



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วแขกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์
Varietal Trial of French Bean for Organic Seed Production

เสนอต่อ

มูลนิธิโครงการหลวง

โดย

รศ. ดร. พิทยา สรวมศิริ

อาจารย์ฉันทนา วิชรรัตน์

หัวหน้าโครงการ

ผู้ร่วมโครงการ

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วแขกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์
Varietal Trial of French Bean for Organic Seed Production

เสนอต่อ

มูลนิธิโครงการหลวง

โดย

รศ. ดร. พิทยา สรวมศิริ

อาจารย์ฉันทนา วิษรัตน์

หัวหน้าโครงการ

ผู้ร่วมโครงการ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วแขกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก มูลนิธิโครงการหลวง ในปี 2550 ซึ่งทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่มูลนิธิโครงการหลวง เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องการคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ดี เพื่อใช้ในการปลูกถั่วแขกอินทรีย์

คณะผู้วิจัย

พฤศจิกายน 2551



บทคัดย่อ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของถั่วแขก 3 สายพันธุ์ คือ ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) โดยใช้ข้อมูลเครื่องหมายโมเลกุล AFLP (Amplified fragment length polymorphism) พบว่า สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างถั่วแขกทั้ง 3 สายพันธุ์ ออกจากกันได้อย่างชัดเจน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่ 1 พันธุ์ทางการคำ (ตราสิงโต) กลุ่มที่ 2 พันธุ์ปางคะและพันธุ์สะโงะ

ในขณะที่การศึกษาเบื้องต้นลักษณะการเจริญเติบโต พัฒนาการของดอก และการแก่ของเมล็ด ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเมื่อให้ดอกแรก และสิ้นสุดการให้ดอก จำนวนกิ่งแขนงเมื่อให้ดอกแรก และวันที่ติดฝักวันแรกไม่แตกต่างกันทั้งสามพันธุ์ ส่วนพัฒนาการของดอก พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีรูปแบบการออกดอกในด้านวันที่ไม่มีการบานของดอกไม่แตกต่างกัน และพบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะโงะ มีวันที่ดอกแรกบานเร็วกว่าพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) แต่พันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีจำนวนดอกที่บานในแต่ละวันมากกว่าพันธุ์ปางคะ และสะโงะ สำหรับพัฒนาการของเมล็ด พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก และความงอกของเมล็ดสดไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันในด้านน้ำหนักเมล็ดสด และแห้งจำนวน 100 เมล็ด และความชื้นของเมล็ด ซึ่งพันธุ์สะโงะมีน้ำหนักเมล็ดสด และแห้ง 100 เมล็ด ความชื้นในเมล็ดมากที่สุด ขณะเดียวกันถั่วแขกพันธุ์ปางคะมีน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ไม่แตกต่างกับพันธุ์สะโงะ

การคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ในฤดูหนาว ที่ทำการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ในระยะปลูก 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า สามารถผลิตถั่วแขกที่มีทั้งจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นมากที่สุดในกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกในระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร เท่ากับ 576.58 เมล็ด และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ปลูกในระยะปลูก 40 x 80 เซนติเมตร เท่ากับ 468.67 เมล็ด ส่วนที่การปลูกถั่วแขกที่ระยะ 30 x 80 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 387.83 เมล็ด แต่เมื่อศึกษาน้ำหนักถั่วแขกเมล็ดแห้งต่อไร่ พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะปลูก 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร มีน้ำหนักถั่วแขกเมล็ดแห้งต่อไร่ไม่แตกต่างกันทั้งแก่กรรมวิธี ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดเท่ากับ 891.00-1,458.90 กรัม

สำหรับช่วงฤดูร้อนการคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ พบว่า จำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ในระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 231.08-253.44 เมล็ด และเมื่อศึกษาน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะโงะ ที่ปลูกในระยะ 40 x 60 เซนติเมตร และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อไร่มากที่สุด เท่ากับ 603.26-655.94 กรัม

Abstract

The study on genetic relation of 3 cultivars of French bean; Pang-Da, Sa-ngo, and commercial cultivar (Lion brand) by using Amplified fragment length polymorphism (AFLP) technique confirmed that French bean of Pang-Da and Sa-ngo were in the same group. Commercial variety (Lion brand) was however clearly differed from the others.

Comparison of growth, development and pot production of all the three cultivars showed no significant difference in the context of plant height, flowering date and duration, seed number per pod, germination rate.

The study on the effect of season on growth and seed yield of the French bean showed the big of growing season and seed yield per plant and per rai. In cool season French bean could produce seed upto 576.58 seeds per plant (at spacing 50 x 100 cm) or upto 468.67 seeds per plant (at spacing 40 x 80 cm), which gave a similar dry seed yield of 891.00-1,458.90 g/rai. In rainy season plants produced seed of only 603.26-655.94 g/rai at 40 x 60 cm, by which all the three cultivars produced similar dry seed yield.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
บทที่ 3 การยืนยันความแตกต่างทางพันธุกรรมด้วยวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพ	11
บทที่ 4 การศึกษาเบื้องต้นลักษณะการเจริญเติบโต พัฒนาการของดอกและการแก่ของเมล็ด	26
บทที่ 5 การคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ใน ฤดูหนาว	33
บทที่ 6 การคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ใน ฤดูร้อน	50
เอกสารอ้างอิง	66

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
บัณฑิตวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ลำดับเบสของ ไพร์เมอร์ต่างๆ	18
2	จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏทั้ง 9 คู่ไพร์เมอร์	22
3	แสดงค่าความคล้ายกันทางพันธุกรรม (similarity coefficients) ระหว่างถั่วแขก 3 พันธุ์ นำมาวิเคราะห์ร่วมกันทั้ง 9 ไพร์เมอร์	23
4	แสดงค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distances) ระหว่างถั่วแขก 3 พันธุ์ นำมาวิเคราะห์ร่วมกันทั้ง 9 ไพร์เมอร์	24
5	ผลการเจริญเติบโตของถั่วแขกด้านความสูง จำนวนกิ่งเฉลี่ยเมื่อให้ดอกแรก และ วันที่ติดฝักวันแรกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	28
6	รูปแบบการออกดอกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	29
7	จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดสด และแห้ง ความชื้นของเมล็ดของ ถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	30
8	ความงอกของเมล็ดสดของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	31
9	ความสูงเมื่อดอกแรกบานของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว	35
10	จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และ พันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ใน ฤดูหนาว	36
11	ความสูงเมื่อสิ้นสุดให้ดอกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว	37
12	วันที่ติดฝักวันแรกเฉลี่ยของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว	40
13	วันเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว	40
14	ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว	41
15	ความกว้างของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว	41
16	ความยาวของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ป้างคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว	42

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
31	ความสูงเมื่อดอกแรกบานของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	51
32	ความสูงเมื่อสิ้นสุดให้ดอกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	51
33	จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อดอกแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	52
34	วันที่ติดฝักวันแรกเฉลี่ยของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	56
35	วันเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	56
36	ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	57
37	ความกว้างของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	57
38	ความยาวของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	58
39	จำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	58
40	จำนวนฝักต่อต้น (ที่จำหน่ายได้) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	59
41	น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อฝัก (กรัม) จำหน่ายได้ ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	59
42	วันที่เก็บเกี่ยวฝักแห้งฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	60
43	ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักแห้งฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	60
44	จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และสิงโต ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	61

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
45	จำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	61
46	น้ำหนัก 100 ฟัก (สด) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	62
47	น้ำหนัก 100 เมล็ด (สด) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	62
48	น้ำหนัก 100 เมล็ด (แห้ง) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	63
49	ความชื้นของเมล็ดถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	63
50	น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตรในฤดูร้อน	63
51	เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน	64

โครงการหลวง

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ดีเอ็นเอถั่วแขก ใน 1% Agarose gel lane 1-2 = Doyle and Doyle (1990) lane 3-4 = CTAB method lane 5-6 = Dynabeads [®]	20
2	ตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ จากวิธีการ AFLP ของไพรเมอร์ M-CTC/E-ATG แสดงตำแหน่งที่มีลักษณะของ แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏร่วมกัน (monomorphic bands) และ แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏต่างกัน (polymorphic bands) ถั่วแขกพันธุ์การค้า = C1 และ C2 , ถั่วแขกปางคะ = P1 และ P2 , ถั่วแขกสะโงะ = S1 และ S2	22
3	Phylogenetic tree แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกัน (similarity coefficient) ระหว่างถั่วแขกทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยใช้วิธี AFLP ในการจำแนก พันธุ์การค้า (ตราสิงโต) = C1 และ C2 พันธุ์ปางคะ = P1 และ P2 และ พันธุ์สะโงะ = S1 และ S2	25
4	การเกิดโรคโคนเน่า (ก) การระบาดของหนอนกระทู้ผัก (ข) เพลี้ยอ่อน (ค และ ง) และ หนอนเจาะฝักถั่ว ที่พบในการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ในฤดูหนาว	49
5	การระบาดของหนอนกระทู้ผัก (ก) และหนอนเจาะฝักถั่ว (ข และ ค) ในฤดูร้อน	64

โครงการหลวง

บทที่ 1

บทนำ

มูลนิธิโครงการหลวงมีนโยบายชัดเจนในการขยายผลการเพาะปลูกผักอินทรีย์จากพื้นที่นำร่องใน 6 ศูนย์/สถานี ให้ครบทั้ง 36 ศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2550 โดยในปี พ.ศ. 2549 ได้กำหนดเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกจาก 250 ไร่ เป็น 800 ไร่ใน 17 ศูนย์/สถานี และมีเป้าหมายผลผลิตในผัก 17 ชนิดเพิ่มจาก 256 ตันในปี 2548 เป็น 1,019 ตันในปี 2549 (เพิ่มประมาณ 4 เท่า) และเพิ่มอีกในปี 2550 การผลิตผักอินทรีย์ของมูลนิธิโครงการหลวงได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตผักอินทรีย์ (มกท) ของกรมวิชาการเกษตรเรียบร้อยแล้ว ทำให้ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคอย่างมาก จนได้มีนโยบายการตลาดเพื่อส่งผักอินทรีย์จำหน่ายแก่ครัวเรือนไทย และการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งในกรณีหลังนี้ยังต้องการการพัฒนาอีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการผลิตผักอินทรีย์ที่มีความเป็นอินทรีย์ครบวงจรลงไปถึงระดับ “เมล็ดพันธุ์อินทรีย์” ด้วย

ปัจจุบันการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักอินทรีย์ของมูลนิธิโครงการหลวงยังอยู่ในระยะที่เพิ่งจะเริ่มต้นจริงๆ ยังไม่มีผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มูลนิธิฯ ผลิตด้วยตนเองในระบบเกษตรอินทรีย์แต่อย่างใดเลย ซึ่งจากข้อมูลเบื้องต้นในระดับปฏิบัติการ “ถั่วแขก” น่าจะใช้เป็นพืชนำร่องในการทดลองผลิตเมล็ดพันธุ์ด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ได้ อย่างไรก็ตาม มูลนิธิฯ ยังมีความต้องการข้อมูลพื้นฐานอีกมากในการที่จะพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์ภายใต้ระบบการเพาะปลูกที่เป็นเกษตรอินทรีย์ที่ยังไม่เคยดำเนินการมาก่อนเลย

วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

เพื่อคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี เมื่อปลูกภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ต่อไป

คณะผู้วิจัย

- 1) หัวหน้าโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร. พิทยา สรวมศิริ
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โทรศัพท์ : 053-944058
โทรสาร : 053-892716
e-mail : agipsrms@chiangmai.ac.th
- 2) ผู้ร่วมโครงการ อาจารย์ฉันทนา วิชรรัตน์
คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
โทรศัพท์ : 053-873380
โทรสาร : 053-498126 ต่อ 24



คณาธิการทดลอง

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ถั่วแขก

ชื่อสามัญ : Garden bean , Bust bean

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Phaseolus vulgaris*

ชื่อวงศ์ : Fabaceae

ชื่อท้องถิ่น : ถั่วฝรั่งเศส . ถั่วบุง . ถั้วฝรั่ง . ถั่วพุ่ม ถั่วแขกค้าง ถั่วแดง bush bean

ลักษณะทั่วไป

ถั่วแขกเป็นพืชตระกูลถั่ว (Leguminosae) มีถิ่นกำเนิดทางภาคใต้ของเม็กซิโก สามารถเจริญได้ดีในสภาพอากาศอบอุ่น ถั่วแขกเป็นพืชฤดูเดียว ลำต้นแข็ง แตกกิ่งก้านน้อย มีการเจริญเติบโตหลายลักษณะ เช่น เป็นพุ่ม กิ่งเลื้อย หรือเลื้อย ใบเป็นแบบสลับ มีใบย่อย 3 ใบ ดอกเป็นดอกสมบูรณ์ สามารถเจริญได้ทุกช่วงแสงเป็นพืชผสมตัวเอง ฝักมีหลายสี เช่น เขียว เหลือง ม่วง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง และ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546) ถั่วแขกมักมีการปลูกฤดูฝนและเก็บเกี่ยวปลายฤดูหนาว เจริญเติบโตได้ดี ผลผลิตไม่เสียหายระหว่างขนส่ง มีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนแก่ดิน เหมาะแก่การปลูกพืชระบบหมุนเวียน (โครงการหลวง, 2533)

พันธุ์ถั่วแขกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ถั่วแบบเลื้อย ปลูกโดยใช้ค้างแบบถั่วฝักยาว ต้นจะเลื้อยสูง 180-300 เซนติเมตร ดอกจะทยอยบาน ทำให้เก็บเกี่ยวซ้ำและใช้เก็บเกี่ยวหลายครั้ง ใช้ระยะเวลาเก็บเกี่ยวนาน
2. แบบพุ่ม ดอกจะเจริญในเวลาใกล้เคียงกันทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วและใช้ระยะเวลาสั้น พันธุ์ที่นิยมปลูกจะขึ้นอยู่กับตลาด โดยทั่วไปต้องการสายพันธุ์ที่มีลักษณะฝักกลม ตรงสีเขียวเข้มและมีปริมาณเส้นใยต่ำ สีเขียวเข้ม ยาว 10-12 ซม. ใช้สำหรับอุตสาหกรรมแช่แข็ง

สภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิดินอยู่ระหว่าง 18-30 องศาเซลเซียส ในช่วงที่มีฝนตกชุก ช่วงดอกบานจะทำให้อัตราการติดฝักต่ำ ดอกร่วง โดยเฉพาะถั่วแขกค้างซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าถั่วแขกพุ่ม (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง และ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546)

สภาพดินที่เหมาะสมต่อการปลูกควรเป็นดินร่วนซุย ถ่ายเทอากาศได้ดีสภาพดินที่เหมาะสม คือ ดินร่วนปนทราย ระบายน้ำได้ดี pH 6.0 – 6.5 แปลงที่มีความชื้นและใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากจะทำให้ฝักแก่

ข้า และควรได้รับแสงอย่างเต็มที่ตลอดทั้งวัน (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง และ สำนักงานปลัดกระทรวง เกษตรและสหกรณ์, 2546)

การใช้ประโยชน์และคุณค่าทางอาหาร

ถั่วแขกลักษณะเหมือนถั่วฝักยาว แต่ขนาดจะสั้นกว่า ให้รสชาติหวานและกรอบ มีโปรตีนสูง อุดมด้วยธาตุเหล็ก แคลเซียมและวิตามินซีซึ่งมีความสำคัญต่อการสร้างเม็ดเลือด อีกทั้งวิตามินซียังช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กได้ดีขึ้น นิยมนำมาลวกเป็นเครื่องเคียงในสเต็ก ผัดน้ำมันหอยหรือลวกจิ้มน้ำพริก เป็นส่วนผสมของไส่ไข้ยัดไส้ (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง และ สำนักงานปลัดกระทรวง เกษตรและสหกรณ์, 2546)

ถั่วเข็ม เป็นถั่วแขกขนาดเล็ก มีรสชาติหวาน นิยมนำมาลวกเป็นเครื่องเคียงในสเต็ก หรือผัดโดยใช้ไฟแรง (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง และ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546)

พื้นที่การปลูกถั่วแขก

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกถั่วแขกไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วชนิดอื่นๆ พบว่าในปี 2542-2543 มีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศประมาณ 5,344 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 6,653 ตัน หรือเฉลี่ย 1,240 กก./ไร่ มูลนิธิโครงการหลวงได้ผลิตฝักสดทั้งในรูปถั่วเข็ม (ฝักขนาดเล็ก อายุ 2-3 วันหลังดอกบาน) และฝักมาตรฐาน (อายุ 5-7 วันหลังดอกบาน) มาเป็นระยะเวลายาวนานจนเป็นที่รู้จักกันดี และนิยมเรียกว่าถั่วแขกโครงการหลวง มีลักษณะฝักยาวตรง สีเขียวอ่อนสม่ำเสมอทั้งฝัก จากรายงานของการตลาดมูลนิธิโครงการหลวงเชียงใหม่ระบุว่า ระหว่าง 1 ตุลาคม 2543-30 กันยายน 2544 มีการผลิตถั่วชนิดนี้สูงถึง 255,787 กก. เป็นมูลค่า 2.6 ล้านบาท เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ได้นำเข้ามาจากต่างประเทศ แล้วเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ปลูกฤดูต่อฤดู เมื่อพบความแปรปรวนของลักษณะประจำพันธุ์ รวมทั้งปริมาณผลผลิตต่ำลง จึงนำเข้าเมล็ดพันธุ์ชุดใหม่

