึกประวัติต่อไป

หมายเหตุ รายงานผลการวิจัยส่วนนี้เป็นต้นไปจะนำเสนอในรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานการเข้าทำลายของแมลงศัตรู phase 3

2. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงโดยการชักนำการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมา

<u>วิธีการ</u>

ฉายรังสีแกมมาให้กับเมล็ดถั่วฝักยาวพันธุ์คัด – ม.อ. โดยเครื่องฉายรังสีแกมมาที่มี Co-60 เป็นแหล่งกำเนิดรังสี รุ่น Theratron Phoenix [Co – 60] โดยใช้อัตราการปลดปล่อยรังสี 648.5 rad/นาที ณ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปริมาณรังสีที่ใช้คือ 25 35 45 50 และ 0 Krad (ชุดควบคุม) โดยฉายรังสีระดับละ 1,000 เมล็ด

2.1 . การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่ได้รับการฉายรังสี

นำเมล็ดที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ระดับต่าง ๆ และเมล็ดถั่วฝักยาวพันธุ์คัด – มอ. ที่ไม่ได้รับการฉายรังสี มาเพาะในถุงเพาะ ทำการเพาะเมล็ด 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด (ระดับรังสีละ 200 เมล็ด) หลังจากเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน ทำการตรวจนับเมล็ดงอก แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2. การปลูกต้นถั่วฝักยาวชั่ว M_1

นำเมล็ดถั่วฝักยาวพันธุ์คัด – ม.อ. ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ระดับต่าง ๆ ไปปลูกในถุงเพาะขนาดกว้าง 13 นิ้ว สูง 25 นิ้ว โดยปลูกถุงละ 2 เมล็ด เมื่อต้นกล้ามีอายุ 2 สัปดาห์ให้ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 และให้ซ้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ เปอร์เซ็นต์ความงอก บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการออกดอก (ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงวันดอกแรกบาน) และลักษณะผิดปกติที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (0 Krad) เก็บฝักถั่วฝักยาวที่สุกแก่เต็มที่ทุกฝัก จากทุกต้น

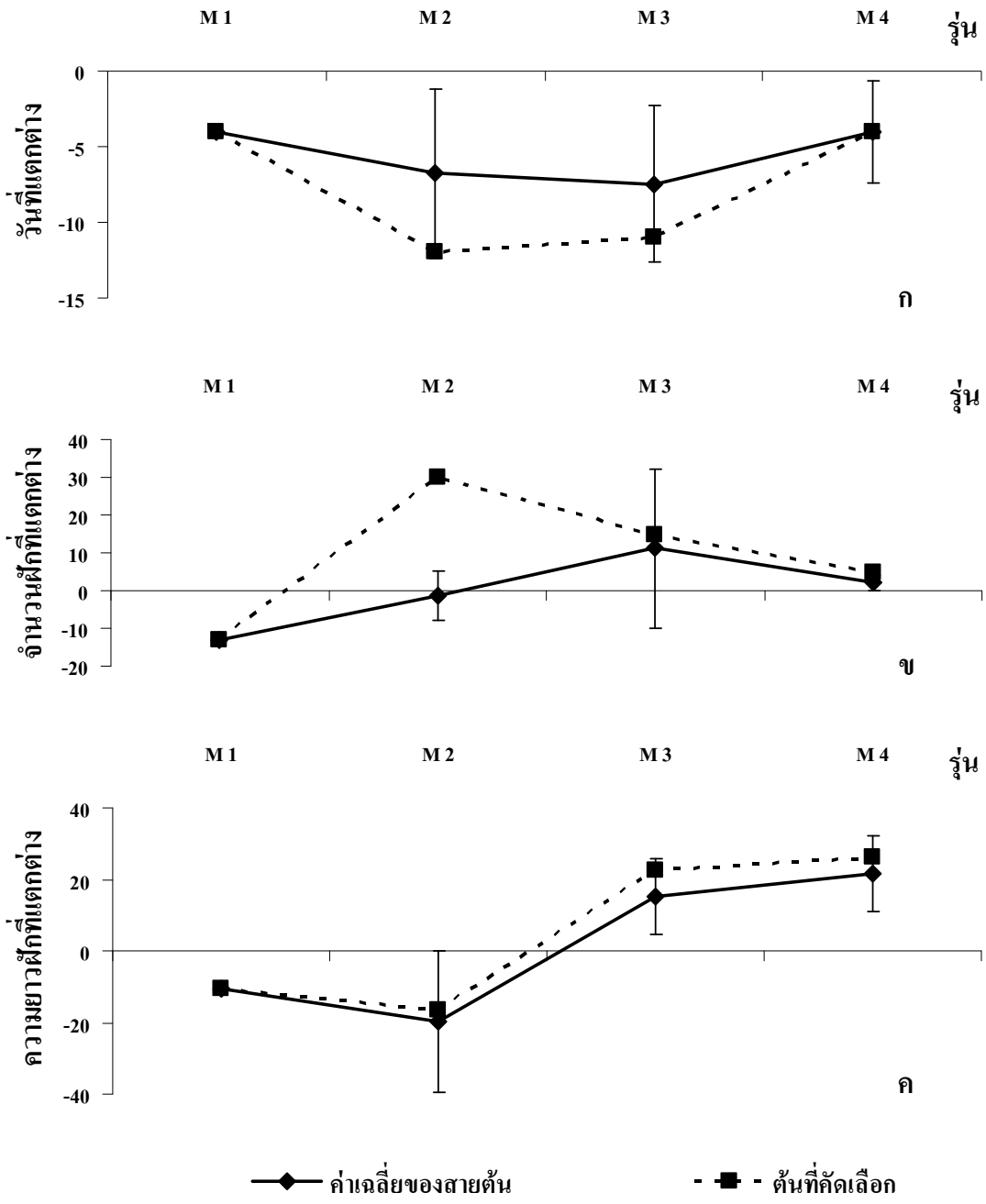
2.3. การปลูกต้นถั่วฝักยาวชั่ว M_2-M_4

นำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้จากชั่ว M_1 ทุกต้น ไปปลูกในแปลงทดลอง โดยปลูกแบบต้นต่อแถว ใช้การปลูกแบบแถวคู่ระยะระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร บันทึกเปอร์เซ็นต์ความงอก ระยะเวลาที่ใช้ในการออกดอก (เวลาตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงวันดอกแรกบาน) ความยาวฝัก จำนวนฝักต่อต้น และลักษณะผิดปกติที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ กับชุดควบคุม

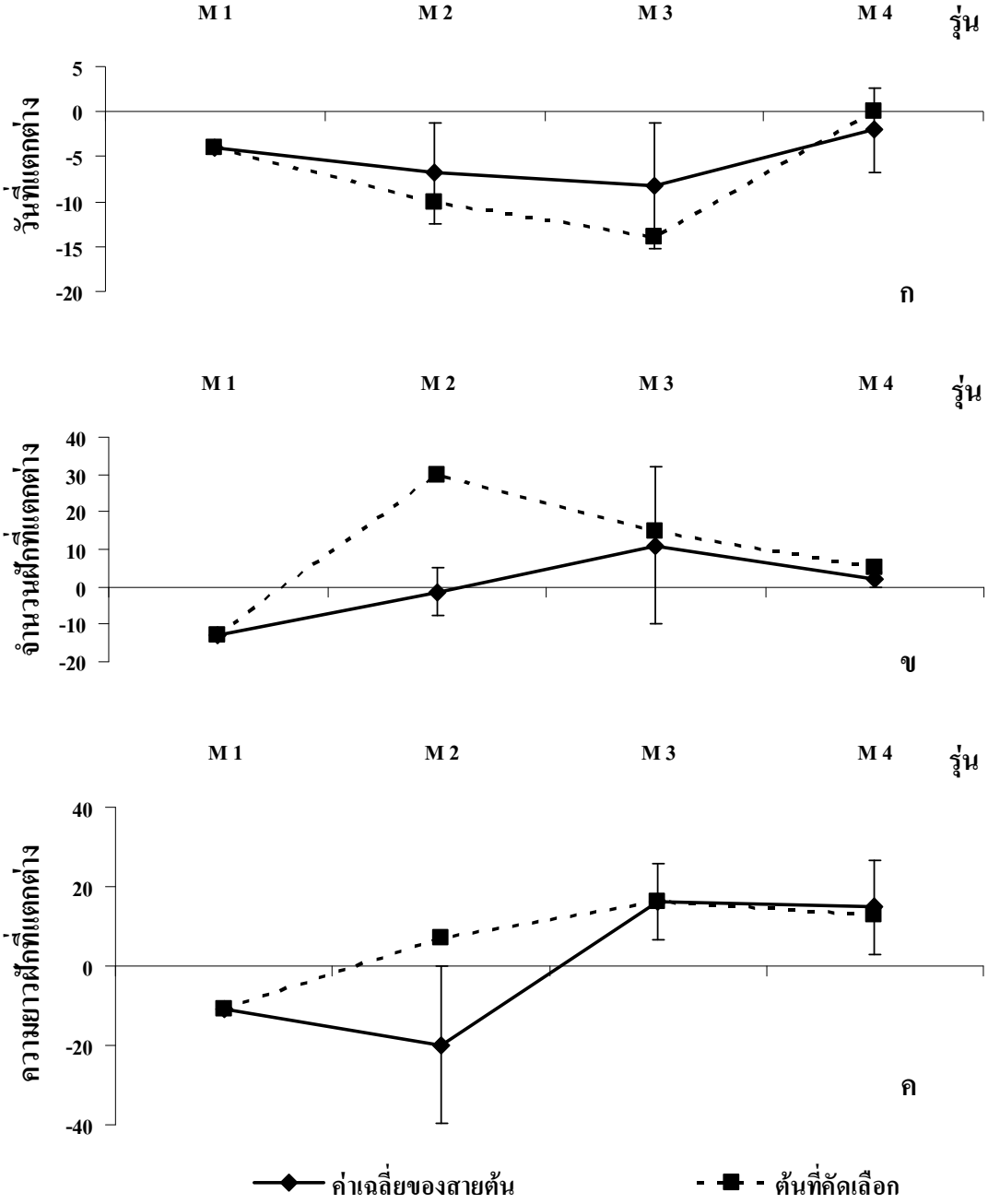
<u>หมายเหตุ</u> การทดลองในหัวข้อ 2.1-2.3 ได้นำเสนอผลการทดลองแล้วในรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรู phase 1

ผลการทดลอง

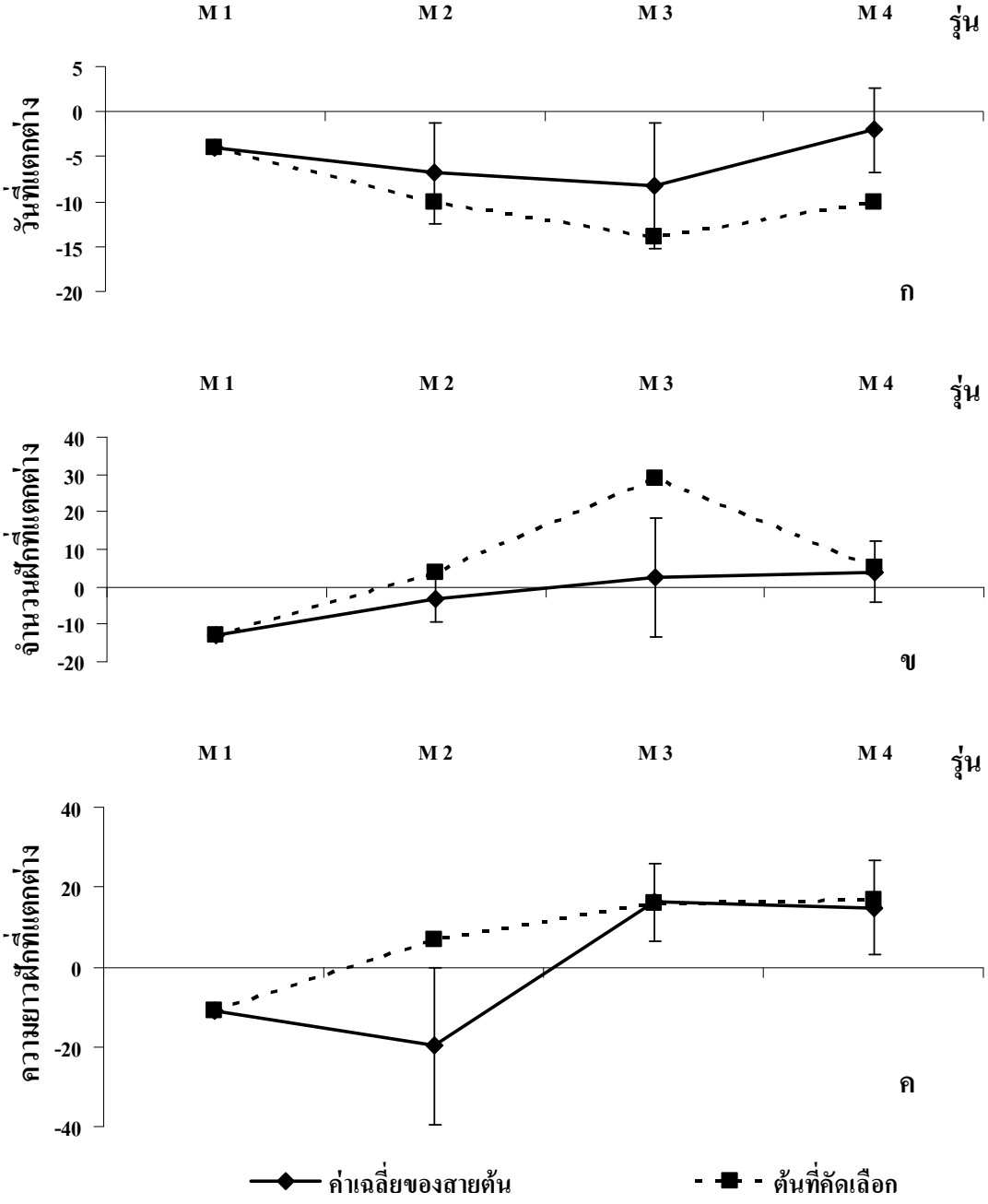
ผลการคัดเลือกจากชั่ว M1-M4 คัดเลือกได้จำนวน 15 สายต้น พิจารณาความก้าวหน้าของการคัดเลือกในลักษณะระยะเวลาการออกดอก จำนวนฝักต่อต้น และความยาวฝักของแต่ละสายต้น สรุปได้ดังรูปที่ 5-19



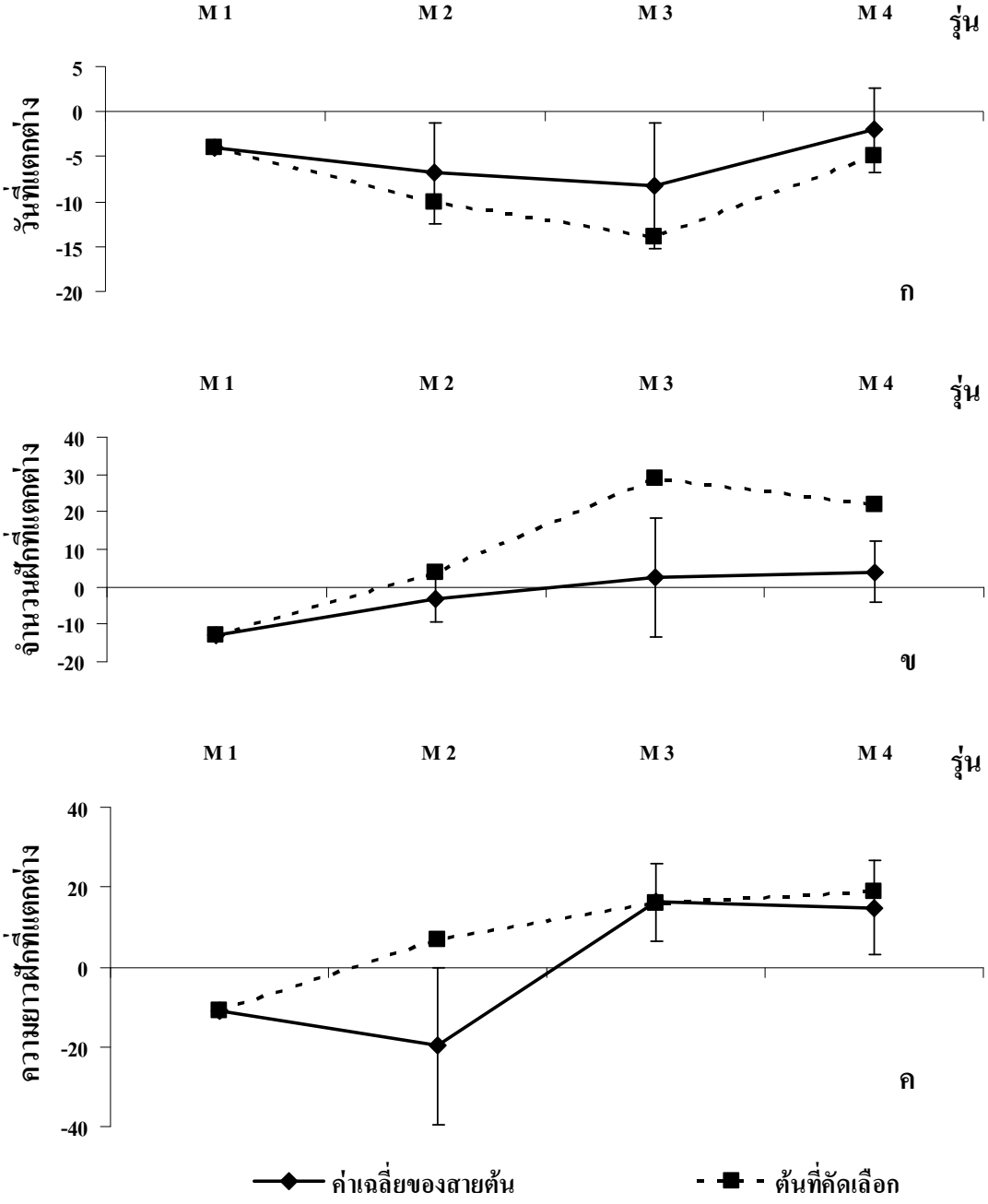
รูปที่ 5 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 012 – 011 – 002 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



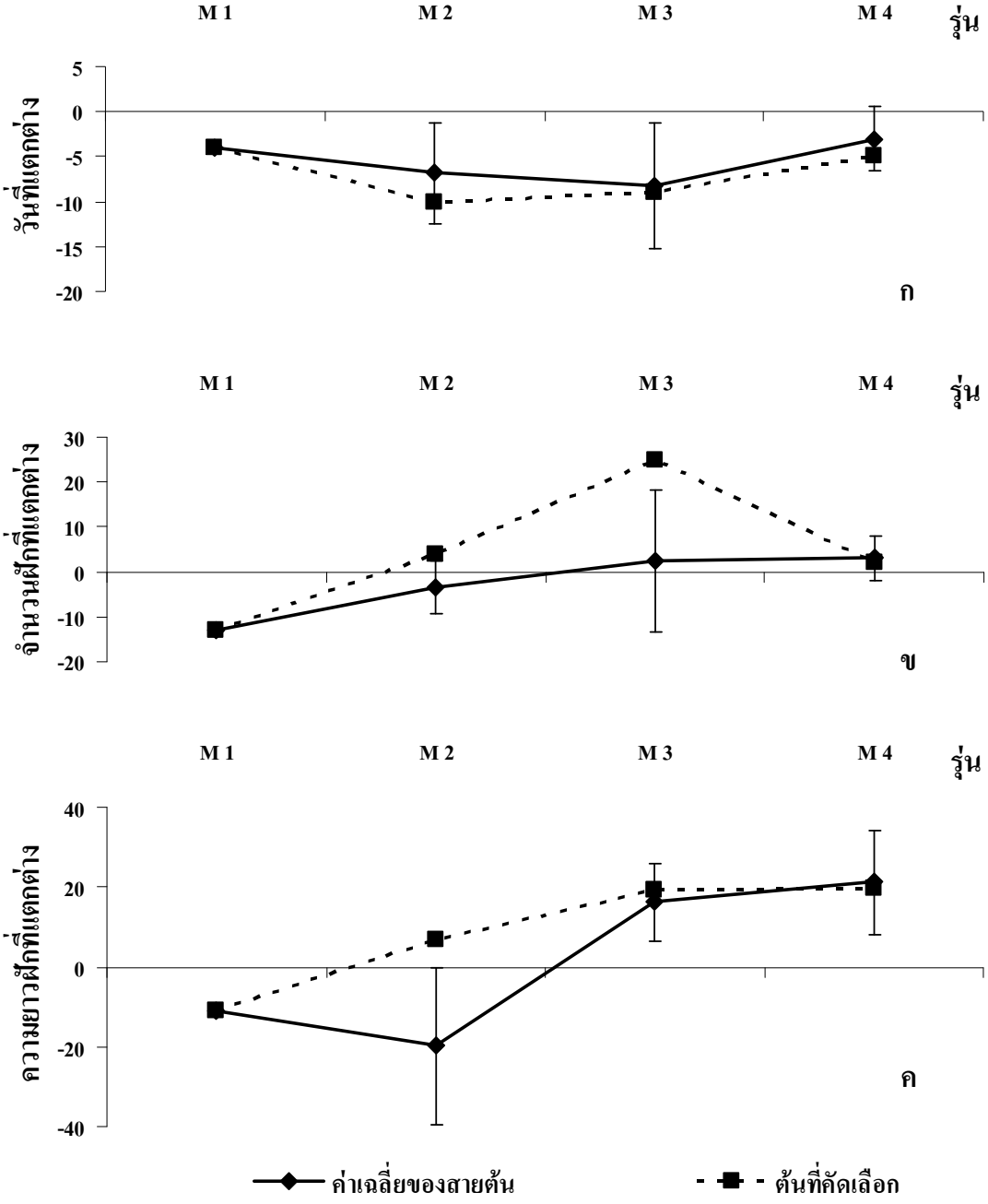
รูปที่ 6 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 021 – 007 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



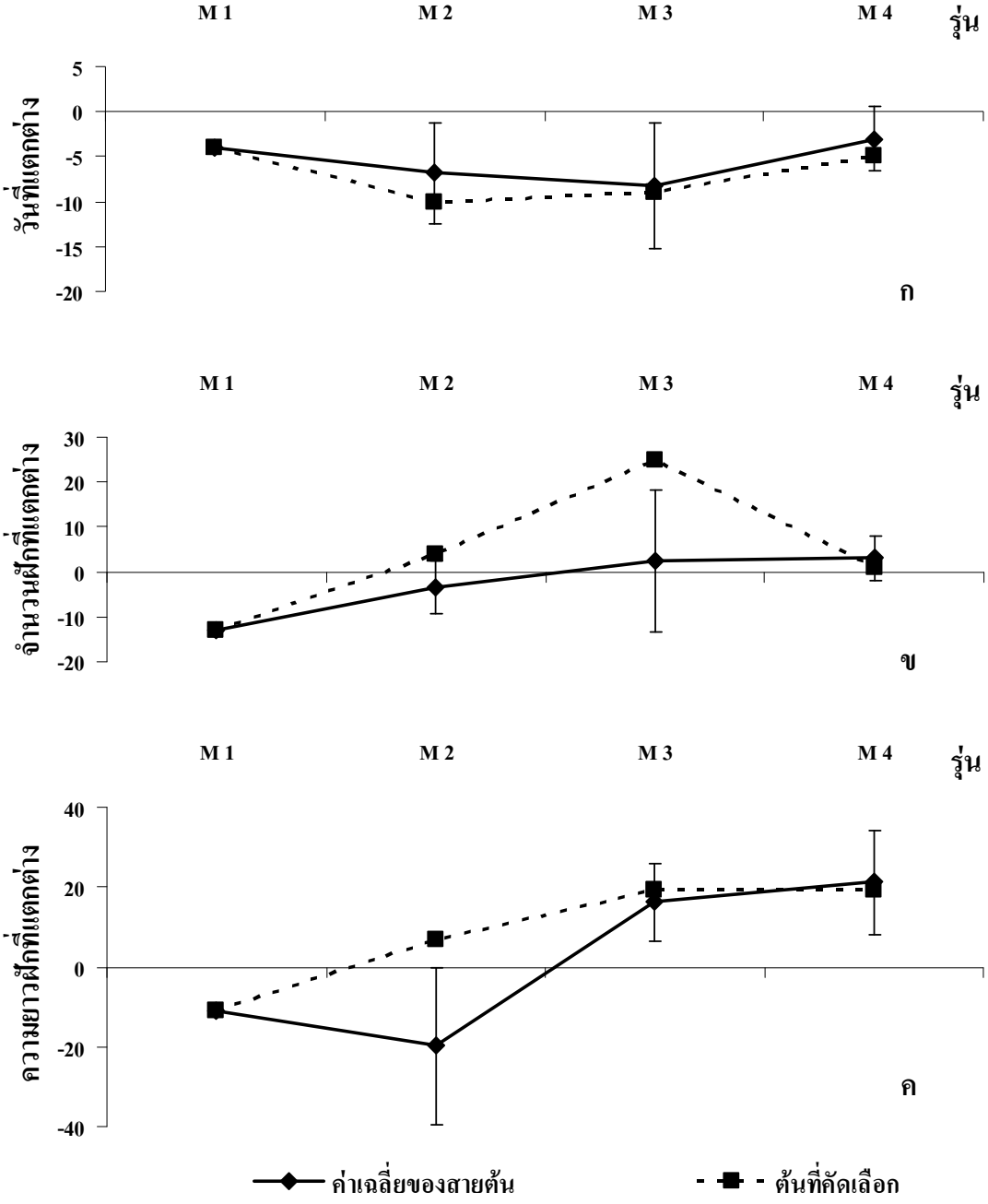
รูปที่ 7 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



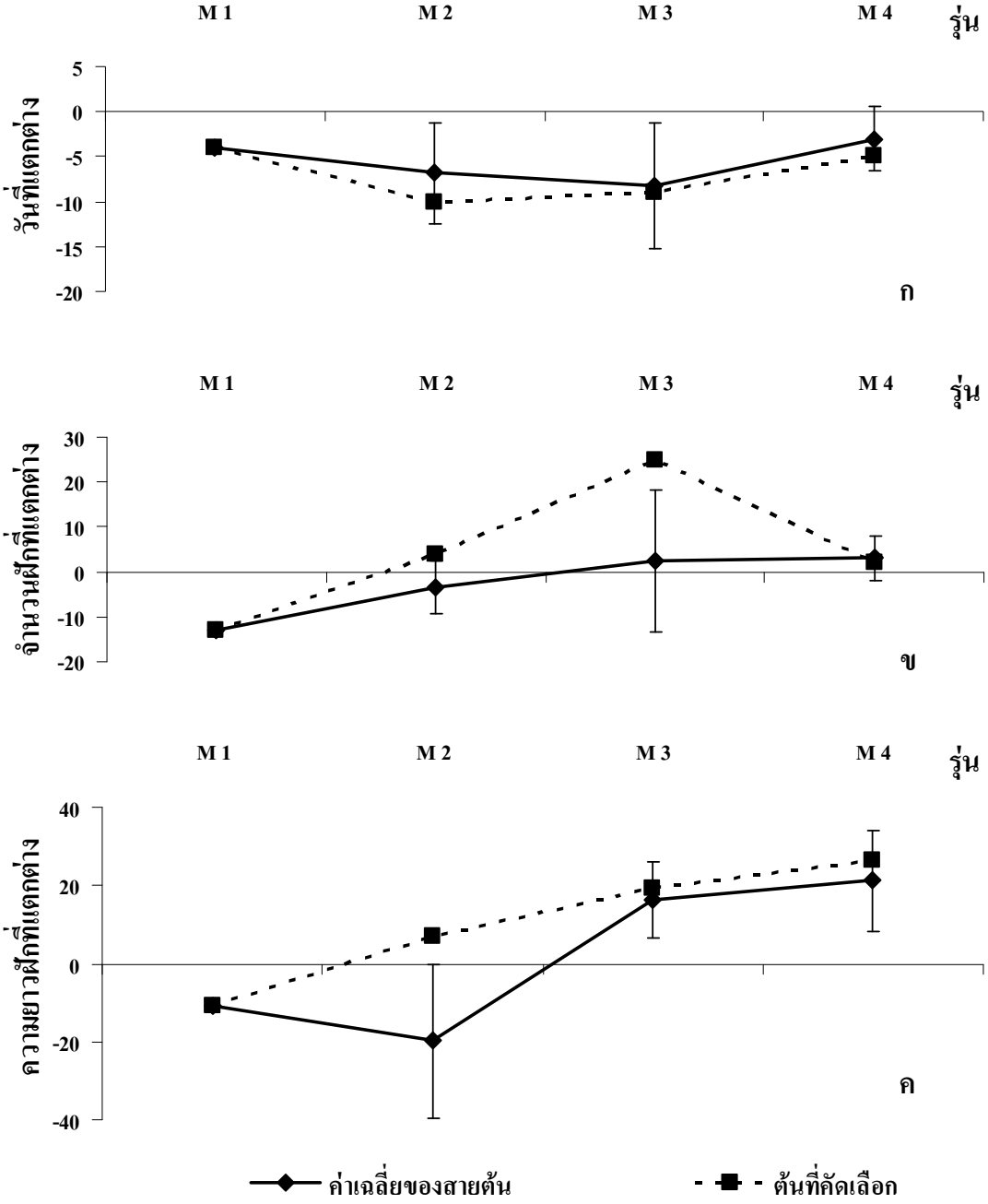
รูปที่ 8 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



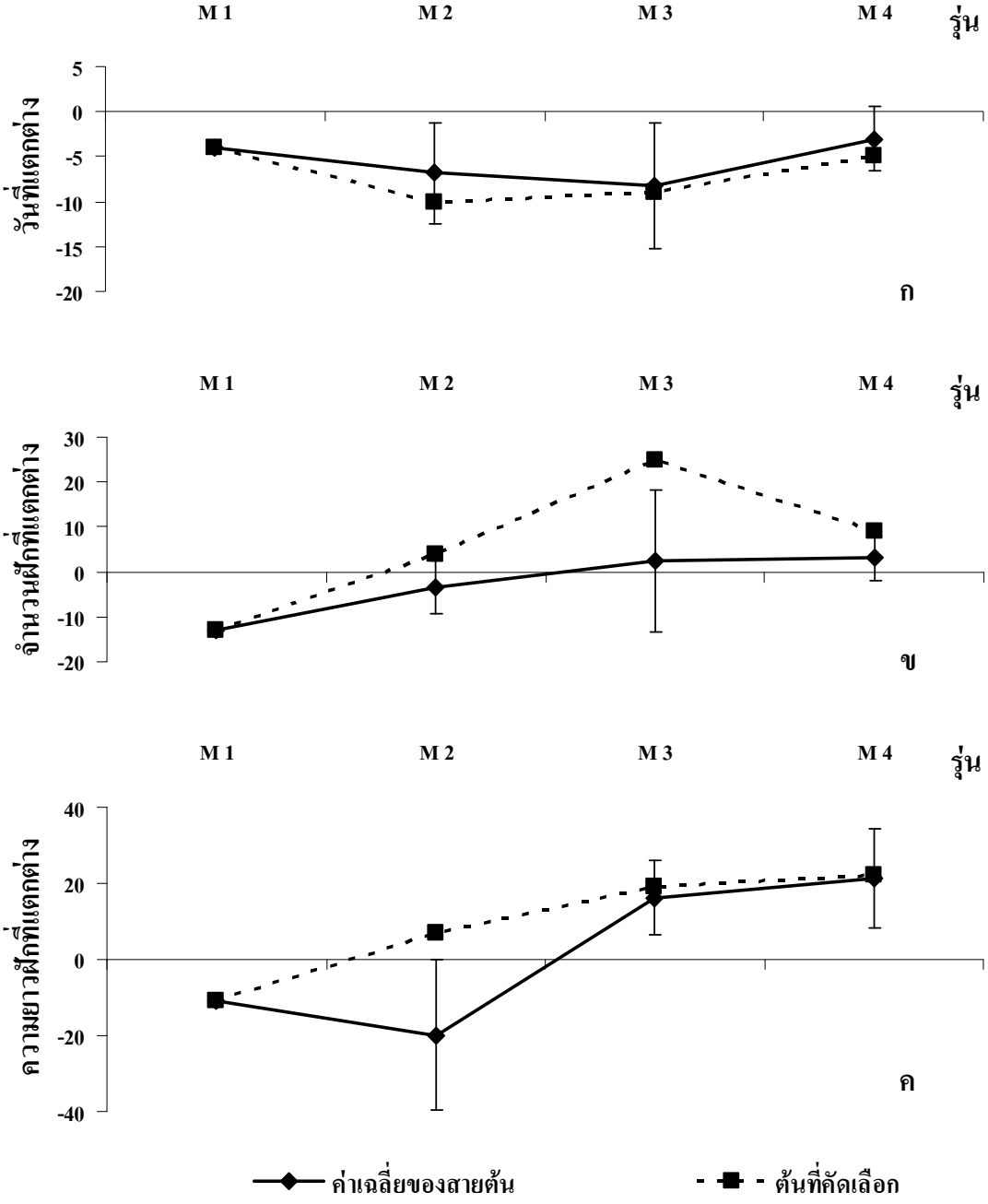
รูปที่ 9 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 005 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



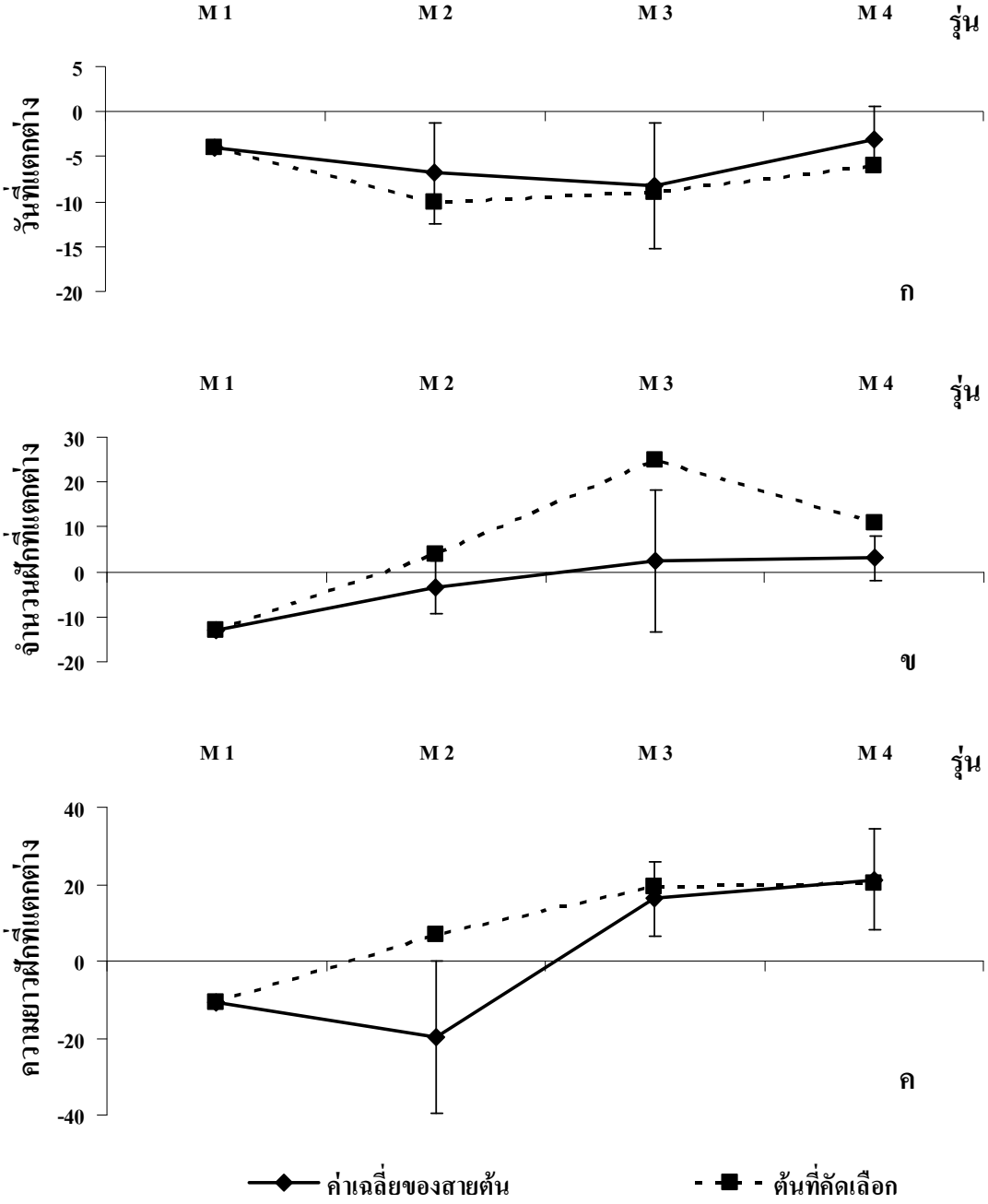
รูปที่ 10 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 006 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