การปฏิบัติดูแลรักษาในระยะต่างๆ ของเจริญเติบโต

กิจกรรม	วิธีปฏิบัติ
การเตรียมกล้า	นำเมล็ดคลุกเชื้อไตรโคเดอร์มา บ่มผ้าอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 ชั่วโมง
การเตรียมดิน	ไถดินตากแดดไม่ต่ำกว่า 14 วันหรือจุดพลิกดินตากแดดอย่างน้อย 7-14 วัน เก็บเศษวัชพืชให้สะอาด ขึ้นแปลงปลูก รองพื้นด้วยปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก อัตรา 1 กก./ตร.ม. สำหรับพืชตระกูลถั่วควรใช้ปุ๋ยในโตรเจนรองพื้นจะให้ต้นกล้าที่แข็งแรง
การปลูกและดูแลรักษา	หยอดเมล็ดที่บ่มแล้ว 2-3 เมล็ดต่อหลุม ลึก 2-3 เซนติเมตร และกลบดินรดน้ำ โดยมีระยะปลูก (ต้นxแถว) 30 x 50 เซนติเมตร ข้อควรระวัง ไม่ควรคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันแมลง
การให้น้ำ	ปลูกซ่อม 7-10 วัน หลังจากหยอดเมล็ด ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 10-20 กรัม/ตร.ม. หลังจากปลูก 40 วัน ใส่ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 10-20 กรัม/ตร.ม. แล้วพูนโคนดินเพื่อป้องกันต้นล้มเน้นการกำจัดวัชพืชแล้วรดน้ำควรรดน้ำอย่างสม่ำเสมอช่วง 30 วันแรก หลังจากนั้นทุก 2-3 วัน ขึ้นกับระดับความชื้นในดิน การทำค้ำข้างนั้นควรทำหลังปลูกให้เสร็จก่อน 7-10 วัน ค้ำสูงประมาณ 2 เมตร
การใส่ปุ๋ย	อายุ 15 วัน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 15 กรัม/ต้น อายุ 30 วัน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กรัม/ต้น อายุ 45 วัน ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 25 กรัม/ต้น
การเก็บเกี่ยว	เมื่ออายุได้ประมาณ 45-50 วัน ควรมีการทยอยเก็บ เมื่อฝักได้ขนาดตามต้องการ สำหรับถั่วเขมเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 5 วัน และ 10 วันหลังดอกบานทำเป็นถั่วแขกทั่วไป

โรคที่สำคัญของถั่วแขก

1. โรคแอนแทรคโนส (Antracnose) เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum limdemuthianum* เชื้อสาเหตุจะติดมากับเมล็ดพันธุ์ ระบาดมากในที่ๆ มีความชื้นสูงอุณหภูมิต่ำ หรือมีฝนตกชุกในฤดูกลางเจริญเติบโต
2. โรคราสนิม (Rust) เกิดจากเชื้อรา *Uromyces phaseoli* typical ระบาดรุนแรงในถั่วแดงและถั่วเขียว โดยเฉพาะการปลูกในที่ๆ มีความชื้นสูง ระยะแรกปรากฏเป็นนแผลจุดเล็กๆ ขาวด้านใต้ใบ ต่อจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและน้ำตาลในกรณีที่ระบาดมากใบจะแห้งและร่วง
3. โรคโคนเน่าและลำต้นเน่า (Damping off) เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Pythium aphanidermatum*, *Sclerotium rofsii* เชื้อสาเหตุสามารถเข้าทำลายทุกระยะของการเจริญ ตั้งแต่เริ่มงอกถึงติดฝักอ่อน โดยจะทำให้เกิดโคนเน่าในระยะกล้า แผลจะมีสีน้ำตาลซำรอบโคนต้นเหนือผิวดิน ถ้าหากเกิดจากเชื้อ *P. aphanidermatum* จะมีแผลซำสีน้ำตาล ในระยะที่แปลงปลูกมีความชื้นสูง จะปรากฏเส้นใยของเชื้อราสีขาวบริเวณแผล ถ้าหากเกิดจากเชื้อรา *S. rofsii* จะพบเส้นใยเชื้อรามีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ สีน้ำตาล ในระยะที่พืชโต จะพบแผลเน่าซำสีน้ำตาลรอบๆ โคนต้น ถ้าหากเกิดจากเชื้อ *P. aphanidermatum* แผลจะลุกลามไปไปที่ส่วนยอด ก้านใบและฝัก *S. rofsii* จะเข้าทำลายเฉพาะส่วนโคน
4. โรคราแป้ง (Powdery mildew) เกิดจากเชื้อรา *Erysiphe polygoni* ลักษณะแผลจะเป็นสีดำบนแผลจะพบเชื้อราสีขาวคล้ายแป้ง ต่อจากนั้นจะขยายตัว ทำให้ใบเหลืองร่วง เมื่อเข้าทำลายฝักแผลจะเป็นสีม่วง ฝักสั้น บิดงอ เมล็ดไม่เต็มฝักหรืออาจจะไม่ติดเมล็ด
5. โรคใบไหม้ (Bacterial blight) เชื้อสาเหตุ
 Holo blight : *Pseudomonas phaseolicola*,
 Common blight : *Xanthomonas phaseoli*
 Fucous blight : *Xanthomonas phaseoli* sp. *Fuscens*
 Bacterial wilt : *Corynebacterium flaccumfaciens*
 เข้าทำลายใบและฝัก ในระยะแรกเป็นแผลจุดซำ ที่ใบและลำต้น ต่อจากนั้นจะขยายใหญ่และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทำให้ใบแห้งตาย

โรคแมลงศัตรูที่สำคัญในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโต โรค/แมลง	ระยะปลูกตอนแยก อายุ 0-10 วัน	ระยะเริ่มติดดอก อายุ 35-40 วัน	ระยะฝักเจริญเติบโต อายุ 40-50 วัน	ระยะเก็บเกี่ยว อายุ 45-50 วัน
โรคโคนเน่า	←→			
โรคใบจุด		←→		→
โรคราสนิม		←→		→
โรคแอนแทรกโนส		←→		→
เพลี้ยอ่อน	←→			→
หนอนชอนใบ	←→			→
แมลงหัวข้าว		←→		→
หนอนเจาะฝัก			←→	→
ด้วงน้ำมัน		←→		
แมลงวันหนอนเจาะลำต้น	←→			

การเก็บเกี่ยว

ระยะเวลาของถั่วแขกขึ้นอยู่กับพันธุ์ พันธุ์เบาอายุประมาณ 50 วัน หลังจากหยอดเมล็ด ส่วนพันธุ์หนักอายุประมาณ 70 วัน หลังจากหยอดเมล็ด การเก็บฝักสดส่งขายตลาดอาจจะนับจากวันที่ดอกบานได้ 10 วัน จะได้น้ำหนักดี แต่ถ้าเก็บส่งโรงงานเพื่อแช่แข็งจะต้องเก็บเร็วขึ้น คือ 7 วัน หลังจากดอกบาน ซึ่งส่วนใหญ่ฝักจะยาว 10-13 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 9 มิลลิเมตร ฝักที่เก็บนั้นจะต้องสามารถหักเป็น 2 ท่อนได้ง่าย ไม่มีเสี้ยน เห็นเมล็ดอ่อนอยู่ภายใน การเก็บควรใช้กรรไกรหรือใช้นิ้วมือหัก เพราะการดึงจะทำให้ต้นโยกคลอนหรือถูกถอนหลุดจากดินได้ง่าย ควรพยายามเก็บเกี่ยวบ่อยๆ อย่าปล่อยให้วัจนฝักแก่ จะทำให้เสียคุณภาพและรสชาติ รวมทั้งผลผลิตลดลงด้วย

สำหรับการเก็บเมล็ดแก่มาบริโภค ควรปล่อยให้ฝักแก่จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและฝักเริ่มจะแตก จึงตัดต้นถั่วมาทำการแกะเมล็ดออก แล้วตากเมล็ดให้แห้งในห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี ส่วนการเก็บเมล็ดอ่อนมารับประทานนั้น ปล่อยให้ฝักอยู่ติดต้น จนฝักเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวซีดจึงเก็บฝักมาแกะเมล็ด นำมาปรุงอาหารได้

มาตรฐานถั่วแขก

มาตรฐานจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตลาด ผู้ปลูกควรศึกษาเพื่อผลิตให้ตรงตามความต้องการของตลาด ส่วนใหญ่จะเก็บก่อนที่เมล็ดพัฒนาทำให้ฝักบวม สี ขนาด ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมแช่แข็ง

เกรด เอ : มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-8 มิลลิเมตร

เกรด บี : มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8-10 มิลลิเมตร

หมายเหตุ

ฝัก ต้องมีสีเขียว เต่ง สด ไม่มีแผลชำรุดจากการเก็บเกี่ยว การขนส่ง การทำลายของโรค แมลง ฝักตรงไม่โค้งงอ (โค้งงอได้ไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส)

ผลผลิตถั่วแขก

พื้นที่ปลูก : 100 ตร.ม.	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
ผลผลิต(กก.)	110	85	110
ราคา (บาท/กก.)	6.8	10	6.8
รายได้เบื้องต้น (บาท)	748	850	748

การประเมินต้นอ่อน

สำหรับการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ เมื่อเมล็ดงอกเป็นต้นอ่อนแล้วจะมีการประเมินผลความงอก โดยแบ่งเป็น 4 ประเภท

1. ต้นอ่อนปกติ (Normal seedling)

ต้นอ่อนปกติ หมายถึง ต้นอ่อนที่สามารถเจริญเติบโตเป็นพืชปกติได้ เมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีความชื้น มีอุณหภูมิ และแสงที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต

ตามหลักเกณฑ์ของสมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (International Seed Testing Association) ต้นอ่อนปกติจะต้องประกอบด้วยโครงสร้างต่างๆ ดังต่อไปนี้

ระบบราก ควรมีระบบรากที่สมบูรณ์ รากแก้วเจริญเติบโตดี มีรากขนอ่อนในบางพืช เช่น ข้าวโพด แตงกวา ควรมีระบบรากอื่นๆ นอกเหนือจากรากแก้วเจริญเติบโตในขณะที่อยู่ในช่วงทดสอบความงอกด้วย หรือในกรณีของเมล็ดธัญพืช ถ้าไม่มีรากแก้วจะต้องมีรากอื่นๆ ที่มีความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 1 ราก

ลำต้นอ่อน ควรจะมีลำต้นที่ตั้งตรง ไม่ม้วนงอ ในพืชที่ไม่เห็นส่วนของต้นอ่อนที่ชัดเจน เช่น ถั่ว ถั่ว และหน่อไม้ฝรั่ง จะต้องมีการ epicotyl ที่เจริญสมบูรณ์ดี หรือมี mesocotyl ในกรณีของพืชตระกูลถั่ว

ใบเลี้ยง มีสีเขียว ลักษณะ ขนาดและรูปร่างของใบเลี้ยงขึ้นอยู่กับชนิดพืชแต่ละชนิด โดยจะต้องมีลักษณะปกติสมบูรณ์ดี ถ้ามีส่วนเสียหายหรือถูกทำลายจะต้องมีส่วนที่สมบูรณ์ดีอยู่อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของพื้นที่ปกติ

ใบจริง อาจมีใบเดี่ยวหรือใบคู่ตามแต่ชนิดพืช ถ้าใบจริงเสียหายผิดปกติรูปร่างหรือถูกแมลงทำลาย จะต้องมีส่วนที่สมบูรณ์ดีอยู่อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของพื้นที่ใบ

ยอดอ่อนหรือตายอด มีการพัฒนาตามปกติ

ปลอกหุ้มยอดอ่อน ใบพืชตระกูล Gramineae จะต้องมีการเจริญเติบโตอยู่ในปลอกหุ้มยอดอ่อนและเจริญเติบโตจนโผล่พ้นปลอกหุ้มยอดอ่อนออกมาได้

ต้นอ่อนปกตินอกจากจะมีโครงสร้างต่างๆ ที่สมบูรณ์แข็งแรงดีตามลักษณะต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังรวมถึงต้นอ่อนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- ต้นที่มีโครงสร้างบางส่วนเสียหายเพียงเล็กน้อย เช่น บริเวณลำต้นอ่อนมีแผลเป็นจุดเล็กๆ หรือแผลสั้นๆ ไม่ลึกเข้าไปถึงบริเวณท่อน้ำ ท่ออาหาร หรือลำต้นโค้งงอเพียงเล็กน้อย
- พืชใบเลี้ยงเดี่ยว ต้นอ่อนปกติยังรวมถึงต้นอ่อนที่ปลอกหุ้มยอดอ่อนฉีกขาดจากปลายบนลงล่างไม่เกิน 1 ใน 3 ของความยาวปลอกหุ้มยอดอ่อน สำหรับต้นอ่อนที่มีปลอกหุ้มยอดอ่อนม้วนบิดเพียงเล็กน้อยยังจัดให้เป็นต้นอ่อนปกติ

2. ต้นอ่อนผิดปกติ (Abnormal seedling)

ต้นอ่อนผิดปกติ หมายถึง ต้นอ่อนที่ไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นพืชปกติ เมื่อปลูกลงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างต้นอ่อนที่สำคัญบางส่วนเสียหายไป ต้นอ่อนผิดปกติสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.1 ต้นอ่อนผิดปกติที่ได้รับความเสียหาย (damaged seedling) หมายถึง ต้นอ่อนที่มีโครงสร้างที่สำคัญบางส่วนเสียหายไปจนไม่สามารถพัฒนาต่อไปเป็นต้นปกติได้ เป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นจากปัจจัยภายนอก เช่น เมล็ดมีส่วนคัพภะที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากเครื่องจักรความร้อนหรือแมลงเข้าทำลาย เมื่อนำไปทดสอบความงอกจะพบความผิดปกติในลักษณะที่ใบเลี้ยงหรือยอดอ่อนจะแตกเร็ว หรือลำต้นอ่อนมีรอยแตก หรือส่วนอื่นๆ ของต้นอ่อนมีรอยแตกหัก หรือรากแก้วขาดหายไป เป็นต้น

2.2 ต้นอ่อนผิดปกติที่มีรูปร่างผิดปกติหรือไม่สมดุล (deformed or unbalance seedling) ได้แก่ ต้นอ่อนที่อ่อนแอหรือการเจริญเติบโตของต้นอ่อนไม่สมดุล ซึ่งมีผลมาจากปัจจัยภายในด้าน

สรีรวิทยาและชีวเคมี หรืออาจจะมีผลมาจากการที่ต้นแม่ได้รับสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตตั้งแต่อยู่ในแปลงปลูก สภาพแวดล้อมที่เก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม หรือเก็บเกี่ยวขณะที่เมล็ดยังไม่เต็มที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ผลกระทบที่เมล็ดได้รับจากสารเคมีกำจัดแมลงหรือสารเคมีกำจัดวัชพืชทำให้ต้นอ่อนผิดปกติได้เช่นกัน นอกจากนี้อาจเกิดจากสภาพแวดล้อมที่เก็บรักษาไม่เหมาะสม เมล็ดเสื่อมคุณภาพ เป็นต้น ลักษณะผิดปกติประเภทนี้ ได้แก่ ต้นอ่อนที่ชะงักการเจริญเติบโต รากแก้วม้วนบิดเป็นเกลียว หรือมีลักษณะหนา สั้น ลำต้นอ่อนม้วนบิด ใบเลี้ยงมีสีซีด หรือมีรอยด่าง ปลูกหุ้มยอดอ่อนม้วนบิดเป็นเกลียวหรือต้นอ่อนเจริญเติบโตผิดปกติทาง เช่น งอกแล้วต้นอ่อนชั่งลงดิน หรือรากชี้ขึ้นข้างบน เป็นต้น หรือต้นอ่อนที่มีสีซีดเนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์

2.3 ต้นผิดปกติประเภทต้นเน่า (decayed seedling) ต้นอ่อนประเภทนี้จะมีโครงสร้างต้นอ่อนทั้งต้นหรือบางส่วนเป็นโรคแล้วเน่า อาจะเนื่องมาจากเชื้อราหรือแบคทีเรียที่ติดมากับเมล็ดทำให้ต้นอ่อนที่งอกออกมาแล้วไม่สามารถเจริญเติบโตหรือพัฒนาต่อไปได้

3. เมล็ดแข็งหรือเมล็ดสดไม่งอก (Hard seed or Fresh ungerminated seed)