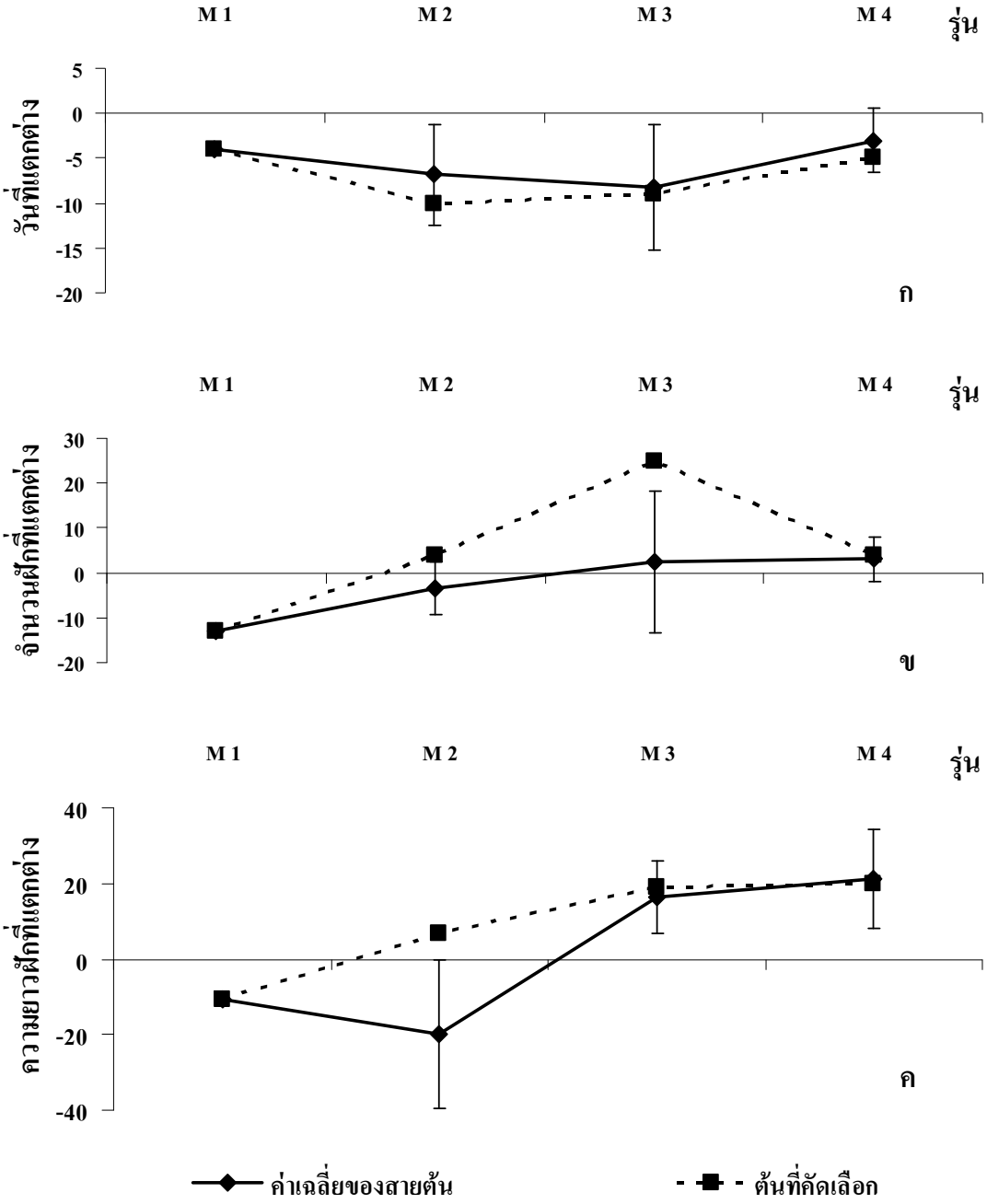
รูปที่ 11 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 007 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



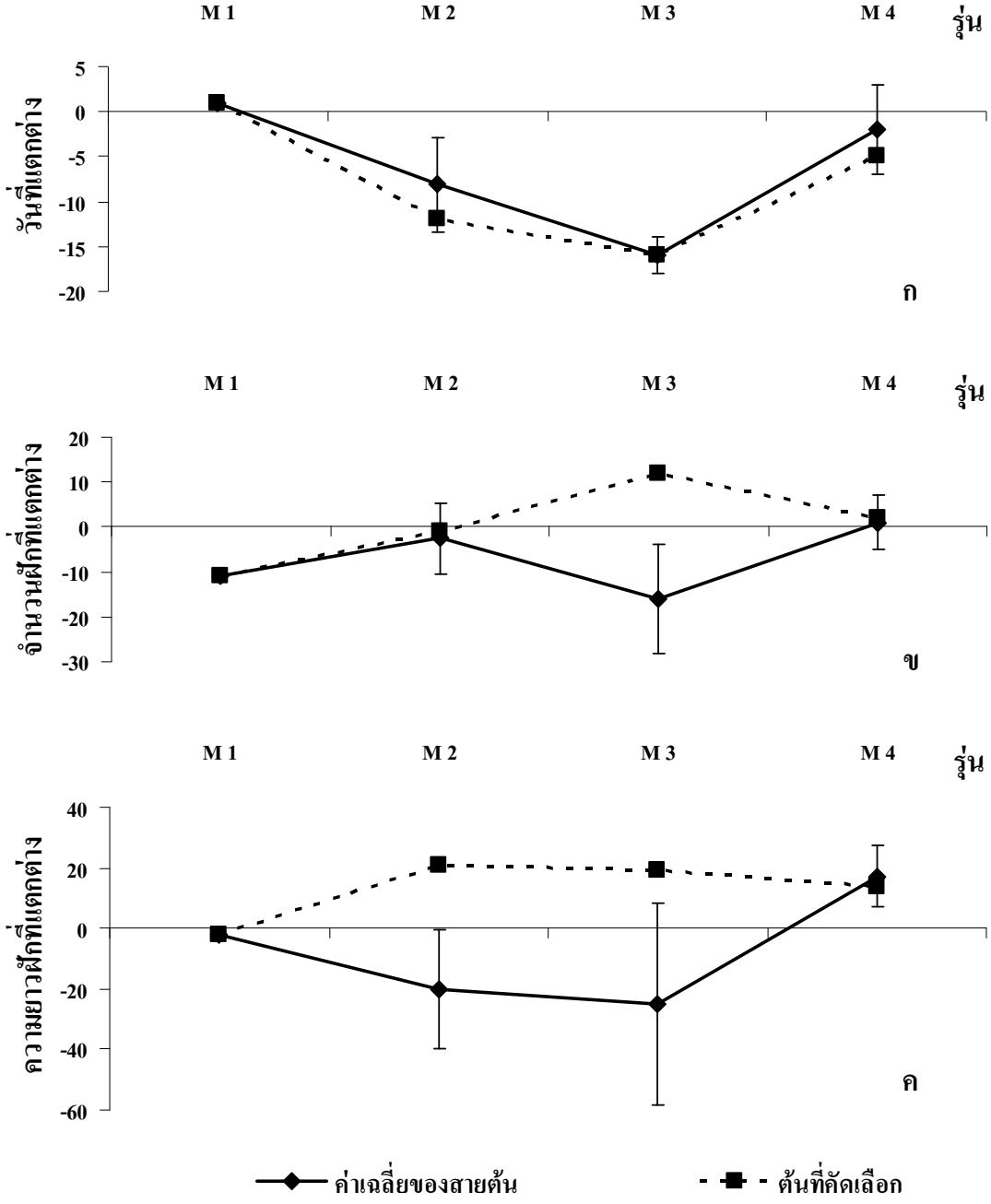
รูปที่ 12 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



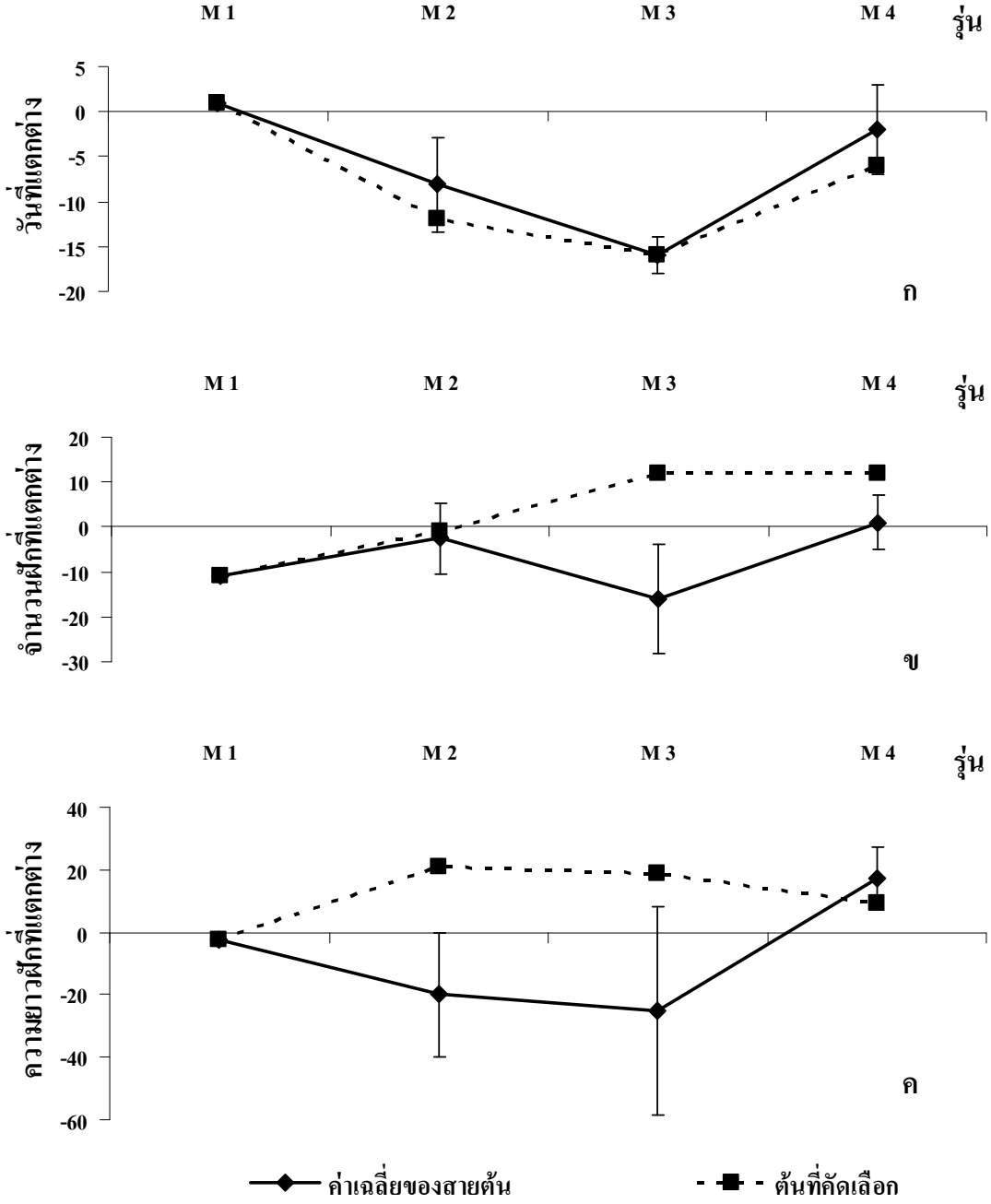
รูปที่ 13 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 016 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



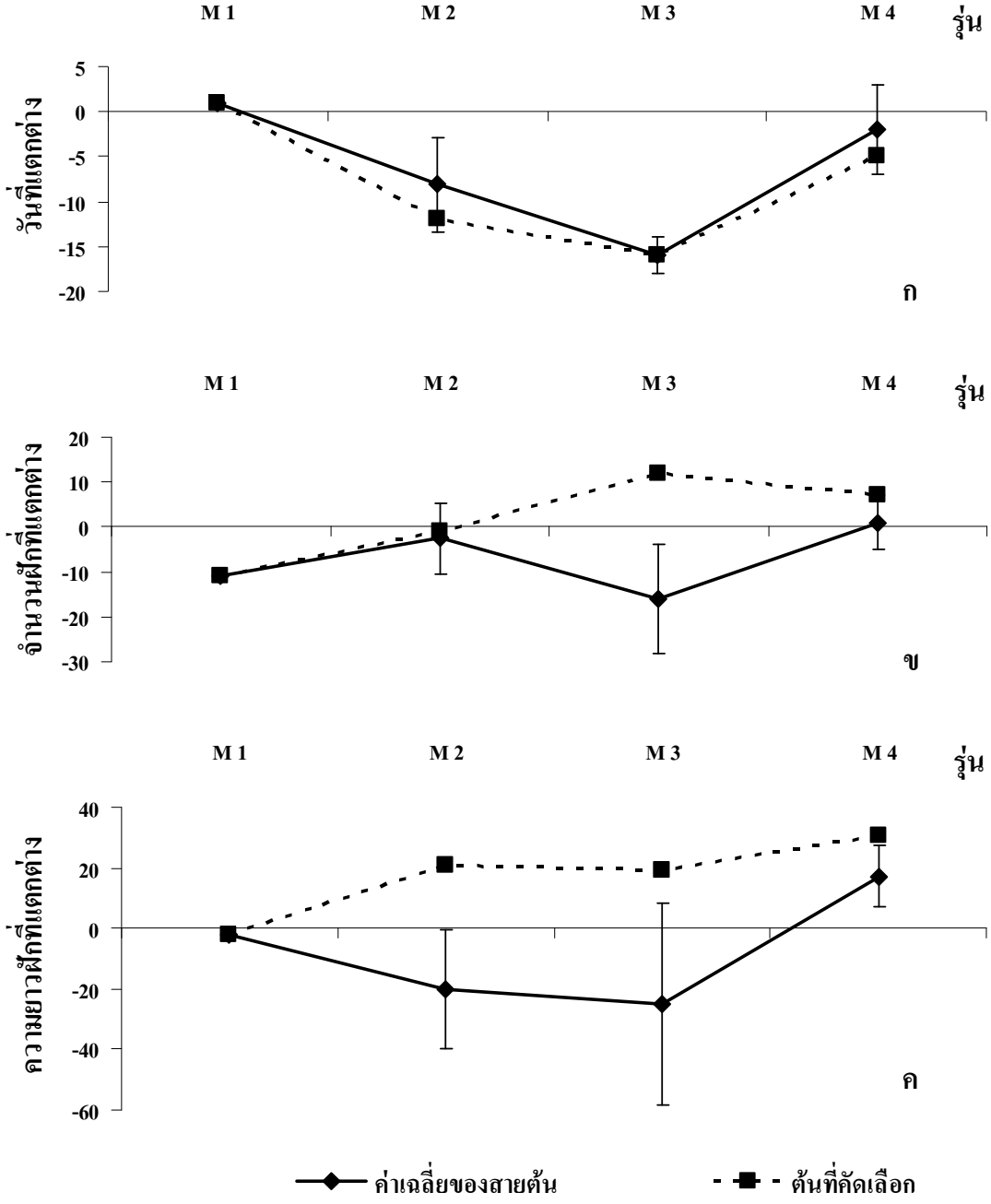
รูปที่ 14 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



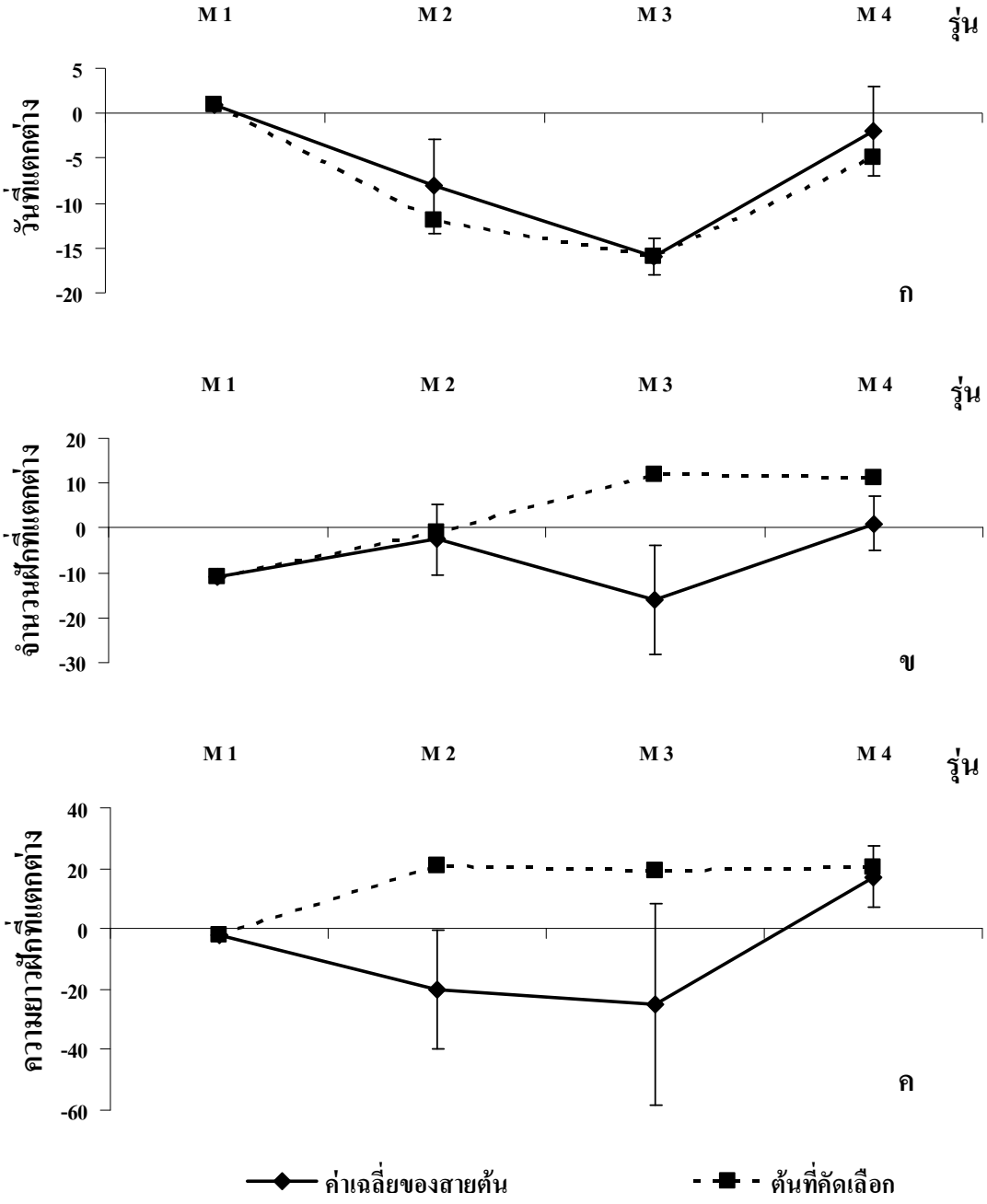
รูปที่ 15 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 005 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



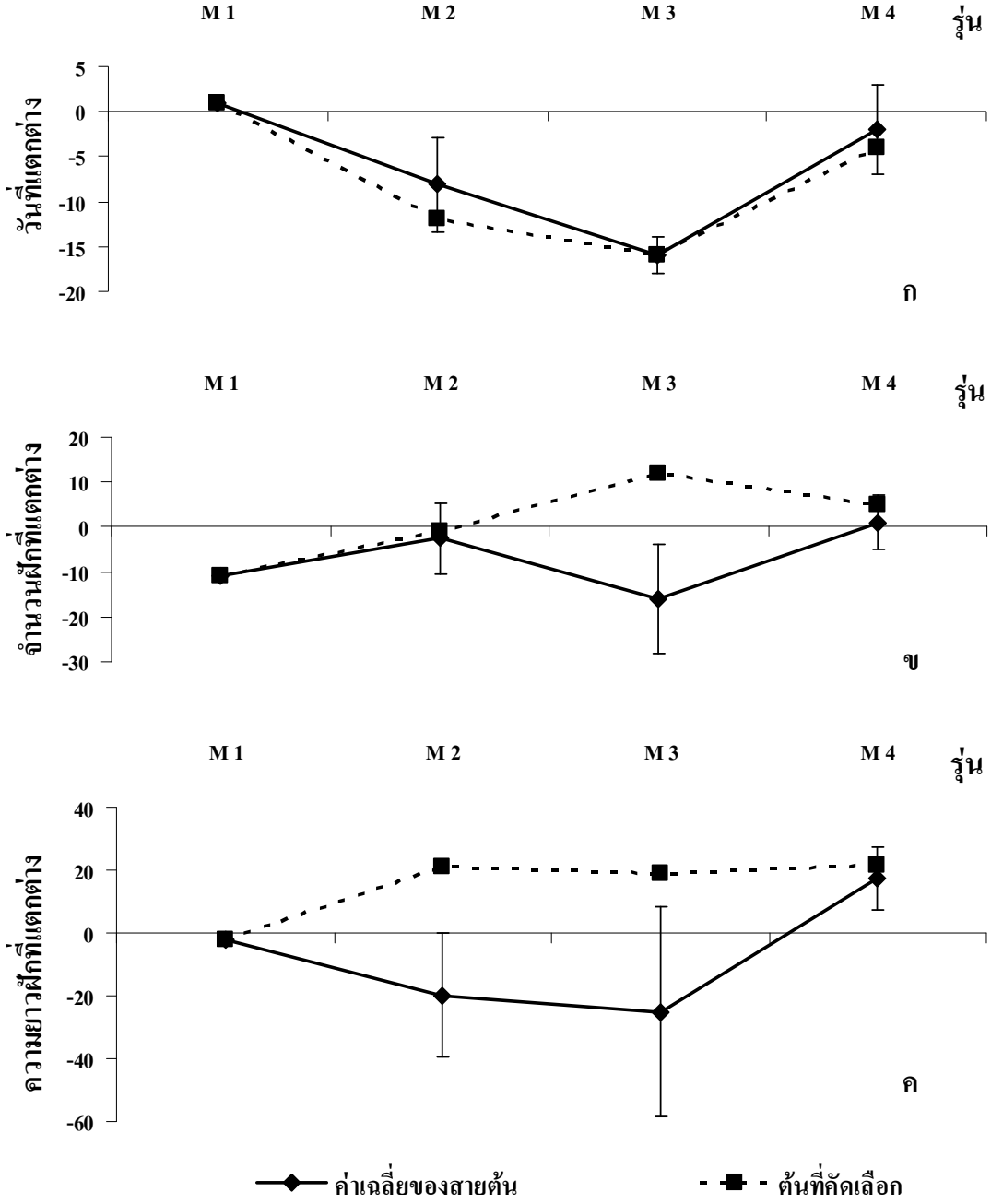
รูปที่ 16 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



รูปที่ 17 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 016 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



รูปที่ 18 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.