เมล็ดแข็ง คือ เมล็ดที่ไม่ดูดซับน้ำหรือเมล็ดที่น้ำซึมผ่านเข้าไม่ได้ ทำให้เมล็ดมีลักษณะแข็งและยังคงรูปร่างเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง มักจะพบในพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง เมล็ดพืชอาหารสัตว์ เป็นต้น การที่จะให้เมล็ดเกิดรอยขีดข่วนน้ำจะซึมเข้าไปภายในเมล็ด เมล็ดจึงจะงอกได้

เมล็ดสดแต่ไม่งอก เป็นเมล็ดที่ดูดซับน้ำแต่เมล็ดมีการพักตัวทางสรีรวิทยา ต้นอ่อนจึงไม่งอก เมล็ดจะมีลักษณะพองตัวเนื่องจากดูดซับน้ำเข้าไป เมล็ดยังคงสดและมีชีวิต อย่างไรก็ตามการจะประเมินผลต้นอ่อนประเภทนี้ต้องพิจารณาดูให้ดี บางครั้งเมล็ดอาจตายแต่ใจคิดไม่แน่ว่าก็ได้ ทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นเมล็ดที่สดแต่ไม่งอก ถ้าพบเมล็ดที่มีลักษณะนี้จะต้องพิจารณาตรงส่วนของกัพาะด้วย

4. เมล็ดตาย (Dead seed)

เมล็ดตาย คือ เมล็ดที่เนื้อเยื่อตายแล้ว ไม่มีส่วนใดของต้นอ่อนสามารถงอกได้เลยอาจจะมีลักษณะเน่า เมล็ดมีลักษณะอื่นๆ ไม่สด สีขำๆ

การตรวฉนับต้นอ่อนโดยปกติตรวฉนับ 2 ครั้ง คือ การนับครั้งแรก ซึ่งจะตรวฉนับต้นอ่อนที่เจริญเติบโตสมบูรณ์ดีเท่านั้น และจะเหลือต้นอ่อนที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่หรือต้นอ่อนผิดปกติไว้ตรวฉนับครั้งสุดท้าย อย่างไรก็ตามบางครั้งเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการทดสอบแล้ว ยังมีต้นอ่อนที่งอกช้า และไม่แน่ใจว่าควร นับเป็นต้นปกติหรือไม่ ก็ให้ย้ัระยะเวลาการทดสอบออกไปอีกเล็กน้อย หากเมล็ดงอกช้าเมื่อถึงระยะเวลาประเมินผลต้นอ่อนแล้วยังมีขนาดเล็กให้ย้ัระยะเวลาออกไปได้อีก 7 วัน หรือประมาณครึ่งหนึ่งของระยะเวลาที่ตรวฉนับต้นอ่อนครั้งสุดท้ายของพีชชนิดนั้น เพื่อรอดูลักษณะของต้นอ่อนให้ชัดเจน ในกรณีทีเพาะ โดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ การตรวฉนับต้นอ่อนครั้งสุดท้ายโดยทั่วไปจะใช้เวลา

ประมาณ 7-10 วัน ก็สามารถนับครั้งสุดท้ายครั้งเดียวโดยไม่ต้องนับครั้งแรกเนื่องจากการประเมินผลต้นอ่อนจะต้องถอนต้นอ่อนขึ้นมาทั้งต้นเพื่อตรวจดูระบบรากด้วย

วิธีการทดสอบความงอก

การทดสอบความงอก เป็นการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานสากล เมล็ดที่นำมาทดสอบความงอกจะเป็นเมล็ดที่ผ่านการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์เมล็ดพันธุ์ (purity analysis) ในส่วนที่เป็น Pure Seed หรือเมล็ดพันธุ์สุทธิ ด้วยอย่างเมล็ดนั้น เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพความงอกที่แท้จริงของตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ทำการทดสอบ จะต้องมีการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์และนำเมล็ดพันธุ์มาแบ่งตัวอย่างตามหลักวิชาการก่อนการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์เมล็ดพันธุ์ และถ้าตัวอย่างเมล็ดพันธุ์สุทธิที่ได้มาจากวิธีการดังกล่าวแล้วมีเมล็ดลีบ เทียน เมล็ดขนาดเล็กหรือเป็นโรคปะปนอยู่ก็ต้องนำมาทดสอบความงอกด้วย โดยผู้ปฏิบัติจะต้องคัดเลือกเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์หรือเมล็ดที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น วิธีการทดสอบความงอกที่นิยมใช้ส่วนใหญ่เป็นการจำแนกตามวัสดุที่ใช้เพาะ (substrates) โดยแบ่งการทดสอบโดยใช้กระดาษและทดสอบโดยใช้ทราย ซึ่งในส่วนการทดสอบความงอกโดยใช้กระดาษ สามารถปฏิบัติได้ 3 วิธีดังนี้

1. TP (top of paper) คือ การเพาะเมล็ดบนกระดาษที่มีความชุ่มชื้น โดยเริ่มจากการวางกระดาษที่พับซ้อนกันลงในภาชนะที่มีฝาปิด เรียงเมล็ดลงบนกระดาษแล้วปิดฝาภาชนะเพื่อรักษาความชื้น วิธีการนี้นิยมใช้กับเมล็ดที่มีขนาดเล็ก เช่น เมล็ดผัก เมล็ดหญ้า เมล็ดดอกไม้ เป็นต้น
2. BP (between paper) คือ การเพาะเมล็ดโดยวางเมล็ดระหว่างชั้นของกระดาษโดยนำกระดาษเพาะที่แช่น้ำให้มีความชุ่มชื้นมาวางซ้อนกัน 2 แผ่น แล้วเรียงเมล็ดจำนวน 50 หรือ 100 เมล็ด ลงบนกระดาษและปิดทับด้วยกระดาษที่มีความชื้นอีกแผ่นหนึ่ง พับกระดาษจากขอบกระดาษส่วนล่าง ขึ้นประมาณ 1 นิ้ว แล้วม้วนกระดาษจากขอบซ้ายไปขวา วางม้วนกระดาษตั้งขึ้น จากนั้นนำไปใส่ในถุงพลาสติก หรือ กล่องพลาสติกเพื่อรักษาความชื้น วิธีการนี้จะเรียกว่า Rolled paper ก็ได้ นิยมใช้เพาะเมล็ดพันธุ์พืชไร่ เช่น ข้าว ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าวโพด ฝ้าย เป็นต้น สำหรับวิธี BP นี้อาจจะใช้กระดาษปิดทับเมล็ดไว้หลวมๆ โดยไม่ต้องม้วนกระดาษก็ได้ เช่น การเพาะเมล็ดผัก แต่จะต้องวางไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดเพื่อรักษาความชื้น
3. PP (pleated paper) คือ การเพาะในกระดาษที่มีรอยพับจีบเหมือนกระดาษอัดพลีท โดยวางเมล็ดลงในร่องพลีท นิยมใช้กับเมล็ดที่มีต้นอ่อน 2-3 ต้นใน 1 เมล็ด เช่น เมล็ดผัก การเพาะโดยวิธีนี้จะช่วยให้การประเมินผลต้นอ่อนสะดวกขึ้น เนื่องจากต้นอ่อนไม่พันกันหรือปะปนกัน

บทที่ 3

การยืนยันความแตกต่างทางพันธุกรรมด้วยวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

วิธีการทดลอง

1. พืชทดลอง

ถั่วแขก (*Phaseolus vulgaris*) 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ปางคะ พันธุ์สะโงะ และพันธุ์การค้า ตรา สิงห์โต

2. การสกัดดีเอ็นเอของถั่วแขก ทำการทดลอง 3 วิธีคือ

2.1 CTAB method (อังสนา, 2545)

1) บดเมล็ดถั่วแขก 4-5 เมล็ดในโกร่งให้ละเอียดเป็นผงใช้ช้อนที่สะอาดตักประมาณ 0.1 g ใส่ลงใน Microcentrifuge Tube ขนาด 1.5 เดิม CTAB Extraction buffer (2%CTAB, 1.4M NaCl, 100 mM Tris-HCl, 20 mM EDTA) ที่อุณหภูมิอยู่ที่ 65 องศาเซลเซียส ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 30 นาที

2) จากนั้น นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที 10 นาที และ ดูดเอาส่วนสารละลายด้านบนใส่ลงใน Microcentrifuge Tube ขนาด 1.5 ml หลอดใหม่

3) จากนั้นเติม CTAB- precipitation buffer (5%CTAB, 40mM NaCl) 2 เท่าของปริมาณสารละลายที่ดูดได้จากข้อ 2 จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง

4) นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที 15 นาที จากนั้นเทส่วนสารละลายด้านบนทิ้ง ให้เหลือแต่ตะกอน จากนั้นละลายตะกอนด้วย 350 μ l 1.2 M NaCl แล้วเติม 350 μ l Chloroform ผสมให้เข้ากัน จนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

5) นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที 10 นาที ดูดสารละลายส่วนบนสุด ใส่ใน Microcentrifuge Tube ขนาด 1.5 ml หลอดใหม่

6) เติม 0.6 ml Isopropanol ผสมให้เข้ากัน บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที

7) นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที 15 นาที เทสารละลายส่วนบนทิ้ง เติม 100 μ l 70% Ethanol เพื่อล้างตะกอน ปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที 10 นาที เทสารละลายส่วนบนทิ้ง

8) ตากตะกอน ดีเอ็นเอ จนแห้ง จากนั้นละลายตะกอนด้วย 50 μ l TE buffer หรือ น้ำ

2.2 วิธีการตัดแปลงจากวิธีของ Doyle and Doyle (1990) (กฤษณา, 2548)

1) นำเมล็ดถั่วแขก 4-5 เมล็ด บดในโกร่งให้ละเอียดเป็นผงใช้ช้อนที่สะอาดตักประมาณ 0.1 กรัม ใส่ลงใน Microcentrifuge Tube ขนาด 1.5 ml เดิม Extraction Buffer (200 mM Tris-HCl pH8.0, 250 mM NaCl, 25 mM EDTA และ 0.5% SDS) 600 μ l ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วนำไปบ่มที่ 65 องศาเซลเซียส 30 นาที

- 2) จากนั้น นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 7,000 รอบต่อนาที 10 นาที และ ดูดเอาส่วนสารละลายด้านบนเก็บไว้
- 3) เติม Proteinase K (10 mg/ml) 25 μ l จากนั้น บ่มที่ 55 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง หรือบ่มข้ามคืน
- 4) นำมาปั่นเหวี่ยงที่ 7,000 รอบต่อนาที 10 นาที ดูดเอาสารละลายส่วนบนเก็บไว้
- 5) ตกตะกอนดีเอ็นเอด้วย Isopropanol ปริมาตรต่อปริมาตร จากนั้นบ่มที่ -80 องศาเซลเซียส 15 นาที หรือ -20 องศาเซลเซียส ข้ามคืน
- 6) ปั่นเหวี่ยงให้ดีเอ็นเอ ตกตะกอนที่ 6,000 รอบต่อนาที 5 นาที ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย 70% Ethanol 2 ครั้ง จากนั้น ตกตะกอนดีเอ็นเอที่ 37 องศาเซลเซียส จนตะกอนแห้ง
- 7) ละลายตะกอนด้วย 1X TNE Buffer (10mM Tris-HCl pH 7.5, 100 mM NaCl, 1 mM EDTA) 200 μ l เติม RNaseI 5 ยูนิตต่อหลอด บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง
- 8) สกัดด้วย Phenol โดยเติม Phenol ปริมาตรต่อปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ปั่นเหวี่ยงที่ 7,000 รอบต่อนาที ดูดเอาสารละลายด้านบน ทำซ้ำจนได้สารละลายใส
- 9) สกัดเอา Phenol ออกด้วย Chloroform: Isoamylalcohol (24:1) 2 ครั้ง
- 10) ตกตะกอน DNA ด้วย 3 M Sodium acetate เติม 1 ใน 10 ของปริมาตรสารละลายที่ได้ จากนั้นเติม 99% Ethanol 2 เท่าของปริมาตร กลับหลอดไปมาเบา ๆ ให้เข้ากัน จากนั้นเก็บไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส หรือ -20 องศาเซลเซียส ข้ามคืน
- 11) นำมาปั่นเหวี่ยงที่ 6,000 รอบต่อนาที 10 นาที และล้างตะกอนด้วย 70% Ethanol 2 ครั้ง ตกตะกอนดีเอ็นเอที่ 37 องศาเซลเซียส ให้แห้ง
- 12) ละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE Buffer 100 μ l

2.3 ชุดสกัดดีเอ็นเอของ บริษัท invitrogen (Dynabeads[®] DNA DIRECT[™] Universal)

- 1) นำเมล็ดถั่วแขก 4-5 เมล็ด บดในโกร่งให้ละเอียดเป็นผงใช้ช้อนที่สะอาดตักประมาณ 0.1 กรัม ใส่ลงใน Microcentrifuge Tube ขนาด 1.5 ml เติม 1 ml Lysis Buffer และ เติม 2 μ l RNase A ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 2) เติม 100 μ l 10% SDS จากนั้นบ่มที่ อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติม 400 μ l Precipitation Buffer ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3) นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที 5 นาที ดูดเอาส่วนสารละลายด้านบนใส่ลงใน Microcentrifuge Tube ขนาด 1.5 ml หลอดใหม่
- 4) เติม 100 μ l 10 % Detergent ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติม 40 μ l CSM Beads เขย่าเบา ๆ ให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง 1 นาที นำ Microcentrifuge Tube ใส่ลงใน Magnetic Separator ประมาณ 1 นาที หรือจนกว่า สารละลายจะใส ดูดสารละลายส่วนใสทิ้ง

5) เติม 1 ml Wash Buffer เขย่าเบาๆ จนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำ Microcentrifuge Tube ใส่ลงไปใน Magnetic Separator ประมาณ 1 นาที หรือจนกว่า สารละลายจะใส ดูดสารละลายส่วนใสทิ้ง ทำข้อ 5 ซ้ำอีกครั้ง

6) ละลาย CSD Beads ด้วย 100 μ l Elution Buffer บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที ในขั้นตอนนี้ ดีเอ็นเอจะละลายออกมาอยู่ในสารละลาย จากนั้นนำ Microcentrifuge Tube ใส่ลงไปใน Magnetic Separator ประมาณ 1-2 นาที หรือจนกว่าสารละลายจะใส ดูดเอาสารละลายส่วนใสใส่ Microcentrifuge Tube ใหม่ เก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

จากนั้นวัดคุณภาพและปริมาณดีเอ็นเอที่ได้ด้วยวิธี Electrophoresis ใน 1 % agarose gel และ วัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 nm โดยความเข้มข้นของสารละลายดีเอ็นเอ คำนวณได้จาก

$$\text{ความเข้มข้นของดีเอ็นเอ} = \text{ค่า OD}_{260} \text{ nm} \times 50 \mu\text{g/ml} \times \text{dilution factor}$$

สำหรับคุณภาพของดีเอ็นเอ คำนวณจาก อัตราส่วนของค่า OD₂₆₀ และ OD₂₈₀ โดยดีเอ็นเอที่บริสุทธิ์จะต้องมีค่าประมาณ 1.8

3. ขั้นตอนในการทำ AFLP (Amplified fragment length polymorphism)

3.1 ทำการเจือจางดีเอ็นเอที่สกัดได้ ให้ได้ความเข้มข้น 100 ng / μ l

3.2 การตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (Restriction enzyme) 2 ชนิด คือ *EcoRI* และ *MseI* ซึ่ง *EcoRI* จะทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และ *MseI* จะทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส สภาวะที่เหมาะสมในการตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ทั้ง 2 คือ ตัดด้วย *MseI* ที่ 65 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเติม *EcoRI* และบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง โดยมี ส่วนประกอบ และขั้นตอนดังนี้ (กฤษณา, 2548)

- ตัดด้วย *MseI*

ดีเอ็นเอ (100 ng / μ l)	5 μ l
<i>MseI</i> (10 u / μ l)	1 μ l
10x tango buffer	5 μ l
น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ	14 μ l
ปริมาตรรวม	25 μ l

นำไปบ่มที่ 65 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง

- ตัดด้วย *EcoRI*

<i>EcoRI</i> (10 u / μ l)	1 μ l
10x tango buffer	3 μ l
น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ	11 μ l
ปริมาตรรวม	15 μ l

เติมลงในหลอดที่ตัดด้วย *MseI* ข้างต้นรวมปริมาตรทั้งหมด 40 μ l จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง

3.3 การเชื่อมต่อชิ้นส่วนดีเอ็นเอ เข้ากับ Adapter (Ligation)

- การเตรียม Adapter

ลำดับเบสของ Adapter ของเอนไซม์ *EcoRI* และ *MseI* มีดังนี้



การนำ Adapter ในรูปโพลิโกนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยวแต่ละสายมารวมกัน จะต้องนำมาคำนวณค่าความเข้มข้นและรวมกันในอัตราส่วนจำนวนโมลเลกุล (Molar Ratio) ที่เท่ากัน (สุรินทร์, 2545) ซึ่งมีวิธีการเตรียม คือ ผสมโพลิโกนิวคลีโอไทด์ สายบนและสายล่างที่มีความเข้มข้น 100 pmole/ μ l อย่างละ 30 μ l จากนั้นเติมน้ำ 60 μ l จะได้ความเข้มข้นสุดท้ายของ Adapter เท่ากับ 25 pmole / μ l นำไปบ่มที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาทีแล้วทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงๆ ลดลงที่อุณหภูมิห้อง (กฤษณา, 2548)

- การเชื่อมต่อดีเอ็นเอ กับ Adapter โดยการนำดีเอ็นเอที่ตัดด้วยเอนไซม์เรียบร้อยแล้วมาเติมสารต่าง ๆ ดังนี้

ดีเอ็นเอที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจะเพาะ	25 μ l
<i>EcoRI</i> Adapter (25 pmole / μ l)	1 μ l
<i>MseI</i> Adapter (25 pmole / μ l)	2 μ l
T4 DNA ligase (3 u/ μ l)	1 μ l
10x T4 ligase buffer	5 μ l
น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ	16 μ l
ปริมาตรรวม	50 μ l

บ่มที่ 20 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง และ ต่อด้วย 4 องศาเซลเซียส ข้ามคืน

3.4 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ โดยวิธีพีซีอาร์ (PCR: Polymerase chain reaction)

ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยวิธีพีซีอาร์นั้น จะประกอบด้วยขั้นตอนการทำพีซีอาร์ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 เรียกว่า Pre-Selective Amplification เป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอต้นแบบให้มากขึ้น และช่วยให้เกิดการคัดเลือกชิ้นดีเอ็นเอที่ถูกต้อง โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะ ไพรเมอร์ที่ใช้มีลำดับเบสทางปลาย 5' เหมือนกับลำดับเบสของ Adapter ต่อด้วยลำดับเบสบริเวณตัดจำเพาะของเอนไซม์และเพิ่มเบสเข้าไปที่ปลาย 3' อีกหนึ่งเบส ดัง ตารางที่ 1 และการทำพีซีอาร์ครั้งที่ 2 เรียกว่า Selective Amplification เป็นการใช้ไพรเมอร์ที่เพิ่มเบสคัดเลือกต่อจากไพรเมอร์ที่ใช้ในครั้งแรก อีก 1-2 เบส (กฤษณา, 2548) ดัง ตารางที่ 1

โดยที่ กลุ่ม E ไพรเมอร์จะเป็นไพรเมอร์ที่เป็นจุดเริ่มต้นปฏิกิริยาพีซีอาร์ จากด้านที่ตัดด้วยเอนไซม์ *EcoRI* และ กลุ่ม M ไพรเมอร์ เป็นจุดเริ่มต้นปฏิกิริยาพีซีอาร์จากด้านที่ตัดด้วยเอนไซม์ *MseI*

3.4.1 สารที่ใช้ในปฏิกิริยาและวิธีการทำ Pre-Selective Amplification

ดีเอ็นเอจากข้อ 3.3 เจือจาง 1:5 เท่า	5 μ l
ไพรเมอร์ E-A (5 pmole / μ l)	2 μ l
ไพรเมอร์ M-C (5 pmole / μ l)	2 μ l
dNTP mix (10 mM)	1 μ l
10x PCR Buffer	5 μ l
MgCl ₂ (50 mM)	1.5 μ l
Tag DNA polymerase (5 u / μ l)	0.2 μ l
น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ	33. μ l
ปริมาตรรวม	50 μ l

ใส่สารทั้งหมดลงในหลอดพีซีอาร์ขนาด 0.2 ml จากนั้นนำหลอดใส่เครื่อง Thermal Cycler โดยมีเงื่อนไขของปฏิกิริยาที่ประกอบด้วย 94 องศาเซลเซียส 30 วินาที, 56 องศาเซลเซียส 60 วินาที และ 72 องศาเซลเซียส 60 วินาที จำนวน 20 รอบ จากนั้น เจือจางสารละลายที่ได้ด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:20

3.4.2 สารที่ใช้ในปฏิกิริยา และ วิธีการทำ Selective Amplification

Pre-Selective Amplification ที่เจือจาง 1:10 เท่า	5 μ l
E ไพรมเมอร์ (ตาราง 1) (10 pmole / μ l)	0.5 μ l
M ไพรมเมอร์ (ตาราง 1) (10 pmole / μ l)	0.5 μ l
dNTP mix (10 mM)	0.4 μ l
10x PCR Buffer	2 μ l
MgCl ₂ (50 mM)	0.6 μ l
Tag DNA polymerase (5 u/ μ l)	0.1 μ l
น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ	10.9 μ l
ปริมาตรรวม	20 μ l

นำสารต่าง ๆ ใส่รวมกันตามปริมาณข้างต้นในหลอดทำพีซีอาร์ขนาด 0.2 ml จากนั้นนำหลอดพีซีอาร์ใส่ลงในเครื่อง Thermal Cycler โดยมีเงื่อนไขของปฏิกิริยา ดังนี้

94 องศาเซลเซียส	30 วินาที	} 1 รอบ
65 องศาเซลเซียส	30 วินาที	
72 องศาเซลเซียส	60 วินาที	

จากนั้น ลดอุณหภูมิในขั้น annealing (65 องศาเซลเซียส) ลง รอบละ 1 องศาเซลเซียส แต่ละรอบทำซ้ำ 3 รอบ จนกระทั่งอุณหภูมิในขั้นตอน annealing อยู่ที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส รวม 21 รอบ แล้วต่อด้วย

94 องศาเซลเซียส	30 วินาที	} 20 รอบ
56 องศาเซลเซียส	30 วินาที	
72 องศาเซลเซียส	60 วินาที	

ในการทำ Selective Amplification ได้ทำการทดสอบคู่ไพรมเมอร์แบบพบกันหมดรวม 48 คู่ จากนั้นทำการคัดเลือกคู่ไพรมเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอที่ชัดเจน และให้จำนวนแถบดีเอ็นเอที่มากเพื่อใช้ในการจำแนกสายพันธุ์ตัวแยกต่อไป ซึ่งในการวิเคราะห์ผลจะใช้วิธีการแยกดีเอ็นเอโดยวิธี Denaturing Polyacrylamide gel electrophoresis โดยใช้ 6% Polyacrylamide gel และทำ Electrophoresis ที่กำลังไฟฟ้า 55 วัตต์ เวลา 3 ชั่วโมง ในบัฟเฟอร์ TBE จากนั้นจึงย้อมด้วย Silver Stain

ตารางที่ 1 ลำดับเบสของไพรเมอร์ต่างๆ

ปฏิกิริยา	ตัวย่อ	ลำดับเบส
Pre-Selective PCR1	E-A	5'GACTGCGTACCAATTCA 3'
	M-C	5'GATGAGTCCTGAGTAAC 3'
Selective PCR2- <i>EcoRI</i>	E-AAC	5'GACTGCGTACCAATTCAAC 3'
	E-AAG	5'GACTGCGTACCAATTCAAG 3'
	E-AGA	5'GACTGCGTACCAATTCAGA 3'
	E-ATT	5'GACTGCGTACCAATTCATT3'
	E-ATG	5'GACTGCGTACCAATTCATG 3'
	E-ATC	5'GACTGCGTACCAATTCATC 3'
	Selective PCR2- <i>MseI</i>	M-CAA
M-CAC		5'GATGAGTCCTGAGTAACAC 3'
M-CAG		5'GATGAGTCCTGAGTAACAG 3'
M-CAT		5'GATGAGTCCTGAGTAACAT3'
M-CTA		5'GATGAGTCCTGAGTAACTA 3'
M-CTC		5'GATGAGTCCTGAGTAACTC 3'
M-CTG		5'GATGAGTCCTGAGTAACTG 3'
M-CTT		5'GATGAGTCCTGAGTAACTT 3'

4. การตรวจสอบแถบดีเอ็นเอด้วยวิธี Silver Stain (กฤษณา, 2548)

4.1 หลังจากทำอิมมูโนโพรบที่กำลังไฟฟ้า 55 วัตต์ เวลา 3 ชั่วโมงเสร็จแล้ว นำเจลมาแช่สารละลาย Fixative 2 ตัว คือ 10% Acetic acid 10 นาที แล้วเทสารละลายออกจากนั้น แช่ด้วย 1% Nitric acid 10 นาที

4.2 ล้างด้วยน้ำกลั่นประมาณ 10 นาที

4.3 เติมซิลเวอร์ไนเตรท (0.1% Silver nitrate 0.02% formaldehyde) ทิ้งไว้ 30 นาที

4.4 ในขณะที่รอ จึงเตรียมสารละลาย Developer (3% Sodium Carbonate, 0.01% formaldehyde) และ แช่เย็นไว้ที่ 4 องศาเซลเซียสประมาณ 20 นาที หลังจากนั้น แบ่ง Developer มาส่วนหนึ่ง แล้วทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่น อัตราส่วนของ Developer กับน้ำกลั่นอยู่ที่ 1:2 ส่วน

4.5 เมื่อครบ 30 นาที เทส่วนของซิลเวอร์ไนเตรททิ้ง และล้างด้วยน้ำกลั่นแช่เย็นอย่างรวดเร็ว แล้วล้างซิลเวอร์ไนเตรทด้วย Developer ที่เจือจางกับน้ำกลั่น (1:2) 2 ครั้ง จากนั้น ใส่ Developer ที่แช่เย็นไว้ ทำการเขย่าเบา ๆ ประมาณ 5-10 นาที จนเห็นแถบของดีเอ็นเอปรากฏชัดเจน

4.6 หยดปฏิกิริยาดำด้วย 10% Acetic acid 30 วินาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่น จน acetic acid ออกได้หมด

4.7 ประคบกระดาษร้อยปอนด์กับแผ่นเจลแล้วค่อย ๆ ลอกแผ่นเจลออกจากกระจกให้เจล ติดกับกระดาษ จากนั้นจึงนำไปทำให้แห้ง และวิเคราะห์ผลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

แถบเครื่องหมายโมเลกุล AFLP จากแผ่นเจลจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลตัวเลข โดยแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏ แทนด้วย 1 และแถบดีเอ็นเอที่ไม่ปรากฏ ในแถวเดียวกัน แทนด้วย 0 เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยจะวิเคราะห์จากค่า

1) ค่าความแตกต่างทางพันธุกรรม โดยวัดในรูปแบบ ของค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกัน (similarity coefficients) ตามวิธีการที่อ้างโดย Duarte *et al.* (1999) , Meyer *et al.* (2004) และ อัญชลี(2548) ดังสูตร

$$S_{ij} = \frac{a}{a+b+c}$$

โดย S_{ij} = ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมระหว่างถั่วแขก i และ j

a = จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในทั้งสองตัวอย่าง

b = จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในถั่วแขก i แต่ไม่ปรากฏในถั่วแขก j

c = จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในถั่วแขก j แต่ไม่ปรากฏในถั่วแขก i

2) ระยะห่างระหว่างพันธุกรรม (genetic distances) ด้วยวิธีของ Jaccard coefficient โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงกัน (similarity coefficients) เปลี่ยนรูปเป็น ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distances) ดังสูตร

$$\text{Genetic distance } (D_{ij}) = 1 - S_{ij}$$

โดย D_{ij} = ระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างถั่วแขก i และ j

S_{ij} = ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมระหว่างถั่วแขก i และ j

3) การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยนำค่า genetic distance matrix มาสร้างแผนผังความสัมพันธ์ (Phylogenetic tree) ตามวิธี Unweighted Pair-Group mean arithmetic Method Analysis (UPGMA) ซึ่งใช้โปรแกรม NTSYS 2.01d (Rohlf, 1997) ในการวิเคราะห์ โดยผลการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปของ Phylogenetic tree เพื่อพิจารณาว่าสิ่งมีชีวิตมีความใกล้ชิดกัน ในทางสายวิวัฒนาการอย่างไร

ผลการทดลอง

1. การสกัดดีเอ็นเอถั่วแขก

จากการสกัดดีเอ็นเอทั้ง 3 วิธีคือ CTAB method (อังสนา, 2545) วิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Doyle and Doyle (1990) (กฤษณา, 2548) และ ชุดสกัดดีเอ็นเอของ บริษัท invitrogen (Dynabeads[®] DNA DIRECT[™] Universal พบว่า วิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Doyle and Doyle (1990) ให้ดีเอ็นเอ ที่มีคุณภาพ และปริมาณ ดีที่สุด

กล่าวคือ วิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Doyle and Doyle ให้ปริมาณดีเอ็นเอ ที่มากที่สุด เฉลี่ยคือ 1955 ng/ μ l รองลงมาคือ CTAB method (1200 ng/ μ l) และน้อยที่สุด คือ Dynabeads[®] (165 ng/ μ l) เมื่อนำดีเอ็นเอมาตรวจสอบด้วยวิธี Electrophoresis ใน 1 % agarose gel ก็พบว่าให้ผลเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 1) ส่วนคุณภาพของดีเอ็นเอ วัดจาก อัตราส่วนของค่า OD₂₆₀ และ OD₂₈₀ ดีเอ็นเอที่บริสุทธิ์จะมีค่า อยู่ระหว่าง 1.8-2.0 และถ้าค่าน้อยกว่า 1.8 แสดงว่ามีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณมาก ซึ่ง วิธีการดัดแปลง จากวิธีของ Doyle and Doyle มีค่าประมาณ 1.9 CTAB method มีค่าประมาณ 1.4 และ Dynabeads[®] มีค่าประมาณ 1.0 ดังนั้นวิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Doyle and Doyle (1990) (กฤษณา, 2548) จึงเป็นวิธีที่ ให้ทั้งปริมาณและคุณภาพ ของดีเอ็นเอ ที่ดีที่สุด จึงเลือกวิธีการสกัดดีเอ็นเอวิธีนี้ในการสกัดดีเอ็นเอของ ถั่วแขก



ภาพที่ 1 ดีเอ็นเอถั่วแขก ใน 1% Agarose gel lane 1-2 = Doyle and Doyle (1990) lane 3-4 = CTAB method
lane 5-6 = Dynabeads[®]

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของถั่วแขกด้วยวิธี AFLP (Amplified fragment length polymorphism)

การทดสอบคู่ไพรเมอร์ที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำ Selective Amplification โดยได้ทดสอบคู่ไพรเมอร์ทั้งหมด 48 คู่ไพรเมอร์ และได้คัดเลือกคู่ไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของถั่วแขกให้มีแถบดีเอ็นเอมากและชัดเจน ได้ 9 คู่ไพรเมอร์ ดัง (ตารางที่ 2)

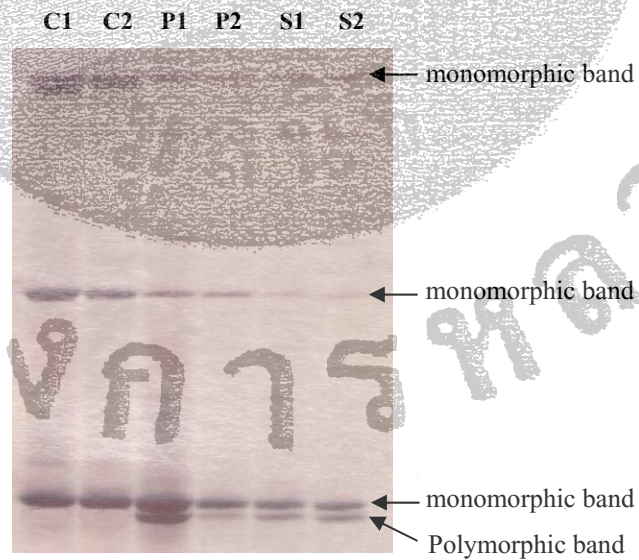
2.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของถั่วแขกด้วยวิธี AFLP

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของถั่วแขกด้วยวิธี AFLP โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 9 คู่ ในถั่วแขก 3 สายพันธุ์ พบแถบดีเอ็นเอ มีขนาดตั้งแต่ 64-1118 base pair ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกบันทึกผลเฉพาะแถบดีเอ็นเอที่ชัดเจน คือ มีขนาดตั้งแต่ 110- 881 base pair ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 203 แถบ ความหลากหลายทางพันธุกรรมของถั่วแขกที่ได้จากไพรเมอร์ ทั้ง 8 คู่ แสดงในตารางที่ 2 โดยแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏร่วมกัน (monomorphic bands) มีจำนวน 187 แถบ และแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน (polymorphic bands) มีจำนวน 16 แถบ เปอร์เซ็นต์ polymorphic bands เฉลี่ยคือ 7.9 % โดยไพรเมอร์ M-CAG/E-AAC เป็นคู่ไพรเมอร์ที่ให้ผล polymorphic fragment สูงสุด คือ 43.5 % กล่าวคือ คู่ไพรเมอร์ M-CAG/E-AAC เป็นคู่ไพรเมอร์ที่สามารถแสดงความแตกต่างทางพันธุกรรมของถั่วแขกได้ดีที่สุด ส่วนคู่ไพรเมอร์ M-CCA/E-ATC, M-CTC/E-AAG, M-CTG/E-ATC และ M-CTG/E-AAC เป็นคู่ไพรเมอร์ที่ไม่สามารถบอกความแตกต่างทางพันธุกรรมของถั่วแขกได้ เนื่องจากไม่มี polymorphic fragment ลักษณะ monomorphic bands และ polymorphic bands แสดงดังภาพที่ 2