รูปที่ 19 การพัฒนาของสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 ในลักษณะต่าง ๆ คือระยะเวลาการออกดอก (ก) จำนวนฝักต่อต้น (ข) และความยาวฝัก (ค) เทียบกับถั่วฝักยาวพันธุ์คัด ม.อ.

2.4 การปลูกทดสอบต้นถั่วฝักยาวชั่ว M_5

จากการปลูกต้น M_5 ที่ผ่านการคัดเลือกจาก M_4 จำนวน 15 สายพันธุ์ในแปลง เก็บข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ระยะเวลาออกดอก ความยาวฝัก จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝัก และผลผลิตต่อต้นของต้นถั่วฝักยาวที่ผ่านการคัดเลือกในชั่ว M_5 และพันธุ์คัด – ม.อ.

หมายเลขต้น	อายุดอกแรกบาน	ความยาวฝัก (ซม.)	จำนวนฝักต่อต้น	น้ำหนักฝัก (กรัม)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 – 008	41	53.36	6	28.44	170.64
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 – 015	42	55.41	6	28.79	172.75
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 – 021	41	53.99	8	29.29	234.26
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 013	41	55.44	5	28.26	141.28
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019	41	54.23	5	28.01	140.03
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 008	41	55.57	5	28.28	141.41
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 015	41	53.50	15	30.29	454.28
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 016 – 020	40	52.87	10	29.61	296.13
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 004	41	53.20	5	27.79	138.97
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 005	41	54.63	7	29.06	203.44
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 011	42	64.17	8	30.59	244.76
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 015	41	57.63	5	28.71	143.53
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004	40	63.80	11	30.81	338.87
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 019	43	56.50	5	28.47	142.37
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 021	40	65.33	7	30.64	214.45
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 016 – 020	41	54.00	6	28.55	171.30
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004	41	58.07	12	30.37	364.48
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 006	42	55.53	11	30.03	330.37
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 – 009	41	53.33	14	30.19	422.60
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 – 011	41	55.10	12	30.12	361.42
พันธุ์คัด – มอ.	45.97	53.19	4.11	25.95	115.24

2.5 การปลูกทดสอบต้นถั่วฝักยาวชั่ว M_6

เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้จากชั่ว M_5 จากต้นที่ผ่านการคัดเลือก 20 ต้น (สายต้น) และปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์คัด – ม.อ. (ชุดควบคุม) โดยปลูกทดสอบ ณ แปลงทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกค่อนข้างต่ำ เนื่องจากในช่วงที่เก็บเกี่ยวเมล็ดมีฝนตก ในการปลูกทดสอบฤดูนี้มีการปล่อยให้มีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน และแมลงศัตรูอย่างอิสระ และทำการเก็บเกี่ยวต้นที่สามารถให้ผลผลิตได้ทุกต้น ปรากฏผลการทดลองดังนี้

2.5.1. ระยะเวลาในการออกดอก จำนวนฝักต่อต้น และความยาวฝัก

ในการปลูกทดสอบถั่วฝักยาวชั่ว M_6 พบว่าพันธุ์คัด – ม.อ. (ชุดควบคุม) ไม่มีการออกดอก และต้นที่ผ่านการฉายรังสีบางส่วนที่สามารถออกดอกได้ (50 ต้น) โดยมีอายุการออกดอกน้อยที่สุด 55 วัน (PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 018) และต้นที่ออกดอกช้าที่สุด 70 วัน (PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004 – 005) จากต้นถั่วฝักยาวจำนวน 50 ต้นที่สามารถติดดอกได้ มีเพียง 15 ต้นที่มีการติดฝัก และสามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ โดยมีค่าเฉลี่ยความยาวฝักต่อต้นระหว่าง 47.12 – 55.36 เซนติเมตร และมีจำนวนฝักต่อต้นระหว่าง 3 – 5 ฝักต่อต้น (ตารางที่ 18)

เก็บเกี่ยวเมล็ดจากต้นที่สามารถให้ผลผลิต เพื่อนำไปปลูกทดสอบในชั่วถัดไป

ตารางที่ 18 ระยะเวลาออกดอก ความยาวฝัก และจำนวนฝักต่อต้น ในชั่ว M_6

หมายเลขต้น	อายุดอกแรก บาน	ความยาวฝัก (ซม.)	จำนวนฝักต่อต้น
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 – 021 – 002	56	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 – 021 – 004	60	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 – 021 – 012	57	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 008 – 021 – 017	66	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 013 – 008	59	48.15	3
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 013 – 011	56	49.55	3
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001	58	53.33	5
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 003	58	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 008	59	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 014	63	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 008 – 001	61	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 008 – 003	66	–	–

ตารางที่ 18 (ต่อ)

หมายเลขต้น	อายุดอกแรกบาน	ความยาวฝัก (ซม.)	จำนวนฝักต่อต้น
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 015 – 009	59	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 015 – 013	58	55.36	5
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 015 – 017	58	54.12	5
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 016 – 020 – 007	56	55.05	3
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 004 – 016	68	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 004 – 019	65	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 005 – 001	67	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 005 – 006	67	47.99	5
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 005 – 018	64	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 005 – 020	64	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 011 – 004	62	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 011 – 006	68	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 011 – 014	60	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 015 – 011	63	–	–
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 015 – 016	57	49.97	4
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 017 – 015 – 019	67	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 002	59	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005	57	51.45	3
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 009	57	53.55	3
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013	56	50.05	4
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 017	58	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 018	55	48.67	5
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 021 – 016	60	47.12	4
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 021 – 020	57	49.33	4
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 016 – 020 – 008	61	51.36	5
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 016 – 020 – 011	66	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 016 – 020 – 018	69	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004 – 005	70	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004 – 007	68	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004 – 009	67	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004 – 013	67	–	–

ตารางที่ 18 (ต่อ)

หมายเลขต้น	อายุดอกแรก บาน	ความยาวฝัก (ซม.)	จำนวนฝักต่อต้น
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004 – 016	65	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 017 – 004 – 020	59	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 – 009 – 005	58	50.56	5
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 – 009 – 017	58	53.12	5
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 – 011 – 001	59	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 – 011 – 009	60	–	–
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 020 – 011 – 011	61	–	–

หมายเหตุ '–' = ไม่มีการติดฝัก

2.5.2. ลักษณะผิดปกติ

จากการสังเกตด้วยสายตา ในช่วงระยะเวลา 30 วันหลังปลูกพบต้นที่มีลักษณะแกร็นจำนวน 10 ต้น (รูปที่ 20) กระจายอยู่ในสายต้น PSU50 – 003 และ PSU50 – 005 ที่ทำการทดสอบ

รูปที่ 20 ลักษณะต้นแกร็นที่พบในถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีชั่ว M_6 ที่อายุ 30 วันหลังปลูก

2.5.3. ลักษณะเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

มีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในปริมาณเล็กน้อยในทุก ๆ สายต้นที่ทำการเพาะปลูก และพบอาการของโรคที่มีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะ โดยอาการที่พบประกอบด้วยอาการยอดเป็นฝอย อาการใบด่างเหลืองระหว่างเส้นใบ (รูปที่ 21) และต้นที่มีอาการทั้งสองอยู่ในต้นเดียวกัน (รูปที่ 22)

(ก) (ข)

รูปที่ 21 ลักษณะของต้นโรคที่มีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะ (ก) อาการยอดเป็นฝอย และ (ข) อาการใบด่างเหลืองระหว่างเส้นใบ

รูปที่ 22 ต้นที่อาการยอดเป็นฝอย และอาการใบด่างเหลืองระหว่างเส้นใบภายในต้นเดียวกัน

2.6 การปลูกทดสอบต้นถั่วฝักยาวชั่ว M_7

เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้จากชั่ว M_6 จากต้นที่ผ่านการคัดเลือก 7 ต้น (สายต้น) และปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์คัด – ม.อ. (ชุดควบคุม) โดยปลูกทดสอบ ณ แปลงทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในการปลูกทดสอบฤดูนี้มีการปล่อยให้มีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน และแมลงศัตรูอย่างอิสระ และทำการเก็บเกี่ยวต้นที่สามารถให้ผลผลิตได้ทุกต้น ปรากฏผลการทดลองดังนี้

2.6.1. ระยะเวลาในการออกดอก จำนวนฝักต่อต้น และความยาวฝัก

ในการปลูกทดสอบถั่วฝักยาวชั่ว M_7 พบว่าพันธุ์คัด – ม.อ. (ชุดควบคุม) ไม่มีการออกดอก และต้นที่ผ่านการฉายรังสีบางส่วนที่สามารถออกดอกได้ (118 ต้น) โดยมีอายุการออกดอกน้อยที่สุด 45 วัน (PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 – 11) และต้นที่ออกดอกช้าที่สุด 56 วัน (PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 – 015) จากต้นถัวฝักยาวจำนวน 118 ต้นที่สามารถติดดอกได้ มีเพียง 118 ต้นที่มีการติดฝัก และสามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ โดยมีค่าเฉลี่ยความยาวฝักต่อต้นระหว่าง 58.40 – 68.83 เซนติเมตร และมีจำนวนฝักต่อต้นระหว่าง 4 – 8 ฝักต่อต้น (ตารางที่ 19)

เก็บเกี่ยวเมล็ดจากต้นที่สามารถให้ผลผลิต เพื่อนำไปปลูกทดสอบในชั่วถัดไป

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยอายุดอกแรกบาน จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝักต่อต้น และน้ำหนักฝักต่อต้นของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 7 จำนวน 7 สายพันธุ์และพันธุ์พันธุ์คัด – ม.อ.

สายพันธุ์	อายุดอกแรกบาน	ความยาวฝัก (ซม.)	น้ำหนักฝัก
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 016 – 020 – 007	49.32	63.01	32.40
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013	49.14	63.81	44.07
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005	48.73	63.43	33.39
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 009	52.08	63.09	32.33
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001	50.77	62.10	33.65
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 015 – 013	49.94	62.28	47.39
PSU50 – 003 – 036 – 027 – 008 – 015 – 017	50.09	62.14	33.69
Selected – PSU (control)	57.57	62.63	33.71
C.V. (%)	4.31	1.86	14.97
F - test	**	ns	ns
$LSD_{0.01}$	2.61	-	-

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.6.2. การคัดเลือกต้น

ในการคัดเลือกจะพิจารณาเลือกสายต้นที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ทำให้สายต้นที่ผ่านการคัดเลือก 7 สายต้น จากนั้นคัดเลือกต้นที่มีลักษณะการเจริญเติบโตดี และมีลักษณะช่อดอกแข็งแรง มีการเจ้าทำลายของเพลี้ยออ่นน้อย มีค่าเฉลี่ยความยาวฝักมากกว่า 60 เซนติเมตร ค่าฌลี่ยน้ำหนักฝักมากกว่า 30 กรัม และมีค่าเฉลี่ยอายุดอกแรกบานน้อยกว่าพันธุ์คัด – ม.อ. ดังนั้นมีต้นที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 3 ต้นจาก 3 สายต้น โดยมีลักษณะที่สำคัญดังตารางที่ 20 และ 21

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยอายุดอกแรกบาน จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝักต่อต้น และน้ำหนักฝักต่อต้นของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 7 ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 3 ต้น

สายพันธุ์	อายุดอกแรกบาน	ความยาวฝัก (ซม.)	น้ำหนักฝัก
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013 – 5	47	65.5	31.3
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005 – 3	47	61.8	36.4
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 – 11	45	60.8	33.4
Selected – PSU (control) (ค่าเฉลี่ย)	58	62.63	33.71

ตารางที่ 21 ลักษณะของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 7 ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 3 ต้น

สายพันธุ์	ลักษณะ
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013 – 5	มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดี ลำต้นแข็งแรง ฝักอ่อนหลังผสมหลุดร่วงยาก ฝักยาว การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนน้อย
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005 – 3	มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดี ลำต้นแข็งแรง ฝักอ่อนหลังผสมหลุดร่วงยาก น้ำหนักฝักดี การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนน้อย
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 – 11	มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดี ลำต้นแข็งแรง ฝักอ่อนหลังผสมหลุดร่วงยาก ออกดอกเร็ว การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนน้อย

2.7. การปลูกทดสอบต้นถั่วฝักยาวชั่ว M_8

เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้จากชั่ว M_7 จากต้นที่ผ่านการคัดเลือก 3 ต้น (สายต้น) และปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์คัด – ม.อ. (ชุดควบคุม 1) และพันธุ์สามชุก (ชุดควบคุม 2) โดยปลูกทดสอบ ณ แปลงทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยปลูกสายต้นละ 3 แปลง แปลงละ 20 ต้น ใช้ระยะปลูกต่อต้น 50 เซนติเมตร และระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และในการปลูกทดสอบฤดูนี้มีการปล่อยให้มีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน และแมลงศัตรูอย่างอิสระ และทำการเก็บเกี่ยวต้นที่สามารถให้ผลผลิตได้ทุกต้น ปรากฏผลการทดลองดังนี้ พบว่ามีการเข้าทำลายของโรคโคนเน่าในระดับที่รุนแรง

<u>ผลการทดลอง</u>

จากผลการทดสอบในชั่วที่ 8 (M_8) บันทึกลักษณะต่าง ๆ เช่นเดียวกับชั่ว M_7 ทำการบันทึกเพิ่มเติมในลักษณะผลผลิตต่อสายต้น และผลผลิตต่อสายต้น ปรากฏผลการทดลองดังนี้

2.7.1. ระยะเวลาในการออกดอก

ในการปลูกทดสอบถั่วฝักยาวชั่ว M_8 ประกอบด้วยสายต้นที่ผ่านการคัดเลือกจากชั่วที่ 7 จำนวน 3 สายต้น พันธุ์คัด – มอ. (ชุดควบคุม 1) และพันธุ์สามชุก (ชุดควบคุม 2) พบว่าค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการออกดอกเร็วที่สุด 47.10 วัน (PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013 – 5) และช้าที่สุด 47.92 วัน (พันธุ์สามชุก) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 22)

2.8.2 จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝัก น้ำหนักฝักและผลผลิตต่อต้น

ในการปลูกถั่วฝักยาวชั่ว M_8 พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และสายต้นที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุดคือสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013 – 5 มีจำนวนฝัก 18.65 ฝักต่อต้น และสายต้นที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุดคือ PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 - 11 มีจำนวน 18.10 ฝักต่อต้น (ตารางที่ 22)

ค่าเฉลี่ยความยาวฝักของถั่วฝักยาวของชุดควบคุม 1 และ 2 มีค่า 62.86 และ 62.73 เซนติเมตร ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายต้นที่ผ่านการฉายรังสี และค่าเฉลี่ยความยาวฝักต่อต้นมากที่สุดคือสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013 – 5 (63.35 เซนติเมตร) และสายต้นที่มีค่าเฉลี่ยความยาวฝักต่อต้นน้อยที่สุดคือ PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005 – 3 (62.43เซนติเมตร) (ตารางที่ 22)

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักต่อต้นของถั่วฝักยาวของชุดควบคุม 1 และ 2 มีค่า 37.235 และ 33.051

กรัม ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายต้นที่ผ่านการฉายรังสี และสายต้นที่ผ่านการฉายรังสีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักต่อต้นมากที่สุดคือสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005 – 3 (37.303 กรัม) และสายต้นที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักต่อต้นน้อยที่สุดคือ PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 - 11 (33.172 กรัม) (ตารางที่ 22)

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตต่อต้นของถั่วฝักยาวของชุดควบคุม 1 และ 2 มีค่า 683.59 และ 600.95 กรัม ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายต้นที่ผ่านการฉายรังสี และสายต้นที่ผ่านการฉายรังสี พบว่าต้นที่มีน้ำหนักผลผลิตต่อต้นมากที่สุดคือสายต้น PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005 – 3 (697.33 กรัม) และสายต้นที่มีน้ำหนักผลผลิตต่อต้นน้อยที่สุดคือ PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 - 11 (600.44กรัม) (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยอายุดอกแรกบาน จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตต่อต้นของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาชั่วที่ 8 ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 3 ต้น และพันธุ์คัด – ม.อ. และพันธุ์สามชุก

สายพันธุ์	อายุดอกแรกบาน (วัน)	จำนวนฝักต่อต้น	ความยาวฝัก (ซม.)	น้ำหนักฝัก (กรัม)	น้ำหนักผลผลิตต่อต้น (กรัม)
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 013 – 5	47.1000	18.6500	63.3517	36.858	685.49
PSU50 – 005 – 004 – 002 – 006 – 004 – 005 – 3	47.4500	18.4333	62.4267	37.303	697.33
PSU50 – 003 – 036 – 021 – 009 – 019 – 001 - 11	47.4833	18.1000	62.5683	33.172	600.44
พันธุ์คัด – มอ. (ชุดควบคุม 1)	47.8667	18.4000	62.8550	37.235	683.59
พันธุ์สามชุก (ชุดควบคุม 2)	47.9167	18.1667	62.7300	33.051	600.95
C.V. (%)	4.498878	12.59002	1.773559	13.20864	74.98792
F - test	ns	ns	ns	ns	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. การศึกษากลไกการต้านทานเพลี้ยอ่อนในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม

3.1. ศึกษาการเพิ่มจำนวนของเพลี้ยอ่อนถั่วบนต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ ภายใต้สภาพมุ้งตาข่าย โดยมีทางเลือกให้เพลี้ยอ่อนดูดกินได้อย่างอิสระ

ปลูกทดลองถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ SR_{00}-863 สุรนารี 1 พุ่มเขาหินซ้อน คัด – ม.อ. และ IT82E-16 ภายใต้สภาพมุ้งตาข่าย โดยมีทางเลือกให้เพลี้ยอ่อนดูดกินอย่างอิสระ ปลูกถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม จำนวน 5 สายพันธุ์ๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น ทั้งหมด 25 แปลง จำนวนทั้งสิ้น 250 ต้น วางแผนทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) สุ่มสายพันธุ์ ถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม สายพันธุ์ละ 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำสุ่มใช้ต้นถั่วจำนวน 5 ต้น ภายในมุ้งตาข่ายสีขาวขนาดช่อง 20 mesh โดยโครงมุ้งตาข่ายมีขนาดกว้าง 9 เมตร ยาว 15 เมตร สูง 2.5 เมตร บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสงภายในมุ้งตลอดระเวลาการทดลอง

คัดเลือกเพลี้ยอ่อนถั่ว วัยที่ 3-4 ซึ่งได้มาจากการเพาะเลี้ยง มาใช้สำหรับการทดลองความสามารถในการเพิ่มประชากรของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ภายใต้สภาพมุ้งตาข่าย โดยมีทางเลือกให้เพลี้ยอ่อนดูดกินอย่างอิสระ ปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วบริเวณใบอ่อนโดยใช้พู่กันเบอร์ 0 จำนวน 5 ตัว/ต้น จำนวนทั้งสิ้น 125 ต้น

<u>การบันทึกผลการทดลอง</u>

ตรวจนับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้นในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ ซึ่งแต่ละสายพันธุ์มี 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำสุ่มใช้ต้นถั่วจำนวน 5 ต้น รวมจำนวนสายพันธุ์ละ 25 ต้น ผูกป้ายต้นที่ทำการสุ่ม แบ่งระยะของการตรวจนับปริมาณการเข้าทำลายเป็น 3 ระยะดังนี้

- ระยะก่อนออกดอก ตรวจนับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว จากยอดจนถึงใบที่ 3 โดยทำการตรวจนับภายหลังปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วแล้วทุก 5 วัน
- ระยะออกดอก ตรวจนับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วบริเวณดอกและจากยอดถึงใบที่ 3 โดยจะสุ่มนับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้น จำนวน 5 ดอก/ต้น ทำการตรวจนับทุก 5 วัน หลังจากออกดอก
- ระยะการออกฝักตรวจนับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว บริเวณขั้วฝักโดยจะสุ่มนับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้น จำนวน 3 ฝัก/ต้น จากยอดถึงใบที่ 3 ทำการตรวจนับทุก 5 วัน จนสิ้นสุดระยะการเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์และประเมินผล

นำข้อมูลการเพิ่มจำนวนของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มแต่ละสายพันธุ์ภายใต้สภาพมุ้งตาข่ายโดยมีทางเลือกให้เพลี้ยอ่อนเดินหาอาหารและดูดกินได้อย่างอิสระมาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)

ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาการเพิ่มจำนวนของเพลี้ยอ่อนถั่วบนต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ ภายใต้สภาพมุ้งตาข่าย โดยให้เพลี้ยอ่อนมีทางเลือกดูดกินได้อย่างอิสระ ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ภายในแปลงทดลองภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ พบว่า ปริมาณเพลี้ยอ่อนถั่วเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลองบนถั่วสายพันธุ์คัด มอ. มากที่สุด เท่ากับ 1,078.8±299.5 ตัว/ต้น ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับสายพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 23) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Benchasri และคณะ (2006) ในการประเมินลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 24 สายพันธุ์ พบว่า เพลี้ยอ่อนถั่วมีระดับความรุนแรงของการเข้าทำลายถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม สายพันธุ์ SR_{00} – 863 เพียง 0.3 รองลงมาคือสายพันธุ์ IT82E-16 (ระดับความรุนแรง 0.4) สายพันธุ์สุรนารี 1 (ระดับความรุนแรง 0.5) และสายพันธุ์ถั่วฝักยาวพุ่มเขาหินซ้อน (ระดับความรุนแรง 0.6) ตามลำดับ ในทางตรงข้ามพบว่าสายพันธุ์ มก.20 และสายพันธุ์คัด ม.อ. อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนมากที่สุด โดยมีระดับความรุนแรงของการเข้าทำลาย 2.97 และ 2.95 ตามลำดับ

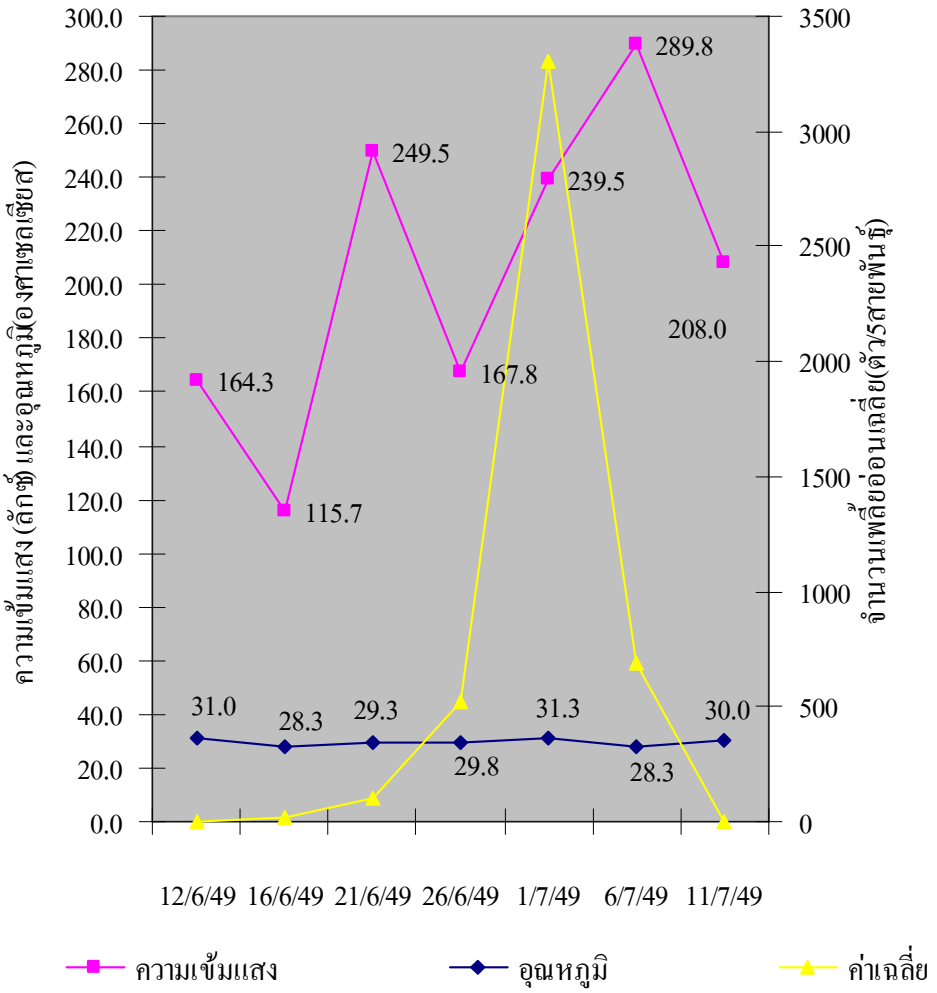
ที่ช่วงเวลา 50 วันการเพิ่มจำนวนเพลี้ยอ่อน ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มมีการออกดอกมากในทุกสายพันธุ์ และเริ่มติดฝักจำนวนมากขึ้นเกือบทุกสายพันธุ์ จึงทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วมีการขยายปริมาณเพิ่มมากขึ้นและมีการเคลื่อนย้ายไปทำลายดอกและฝักเพิ่มขึ้น ในขณะที่บริเวณใบมีปริมาณเพลี้ยอ่อนถั่วลดลงประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวอุณหภูมิภายในมุ้งสูงสุดประมาณ 31.3 องศาเซลเซียส และมีความเข้มแสงภายในมุ้งตาข่ายค่อนข้างต่ำคือ ประมาณ 289.8 ลักซ์ (รูปที่ 22) จึงเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้เพลี้ยอ่อนถั่วเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 23 จำนวนเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มบางสายพันธุ์ภายใต้สภาพมุ้งตาข่าย

Bean varities	Number of aphids/plant (Mean±SE)[1/]							Grand mean
	2 days	5 days	10 days	15 days	20 days	25 days	30 days	
IT82E-16	1.6±1.0	9.6±2.3c[2/]	49.0±8.2b	250.9±28.4b	2295.6±205.2b	433.2±102.4b	2.2±0.3ab	434.6±136.2b
SR_{00}-863	2.6±0.6	25.4±5.1ab	84.1±9.4b	613.5±82.5a	3450.1±267.5ab	1044.1±295.4ab	7.8±0.9ab	746.8±206.4ab
Suranaree 1	2.0±0.7	11.5±1.4bc	54.4±13.9b	271.1±12.6b	2317.7±340.5b	362.0±62.7b	2.0±0.5ab	431.5±141.4b
Khao-hinson	1.5±0.4	12.7±1.8bc	128.4±16.0ab	575.4±55.5ab	3649.5±334.1ab	0.0±0.0b	0.0±0.0b	623.9±218.9ab
Selected-PSU.	4.6±0.9	38.1±5.7a	200.4±43.9a	896.3±164.6a	4795.4±385.5a	1607.6±767.4a	9.4±4.4a	1078.8±299.5a
F-test	ns	12.4**	7.1**	11.7**	11.0**	3.4*	4.9**	2.8*
CV (%)	66.85	39.6	50.9	33.7	21.3	112.3	95.5	63.6

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ, * มีนัยสำคัญที่ 95 เปอร์เซ็นต์, ** มีนัยสำคัญที่ 99 เปอร์เซ็นต์, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยใช้วิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)



รูปที่ .23..ความเข้มแสง อุณหภูมิ จำนวนเพลี้ยอ่อนเฉลี่ยต่อ 5 สายพันธุ์ ภายในมุ้งตาข่าย ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549

ถึงแม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ ความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพภูมิอากาศทั้ง 2 ปัจจัยดังกล่าวกับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่เพิ่มขึ้นในถั่วฝักยาวทั้ง 5 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่พบสูงสุดเฉลี่ยเมื่อถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มมีอายุ 50 วัน สอดคล้องกับอุณหภูมิภายในมุ้งสูงสุด คือ 31.3 องศาเซลเซียส และมีความเข้มแสงภายในมุ้งค่อนข้างต่ำ (239.5 LUX)

3.2. ศึกษาพฤติกรรมในการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ

3.2.1 ศึกษาระยะเวลาในการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์

ปลูกถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่าง ๆ 5 สายพันธุ์ ภายในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 70 x 70 x 84 เซนติเมตร โดยปลูกในถุงขนาด 12x24 เซนติเมตร จำนวน 2 เมล็ด/ถุง จำนวนสายพันธุ์ละ 5 ถุง หลังจากถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มงอกได้ 1 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือเพียง 1 ต้น/ถุง นำถั่วฝักยาว 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ SR_{00}-863, สุรนารี 1, พุ่มเขาหินซ้อน และคัด – มอ. และถั่วพุ่ม 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ IT82E-16 ที่มีอายุ 30 และ 45 วันมาศึกษาระยะเวลาในการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วภายในห้องปฏิบัติการภาควิชาการจัดการศัตรูพืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.7 เปอร์เซ็นต์ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ก่อนการทดสอบให้เพลี้ยอ่อนถั่วอดอาหารก่อนประมาณ 30 นาที โดยใช้พู่กันเบอร์ 0 เขี่ยเพลี้ยอ่อนถั่ววัยที่ 3-4 จำนวน 1 ตัว/ต้น ลงบริเวณยอดหรือใบอ่อน ทดสอบระยะเวลาการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่ว บนถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้ง 5 สายพันธุ์ 2 ระยะคือ จับเวลาหลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนถั่วลงไปบนต้นจนกระทั่งเพลี้ยอ่อนถั่วเริ่มเดินและชิมอาหารและจับเวลาหลังจากที่เพลี้ยอ่อนหยุดนิ่งเพื่อดูดกินอาหารจนกระทั่งถอน stylet ออกจากเนื้อเยื่อพืช (สังเกตเพลี้ยอ่อนถั่วแสดงพฤติกรรมโดยหนวดจะชี้ไปทางด้านหลังและลำตัวของเพลี้ยอ่อนถั่วจะทำมุมกับผิวพืช) สังเกตพฤติกรรมการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่ว 2 ระยะ โดยใช้แว่นขยาย ทำการทดลองสายพันธุ์ละ 5 ซ้ำและบันทึกระยะเวลาการเดินและชิมอาหาร (probing period) และการดูดกินบนพืชอาหาร (feeding period) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระยะเวลาการเดินและชิมอาหาร (probing period) และการดูดกินบนพืชอาหาร (feeding period) วิเคราะห์ความวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's Multiple Range Test (DMRT)

<u>ผลการทดลอง</u>

จากผลการศึกษาระยะเวลาการดูดกินเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ ที่อายุ 30 และ 45 วัน โดยสังเกตและจับเวลาระยะเวลาการเดิน ชิม และการดูดกินด้วยแว่นขยาย พบว่า ที่อายุถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 30 วัน ระยะเวลาเดินและชิมอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วบนต้นถั่วไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกสายพันธุ์ แต่สายพันธุ์คัด มอ. มีแนวโน้มว่าเพลี้ยอ่อนถั่วจะใช้ระยะเวลาใน

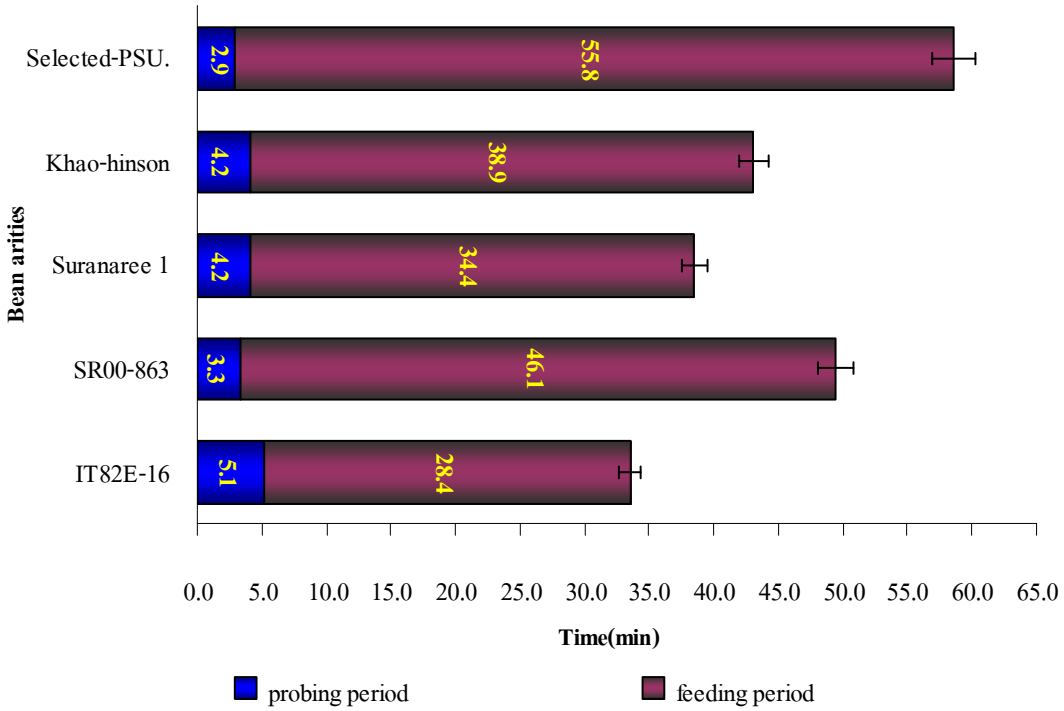
การเดินและชิมสั้นกว่าสายพันธุ์อื่น คือ ใช้ระยะเวลาในการเดินและชิมเฉลี่ยเพียง 3.2 นาที และจับเวลาการดูดกินเมื่อเพลี้ยอ่อนถั่วหยุดเดินและอยู่นิ่งกับที่ โดยสังเกตลักษณะของหนวดจะหยุดสั่นและย้ายไปอยู่ด้านหลัง ซึ่งพบว่าเพลี้ยอ่อนถั่วจะดูดกินบนถั่วสายพันธุ์คัด มอ. (50.3±3.7 นาที) นานกว่าสายพันธุ์ SR_{00}-863 (47.3±2.4 นาที) Suranaree 1 (35.8±3.2 นาที) Khao-hinson (35.3±1.8 นาที) และ IT82E-16 (28.7±3.1 นาที) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และที่อายุถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 45 วัน ระยะเวลาการเดินและชิมอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วบนสายพันธุ์คัด มอ.มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยเพลี้ยอ่อนถั่วจะใช้ระยะเวลาการเดินและชิมบนสายพันธุ์คัด ม.อ. สั้นเพียง 2.5±0.4 นาที ส่วนสายพันธุ์อื่นใช้เวลาเดินชิมดังนี้สายพันธุ์ SR_{00}-863 ใช้เวลา 3.2±0.7 นาที Suranaree 1 ใช้เวลา 4.1±0.7 นาที Khao-hinson ใช้เวลา 3.4±0.2 นาที และ IT82E-16 ใช้เวลา5.5±0.3 นาที และระยะเวลาการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วบนสายพันธุ์คัด มอ.ใช้ระยะเวลานานถึง 61.3±4.2 นาที ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) กับสายพันธุ์ SR_{00}-863 (44.9±3.4 นาที) Suranaree 1 (32.9±2.9 นาที) Khao-hinson (42.5±4.1 นาที) และ IT82E-16 (28.1±2.6 นาที) ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ระยะเวลาในการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ อายุ 30 และ 45 วัน

Bean varities	**Time (minute) (Mean±SE)**[1/]			
	30 days		**45 days**	
	Probing period	Feeding period	Probing period	Feeding period
IT82E-16	4.7±0.8	28.7±3.1b	5.5±0.3a	28.1±2.6c
SR_{00}-863	3.5±0.3	47.3±2.4a2/	3.2±0.7b	44.9±3.4b
Suranaree 1	4.2±0.7	35.8±3.2b	4.1±0.7ab	32.9±2.9bc
Khao-hinson	5.0±1.0	35.3±1.8b	3.4±0.2b	42.5±4.1bc
Selected-PSU.	3.2±0.5	50.3±3.7a	2.5±0.4b	61.3±4.2a
F-test	ns	9.7**	5.7 **	13.6**
CV (%)	36.7	16.4	28.9	18.5