ค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมของถั่วแขก พันธุ์การคำ (C) มีค่า 5.9 % พันธุ์ปางคะ (P) มีค่า 1.5 % พันธุ์ สะโงะ (S) 1 % โดยถั่วแขกทั้ง 3 พันธุ์ มีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำมาก จากค่าดังกล่าวจะเห็นได้ว่า พันธุ์ปางคะ และพันธุ์สะโงะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ยังพบว่า ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ จากวิธี AFLP ของถั่วแขก พันธุ์ปางคะ และ พันธุ์สะโงะ มีลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพียงตำแหน่งเดียวที่มีความแตกต่างกัน จากไพรเมอร์ ทั้ง 9 คู่ แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ปางคะและพันธุ์สะโงะ อาจจะมาจากสายพันธุ์เดียวกัน และความหลากหลายทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นนี้อาจเนื่องมาจากการผสมข้ามตามธรรมชาติ ถึงแม้ถั่วแขกจะเป็นพืชผสมตัวเองก็ตาม แต่ก็มีโอกาสที่จะเกิดการผสมข้ามตามธรรมชาติได้ (นิพนธ์, 2551)

ตารางที่ 2 จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏทั้ง 9 คู่ไพรเมอร์

คู่ไพรเมอร์	จำนวนแถบทั้งหมด	monomorphic bands	polymorphic band				% polymorphic bands/primer
			C	P	S	total	
M-CAG/E-AAC	33	23	10	0	0	10	43.5
M-CCA/E-ATT	27	25	2	1	0	2	7.4
M-CCA/E-ATC	30	30	0	0	0	0	0
M-CTC/E-ATG	19	17	1	1	1	2	11.8
M-CTC/E-AAC	23	22	0	1	1	1	4.3
M-CTC/E-AAG	11	10	1	0	0	1	9.1
M-CTG/E-ATT	16	16	0	0	0	0	0
M-CTG/E-ATC	19	19	0	0	0	0	0
M-CTG/E-AAC	25	25	0	0	0	0	0
total	203	187	12	3	2	16	7.9
%polymorphic loci			5.9	1.5	1	7.9	



ภาพที่ 2 ตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ จากวิธีการ AFLP ของไพรเมอร์ M-CTC/E-ATG แสดงตำแหน่งที่มีลักษณะของ แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏร่วมกัน (monomorphic bands) และ แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏต่างกัน (polymorphic bands) ถั่วแขกพันธุ์การค้า = C1 และ C2 , ถั่วแขกปางคะ = P1 และ P2 , ถั่วแขกสะโงะ = S1 และ S2

2.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกัน (similarity coefficient) ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distances) และ phylogenetic tree ของถั่วแขก 3 สายพันธุ์

ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกัน (similarity coefficient) เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่างตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง โดยค่าที่ใกล้เคียง 1 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความใกล้ชิดกันอย่างมากทางพันธุกรรม และในทางกลับกัน หากค่าที่ได้เข้าใกล้ 0 ก็แสดงว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมมาก

ส่วนค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distances) จะแสดงผลในทางกลับกัน คือ ค่าที่เข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีระยะห่างทางพันธุกรรมมาก กล่าวคือ มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมน้อย ค่าที่เข้าใกล้ 0 จะมีระยะห่างทางพันธุกรรมน้อย กล่าวคือมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมากนั่นเอง

สำหรับถั่วแขก ทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า พันธุ์การค้า มีค่า similarity coefficient ต่ำที่สุด และ genetic distances สูงที่สุด กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบ พันธุ์การค้ากับพันธุ์ปางคะ และพันธุ์การค้ากับพันธุ์สะโงะ มีค่า similarity coefficient เท่ากัน คือ 0.92 ส่วนค่า genetic distances เท่ากับ 0.27 และ 0.28 ตามลำดับ ขณะที่ พันธุ์ปางคะกับพันธุ์สะโงะ มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมาก โดยมีค่า similarity coefficient เท่ากับ 0.99 และ genetic distances เท่ากับ 0.07 ซึ่งถือว่ามีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมสูงมาก อาจกล่าวได้ว่าพันธุ์ปางคะ และพันธุ์สะโงะ อาจเป็นถั่วแขกที่มาจากสายพันธุ์เดียวกัน (ตารางที่ 3 และ 4)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความคล้ายกันทางพันธุกรรม (similarity coefficients) ระหว่างถั่วแขก 3 พันธุ์ นำมาวิเคราะห์ร่วมกันทั้ง 9 ไพรเมอร์

	C1	C2	P1	P2	S1	S2
C1	1.00					
C2	1.00	1.00				
P1	0.92	0.92	1.00			
P2	0.92	0.92	1.00	1.00		
S1	0.92	0.92	0.99	0.99	1.00	
S2	0.92	0.92	0.99	0.99	1.00	1.00

ตารางที่ 4 แสดงค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distances) ระหว่างถั่วแขก 3 พันธุ์ นำมาวิเคราะห์ร่วมกันทั้ง 9 ไพรเมอร์

	C1	C2	P1	P2	S1	S2
C1	0.00					
C2	0.00	0.00				
P1	0.27	0.27	0.00			
P2	0.27	0.27	0.00	0.00		
S1	0.28	0.28	0.07	0.07	0.00	0.00
S2	0.28	0.28	0.07	0.07	0.00	0.00

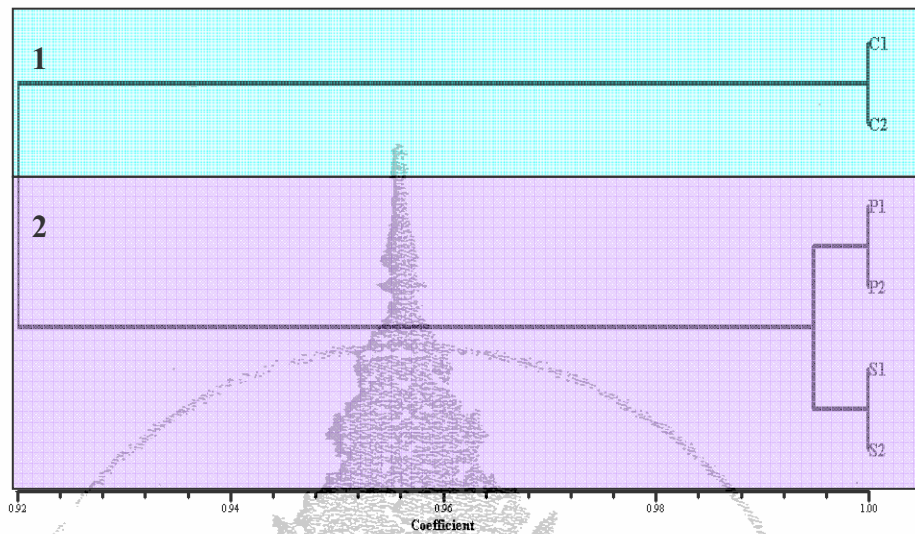
จากค่าของ similarity coefficient และ genetic distances นำมาวิเคราะห์ phylogenetic tree โดยวิธี UPGMA ด้วยโปรแกรม NTSYS 2.01d พบว่า สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างถั่วแขกทั้ง 3 สายพันธุ์ ออกจากกันได้อย่างชัดเจน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

กลุ่มที่ 1 พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)

กลุ่มที่ 2 พันธุ์ป้างคะและพันธุ์สะโงะ

จาก phylogenetic tree แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ป้างคะและพันธุ์สะโงะมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกันอย่างมาก และถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ส่วนพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีความมีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับพันธุ์ ป้างคะและพันธุ์สะโงะ

ดังนั้น พันธุ์ป้างคะและพันธุ์สะโงะ อาจจะเป็นถั่วแขกที่มาจากสายพันธุ์เดียวกัน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเล็กน้อยระหว่าง 2 สายพันธุ์นี้ อาจเกิดจากอิทธิพลของการผสมข้ามตามธรรมชาติ ที่อาจเกิดขึ้นได้ แม้ว่าถั่วแขกจะเป็นพืชผสมตัวเอง (นิพนธ์, 2551) ส่วนพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ซึ่งมีความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ป้างคะและพันธุ์สะโงะ อาจเนื่องมาจากเป็นพันธุ์ที่มาจากต่างสายพันธุ์ และมาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยนักปรับปรุงพันธุ์ ทำให้ได้ลักษณะทางพันธุกรรมมีความแตกต่างออกไป จากพันธุ์ พันธุ์ป้างคะและพันธุ์สะโงะ



ภาพที่ 3 Phylogenic tree แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกัน (similarity coefficient) ระหว่างถั่วแขก ทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยใช้วิธี AFLP ในการจำแนก พันธุ์การค้า (ตราสิงห์โต) = C1 และ C2 พันธุ์ปางคะ = P1 และ P2 และ พันธุ์สะโงะ = S1 และ S2

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของถั่วแขก 3 สายพันธุ์ โดยใช้ข้อมูลเครื่องหมาย โมเลกุล AFLP (Amplified fragment length polymorphism) สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ คือ

ถั่วแขกทั้งสามพันธุ์ มีค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกัน (similarity coefficient) ดังนี้คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกันของพันธุ์การค้า (ตราสิงห์โต) กับพันธุ์การค้า (ตราสิงห์โต) กับพันธุ์ปางคะ และ พันธุ์สะโงะมีค่าเท่ากัน คือ 0.92 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายกัน ระหว่างพันธุ์ปางคะ กับพันธุ์สะโงะ มีค่า 0.99 จะเห็นได้ว่า พันธุ์ปางคะ กับพันธุ์สะโงะ มีความคล้ายคลึงกันทางพันธุกรรมสูงมาก

ถั่วแขกทั้งสามพันธุ์มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distances) ดังนี้คือ ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมของพันธุ์การค้า (ตราสิงห์โต) กับพันธุ์ปางคะ และพันธุ์สะโงะ มีค่าเท่ากับ 0.27 และ 0.28 ตามลำดับ ส่วนค่าระยะห่างทางพันธุกรรม ระหว่างพันธุ์การค้า ระหว่างพันธุ์ปางคะ กับพันธุ์สะโงะ มีค่าเท่ากับ 0.07 ซึ่งถือว่า พันธุ์ปางคะ กับพันธุ์สะโงะ มีระยะห่างทางพันธุกรรมน้อยมาก

เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาจัดกลุ่ม Phylogenic tree สามารถจัดกลุ่มถั่วแขกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 พันธุ์การค้า (ตราสิงห์โต) กลุ่ม 2 พันธุ์ปางคะ และพันธุ์สะโงะ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า พันธุ์ปางคะ และพันธุ์สะโงะ น่าจะเป็นสายพันธุ์เดียวกัน และทั้ง 2 สายพันธุ์มีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับพันธุ์การค้า (ตราสิงห์โต)

บทที่ 4

การศึกษาเบื้องต้นลักษณะการเจริญเติบโต พัฒนาการของดอกและการแก่ของเมล็ด

วิธีการทดลอง

การศึกษาเบื้องต้นลักษณะการเจริญเติบโต พัฒนาการของดอกและการแก่ของเมล็ด ทำการศึกษาโดยปลูกถั่วแขกที่แปลงพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้ระยะปลูก 0.5 x 1 เมตร ทำการสุ่มต้นที่เป็นตัวแทนของแต่ละพันธุ์สำหรับการศึกษา จำนวน 4 ซ้ำ (ต้น)

3.1 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วแขกแต่ละพันธุ์

- 1) วันปลูก และวันงอกของเมล็ด ซึ่งวันงอกของเมล็ดนับจากวันที่ปลูกจนกระทั่งมีลำต้นของถั่วแขกแทงออกมาพ้นหน้าดิน
- 2) ความสูงเมื่อให้ดอกแรก ทำการวัดต้นถั่วแขกที่มีการบานของดอกแรกด้วยไม้เมตร ตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายยอด โดยให้หน่วยของการวัดเป็นเซนติเมตร
- 3) ความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอก ทำการวัดต้นถั่วแขกเมื่อต้นถั่วแขกสิ้นสุดการให้ดอก โดยวัดความสูงด้วยไม้เมตรจากโคนต้นจนถึงปลายยอด มีหน่วยของความสูงเป็นเซนติเมตร
- 4) จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรก ทำการนับจำนวนกิ่งแขนงของต้นถั่วแขกเมื่อต้นถั่วแขกมีการบานของดอกแรก
- 5) วันที่ติดฝักวันแรก ทำการบันทึกจำนวนวันตั้งแต่วันที่ปลูกจนกระทั่งถึงวันที่ถั่วแขกมีการติดฝัก โดยวันที่ติดฝักวันแรกสังเกตจากดอกถั่วแขกจะมีสีขาวซีดและเหี่ยว ซึ่งระยะนี้จะมีฝักถั่วแขกขนาดเล็กอยู่ภายในดอก

3.2 การศึกษาพัฒนาการของดอกและการแก่ของเมล็ด

3.2.1 การศึกษารูปแบบของดอกและการแก่ของเมล็ด

ทำการศึกษาโดยสุ่มต้นถั่วแขก จำนวน 4 ซ้ำ / พันธุ์ โดยจะทำการผูกดอกทุกวัน และนับดอกที่บานในแต่ละวัน จนกว่าต้นที่ทำการศึกษาไม่มีการบานของดอกเพิ่มเติมอีก

การบันทึกข้อมูล

- 1) วันที่ดอกแรกบานนับจากวันที่ปลูกและวันที่ไม่มีการบานของดอก
- 2) จำนวนดอกที่บานในแต่ละวัน

3.2.2 การศึกษาพัฒนาการของเมล็ด

ศึกษาโดยการทำเครื่องหมายบนดอกที่บ้าน โดยใช้ด้ายสีต่างๆ ผูกทุกวัน วันละ 70 ดอก/พันธุ์ เปลี่ยนสีด้ายทุกครั้งไม่ให้ซ้ำกัน และทำการผูกดอกจนกระทั่งดอกแรกที่ทำก็ผูกไว้แก่เต็มที่แล้ว จึงทำการตัดดอกที่ทำเครื่องหมายไว้มาแยกกลุ่มตามอายุการบานของดอก แล้วคัดแยกเมล็ดออกเพื่อทำการศึกษารายละเอียดต่อไปนี้

- 1) จำนวนเมล็ดต่อฝัก นับเมล็ดสมบูรณ์เฉลี่ย 70 ฝัก
- 2) น้ำหนักสดของเมล็ด นำเมล็ดมาชั่งทันทีที่แกะเมล็ดออกจากฝัก 100 เมล็ด/ซ้ำ ทำ 3 ซ้ำ
- 3) น้ำหนักแห้งของเมล็ด นำเมล็ดสดมาบดอย่างหยาบ โดยให้อย่างน้อย 50 % ของชิ้นส่วนที่บดแล้วลอดผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร ได้ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ISTA, 1999) ทิ้งไว้ให้เย็นในโถสุญญากาศ
- 4) ความชื้นของเมล็ด คำนวณจาก ข้อ 2 และ ข้อ 3 โดยใช้สูตร

$$\text{ความชื้นของเมล็ด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

- 5) ความงอกของเมล็ด ทำการศึกษา

เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสด นำเมล็ดมาเพาะในกระดาษเพาะทันทีที่แกะเมล็ดออก โดยแต่ละลักษณะทำการทดลอง 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด โดยการทดสอบความงอกโดยวิธี Between of paper ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และได้รับแสง ประเมินความงอก 2 ครั้ง คือ 5 และ 9 วันหลังปลูก (ISTA, 1999)

- 6) การประเมินผลการทดสอบความงอกที่ “International Seed Testing - Association” (ISTA) หรือ สมาคมผู้ตรวจเมล็ดพันธุ์นานาชาติ ได้ทำคู่มือเพื่อใช้ประกอบการประเมินผลไว้ใน “Handbook Seeding Evolution” ซึ่งในการประเมินผลในการทดสอบจะแยกส่วนต่างๆ หลังจากเพาะเมล็ดครบกำหนดดังนี้

- 6.1) ต้นอ่อนปกติ (Normal Seed)
- 6.2) ต้นอ่อนผิดปกติ (Abnormal Seed)
- 6.3) เมล็ดแข็ง (Hard Seed)
- 6.4) เมล็ดตาย (Dead Seed)