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ, ** มีนัยสำคัญที่ 99 เปอร์เซ็นต์, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยใช้วิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)



รูปที่ 24 ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินชิมและดูดกินบนถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม

และเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยการเดินชิมและการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม ที่อายุ 30 และ 45 วัน ทั้ง 5 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์คัด มอ. มีระยะเวลาเฉลี่ยของการเดินกินสั้นกว่าสายพันธุ์ SR_{00}-863, Suranaree 1, Khao-hinson และ IT82E-16 ตามลำดับ และมีระยะเวลาในการดูดกินบนสายพันธุ์คัด – มอ. นานกว่าสายพันธุ์ SR_{00}-863 Khao-hinson Suranaree 1 และ IT82E-16 ตามลำดับ

ทั้งนี้พฤติกรรมในการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่วบนถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ มีระยะเวลาในการเดินชิม และดูดกินบนพืชต่างกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นพืชหรือองค์ประกอบทางเคมีภายในต้นพืชที่ส่งผลต่อความชอบ (preference) และไม่ชอบ (non preference) ของเพลี้ยอ่อนถั่ว ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นพืชต่อไป

3.2.2 ศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบต่าง ๆ 5 สายพันธุ์ที่ส่งผลการดูดกินของเพลี้ยอ่อนถั่ว

3.2.2.1 ศึกษาความยาวของขนและความหนาแน่นของขนด้านใต้ใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบต่างๆ 5 สายพันธุ์

วิธีการ

นำใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์ที่มีอายุ 30 และ 45 วัน จากข้อ 2.1 มาทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์ในห้องปฏิบัติการภาควิชาการจัดการศัตรูพืช โดยตัดชิ้นส่วนของใบโดยจะเลือกตัดใบที่ 3 ของต้น ตัดชิ้นส่วนใบบริเวณกลางใบใกล้เส้นใบ ให้ได้พื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร นับจำนวนของขนใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope และวัดความยาวของขน (hairs) พร้อมทั้งบันทึกภาพลักษณะของขนภายใต้กล้อง scanning electro-microscope

บันทึกผลความหนาแน่นของขน และความยาวของขน บนใบของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบทั้ง 5 สายพันธุ์ วิเคราะห์ความวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT) พร้อมทั้งบันทึกภาพของขนด้วยเครื่อง scanning electro-microscope (SEM)

ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาความยาวและความหนาแน่นของขนด้านใต้ใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบต่างๆ 5 สายพันธุ์ ที่อายุ 30 และ 45 วัน โดยทำการศึกษาความยาว ความหนาแน่นของขนและลักษณะของขนใต้ใบที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่อง SEM (Scanning Electron Microscope JSM-5200) วัดขนาดของขนด้านใต้ใบ ความหนาแน่นของขนและถ่ายภาพลักษณะของขนด้านใต้ใบของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม ทั้ง 5 สายพันธุ์ ซึ่งมีขนาดของใบ 1 ตารางเซนติเมตร พบว่า ที่อายุ 30 และ 45 วัน ถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้ง 5 สายพันธุ์ มีลักษณะของขนด้านใต้ใบที่เหมือนกัน 2 แบบ คือ ขนมีลักษณะคล้ายกระบองซึ่งจัดเป็นขนด้านใต้ใบประเภทที่ I และขนมีลักษณะเรียวแหลมซึ่งจัดเป็นขนด้านใต้ใบประเภทที่ II โดยที่อายุ 30 วัน ความยาวขนประเภทที่ I ที่มีลักษณะของขนคล้ายกระบอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกสายพันธุ์ ($p<0.01$) ซึ่งในสายพันธุ์ IT82E-16 มีความยาวขนยาวที่สุด รองลงมาคือ Khao-hinson (45.8±1.2 ไมครอน) Suranaree 1 (43.3±0.7 ไมครอน) Selected-PSU. (43.3±0.2 ไมครอน) และSR_{00}-863 (42.30±0.6 ไมครอน) ตามลำดับ และความยาวขนประเภทที่ II ซึ่งขนมีลักษณะเรียวแหลม ซึ่งสอดคล้องกับ

ความยาวขนประเภทที่ I คือ ความยาวของขนในสายพันธุ์ IT82E-16 มีความยาวของขน 265.0±14.2 ไมครอน ซึ่งยาวกว่าความยาวของขนในสายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) รองลงมาคือ Suranaree 1 (124.0±2.7 ไมครอน) ในขณะที่สายพันธุ์ SR_{00}-863 Khao-hinson และ Selected-PSU. ไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม ซึ่งมีความยาวของขนประเภทที่ II เท่ากับ 86.3±2.8 ไมครอน 87.6±1.5 ไมครอน และ 75.3±1.2 ไมครอน ตามลำดับ ส่วนที่อายุถั่ว 45 วัน พบว่าความยาวของขนด้านใต้ใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้งประเภทที่ I และ II มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกสายพันธุ์ ($p<0.01$) โดยพบว่าความยาวของขนประเภทที่ I ในสายพันธุ์ IT82E-16 มีความยาวของขน 48.0±0.7 ไมครอน ซึ่งมีความยาวของขนยาวที่สุด รองลงมาคือ Suranaree 1 46.2±0.9 ไมครอน และ Khao-hinson 47.1±0.7 ไมครอน ซึ่งทั้งสองสายพันธุ์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน ส่วนสายพันธุ์ SR_{00}-863 และ Selected-PSU. มีความยาวของขนประเภทที่ I สั้นที่สุดคือ 43.2±0.6 ไมครอน และ 44.7±0.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 ความยาวของขนด้านใต้ใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์

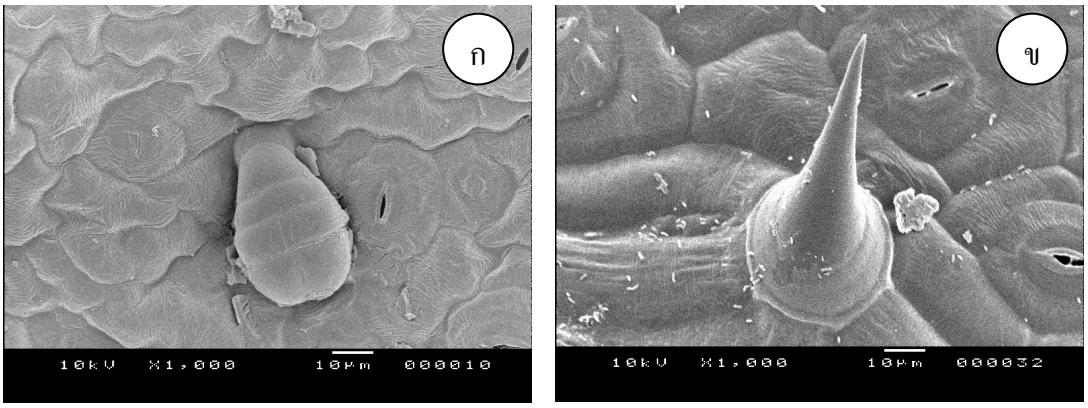
สายพันธุ์	ความยาวขน (ไมครอน (µm)) (Mean±SE)[1/]			
	อายุ 30 วัน		อายุ 45 วัน	
	ประเภทที่ I	ประเภทที่ II	ประเภทที่ I	ประเภทที่ II
IT82E-16	46.5±0.6a	265.0±14.2a	48.0±0.7a	298.7±9.3a
SR_{00}-863	42.30±0.6c	86.3±2.8c	43.2±0.6c	92.1±1.4c
Suranaree 1	43.3±0.7bc	124.0±2.7b	46.2±0.9ab	136.6±3.5b
Khao-hinson	45.8±1.2ab	87.6±1.5c	47.1±0.7ab	94.3±1.9c
Selected-PSU.	43.3±0.2bc	75.3±1.2c	44.7±0.5bc	81.9±2.5c
F-test	6.3**	141.8**	8.2**	370.8**
CV (%)	3.6	11.6	3.3	7.5

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ, ** มีนัยสำคัญที่ 99 เปอร์เซ็นต์, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยใช้วิธี Duncan 's Multiple Range Test (DMRT)

ทั้งนี้จากผลการศึกษาความยาวของขนบนต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบต่างๆ 5 สายพันธุ์ ที่อายุ 30 และ 45 วัน โดยถ่ายลักษณะของขนบนใบภายใต้เครื่อง SEM (Scanning

Electron Microscope JSM-5200) และพบขน 2 ประเภทข้างต้นนั้น ซึ่งจากลักษณะของขนบนใบทั้ง 2 ประเภท ขนประเภทที่ II ที่มีลักษณะเรียวแหลมและยาว น่าจะส่งผลต่อการขัดขวางการเคลื่อนที่ใต้ใบของเพลี้ยอ่อนถั่วมากกว่าขนประเภทที่ I ซึ่งมีลักษณะกลมสั้นคล้ายกระบอง



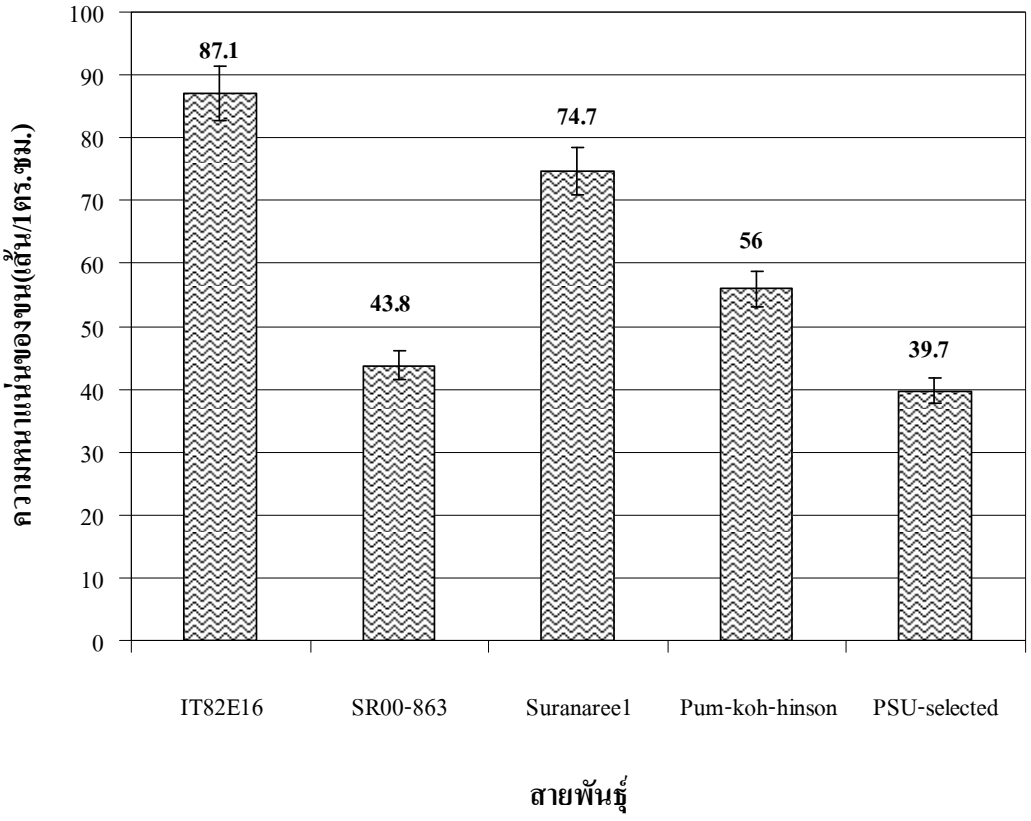
รูปที่ 25 ลักษณะของขนบนใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์

ก. ลักษณะของขนบนใบประเภทที่ I ซึ่งขนมีลักษณะคล้ายกระบอง

ข. ลักษณะของขนบนใบประเภทที่ II ซึ่งขนมีลักษณะเรียวแหลม

ความหนาแน่นของขนใต้ใบเฉลี่ยทั้งที่อายุถั่ว 30 และ 45 วัน พบว่า สายพันธุ์IT82E16 มีความหนาแน่นของขนต่อพื้นที่ของใบถั่ว 1 ตารางเซนติเมตร สูงที่สุด คือ 87.1 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์สุรนารี 1 สายพันธุ์ สายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อน SR_{00}-863 และสายพันธุ์คัด – มอ. ตามลำดับ ทั้งนี้ที่อายุ 30 วัน ความหนาแน่นของขนใต้ใบน้อยกว่าที่อายุ 45 วัน อาจเนื่องมาจากอายุ และสภาพแวดล้อมเป็นตัวส่งเสริมให้ขนใบยาวขึ้น ซึ่งที่อายุของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 30 วัน สายพันธุ์ IT82E16 มีความหนาแน่นของขนบริเวณใต้ใบ เท่ากับ 52.2±4.1 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) กับถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มอีก 4 สายพันธุ์ โดยสายพันธุ์สุรนารี 1 มีความหนาแน่นของขนบริเวณใต้ใบ 43.2±1.2 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร พุ่มเขาหินซ้อน มีความหนาแน่นของขนบริเวณใต้ใบ 38.2±2.3 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร SR_{00}-863 มีความหนาแน่นของขนบริเวณใต้ใบ 38.6±4.7 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร และคัด – มอ. มีความหนาแน่นของขนบริเวณใต้ใบ 20±1.5 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และที่อายุถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 45 วัน สายพันธุ์ IT82E16 มีความหนาแน่นของขนบริเวณใต้ใบสูงสุด คือ 122±6.2 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) กับสายพันธุ์สุรนารี 1

(106.2±7.8 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร) สายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อน (73.8±3.8 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร) สายพันธุ์ SR_{00}-8631 (49±2.5 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร) และสายพันธุ์คัด – ม.อ. (59.4±2.6 เส้น/1 ตารางเซนติเมตร



รูปที่ 26 ความหนาแน่นเฉลี่ยของขนใต้ใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์

3.2.3 ศึกษาชั้นความหนาของเซลล์ผิว (epidermis cell) ของต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์

วิธีการ

ทำการวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างของต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์ที่อายุ 30 และ 45 วัน ทำการสุ่มมาสายพันธุ์ละ 3 ต้น ล้างให้สะอาดตัดส่วนของต้นและใบออกเป็นชิ้นเล็กๆ แช่ตัวอย่างที่ตัดแล้วใน Fixative reagent (Formalin-acetic alcohol: FAA) ดึงน้ำออกจากตัวอย่าง แล้วนำมาตัดตามขวางด้วยเครื่องตัดบาง (microtome)

นำตัวอย่างที่ตัดได้มาทำสไลด์ถาวรตามวิธีการของ Johansen (1940) (ภาพภาคผนวกที่) วัดความหนาของเซลล์ต้น และใบ จากผนังเซลล์ (cell wall) ถึงส่วนของท่อน้ำ (phloem) และบันทึกภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบคอมพาวด์ (Compound microscope) บันทึกผลและเปรียบเทียบความหนาของเซลล์ผิวของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบทั้ง 5 สายพันธุ์ วิเคราะห์ความวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลอง

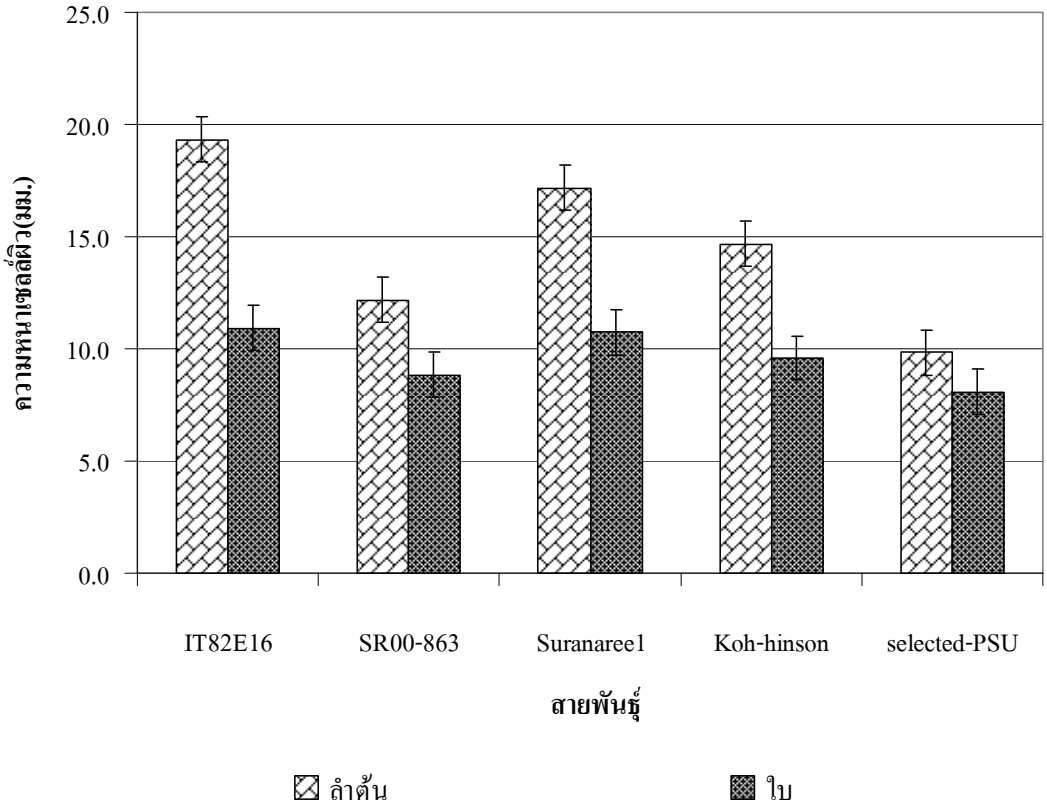
ผลการศึกษาชั้นความหนาของเซลล์ผิวใบและลำต้นของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ IT82E-16 SR_{00}-863 สุรารี 1 พุ่มเขาหินซ้อน และคัด – ม.อ. พบว่า ที่อายุของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 30 วัน สายพันธุ์ IT82E-16 (19.3±1.3 มิลลิเมตร) มีความหนาของชั้นเซลล์ผิวลำต้นมากกว่าสายพันธุ์สุรนารี 1 (17.2±0.8 มิลลิเมตร) สายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อน (14.7±1.4 มิลลิเมตร) สายพันธุ์ SR_{00}-863 (12.2±1.5 มิลลิเมตร)และสายพันธุ์คัด – ม.อ. (9.8±1.3 มิลลิเมตร) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) นอกจากนี้สายพันธุ์ IT82E16 ยังความหนาของเซลล์ผิวใบมากที่สุดเท่ากับ 10.9±0.7 มิลลิเมตร ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับสายพันธุ์ สุรนารี 1 (17.2±0.8 มิลลิเมตร) พุ่มเขาหินซ้อน (9.6±0.2 มิลลิเมตร) SR_{00}-863 (8.8±0.2 มิลลิเมตร) และ คัด – มอ. (8.1±0.7 มิลลิเมตร) และที่อายุถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 45 วัน ความหนาของเซลล์ผิวลำต้นสายพันธุ์ IT82E-16 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยความหนาของเซลล์ผิวลำต้นเท่ากับ 24.0±1.6 มิลลิเมตร ส่วนสายพันธุ์อื่นมีความหนาของเซลล์ผิวลำต้นดังนี้สายพันธุ์ SR_{00}-863 มีความหนาของเซลล์ผิวลำต้น13.8±0.6 มิลลิเมตร สุรนารี 1 มีความหนาของเซลล์ผิวลำต้น 18.7±1.2 มิลลิเมตร พุ่มเขาหินซ้อน มีความหนาของเซลล์ผิวลำต้น16.3±2.6 มิลลิเมตร และ คัด – มอ. มีความหนาของเซลล์ผิวลำต้น 8.4±0.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ที่อายุถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 45 วัน ความหนาของเซลล์ผิวใบของทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 26 ความหนาของชั้นเซลล์ผิวพืชของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์

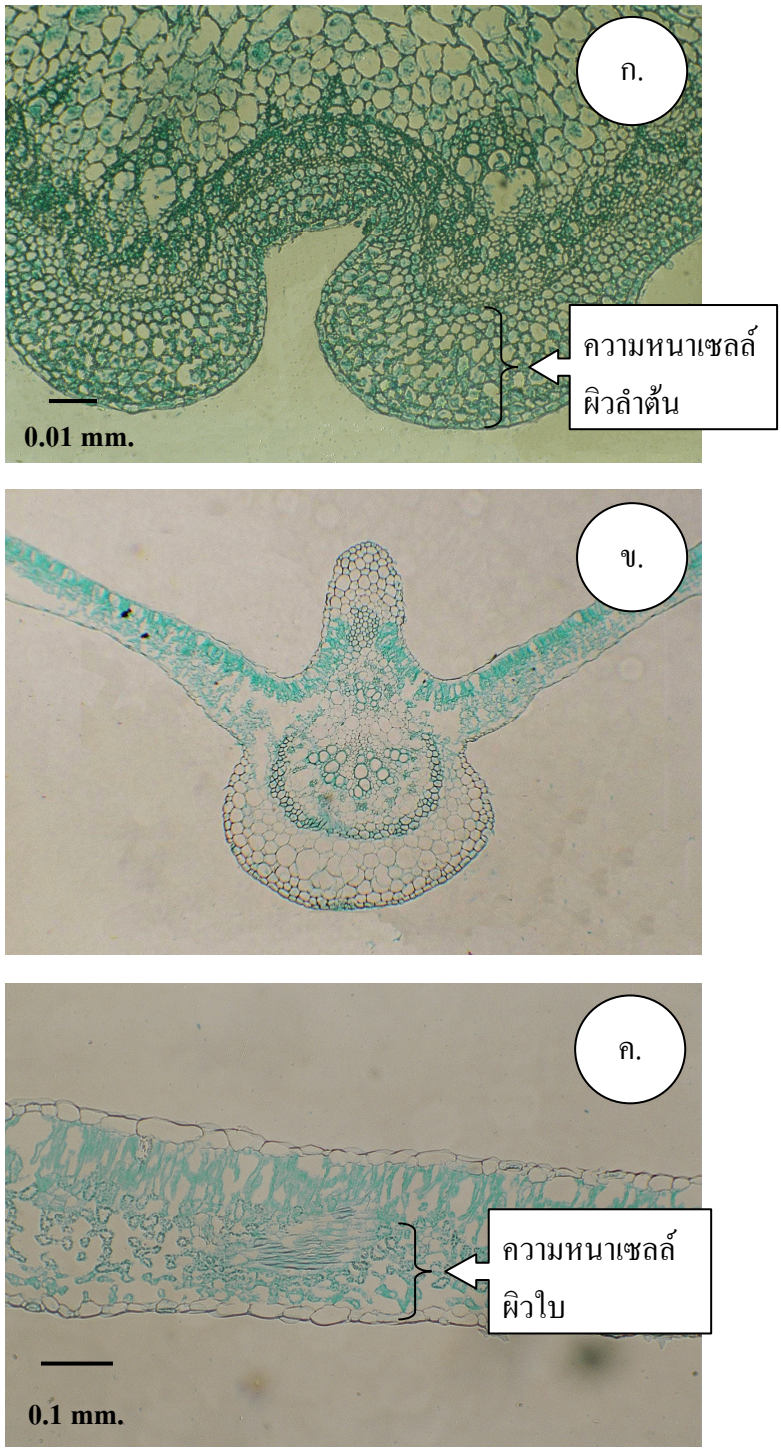
สายพันธุ์	อายุถั่ว 30 วัน (Mean±SE)[1/]		อายุถั่ว 45 วัน (Mean±SE)[1/]	
	ลำต้น	ใบ	ลำต้น	ใบ
IT82E16	19.3±1.3a	10.9±0.7a	24.0±1.6a	12.4±1.6
SR_{00}-863	12.2±1.5bc	8.8±0.2b	13.8±0.6bc	9.3±0.7
สุรนารี 1	17.2±0.8ab	10.8±0.9a	18.7±1.2ab	11.0±0.8
พุ่มเขาหินซ้อน	14.7±1.4abc	9.6±0.2ab	16.3±2.6bc	9.7±0.3
คัด – ม.อ.	9.8±1.3c	8.1±0.7b	9.8±1.3c	8.4±0.2
F-test	8.9**	4.2*	11.0**	ns
CV(%)	15.0	9.4	16.7	14.9

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ, ** มีนัยสำคัญที่ 99 เปอร์เซ็นต์, * มีนัยสำคัญที่ 95 เปอร์เซ็นต์, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยใช้วิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)



รูปที่ 27 ความหนาของชั้นเซลล์ผิวลำต้นและใบของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์



รูปที่ 28 ก. ความหนาของเซลล์ผิวลำต้น (กำลังขยาย 20×)

ข. ความหนาของเซลล์เส้นกลางใบ (กำลังขยาย 10×)

ค. ความหนาของเซลล์ผิวใบ (กำลังขยาย 10×)

3.2.4 ศึกษาสีของใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบต่างๆ 5 สายพันธุ์

<u>วิธีการ</u>

ทำการศึกษาสีของใบต่อการดึงดูดเพลี้ยอ่อนถั่ว และสกัดหาปริมาณคลอโรฟิลล์ของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์ในแปลงทดลองของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เมื่อถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มอายุได้ 30 วันโดยใช้กับดักกาวเหนียวชนิดใสฉีดพ่นลงบนแผ่นพลาสติกใส ขนาด 10×10 เซนติเมตร แขวนบนต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้ง 5 สายพันธุ์ๆ ละ 5 ซ้ำ เก็บแผ่นพลาสติกมาตรวจนับจำนวนของเพลี้ยอ่อนถั่วภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope ทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 1 เดือน

สกัดหาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ ทั้ง 5 สายพันธุ์ โดยสุ่ม 1 ใบ/สายพันธุ์ๆ ละ 5 ซ้ำ รวมทั้งหมด 25 ใบ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความเข้มของสีใบซึ่งจะส่งผลต่อความชอบและไม่ชอบเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มแต่ละสายพันธุ์ ทั้งนี้ทำการสกัดหาปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้ไดเมทิลซัลโฟไซด์ (Dimethyl sulfoxide: DMSO) ตามวิธีของวิรัตน์ (2541) ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้ คือ

1. นำใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้งหมดที่ต้องการทดสอบมาทำความสะอาด ตัดเป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 100 มิลลิกรัม (โดยหลีกเลี่ยงการใช้เนื้อเยื่อบริเวณเส้นใบและขอบใบ) และใส่หลอดทดลอง
2. เติมสาร DMSO ปริมาณ 7 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วนำไปอุ่นในอ่างปรับอุณหภูมิที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำ 65 องศาเซลเซียส
3. รอจนกระทั่งเนื้อเยื่อถั่วฝักยาวที่นำมาทดสอบเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาวใส
4. แยกส่วนของกากพืชออกจากสารละลาย โดยการกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1
5. ปรับปริมาตรสารละลายที่กรองได้ด้วยสาร DMSO ให้เป็น 10 มิลลิลิตร
6. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยวิธีวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่องวัดการส่องผ่านของแสง (Spectrophotometer) ที่ช่วงคลื่น 645 และ 663 นาโน นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยใช้สมการ ดังนี้

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = 20.2D_{645} + 8.02D_{663}$$

เมื่อปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด โดยจะทำการสกัดหาคลอโรฟิลล์ทุก 15 วัน เปรียบเทียบปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่มีผลต่อการแสดงออกของสีใบเพื่อตอบสนองความชอบและไม่ชอบของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบทั้ง 5 สายพันธุ์ วิเคราะห์ความวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)

ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาสีของใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบต่างๆ 5 สายพันธุ์ที่มีผลต่อการดึงดูดเพลี้ยอ่อนถั่วให้เข้ามาดูดกิน โดยใช้กับดักกาวเหนียวชนิดใสขนาด 10×10 เซนติเมตร ทำการทดลองที่แปลงฝึกงานภาคสนามของคณะทรัพยากรธรรมชาติ โดยนำกับดักกาวเหนียวชนิดใสมานับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วที่ติดกับดักภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของเพลี้ยอ่อนที่ติดกับดักกาวเหนียวที่แขวนไว้บนต้นถั่วสายพันธุ์คัด – ม.อ. ในทุกครั้งที่ทำการตรวจนับ จะมีเปอร์เซ็นต์มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่นๆ ซึ่งตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่า เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนถั่วที่ติดกับดักในสายพันธุ์ คัด – ม.อ. มี 45.5 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ SR_{00}-863 มี 22.7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนถั่วที่ติดกับดักในสายพันธุ์ IT82E-16 มีน้อยที่สุด คือ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 เปอร์เซ็นต์ของเพลี้ยอ่อนถั่วที่ติดกับดักกาวเหนียวชนิดใส

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์รวมของเพลี้ยอ่อนถั่ว					เฉลี่ย(Mean±SE)[1/]
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
IT82E-16	7.7	0.0	5.9	8.0	15.0	7.3±2.4c
SR_{00}-863	23.1	30.8	23.5	24.0	15.0	23.3±2.5b
สุรนารี1	7.7	15.4	11.8	16.0	15.0	13.2±1.6bc
พุ่มเขาหินซ้อน	15.4	0.0	11.8	12.0	10.0	9.8±2.6c
คัด – มอ.	46.2	53.8	47.1	40.0	45.0	46.4±2.2a
F-test						38.9**
CV (%)						28.6

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ, ** มีนัยสำคัญที่ 99 เปอร์เซ็นต์,

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยใช้วิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)

ผลการสกัดหาปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้ไดเมทิลซัลโฟไซด์ (Dimethyl sulfoxide: DMSO) ตามวิธีของวิรัตน์ (2541) ภายในห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 3 ครั้ง ที่อายุถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 30 45 และ 60 วัน โดยวิธีวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่องวัดการส่องผ่านของแสง (Spectrophotometer) ที่ช่วงคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร และ นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ พบว่า ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยในใบถั่วสายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อนมีค่าเท่ากับ 22.9±2.1 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด สูงกว่าสายพันธุ์ SR_{00}-863 (14.6±1.1 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) สุรนารี 1 (15.2±1.4 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) คัด – มอ. (13.5±1.4มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และ IT82E-16 (17.8±1.7 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งสายพันธุ์คัด – มอ. ปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยต่ำที่สุด โดยที่อายุ 30 วัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วสายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อน เท่ากับ 22.5±1.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มอายุได้ 45 วัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วสายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อน และสายพันธุ์ IT82E-16 มีค่า 26.7±1.9 และ 19.3±1.4 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีค่าสูงกว่าอีก 3 สายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และที่อายุถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 60 วัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วสายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อน เท่ากับ 19.4±0.7 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ

สายพันธุ์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (Mean±SE)[1/]			Average
	อายุ 30 วัน	อายุ 45 วัน	อายุ 60 วัน	
IT82E-16	19.7±2.2ab	19.3±1.4a	14.4±0.9ab	17.8±1.7b
SR_{00}-863	13.3±1.3b	16.8±1.2ab	13.7±3.5b	14.6±1.1bc
สุรนารี 1	15.9±1.0ab	17.3±2.9ab	12.4±1.2b	15.2±1.4bc
พุ่มเขาหินซ้อน	22.5±1.5a	26.7±1.9a	19.4±0.7a	22.9±2.1a
คัด – มอ.	12.8±1.5b	16.3±0.7b	11.5±1.4b	13.5±1.4c
F-test	6.7**	6.3**	3.1*	7.86**
CV (%)	21.5	29.0	27.6	24.0

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ,* มีนัยสำคัญที่ 95 เปอร์เซ็นต์, ** มีนัยสำคัญที่ 99 เปอร์เซ็นต์, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยใช้วิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)

3.3. ศึกษาชนิดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ที่มีผลต่อการดูดกินอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวสายพันธุ์ต่างๆ

วิธีการ

ทำการวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง (Central Analytical Center) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และหน่วยงานเคมีสรีรวิทยาพืช สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยนำตัวอย่างของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์ที่อายุ 30 และ 45 วัน ที่ปลูกในถุงดำขนาด 12x24 เซนติเมตร จำนวน 5 เมล็ด/ถุง หลังจากถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มงอกได้ 1 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือเพียง 1 ต้น/ถุง ภายในเรือนกระจก วางแผนการทดลองแบบ CRD สายพันธุ์ละ 3 ซ้ำๆ ละ 3 ต้น สุ่มเก็บตัวอย่างต้นของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มอายุ 30 วัน จำนวนสายพันธุ์ละ 1 ต้น/ซ้ำ และ 45 วัน จำนวนสายพันธุ์ละ1 ต้น/ซ้ำ เช่นเดียวกัน รวม 30 ต้น นำไปเช็ดทำความสะอาดใบก่อนนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80

องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดชิ้นส่วนพืช ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง (Central Analytical Center) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของธาตุธาตุอาหารต่างๆ ที่หน่วยงานเคมีสรีรวิทยาพืช กองเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์ ที่อายุ 30 และ 45 วัน นำปริมาณของธาตุอาหารมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่อยู่ภายในต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้ง 5 สายพันธุ์ ภายหลังการวิเคราะห์แล้วปรากฏว่า สายพันธุ์คัด – มอ. มีเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนเฉลี่ยต่ำที่สุด (ตารางที่ 29) โดยที่อายุ 30 วัน พบว่า สายพันธุ์คัดม.อ. มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (3.7±0.1 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าสายพันธุ์พุ่มเขาหินซ้อน (4.1±0.1 เปอร์เซ็นต์) สายพันธุ์ IT82E16 (4.1±0.2 เปอร์เซ็นต์) สายพันธุ์ SR_{00}-863 (4.3±0.1 เปอร์เซ็นต์) และสายพันธุ์สุรนารี (4.5±0.1 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และที่อายุ 45 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่อยู่ภายในต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้ง 5 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนในสายพันธุ์ IT82E16 ต่ำกว่าถั่วพุ่มและถั่วฝักยาวอีก 4 สายพันธุ์

ตารางที่ 29 ปริมาณของธาตุอาหารภายในใบถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ที่อายุ 30 และ 45 วัน

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหารที่อายุถั่ว 30 วัน (Mean±SE)[1/]			เปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหารที่อายุถั่ว 45 วัน (Mean±SE)[1/]		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
IT82E16	4.1±0.2a	0.3±0.03a	5.2±0.7a	2.5±0.03	0.2±0.00	3.0±0.2
SR_{00}-863	4.3±0.1a	0.3±0.00a	3.7±0.03b	2.8±0.1	0.2±0.03	2.7±0.1
สุรนารี1	4.5±0.1a	0.3±0.03ab	3.6±0.2b	2.7±0.1	0.2±0.03	2.9±0.2
พุ่มเขาหินซ้อน	4.1±0.1a	0.3±0.00a	3.6±0.2b	2.6±0.2	0.9±0.7	2.4±0.2
คัด – มอ.	3.7±0.1b	0.2±0.03b	3.4±0.1b	2.9±0.1	0.2±0.1	2.9±0.1
F-test	5.9*	6.2**	4.8*	ns	ns	ns
CV (%)	5.5	16.4	15.2	7.4	22.8	10.4

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ,* มีนัยสำคัญที่ 95 เปอร์เซ็นต์, ** มีนัยสำคัญที่ 99 เปอร์เซ็นต์, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยใช้วิธี Duncan 's Multiple Rang Test (DMRT)

วิจารณ์การทดลอง

ผลการศึกษาการเพิ่มจำนวนของเพลี้ยอ่อนถั่วบนต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่างๆ ภายใต้สภาพมุ้งตาข่าย โดยให้เพลี้ยอ่อนมีทางเลือกดูดกินได้อย่างอิสระ สอดคล้องกับการศึกษาของ Benchasri และคณะ (2006) ในการประเมินลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 24 สายพันธุ์ พบว่า เพลี้ยอ่อนถั่วมีระดับความรุนแรงของการเข้าทำลายถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มสายพันธุ์ SR_{00}-863 เพียง 0.3 รองลงมาคือสายพันธุ์ IT82E-16 (ระดับความรุนแรง 0.4) สายพันธุ์สุรนารี 1 (ระดับความรุนแรง 0.5) และสายพันธุ์ถั่วฝักยาวพุ่มเขาหินซ้อน (ระดับความรุนแรง 0.6) ที่ช่วงเวลา 50 วันการเพิ่มจำนวนเพลี้ยอ่อน ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มมีการออกดอกมากในทุกสายพันธุ์ และเริ่มติดฝักจำนวนมากขึ้นเกือบทุกสายพันธุ์ จึงทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วมีการขยายปริมาณเพิ่มมากขึ้นและมีการเคลื่อนย้ายไปทำลายดอกและฝักเพิ่มขึ้น ในขณะที่บริเวณใบมีปริมาณเพลี้ยอ่อนถั่วลดลง ช่วงเวลาดังกล่าวอุณหภูมิภายในมุ้งสูงสุดประมาณ 31.3 องศาเซลเซียส และมีความเข้มแสงภายในมุ้งตาข่ายค่อนข้างต่ำ จึงเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้เพลี้ยอ่อนถั่วเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว Berg (1984) รายงานว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเพิ่มประชากรเพลี้ยอ่อนถั่วบนต้นถั่ว *Vicia faba* โดยประชากรของเพลี้ยอ่อนถั่วจะเพิ่มมากที่สุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับรายงานของ Kuo และคณะ(2006) ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและจำนวนประชากรของเพลี้ยอ่อนในข้าวโพด