ผลการทดลอง

3.1 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วแขกแต่ละพันธุ์

วันปลูก ทำการปลูกถั่วแขกวันที่ 4 ตุลาคม 2550 ถั่วแขกเริ่มงอกหลังจากปลูกแล้ว 3 วัน ความสูงเมื่อให้ดอกแรก จากการวัดความสูงของต้นถั่วแขกในขณะที่ให้ดอกแรก พบว่า ถั่วแขกทั้งสามพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีความสูงเมื่อให้ดอกแรกมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยทั้งสามพันธุ์มีความสูงเมื่อให้ดอกแรกเท่ากับ 233.08–250.83 เซนติเมตร และเมื่อทำการวัดความสูงของต้นถั่วแขกอีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการให้ดอก พบว่า ความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีความสูงไม่แตกต่างกัน โดยมีความสูงของต้นถั่วแขกทั้งสามพันธุ์เท่ากับ 273.00-284.58 เซนติเมตร สำหรับจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกของถั่วแขกทั้งสามพันธุ์นั้น พบว่า ต้นถั่วแขกมีกิ่งแขนงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.83-2.00 กิ่ง โดยทั้งสามกรรมวิธีมีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนวันที่ติดฝักวันแรก ของถั่วแขกทั้งสามพันธุ์ พบว่า ถั่วแขกทั้งสามพันธุ์มีวันที่ติดฝักวันแรกไม่แตกต่างกัน โดยทั้งสามพันธุ์มีวันที่ติดฝักวันแรกเฉลี่ย เท่ากับ 36.00-37.33 วันหลังการปลูก (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการเจริญเติบโตของถั่วแขกด้านความสูง จำนวนกิ่งเฉลี่ยเมื่อให้ดอกแรก และวันที่ติดฝักวันแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต)

พันธุ์	ความสูง (เซนติเมตร)		จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยเมื่อให้ดอกแรก	วันที่ติดฝักวันแรก (เฉลี่ย)
	เมื่อให้ดอกแรก	เมื่อสิ้นสุดการให้ดอก		
ปางคะ	250.83 ^{ns}	273.00 ^{ns}	1.83 ^{ns}	36.00 ^{ns}
สะโงะ	233.08	282.83	2.00	37.08
พันธุ์การคำ	236.67	284.58	1.83	37.33

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2 การศึกษาพัฒนาการของดอกและการแก่ของเมล็ด

3.2.1 การศึกษารูปแบบของการออกดอก

การศึกษารูปแบบของการออกดอกในส่วนของวันที่ดอกแรกบาน พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะโงะ มีการบานของดอกแรกเร็วกว่าพันธุ์พันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่เป็นพันธุ์การคำ โดยทั้งสองพันธุ์มีการบานของดอกแรกเฉลี่ย 33.33-33.58 วันหลังการปลูก ส่วนพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีการบานของดอกแรกเฉลี่ย 35.25 วันหลังการปลูก และเมื่อทำการตรวจสอบการบานของดอกในแต่ละวัน พบว่า

การบานของดอกในแต่ละวันของพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีการบานของดอกมากที่สุด โดยมีการบานของดอกเฉลี่ยในแต่ละวันเท่ากับ 8.64 ดอก ในขณะที่การบานของดอกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะโงะ มีการบานของดอกในแต่ละวันน้อยกว่า ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีมีการบานดอกเฉลี่ยเท่ากับ 5.89 และ 6.50 ดอก ตามลำดับ ถึงแม้ว่าทั้งสองกรรมวิธีจะมีการบานของดอกในแต่ละวันเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ถั่วแขกในการบานของดอกในแต่ละวันด้วยกรรมวิธีทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ทั้งสองกรรมวิธีมีการบานของดอกเฉลี่ยในแต่ละวันไม่แตกต่างกัน หลังจากมีการบานของดอกจนถึงระยะที่ไม่มีการบานของดอกนั้น พบว่า วันที่สิ้นสุดการให้ดอก หรือวันที่ไม่มีการบานของดอกถั่วแขกของทั้งสามพันธุ์มีวันเฉลี่ยที่ไม่มีการบานของดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทั้งสามกรรมวิธีมีการบานของดอกโดยเฉลี่ยแล้วเท่ากับ 54.00-54.42 วันหลังปลูก (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 รูปแบบการออกดอกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต)

พันธุ์	วันที่ดอกแรกบาน (วันหลังปลูก)	วันที่ไม่มีการบานดอก (วันหลังปลูก)	จำนวนดอกที่บานในแต่ละวัน
ปางคะ	33.33b ^{1/}	54.42 ^{ns}	5.89b
สะโงะ	33.58b	54.08	6.50b
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	35.25a	54.00	8.64a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 การศึกษาพัฒนาการของเมล็ด

สำหรับการศึกษาพัฒนาการของเมล็ดถั่วแขก พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขกทั้งสามพันธุ์ มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน โดยพันธุ์สะโงะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.40 เมล็ด รองลงมาได้แก่ พันธุ์ปางคะ ที่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 8.25 เมล็ด ส่วนพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 8.15 เมล็ด เมื่อนำจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของถั่วแขกทั้งสามพันธุ์มาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของทั้งสามพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อทำการศึกษาในส่วนของน้ำหนักสดของเมล็ดเมื่อแกะออกจากฝักจำนวน 100 เมล็ด พบว่า ถั่วแขกพันธุ์สะโงะมีน้ำหนักเมล็ดสด 100 เมล็ด มากกว่าพันธุ์ปางคะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) โดยมีน้ำหนักสดของเมล็ด 100 เมล็ด เท่ากับ 36.81 กรัม ในขณะที่เมล็ดถั่วแขกพันธุ์ปางคะ

และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีน้ำหนักเมล็ดสด 100 เมล็ด รองลงมา เท่ากับ 33.48 และ 30.83 กรัม ตามลำดับ หลังจากทำการตรวจสอบน้ำหนักเมล็ดสดของถั่วแขกแล้วจึงนำเมล็ดดังกล่าวมาทำการศึกษา ในส่วนของน้ำหนักแห้ง พบว่า พันธุ์ปางคะ และสะโงะ มีน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยทั้งสองพันธุ์มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 20.72 และ 20.56 กรัม ตามลำดับ ส่วนพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) พบว่า มีน้ำหนักแห้งของเมล็ดน้อยกว่าทั้งสองพันธุ์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 18.14 กรัม และเมื่อทำการตรวจสอบความชื้นของเมล็ดทั้งสามพันธุ์ พบว่า พันธุ์สะโงะจะมีความชื้นของเมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 43.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่มีความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 40.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ปางคะมีความชื้นของเมล็ดน้อยที่สุด เท่ากับ 37.77 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

สำหรับการตรวจสอบความงอกของเมล็ดสด ด้วยวิธี Between paper และทำการประเมินความงอกของเมล็ด 2 ครั้ง คือ วันที่ 5 และ 9 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า ถั่วแขกทั้งสามพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทั้งสามพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดในการประเมินวันที่ 5 หลังการเพาะเมล็ด เท่ากับ 97.83-99.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดในวันที่ 9 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า ในพันธุ์ปางคะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากวันที่ 5 หลังการเพาะ สำหรับพันธุ์สะโงะ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดไม่แตกต่างกับวันที่ 5 หลังการเพาะ แต่ทั้งนี้ทั้งสามพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสด โดยทั้งสามพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสด เท่ากับ 98.67-99.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้นอ่อนของถั่วแขกที่งอกออกมาจะมีลักษณะเป็นต้นอ่อนปกติ (Normal seedling) ส่วนเมล็ดที่ไม่งอกจะเป็นเมล็ดแข็งหรือเมล็ดสดไม่งอก (Hard seed or Fresh ungerminated seed) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดสด และแห้ง ความชื้นของเมล็ดของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต)

พันธุ์	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด (กรัม)		ความชื้นของเมล็ด (%)
		เมล็ดสด	เมล็ดแห้ง	
ปางคะ	8.25 ^{ns}	33.48b ^{1/}	20.72a	37.77c
สะโงะ	8.40	36.81a	20.56a	43.90a
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	8.15	30.83c	18.14b	40.67b

^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 ความงอกของเมล็ดสดของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต)

พันธุ์	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	
	วันที่ 5 หลังการเพาะ	วันที่ 9 หลังการเพาะ
ปางคะ	97.83 ^{ns}	98.67 ^{ns}
สะ โงะ	99.50	99.50
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	99.67	99.83

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาเบื้องต้นลักษณะการเจริญเติบโต พัฒนาการของดอกและการแก่ของเมล็ดถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และการค้า (ตราสิงโต) พบว่า การเจริญเติบโตในด้านความสูงของถั่วแขกเมื่อให้ดอกแรก และสิ้นสุดการให้ดอกของถั่วแขก เท่ากับ 233.08-250.83 และ 273.00-284.58 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยทั้งสามพันธุ์ไม่มีความแตกต่างด้านความสูง ซึ่งความสูงของถั่วแขกดังกล่าวสอดคล้องกับความสูงของถั่วแขกพันธุ์โครงการหลวง ที่ทำการปลูกเพื่อทดสอบพันธุ์ ณ แปลงพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยถั่วแขกพันธุ์โครงการหลวงมีความสูงเมื่อให้ดอกแรก เท่ากับ 244.64 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงเมื่อให้ดอกแรกของถั่วแขกมากกว่าพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่มีความสูงเมื่อให้ดอกแรกของถั่วแขก เท่ากับ 213.32 เซนติเมตร ส่วนความสูงของถั่วแขกเมื่อสิ้นสุดการให้ดอก พบว่า ทั้งสองพันธุ์มีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกไม่แตกต่างกัน โดยมีความสูงเท่ากับ 332.66 เซนติเมตร (ดำเกิง และคณะ, 2545) ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอก เท่ากับ 273.00-284.58 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงของถั่วแขกเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกน้อยกว่า และเมื่อศึกษาเบื้องต้นในด้านพัฒนาการของดอก พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะ โงะมีการบานของดอกแรกเร็วกว่า พันธุ์การค้า (ตราสิงโต) โดยทั้งสองพันธุ์มีการบานของดอกแรกเท่ากับ 33.33 และ 33.58 วันหลังการปลูก ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีวันที่ดอกแรกบาน เท่ากับ 35.25 วันหลังการปลูก ถึงแม้พันธุ์การค้า (ตราสิงโต) จะมีการบานของดอกแรกช้ากว่าพันธุ์ปางคะ และสะ โงะ แต่การบานของถั่วแขกดังกล่าวยังมี การบานดอกเร็วกว่าการศึกษาของ ดำเกิง และคณะ (2545) ที่พบว่า ถั่วแขกพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีวันที่ดอกแรกบาน เท่ากับ 42 วันหลังการปลูก และถั่วแขกพันธุ์โครงการหลวงมีวันที่ดอกแรกบานไม่แตกต่างกัน และเมื่อศึกษาวันที่สิ้นสุดการบานของดอก พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีวันที่สิ้นสุดการบานของดอก เท่ากับ 54.00-54.42 วันหลังการปลูก ซึ่งคำนวณระยะเวลาการบานดอกจะพบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะ โงะจะมีการบานดอกนานประมาณ 21 วัน ส่วนพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มี

การบานดอกนานประมาณ 19 วัน สำหรับการศึกษาของ คำเกิง และคณะ (2545) พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ โครงการหลวง และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีวันที่สิ้นสุดการบานดอกแตกต่างกัน โดยถั่วแขกพันธุ์ โครงการหลวงมีวันที่สิ้นสุดการบานของดอกถั่วแขก 58 วันหลังการปลูก ในขณะที่พันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีวันที่สิ้นสุดการบานของดอกถั่วแขก 63 วันหลังการปลูก ซึ่งระยะเวลาการบานของดอกของถั่วแขกพันธุ์ โครงการหลวง และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) นานประมาณ 16 และ 21 วัน สำหรับการศึกษาเบื้องต้นของลักษณะ การแก่ของเมล็ดถั่วแขก พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก ไม่แตกต่างกันทั้งสามกรรมวิธี โดยมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 8.15-8.40 เมล็ด ซึ่งมีจำนวนเมล็ดต่อต้น ใกล้เคียงกับจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขกพันธุ์โครงการหลวง และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่คำเกิง และ คณะ (2545) ได้ทำการศึกษาได้ และมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 8.21 เมล็ด

สรุปผลการทดลอง

1. ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเมื่อให้ดอกแรก และสิ้นสุดการให้ดอก จำนวนกิ่งแขนงเมื่อให้ดอกแรก และวันที่ติดฝักวันแรก ไม่แตกต่างกันทั้งสามพันธุ์
2. ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีรูปแบบการออกดอกในด้านวันที่ ไม่มีการบานของดอกไม่แตกต่างกัน และพบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะ โงะ มีวันที่ดอก แรกบานเร็วกว่าพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) แต่พันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีจำนวนดอกที่บานใน แต่ละวันมากกว่าพันธุ์ปางคะ และสะ โงะ
3. สำหรับพัฒนาการของเมล็ด พบว่า ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก และความงอกของเมล็ดสดไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันใน ด้านน้ำหนักเมล็ดสด และแห้งจำนวน 100 เมล็ด และความชื้นของเมล็ด ซึ่งพันธุ์สะ โงะมี น้ำหนักเมล็ดสด และแห้ง 100 เมล็ด ความชื้นในเมล็ดมากที่สุด ขณะเดียวกันถั่วแขกพันธุ์ ปางคะมีน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ไม่แตกต่างกับพันธุ์สะ โงะ

บทที่ 5

การคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ในฤดูหนาว

วิธีการทดลอง

ทำการปลูกถั่วแขกแต่ละพันธุ์ในระบบเกษตรอินทรีย์ ที่สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิตของถั่วแขกแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละระยะปลูก โดยแต่ละพันธุ์ทำการสุ่มต้นที่เป็นตัวแทนในการศึกษา จำนวน 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD 3 x 3 จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 พันธุ์ถั่วแขก

- 1) พันธุ์ปางคะ
- 2) พันธุ์สะโงะ
- 3) พันธุ์การค้า ตราสิงห์โต

ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะปลูก

- 1) ระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร x ระยะห่างระหว่างแถว 80 เซนติเมตร
- 2) ระยะห่างระหว่างต้น 40 เซนติเมตร x ระยะห่างระหว่างแถว 60 เซนติเมตร
- 3) ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร x ระยะห่างระหว่างแถว 70 เซนติเมตร

การเตรียมแปลงปลูก

การเตรียมแปลงปลูก เริ่มต้นจากการกำจัดวัชพืชและไถพรวนดินแล้วตากดินทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จากนั้นจึงเตรียมแปลงปลูกขนาด 1 x 5 เมตร และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หลังจากนั้น 3 วัน จึงคลุมแปลงปลูกด้วยพลาสติกคลุมแปลง จากนั้นทำการปลูกถั่วแขกด้วยเมล็ดพันธุ์ โดยทำการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงห์โต) ที่ระยะปลูก 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ปลูกโดยทำการหยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ด เมื่อถั่วแขกงอกและมีการเจริญจนกระทั่งใบจริงขยายใหญ่เต็มที่จึงทำการคัดเลือกต้นที่สมบูรณ์ที่สุดเพียง 1 ต้น จากนั้นทำการพูนโคนให้ต้นถั่วแขก สำหรับการให้น้ำกับต้นถั่วแขกนั้นจะให้ทุกๆ 1 วัน และทำการกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชจะทำการกำจัดเมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ เมื่อถั่วแขกเจริญเติบโตจนถึงวันที่ติดฝักจึงเริ่มทำการศึกษา โดยบันทึกข้อมูลดังนี้