จากผลการศึกษาระยะเวลาการดูดกินเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 5 สายพันธุ์ พบว่าระยะเวลาเดินและชิมอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วบนต้นถั่วไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกสายพันธุ์ แต่สายพันธุ์คัด ม.อ. มีแนวโน้มว่าเพลี้ยอ่อนถั่วจะใช้ระยะเวลาในการเดินและชิมสั้นกว่าสายพันธุ์อื่น ให้ผลทำนองเดียวกับ Givovich และคณะ (1988) ที่รายงานว่า พฤติกรรมของเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch) จะดูดกินบนถั่วพุ่มสายพันธุ์ ICV-1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์อ่อนแอนานกว่าดูดกินในถั่วพุ่มสายพันธุ์ ICV-11 และ ICV-12 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ต้านทาน เมื่อศึกษาขนบนใบของต้นถั่วพันธุ์ต่างๆ พบว่าขนแบบเรียวแหลมและยาวจะส่งผล ต่อการขัดขวางการเคลื่อนที่ใต้ใบของเพลี้ยอ่อนถั่วมากกว่าขนประเภทที่ I ซึ่งมีลักษณะกลมสั้นคล้ายกระบอง Tingey and Laubengayer (1986) รายงานว่าขนบนต้น wild potato มีผลต่อการพฤติกรรมการดูดกินของ green peach aphid, *Myzus persicae* โดยไปมีผลทำให้ระยะเวลาในการดูดกินอาหารของเพลี้ยอ่อนชนิดนี้ช้าลง Schillinger (1969) รายงานว่าข้าวสาลีพันธุ์ CI 8591 มีความต้านทานต่อ cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* เนื่องจากใบข้าวสาลีมีขนยาวและหนาแน่นทำให้ตัวหนอนของ *O. melanopus* สับสน และขนที่ยาวก็ยังไปขัดขวางการเคลื่อนที่ของตัวหนอนมากกว่าพันธุ์อื่นที่มีขนสั้นและขึ้นอยู่

เพียงเล็กน้อย ลักษณะผิวใบที่มีส่วนของ trichomes ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นบริเวณผิวใบของถั่วเหลือง (soybean) และ alfalfa จะไปขัดขวางการกินของพวก potato leafhopper, *Empoasca facialis* Harris (Taylor, 1956; Lee, 1983 อ้างโดย Smith, 1989) และส่วนของ glandular trichomes บนต้น wild potato, *solanum neocardenasii* ไปมีผลกระทบต่อพฤติกรรมการดูดกินและแทงสไตเลทไปในเนื้อเยื่อพืชของ green peach aphid, *Myzus pericae* (Sulzer) (Lapointe and Tingey, 1986 อ้างโดย Smith, 1989) นอกจากนี้ยังพบว่าขนบนใบฝ้ายจะไปยับยั้งการเคลื่อนไหวของหนอนวัยแรกของ cotton pink bollworm, *Pectinophora gossipii* (Smith, 1975 อ้างโดย ปริญญา, 2530)

สำหรับปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่อยู่ภายในต้นถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มทั้ง 5 สายพันธุ์ ภายหลังการวิเคราะห์แล้วปรากฏว่า สายพันธุ์คัด – มอ. มีเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนเฉลี่ยต่ำที่สุด Djamin and Pathank (1967) รายงานว่าเพลี้ยอ่อน *Myzus persicae* ที่ดูดกินบริเวณขอบใบจะมีปริมาณของสารประกอบไนโตรเจนใน honeydew สูงกว่าพวกที่ดูดกินบริเวณส่วนกลางหรือโคนใบ และเพลี้ยจักจั่นอ้อย (*Saccharosydne saccharivora*) ชอบดูดกินอ้อยที่มีปริมาณของไนโตรเจนในใบสูง ซึ่งปริมาณจะแตกต่างกันไปตามอายุของใบและลำต้น เช่น ถ้าปริมาณไนโตรเจนเพิ่มจาก 1.5 เป็น 2.5 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักแห้ง อัตราการขยายพันธุ์ของเพลี้ยจักจั่นอ้อยจะสูงขึ้นถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และในฝ้ายที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงผิดปกติจะทำให้เกิดการระบาดของเพลี้ยจักจั่น (*Empoasca devastans*) ทันที สำหรับเพลี้ยอ่อนนั้นอัตราส่วนระหว่างสารประกอบไนโตรเจนโดยเฉพาะกรดอะมิโน และปริมาณของคาร์โบไฮเดรตจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเจริญเติบโต การแพร่พันธุ์ นอกจากนี้บุญฤทธิ์ (มปป) รายงานว่า การแพร่กระจายของเพลี้ยอ่อน เมื่อเริ่มเข้าทำลายพืชจะชอบดูดกินใบส่วนของพืชที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงเพื่อการเสริมสร้างพลังงานที่สูญเสียไประหว่างการบินหรือการเดินเพื่อหาอาหาร หลังจากนั้นเพลี้ยอ่อนจะเคลื่อนย้ายไปดูดกินในส่วนที่มีปริมาณของกรดอะมิโนสูง คือในส่วนของพืชที่อ่อนกว่าโดยเฉพาะในส่วนของท่อน้ำท่ออาหารเพื่อการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กนกอร วุฒิวงศ์. 2551. Antixenosis กับการต้านทานเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Kock)ในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata*). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. สถิติการปลูกพืชผักทั่วประเทศ ปีเพาะปลูก 2542/2543. ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2528. ปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด.

โกศล ชัยมณี และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2530. การถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อหนอนเจาะฝัก (*Heliothis armigera*) ในถั่วเหลือง. วารสารวิชาการเกษตร 5 : 32 – 37.

ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2537. การทดสอบพันธุ์ถั่วฝักยาวในฤดูแล้ง และฤดูฝนแรกในจังหวัดสงขลา. ว.สงขลานครินทร์ 16: 17-23.

จุฑารัตน์ ธนาไชยสกุล. 2539. ผลของระยะเวลาปลูกต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาญณรงค์ ดวงสอาด. 2549. การจัดการแมลงศัตรูพืช. เชียงใหม่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดดีพริ้นท์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และวัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ. 2542. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และวัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ. 2543. เอกสารประกอบการสอนหลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นพพร สายัมพล. 2543. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญหงษ์ จงคิด. 2548. หลักและเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปราโมทย์ พรสุริยา. 2537. การเปรียบเทียบและการถ่ายทอดลักษณะคุณภาพฝักในการผสมระหว่างถั่วฝักยาวกับถั่วพุ่ม. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันดร์ อัญมณี อาวุชานนท์ กฤษฎา จาตุรัส และทศพล เปรมแดง. 2547. อัตราพันธุกรรมและการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตและคุณภาพผลผลิตที่สำคัญในถั่วฝักยาวชั่วที่ 2. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 35 : 255 – 258.

ปริญญา ชินโนรส. 2530. พืชต้านทานแมลง. ว. กีฏและสัตววิทยา 9 : 51-57.

พัชนี ชัยวัฒน์. 2545. มุมมองเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืช แมลงศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ. วารสารวิชาการเกษตร 2 : 175 – 180.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2526. พันธุศาสตร์ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุ์พืช. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 16 : 409 – 422.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา : โรงพิมพ์ไทยนำ.

รัตนา สันทัดพานิช. 2530. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะในถั่วฝักยาว กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิรัตน์ ภู่วิวัฒน์. 2541. การเปรียบเทียบวิธีการสกัดคลอโรฟิลล์จากใบพืชโดยใช้สาร Dimethyl sulfoxide และ N, N-Dimethyl formamide ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 16: 3 – 7.

สมพงษ์ พงษ์ประเสริฐ. 2527. การศึกษาสาเหตุของความต้านทานของพันธุ์ข้าวต่อหนอนกอแถบลายสีม่วง *Chilo polychrysus* (Meyrich). วารสารวิชาการเกษตร 2 : 157 – 163.

Alabi, O. Y., Odebiyi, J. A. and Jackai, L. E. N. 2003. Field evaluation of cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* L. Walp.) for resistance to flower bud thrips (*Megalurothrips sjostedti* Trybom) (Thysanoptera : Thripidae). Internal Journal of Pest Management 49 : 287 – 291.

Annan, I. B., G.A. Schaefers and W. M. Tingey. 1995. Infuence of duration of infestation by cowpea aphid (Aphididae) on grow and yield of resistant and susceptible cowpeas. Crop Protection 17 : 533-538.

Atiri, G.I., and G. Thottappilly. 1985. *Aphis craccivora* setting behaviour and acquisition of cowpea aphid-borne mosaic virus in aphid-resistane cowpea. Entomologia Experimentalis et Applicata 39:241-245.

Bata, H. D., Singh, B. B., Singh, S. R. and Ladeinde, T. A. O. 1987. Inheritance of resistance to aphid in cowpea. Crop Science 27 : 892 – 894.

Benchasri, S and Nualsri, C. 2008. Monitoring Aphid (*Aphis craccivora* Koch) Resistance in F_1 hybrids and their parents of 4 crosses between yardlong bean and cowpeas. The 6th Regional IMT – GT UNINET Conference 2008. Penang, Malaysia, 28 – 30 August 2008. pp 196 – 200.

Benchasri, S., Nualsri, C., Santipracha, Q. and Ngampongsai, A. 2006. Evaluation of aphid (*Aphis craccivora* Koch) resistance in 24 accessions of yardlong bean and cowpea. 1st

joint PSU – UNS International Conference on BioScince: Food, Agriculture, and Environment. Songkhla, Thailand, 17 – 19 August 2006. pp. 215 – 222.

Berg, G. N. 1984. The Effect of Temperature and Host Species on the Population Growth Potential of the Cowpea Aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). Australian Journal of Zoology 32 345 – 352.

Davis, K. R., Lyon, G. D., Darvill, A. G. and Albersheim, P. 1984. Host – pathogen interactions XXV. Endopolygalacturonic acid lyase form *Erwinia carotovora* elicits phytoalexin accumulation by releasing plant cell wall fragments. Plant Physiology 74 : 52 – 60.

Dickson , M.K. and Eckenrode, C.J. 1975. Variation in Brassica oleracea resistance to cabbage Looper and imported cabbageworm in the greenhouse and field. Journal of Economic Entomology 68: 757 – 760.

Distabanjong, K. and Srinives, P. 1985. Inheritance beanfly resistance in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). Kasetsart Journal 19 : 75 – 84.

Dixon, A. F. G. 1987a. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphid. *In* Aphids :Their Biology, Natural Enemies and Control Volume 2A. (eds. A. K. Minks and P. Harrewijn) pp. 269 – 285. Amsterdam : Elsevier Science Publishers.

Dixon, A. F. G. 1987b. Evaluation and adaptive significance of cyclical parthenogenesis in aphids. *In* Aphids : Their Biology, Natural Enemies and Control Volume 2A. (eds. A. K. Minks and P. Harrewijn) pp. 289 – 296. Amsterdam : Elsevier Science Publishers.

Dixon, A.F.G. 1973. Biology of Aphids. The Institute of Biology's Studies in Biology No. 44. London: Edward Arnold.

Dixon, A.F.G. 1985. Aphid Ecology. New york: Chapman&Hall. New York.

Djamin, A. and Pathank, M.D. 1967. Role of Silica in resistance to Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker) in rice varieties. Journal of Economic Entomology 60: 347 – 351.

Ferry, N., Edwards, M. G., Gatehouse, J. A. and Gatehouse, A. M. R. 2004. Plant – insect interactions : molecular approaches to insect resistance. Current Opinion in Biotechnology 15 : 155 – 161.

Gatehouse, J. A. , V. A. Hilder and A. M. R. Gatehouse. 1991. Genetic engineering of plants for insect resistance. *In* Plant Genetic Engineering : Plant Biotechnology Vol.1 (ed. Don Grierson), pp : 105-135. Suffolk : St Edmundsbury Press.

Gatehouse, J. A., Hilder, V. A. and Gatehouse, A. M. R. 1992. Plant Genetic Manipulation for Crop Protection. Wallingford : CAB International.

Githiri, S.M., K. Ampong-Nyarko, E.O. Osir and P.M. Kimani. 1996. Genetics of resistance to *Aphis craccivora* in cowpea. Euphytica 89:371-376.

Givovich, A., Weibull, J. and Pettersson, J. 1988. Cowpea aphid performance and behaviour on two resistant cowpea lines. Entomologia Experimentalis et Applicata 49: 259 – 264.

Hawkins, C. D. B., Whitecross, M. I. and Aston, M. J. 1986. Long-term effects on cowpea plant growth of a short-term cowpea aphid infestation. Canadian Journal of Botany 64 : 1727–1732.

Hayman, B. I. 1958. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation mean. Heredity 12 : 371 – 390.

Hilder, V. A. and D. Boulter. 1999. Genetic engineering of crop plants for insect resistance. Crop Protection 18 : 177-191.

Horber, E. 1980. Types and classification of resistance. *In* Breeding Plant Resistance to Insects (eds. F. G. Maxwell and P. R. Jennings) New York. A Wiley Inter Science Publication.pp. 15 – 22.

Ibbotson, A. and Kennedy, J. S. 1950. The distribution of aphid infestation in relation to leaf age. Annals of Applied Biology 37 : 680 – 696.

International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 1982. Annual Report for 1982. pp. 59 – 60. Ibadan, Nigeria.

Jayappa, B. G. and Lingappa, S. 1988a. Causes of resistance to *Aphis craccivora* Koch. in cowpea germplasm in India. Tropical Pest Management 34 : 59 – 61.

Jayappa, B. G. and Lingappa, S. 1988b. Screening of cowpea germplasm for resistance to *Aphis craccivora* Koch. in India. Tropical Pest Management 34 : 62 – 64.

Karungi, J., Adipala, E., Ogenga – Latigo, M. W, Kyamanywa, S. Oyobo, N. and Jackai, L. E. N. 2000b. Pest management in cowpea. Part 2. Integrating planting time, plant density and insecticide application for management of cowpea field insect pests in eastern Uganda. Crop Production 19: 237 – 245.

Kuo, M.H., M.C. Chiu and J.J. Perng, 2006. Temperature effects on life history traits of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on corn in Taiwan, *Applied Entomology and Zoology* **41** : 171–177.

Li, C. D., Fatokun, C. A., Benjamin, U., Singh, B. B. and Scoles, G. J. 2001. Determining genetic similarities and relationships among cowpea breeding lines and cultivars by microsatellite markers. Crop Science 41 : 189 – 197.

Mignouna, H.D., N.Q. Ng, J. Ikca and G. Thottapilly. 1998. Genetic diversity in cowpea as revealed by random amplified polymorphic DNA. Journal of Genetics and Breeding 52:151-159.

Miyazaki, M. 1997. Morphology and systematic. *In* Aphids : Their Biology, Natural Enemies and Control Volume 2A. (eds. A. K. Minks and P. Harrewijn) pp. 1 – 26. Amsterdam : Elsevier Science Publishers.

Nault, L. R. and Ammar, E. D. 1989. Leafhopper and planthopper transmission of plant virus. Annual Review of Entomology 34 : 503 – 529.

Nielson, M. W. and Lehman, W. F. 1980. Breeding approaches in alfalfa. *In* Breeding Plant Resistance to Insects (eds. F. G. Maxwell and P. R. Jennings) pp. 127 – 312. New York : A Wiley – Interscience Publication.

Norris, D. M. and M. Kogan . 1980. Biochemical and morphological bases of resistance. *In* Breeding Plant Resistance to Insects (eds. F. G. Maxwell and P. R. Jennings) pp. 23 – 62. New York : A Wiley Inter Science Publication.

Ofuya, T. I. 1988. Varietal resistance of cowpeas to the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) under field and screenhouse conditions in Nigeria. Tropical Pest Management 34 : 445 – 447.

Ofuya, T. I. 1989. The effect of pod growth stages in cowpea on aphid reproduction and damage by the cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Homoptera: Aphididae). Annals of Applied Biology 115 : 563 – 566.

Ohiakhe, S. Jackai, L. E. N. Makanjuola, W. A. and Hodyson, C. J. 1992. Morphology, distribution, and the role of trichomes in cowpea (*Vigna unguiculata*) resistance to the legume pod borer, *Maruca testulalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Bulletin Entomology Research. 82: 499 – 505.

Ombakho, G. A., Tyagi, A. P. and Pathak, R. S. 1987. Inheritance of resistance to the cowpea aphid in cowpea. Theoretical and Applied Genetics 74 : 817 – 819.

Ortman E.E. and D.C. 1980. Peters, Plant resistance to insect: theory and concept. *In* Breeding Plant Resistance to Insects (eds. F. G. Maxwell and P. R. Jennings) pp. 1 – 13. New York : A Wiley Inter Science Publication.

Painter, R. H. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. New York : Macmillan.

Panda, N. and Khush, G.S. 1995. Host plant resistance to insects. International Rice Research Institute. Metro Manila. 431 p.

Pathak, R.S. 1988. Genetics of resistance to aphid in cowpea. Crop Science. 28: 474-476.

Powell, G. and Hardie, J. 2000. Host – selection behaviour by genetically identical aphids with different plant preferences. Physiological Entomology 25: 54 – 62.

Purseglove, J.W. 1977. Tropical Crops: Dicotyledons. London: Longman Group Limited.

Robert, Y. 1987. Aphids and their environment. *In* Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control Volume 2A. (eds. A. K. Minks and P. Harrewijn) pp. 299 – 313. Amsterdam : Elsevier Science Publishers.

Salifu, A. B., Singh, S. R. and Hodgson, C. J. 1988. Mechanism of resistance in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotype, TVx3236 to the beanflower thrips . *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysanoptera : Thripidae) 2. Non preference and antibiosis. Tropical Pest Management 34 : 185 – 188.

Schillinger, J. A. 1969. Three laboratory techniques for screening small grains for resistance to the cereal leaf beetle. Journal of Economic Entomology 62 : 360.

Smith, C. M., Z. R. khan and M. D. Pathak. 1994. Technique for Evaluating Insect Resistance in Crop Plants. New York : CRC Press.

Smith, C.M. 1989. Plant resistance to insect. A Fundamental Approach. America. 286 p.

Tingey, W. M. and J. E. Laubengayer. 1986. Glandular trichomes of a resistant hybrid potato after feeding behavior of the potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae). Journal of Economic Entomology 72:1230–1234.

ภาคผนวก

ผลงานตีพิมพ์จากโครงการวิจัย

1. Benchasri, S. and C. Nualsri. 2008. Monitoring Aphid (*Aphis craccivora* Koch) Resistance in F1 hybrids and Their parents of 4 crosses between yardlong bean and cowpea. The sixthh Regional IMT-GT Uninet Conference 2008. held at The Gurney Resort Hotel & Residences, Penang, Malaysia, 28-30 August, 2008. pp.196-200.
2. Nualsri, C and S. Benchasri. 2009. Evaluation for Resistance to Aphid (Aphis craccivora) in F1 and F2 of 4 crosses between Yardlong bean and Cowpea. *In* the Second Joint PSU-UNS International Conference on Bioscience: Food, Agriculture and the Environment, held at University of Novi Sad, Serbia, 23-25 May, 2008. (In press)
3. กนกอร วุฒิวงศ์ สุรไกร เพิ่มคำ อรัญ งามผ่องใส และจรัสศรี นวลศรี. 2550. ความสามารถในการเพิ่มปริมาณและพฤติกรรมของเพลี้ยอ่อนถั่วบนถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มบางสายพันธุ์. ในเอกสารการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 8 ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูน จังหวัดพิษณุโลก. หน้า 32-46.
4. สุรเชษฐ มาฆทาน และจรัสศรี นวลศรี. 2552. การกลายพันธุ์และการกระจายตัวของบางลักษณะในชั่วที่2 (M2) ของถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculat*a var. *sesquipedalis*) พันธุ์คัดมอ ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา.ว. วิทยาศาสตร์เกษตร. (ฉบับพิเศษ) 39: 346-350.
5. สรพงค์ เบญจศรี ราตรี ชูพันธ์ และจรัสศรี นวลศรี. 2552. เปรียบเทียบการต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในพันธ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่1 จากคู่ผสมระหว่างถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม. วารสารเกษตรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 25:145-154