การบันทึกข้อมูล

- 1) การเจริญเติบโต ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ วันปลูก วันงอก ความสูงเมื่อให้ดอกแรก ความสูงเมื่อสิ้นสุดให้ดอก จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรก
- 2) ผลผลิต
 - 2.1) วันที่ติดฝักวันแรก ทำการบันทึกจำนวนวันตั้งแต่วันที่ปลูกจนกระทั่งถึงวันที่ถั่วแขกมีการติดฝัก โดยวันที่ติดฝักวันแรกสังเกตจากดอกถั่วแขกจะมีสีขาวซีดและเหี่ยว ซึ่งระยะนี้จะมีฝักถั่วแขกขนาดเล็กอยู่ภายในดอก
 - 2.2) ขนาดของฝักถั่วแขก โดยทำการศึกษาความยาว และความกว้างของฝักด้วยเวอร์เนีย โดยให้หน่วยของความยาวและความกว้าง เป็นเซนติเมตร
 - 2.3) วันเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก โดยวันที่เก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกทำการนับวันหลังจากถั่วแขกมีอายุหลังการบานดอก 10 วัน
 - 2.4) วันเก็บเกี่ยวฝักแห้งฝักแรก หลังจากถั่วแขกเจริญเติบโตจนกระทั่งฝักแก่เต็มที่และสีเปลือกถั่วแขกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอ่อน
 - 2.5) จำนวนฝักที่จำหน่ายได้ต่อต้น จำนวนฝักที่จำหน่ายได้ของถั่วแขกจะทำการบันทึกฝักถั่วแขกที่มีอายุหลังการบานของดอก 10 วัน โดยจำนวนฝักที่สามารถจำหน่ายได้ต่อต้นจะทำการคัดเลือกเฉพาะฝักที่มีลักษณะตรง ไม่โค้งงอ ไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลงสามารถหักเป็น 2 ท่อนได้ง่าย ไม่มีเสี้ยน เห็นเมล็ดอ่อนอยู่ภายในยังไม่มีการบวมของฝักถั่ว
 - 2.6) ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสด และ ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักแห้ง ทำการวัดความสูงต้นถั่วแขกด้วยไม้เมตร ให้หน่วยของความสูงเท่ากับ เซนติเมตร
 - 2.7) จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนฝักต่อต้น และ จำนวนเมล็ดแห้งต่อต้น
 - 2.8) น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อฝัก เมื่อทำการศึกษาในส่วนจำนวนฝักที่จำหน่ายได้ของถั่วแขกแล้ว จึงเก็บเกี่ยวถั่วแขกด้วยกรรไกร จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง หน่วยของน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อฝัก คือ กรัม
 - 2.9) น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อฝัก น้ำหนัก 100 ฝัก และ น้ำหนัก 100 เมล็ด
 - 2.10) เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด
 - 2.11) เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสด
- 3) การทนโรคและแมลง ทำการบันทึกข้อมูล โรคและแมลงที่พบ ช่วงการเจริญเติบโตของถั่วแขกที่ถูกศัตรูเข้าทำลาย (ช่วงเจริญเติบโต/ให้ผลผลิต/เก็บเกี่ยว)

ผลการทดลอง

1 การเจริญเติบโต

การปลูกถั่วแขกอินทรีย์ทำการปลูกวันที่ 4 ตุลาคม 2550 เริ่มออก วันที่ 7 ตุลาคม 2550

จากการวัดความสูงของต้นถั่วแขกเมื่อดอกแรกบานแล้วนำความสูงดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี ด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะห่างกัน 3 ระยะ คือ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ไม่มีผลทำให้ความสูงของต้นถั่วแขกเมื่อดอกแรกบานแตกต่างกัน โดยความสูงของต้นถั่วแขกเมื่อดอกแรกบานทั้งแก่กรรมวิธี มีความสูง เท่ากับ 221.25-265.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) และในขณะที่เดียวกันเมื่อทำการศึกษาจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรก ก็ พบว่า จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกมีจำนวนไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี โดยมีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกเท่ากับ 1.25-2.50 กิ่ง (ตารางที่ 10) สำหรับความสูงของต้นถั่วแขกเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกก็ให้ผลการศึกษาไม่แตกต่างกับความสูงเมื่อดอกแรกบาน โดยชนิดของพันธุ์ถั่วแขก และระยะปลูกไม่มีผลทำให้ความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกแตกต่างกัน ซึ่งทั้งแก่กรรมวิธีมีความสูงเท่ากับ 264.50-297.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 9 ความสูงเมื่อดอกแรกบานของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูก ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	265.00	237.50	250.00	250.67 ^{ns}
สะโงะ	252.50	225.50	221.25	233.08
พันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	231.25	227.50	251.25	236.67
เฉลี่ย	249.58 ^{ns}	230.17	240.83	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	1.75	2.00	1.75	1.83 ^{ns}
สะโงะ	1.75	2.00	2.25	2.00
พันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	1.25	1.75	2.50	1.83
เฉลี่ย	1.58 ^{ns}	1.92	2.17	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ความสูงเมื่อสิ้นสุดให้ดอกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	283.00	264.50	271.50	273.00 ^{ns}
สะโงะ	297.25	281.25	270.00	282.83
พันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	280.00	285.25	288.50	284.58
เฉลี่ย	286.75 ^{ns}	277.00	276.67	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ผลผลิต

สำหรับการศึกษาถั่วแขกในด้านผลผลิตทำการขึ้นแรกได้ทำการศึกษาในส่วนของวันที่ติดฝักวันแรก พบว่า วันที่ติดฝักวันแรกของถั่วแขกนั้น ขึ้นอยู่กับระยะปลูกของถั่วแขก ไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ที่ปลูก ดังจะเห็นได้ว่าการปลูกถั่วแขกที่ระยะปลูก 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร มีวันที่ติดฝักแรกวันแรกเร็วกว่า การปลูกถั่วแขกที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร โดยที่ระยะปลูก 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร มีวันที่ติดฝักวันแรกเฉลี่ยเท่ากับ 35.83 และ 36.50 วัน ส่วนการปลูกถั่วแขกที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร มีวันที่ติดฝักวันแรกเฉลี่ยเท่ากับ 38.08 วันหลังการปลูก (ตารางที่ 12) เมื่อฝักถั่วแขกเจริญเติบโตจนกระทั่งสามารถเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกได้แล้วทำการบันทึกผลเกี่ยวกับจำนวน

วันที่สามารถเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก พบว่า วันที่เก็บเกี่ยวถั่วแขกฝักสดฝักแรกไม่มีความแตกต่างกันในด้านพันธุ์ของถั่วแขก และระยะปลูก โดยวันที่เก็บเกี่ยวฝักแรกโดยเฉลี่ย เท่ากับ 44.75-47.00 วันหลังการปลูก (ตารางที่ 13) เมื่อถั่วแขกฝักแรกสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้แล้ว จึงทำการศึกษาในส่วนของความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วแขกฝักแรก พบว่า ความสูงของต้นถั่วแขกขณะเก็บเกี่ยวฝักแรกไม่มีความแตกต่างกันในด้านพันธุ์ และระยะปลูก โดยทั้งเก้ากรรมวิธีมีความสูงของต้นถั่วแขกขณะเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก เท่ากับ 252.25-281.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 14) จากการศึกษาในส่วนของความสูงแล้ว จึงทำการศึกษาใน ด้านความกว้าง ความยาวของถั่วแขก พบว่า ขนาดของถั่วแขกในด้านความกว้างฝักของถั่วแขกพันธุ์ปางตะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกัน โดยทั้งเก้ากรรมวิธีมีความกว้างฝัก เท่ากับ 0.742-0.860 เซนติเมตร (ตารางที่ 15) และเมื่อทำการวัดความยาวของถั่วแขกฝักแรก พบว่า ความยาวของถั่วแขกฝักแรกมีความยาวไม่แตกต่างกันทั้งเก้ากรรมวิธี ซึ่งมีความยาวของฝัก เท่ากับ 14.17-16.07 เซนติเมตร (ตารางที่ 16) ในขณะเดียวกันความกว้างของฝักถั่วแขกที่ทำการศึกษาก็ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกรรมวิธี โดยในทุกกรรมวิธีมีความกว้างของฝักถั่วแขกเท่ากับ 0.542-0.860 เซนติเมตร

จากการศึกษาผลผลิตของถั่วแขกในด้านจำนวนฝักต่อต้น พบว่า พันธุ์ถั่วแขก และระยะปลูกมีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้นของแต่ละกรรมวิธีมีค่าแตกต่างกัน โดยกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางตะ สะ โงะ ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 86 ฝัก แต่ในขณะเดียวกันจำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกพันธุ์สะ โงะ ที่ปลูกในระยะ 40 x 60 มีจำนวนฝักต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีดังกล่าว โดยมีจำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกเท่ากับ 74.60 ฝัก และกรรมวิธีที่ปลูกด้วยพันธุ์สะ โงะ ที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร ก็มีจำนวนฝักต่อต้นไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์สะ โงะ ที่ระยะ 30 x 80 และการปลูกถั่วแขกพันธุ์พันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ที่มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 57.00, 56.80 และ 58.40 ฝัก ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกด้วยพันธุ์ปางตะ สะ โงะ ที่ระยะ 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร พันธุ์สะ โงะ ที่ระยะ 50 x 100 และการปลูกถั่วแขกพันธุ์พันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร นั้นพบว่า ทั้งห้ากรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันในด้านจำนวนฝักต่อต้น โดยมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 40.60-50.80 ฝัก (ตารางที่ 17)

สำหรับผลผลิตที่จำหน่ายได้ของถั่วแขกต่อต้น พบว่า ผลผลิตของถั่วแขกต่อต้นขึ้นอยู่กับอิทธิพลของระยะปลูก โดยชนิดของพันธุ์แขกไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี ซึ่งจะเห็นได้ว่า การปลูกถั่วแขกที่ระยะ 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร จะมีจำนวนฝักต่อต้นที่จำหน่ายได้มากกว่าการปลูกถั่วแขกที่ระยะ 30 x 80 เซนติเมตร โดยทั้งสองกรรมวิธีมีจำนวนฝักสดที่จำหน่ายได้ต่อต้นเท่ากับ 47.73 และ 59.20 ฝัก ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีมีจำนวนของถั่วแขกฝักสดที่จำหน่ายได้ต่อต้นไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การปลูกถั่วแขกในระยะ 30 x 80 เซนติเมตร มีจำนวนถั่วแขกฝักสดที่

จำหน่ายได้ต่อต้นเท่ากับ 34.53 ฟัก (ตารางที่ 18) เมื่อทำการศึกษาผลผลิตในด้านน้ำหนักต่อฟักของถั่วแขก พบว่า ระยะปลูกและพันธุ์ของถั่วแขกไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดต่อฟักของถั่วแขกมีความแตกต่างกัน ซึ่งน้ำหนักสดของถั่วแขกต่อฟักทั้งเก้ากรรมวิธีที่มีน้ำหนักเท่ากับ 5.20-6.00 กรัม (ตารางที่ 19)

เมื่อถั่วแขกฟักแรกเริ่มแห้งจึงทำการศึกษาวนที่สามารถเก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแรกได้ ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ระยะปลูก และพันธุ์ถั่วแขกไม่มีผลทำให้วันที่สามารถเก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแห้งฟักแรก โดยวันที่เก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแห้งฟักแรกเฉลี่ยแล้วจะมีระยะเวลาอยู่ระหว่าง 66.00-68.75 วัน (ตารางที่ 20) เมื่อทำการศึกษาในส่วนของวันที่เก็บเกี่ยวฟักแห้งฟักแรกแล้วจึงทำการศึกษาความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฟักแห้งฟักแรกควบคู่กันไปด้วย ซึ่งพบว่า ระยะปลูก และพันธุ์ของถั่วแขกมีปฏิสัมพันธ์กันทำให้ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแรกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ทำการปลูกถั่วแขกพันธุ์พันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ในระยะ 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร และการปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฟักแห้งฟักแรกมากที่สุด เท่ากับ 317.75, 316.00 และ 318.00 เซนติเมตร และในขณะเดียวกันการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางตะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) (พันธุ์การคำ) ที่ระยะ 30 x 80 และพันธุ์สะโงะที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแห้งฟักแรกไม่แตกต่างกับกรรมวิธีทั้งสามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยทั้งสามกรรมวิธีมีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแห้งฟักแรกเท่ากับ 307.25-313.25 เซนติเมตร สำหรับกรรมวิธีที่ทำการปลูกด้วยพันธุ์สะโงะในระยะ 50 x 100 เซนติเมตร นั้น พบว่า ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแห้งฟักแรก เท่ากับ 30.25 เซนติเมตร ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวมีความสูงไม่แตกต่างกันกับการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางตะที่ระยะ 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ที่มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วแขกฟักแห้งฟักแรกเท่ากับ 291.00 และ 289.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 21)

หลังจากฟักถั่วแขกเริ่มแห้งจึงทำการศึกษาในส่วนของจำนวนเมล็ดต่อฟัก พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฟักของถั่วแขกขึ้นอยู่กับระยะปลูกของถั่วแขก ซึ่งพบว่า การปลูกถั่วแขกที่ระยะ 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร จะมีจำนวนเมล็ดต่อฟักมากกว่าการปลูกถั่วแขกที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร โดยจำนวนเมล็ดต่อฟักของถั่วแขกที่ปลูกระยะ 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร เท่ากับ 8.52 และ 8.40 เมล็ด ตามลำดับ ในขณะที่การปลูกถั่วแขกที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อฟักเท่ากับ 7.88 เมล็ดต่อฟัก (ตารางที่ 22) สำหรับจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้น พบว่า การปลูกถั่วแขกที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อต้นมากที่สุด โดยมีเมล็ดแห้งต่อต้นเท่ากับ 576.58 เมล็ด และในขณะเดียวกันจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วแขกดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกระยะ 40 x 60 เซนติเมตร ที่มีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นเท่ากับ 468.67 เมล็ด ส่วนจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วแขกที่ปลูกระยะ 30 x 80 เซนติเมตร เท่ากับ 387.83 เซนติเมตร (ตารางที่ 23)

เมื่อทำการศึกษาน้ำหนักสดของฟักถั่วแขกจำนวน 100 ฟัก พบว่า การปลูกถั่วแขกด้วยพันธุ์ปางตะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ไม่มีผลทำให้น้ำหนักฟักของถั่วแขก 100 ฟัก มีความแตกต่างกัน ซึ่งน้ำหนักฟัก 100 ฟัก ของถั่วแขกทั้งเก้ากรรมวิธีมีน้ำหนักเท่ากับ 520.08-600.23 กรัม (ตารางที่ 24)

สำหรับน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อฝักของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อฝักของถั่วแขกขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อฝักมากที่สุด คือ พันธุ์ปางคะ และสะโงะ ซึ่งทั้งสองพันธุ์มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อฝักเท่ากับ 3.44 และ 3.46 กรัม ตามลำดับ ส่วนพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) พบว่า มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อฝักน้อยกว่าเท่ากับ 3.06 กรัม (ตารางที่ 25)

สำหรับน้ำหนักสด 100 เมล็ด ของถั่วแขก พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะ ที่ระยะ 30 x 80 เซนติเมตร มีน้ำหนักสด 100 เมล็ด มากที่สุด ซึ่งมีน้ำหนักสดของถั่วแขกเท่ากับ 39.00 กรัม และการปลูกถั่วแขกพันธุ์เดียวกันที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร มีน้ำหนักสด 100 เมล็ด ของถั่วแขกรองลงมา โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 36.19 กรัม และในขณะเดียวกัน พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่แตกต่างกับการปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะ และปางคะที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร โดยมีน้ำหนักเมล็ดเท่ากับ 35.24 และ 35.44 กรัม ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักสด 100 เมล็ดของถั่วแขกที่มีน้ำหนักรองลงมาคือ การปลูกถั่วแขกพันธุ์พันธุ์การคำ (ตราสิงโต) และปางคะ ที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร โดยทั้งสองมีน้ำหนักสด 100 เมล็ด เท่ากับ 33.13 และ 32.83 กรัม ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกด้วยพันธุ์ปางคะที่ระยะ 30 x 80 และการปลูกถั่วแขกพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร พบว่า มีน้ำหนักสด 100 เมล็ด เท่ากับ 32.18, 29.55 และ 29.80 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 26)

เมื่อนำเมล็ดสดที่ได้จากการศึกษาข้างต้นมาทำการอบให้แห้ง พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด มากที่สุดเท่ากับ 21.14 กรัม และขณะเดียวกันน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ของถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ปลูกในระยะ 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร และการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะที่ระยะ 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ไม่แตกต่างกันกับการปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร โดยทั้งสี่กรรมวิธีมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 20.26, 20.29, 21.03 และ 21.06 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

สำหรับการศึกษาน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ พบว่า การปลูกถั่วแขกในทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ ไม่แตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยในด้านพันธุ์ และระยะปลูกของถั่วแขกไม่มีผลทำให้น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ของถั่วแขกแตกต่างกัน โดยทั้งเก้ากรรมวิธีมีน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อไร่ เท่ากับ 891.00-1,458.90 กิโลกรัม (ตารางที่ 28)

จากการศึกษาความชื้นของเมล็ดถั่วแขก และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสด พบว่า ปัจจัยในด้านพันธุ์ และระยะปลูกของถั่วแขก ไม่มีอิทธิพลทำให้ความชื้นของเมล็ด และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดแตกต่างกันในระหว่างกรรมวิธี โดยมีความชื้นของเมล็ด เท่ากับ 29.40-36.20 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด เท่ากับ 97.00-100.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 29 และ 30)

ตารางที่ 12 วันที่ตัดฝักวันแรกเฉลี่ยของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก
ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	35.25	37.50	35.25	36.00 ^{ns}
สะโงะ	35.50	38.25	37.50	37.08
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	36.75	38.50	36.75	37.33
เฉลี่ย	35.83b ^{1/}	38.08a	36.50b	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 วันเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก
ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	44.75	46.50	44.75	45.33 ^{ns}
สะโงะ	45.25	46.25	47.00	46.17
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	46.50	47.00	46.25	46.58
เฉลี่ย	45.00 ^{ns}	46.58	46.00	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 14 ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	266.25	250.50	259.25	258.67 ^{ns}
สะโงะ	281.25	262.50	252.25	265.33
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	264.25	266.50	271.50	267.42
เฉลี่ย	270.58 ^{ns}	261.00	259.83	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ความกว้างของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	0.742	0.825	0.755	0.774 ^{ns}
สะโงะ	0.812	0.798	0.810	0.807
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	0.772	0.842	0.860	0.825
เฉลี่ย	0.776 ^{ns}	0.822	0.808	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 ความยาวของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	14.82	15.50	15.08	15.13 ^{ns}
สะโงะ	14.17	15.60	15.02	15.55
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	15.18	15.40	16.07	14.93
เฉลี่ย	14.72 ^{ns}	15.50	15.39	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 17 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	45.00c ^{1/}	50.80c	86.00a
สะโงะ	57.00bc	74.60ab	40.60c
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	48.80c	56.80bc	58.40bc

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 18 จำนวนฝักต่อต้นที่จำหน่ายได้ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	38.00	48.20	45.20	43.80 ^{ns}
สะโงะ	32.00	45.00	66.40	47.80
พันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	33.60	50.00	66.00	49.87
เฉลี่ย	34.53b ^{1/}	47.73a	59.20a	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 19 น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อฝักของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	5.26	5.20	5.74	5.40 ^{ns}
สะโงะ	5.27	6.00	5.44	5.57
พันธุ์การคำ (ตราสิงโต)	5.38	5.32	5.60	5.43
เฉลี่ย	5.30 ^{ns}	5.51	5.59	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 20 วันที่เก็บเกี่ยวฝักแห้งฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย ^{ns}
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	68.25	68.25	66.00	67.67 ^{ns}
สะโงะ	66.25	68.00	68.00	67.50
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	66.25	68.75	68.00	67.42
เฉลี่ย	68.33 ^{ns}	67.33	66.92	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 21 ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักแห้งฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	313.25ab ^{1/}	291.00c	289.25c
สะโงะ	318.00a	307.25ab	300.25bc
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	309.50ab	317.75a	316.00a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 22 จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	8.60	8.40	7.75	8.25 ^{ns}
สะ โงะ	8.90	8.30	8.00	8.40
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	8.05	8.50	7.90	8.12
เฉลี่ย	8.52a ^{1/}	8.40a	7.88b	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 23 จำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	416.90	461.05	433.10	437.02 ^{ns}
สะ โงะ	357.05	436.00	615.45	469.50
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	389.55	508.95	681.20	526.57
เฉลี่ย	387.83b ^{1/}	468.67ab	576.58a	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 24 น้ำหนักสด 100 ฝัก ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	เฉลี่ย
ปางคะ	526.38	520.08	573.67	540.04 ^{ns}
สะ โงะ	527.13	600.23	543.79	557.05
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	538.25	532.58	560.00	543.61
เฉลี่ย	530.59 ^{ns}	550.96	559.15	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 25 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อฝักของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	เฉลี่ย
ปางคะ	3.62	3.40	3.40	3.44a ^{1/}
สะ โงะ	3.19	3.58	3.61	3.46a
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	2.94	2.99	3.26	3.06b
เฉลี่ย	3.25 ^{ns}	3.29	3.42	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 26 น้ำหนักเมล็ดสด 100 เมล็ด ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	32.18ef ^{1/}	35.44bc	32.83de
สะโงะ	39.00a	35.24bcd	36.19b
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	29.55g	29.80fg	33.13cde

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 27 น้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	21.03ab	21.06ab	20.09b
สะโงะ	20.26ab	21.14a	20.29ab
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	17.64d	17.79d	18.98c

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 28 น้ำหนักเมล็ดแห้งของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	1,458.90	1,242.80	891.00	1,197.57 ^{ns}
สะโงะ	1,203.70	1,179.80	1,278.70	1,220.73
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	1,143.40	1,179.80	1,323.9	1,215.70
เฉลี่ย	1,268.67 ^{ns}	1,200.80	1,164.53	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 29 ความชื้นของเมล็ดถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	36.20	34.00	34.00	34.40 ^{ns}
สะโงะ	31.90	35.80	36.10	34.60
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	29.40	29.90	32.60	30.60
เฉลี่ย	32.50 ^{ns}	32.90	34.20	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

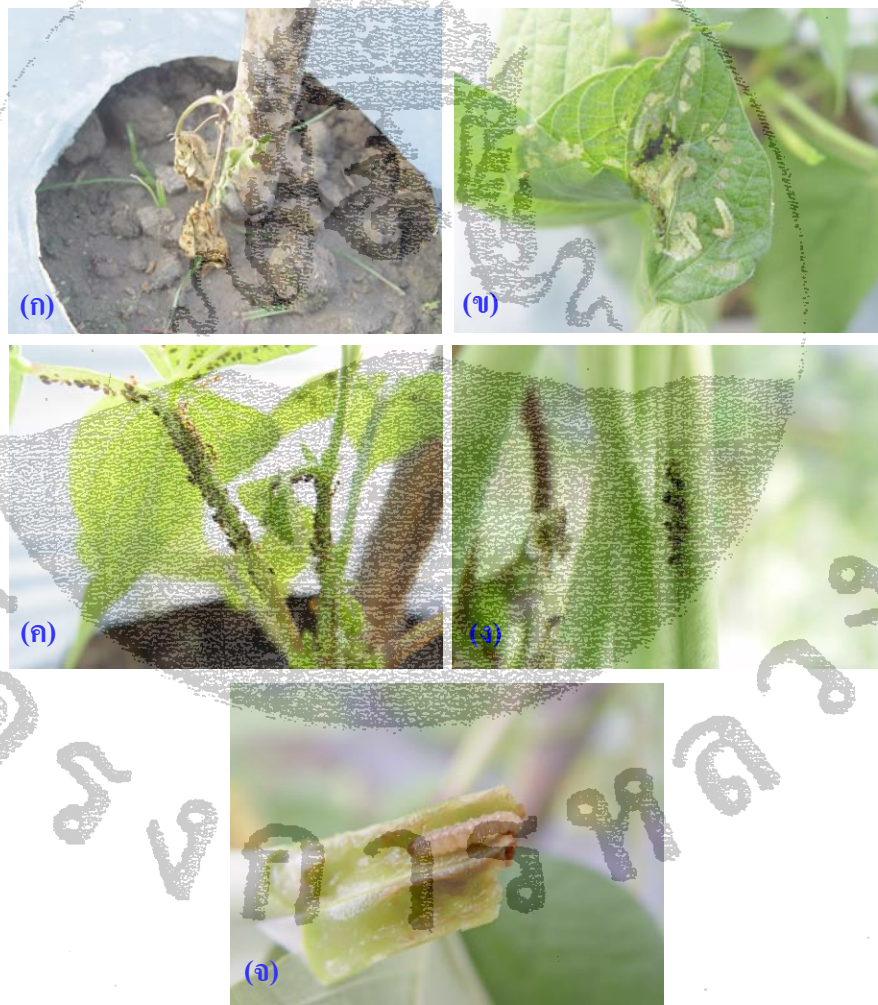
ตารางที่ 30 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูหนาว

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	99.00	97.00	100.00	98.67 ^{ns}
สะโงะ	99.50	99.50	99.50	99.50
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	100.00	100.00	99.50	99.83
เฉลี่ย	99.50 ^{ns}	98.83	99.67	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. การทนโรคและแมลง

หลังจากหยดเมล็ดถั่วแขกและมีการงอกของต้นถั่วแขกประมาณ 10 วัน พบว่า ต้นถั่วแขกจะเกิดปัญหาโรคโคนเน่าขึ้นเล็กน้อย ซึ่งพบในถั่วแขกทั้งสามพันธุ์ คือ ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) และในช่วงระยะเวลาดังกล่าวจะมีการระบาดของหนอนกระทู้ผัก โดยจะกัดกินใบอ่อนของถั่วแขกและเหลือเส้นใยบางๆ ของใบถั่วแขก เมื่อถั่วแขกเข้าสู่ระยะติดฝักจะพบการระบาดของเพลี้ยอ่อนมาดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบ และฝักของถั่วแขก และในช่วงระยะเวลาดังกล่าวก็มีการเข้าทำลายของหนอนเจาะฝักถั่ว (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การเกิดโรคโคนเน่า (ก) การระบาดของหนอนกระทู้ผัก (ข) เพลี้ยอ่อน (ค และ ง) และ หนอนเจาะฝักถั่ว ที่พบในการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ในฤดูหนาว

วิจารณ์ผลการทดลอง

การคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ในฤดูหนาว โดยการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า ถั่วแขกมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเมื่อให้ดอกแรก และเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกใกล้เคียงกับการศึกษาเบื้องต้นของลักษณะการเจริญเติบโต ในบทที่ 3 โดยการทดลองในบทที่ 3 มีความสูงของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) เมื่อให้ดอกแรก และเมื่อสิ้นสุดการให้ดอก เท่ากับ 233.08-250.83 และ 273.00-284.58 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ความสูงเมื่อให้ดอกแรก และเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกของถั่วแขกในการศึกษาเพื่อคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ในฤดูหนาว เท่ากับ 221.25-265.00 และ 264.50-297.25 เซนติเมตร และนอกจากนี้ พบว่า จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยเมื่อให้ดอกแรกยังมีจำนวนใกล้เคียงกัน โดยการปลูกถั่วแขกในฤดูหนาวมีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยเมื่อให้ดอกแรก เท่ากับ 1.25-2.50 กิ่ง ซึ่งการศึกษาเบื้องต้นของการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยเมื่อให้ดอกแรก เท่ากับ 1.83-2.00 กิ่ง

สำหรับจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขกที่ผลิตผลในฤดูหนาว พบว่า มีจำนวนเมล็ดต่อฝักขึ้นอยู่กับระยะปลูก ซึ่งปัจจัยในด้านพันธุ์ถั่วแขกไม่มีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝักแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในบทที่ 3 พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีจำนวนเมล็ดต่อฝักไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 8.15-8.40 เมล็ด ส่วนจำนวนเมล็ดของถั่วแขกที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ในฤดูหนาว พบว่า การปลูกในระยะปลูก 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุด เท่ากับ 8.52 และ 8.40 เมล็ด สำหรับการปลูกที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า มีจำนวนเมล็ดน้อยที่สุด เท่ากับ 7.88 เมล็ด สำหรับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสดถั่วแขก พบว่า การผลิตถั่วแขกในฤดูหนาวมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดไม่แตกต่างกัน แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันในด้านพันธุ์ และระยะปลูก ซึ่งพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วแขก เท่ากับ 97.00-100.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความงอกดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกันกับการศึกษาเบื้องต้นในด้านผลผลิตของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดเท่ากับ 97.83-99.67 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลอง

ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร เหมาะสมสำหรับการปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ในฤดูหนาว

บทที่ 6

การคัดเลือกพันธุ์ถั่วแขกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ในฤดูร้อน

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD 3 x 3 จำนวน 4 ซ้ำ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3 เมล็ดพันธุ์ถั่วแขก อินทรีย์ ในฤดูหนาว แต่ดำเนินการในช่วงฤดูร้อน

ผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโต

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วแขกด้านความสูงเมื่อให้ดอกแรกบานและความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอก พบว่า ความสูงของต้นถั่วแขกเมื่อดอกแรกบานและความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านระยะห่างระหว่างต้น โดยกรรมวิธีที่มีความสูงเมื่อดอกแรกบานมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกในระยะปลูก 30 x 80 และ 40 x 100 เซนติเมตร ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีมีความสูงเมื่อดอกแรกบานเท่ากับ 191.00 และ 190.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกในระยะห่าง 50 x 100 เซนติเมตร มีความสูงของถั่วแขกเมื่อดอกแรกบานเท่ากับ 175.00 เซนติเมตร สำหรับความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกนั้น พบว่า กรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกในระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร ยังคงมีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกมากที่สุด ซึ่งมีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอก เท่ากับ 231.67 เซนติเมตร และขณะเดียวกันการปลูกถั่วแขกที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร ที่มีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกเท่ากับ 229.00 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกถั่วแขกที่ระยะ 30 x 80 เซนติเมตร ส่วนการปลูกถั่วแขกที่ระยะ 40 x 60 พบว่า มีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกของถั่วแขกน้อยกว่าทั้งสองกรรมวิธีที่ได้กล่าวมา โดยมีความสูงเมื่อสิ้นสุดการให้ดอกเท่ากับ 213.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 31 และ 32) สำหรับจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกบาน พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางตะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)) ที่ระยะปลูก 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ทำให้จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกบานไม่แตกต่างกันทั้ง 9 กรรมวิธี โดยมีจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อดอกแรกบานเท่ากับ 2.00 – 2.60 กรัม (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 31 ความสูงเมื่อดอกแรกบานของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	196.00	172.00	203.00	190.33 ^{ns}
สะโงะ	189.00	185.00	176.00	183.33
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	188.00	168.00	192.00	182.67
เฉลี่ย	191.00a ^{1/}	190.33a	175.00b	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 32 ความสูงเมื่อสิ้นสุดให้ดอกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	233.00	221.00	235.00	229.67 ^{ns}
สะโงะ	231.00	227.80	222.00	226.93
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	231.00	213.00	230.00	224.67
เฉลี่ย	231.67a ^{1/}	220.60b	229.00a	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 33 จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นเมื่อให้ดอกแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	2.00	2.00	2.60	2.20 ^{ns}
สะโงะ	2.40	2.00	2.20	2.20
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	2.40	2.60	2.20	2.40
เฉลี่ย	2.27 ^{ns}	2.20	2.33	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ผลผลิต

สำหรับการศึกษาด้านผลผลิต พบว่า วันที่ติดฝักวันแรกของถั่วแขกขึ้นอยู่กับปัจจัยในด้านพันธุ์ของถั่วแขก โดยถั่วแขกพันธุ์ปางคะมีการติดฝักแรกของถั่วแขกก่อนการปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราพันธุ์การค้า (ตราสิงโต)) ซึ่งวันที่ติดฝักวันแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ มีวันที่ติดฝักวันแรกเท่ากับ 39.00 วันหลังการปลูก ในขณะที่การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีวันที่ติดฝักวันแรกเท่ากับ 40.33 และ 40.80 วันหลังการปลูก ตามลำดับ (ตารางที่ 34) สำหรับวันเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก พบว่า วันที่เก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ปลูก โดยการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะจะมีวันที่เก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกเร็วกว่าการปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ซึ่งการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะมีวันที่เก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก 49.47 วันหลังการปลูก ส่วนการปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) มีวันที่เก็บเกี่ยวฝักแรกเท่ากับ 52.13 และ 53.00 วันปลูก ตามลำดับ (ตารางที่ 35) แต่เมื่อศึกษาในด้านความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก พบว่า ระยะปลูกมีผลต่อความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก โดยถั่วแขกที่ปลูกในระยะ 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกสูงสุด โดยทั้งสองกรรมวิธีมีความสูงเท่ากับ 211.07 และ 208.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนถั่วแขกที่ปลูกในระยะ 40 x 60 เซนติเมตร นั้นมีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรก เท่ากับ 195.93 เซนติเมตร (ตารางที่ 36)

สำหรับความกว้างของฝักถั่วแขก พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร มีความกว้างของฝักถั่วมากที่สุด เท่ากับ 0.75 เซนติเมตร และมีความกว้างของฝักไม่แตกต่างกันกับการปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร ที่มีความกว้างของฝักเท่ากับ 0.73 เซนติเมตร และการปลูกถั่วแขกพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร ซึ่งมีความกว้าง

ของฝักถั่วแขกเท่ากับ 0.72 เซนติเมตร และขณะเดียวกันความกว้างของถั่วแขกในกรรมวิธีทั้งสองไม่แตกต่างกันกับการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ และสะโงะ ที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร และการปลูกถั่วแขกพันธุ์การคำ (ตราพันธุ์การคำ (ตราสิงโต)) ที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร โดยทั้งสามกรรมวิธีมีความกว้างของฝักถั่วแขกเท่ากับ 0.70 เซนติเมตร สำหรับกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร พันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร และการปลูกพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร พบว่ามีความกว้างของฝักถั่วแขก เท่ากับ 0.68, 0.69 และ 0.69 เซนติเมตร ซึ่งความกว้างของฝักถั่วแขกดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างกันกับความกว้างของฝักถั่วแขกที่ปลูกด้วยพันธุ์ปางคะ และพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร (ตารางที่ 37) เมื่อทำการเก็บเกี่ยวถั่วแขกที่จำหน่ายได้ พบว่า ความยาวของถั่วแขกที่จำหน่ายได้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับพันธุ์และระยะปลูกของถั่วแขก ซึ่งความยาวของถั่วแขกมีความยาวเท่ากับ 14.00-14.68 เซนติเมตร (ตารางที่ 38)

เมื่อศึกษาจำนวนฝักต่อต้น พบว่า ระยะปลูกถั่วแขกมีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกมีความแตกต่างกัน โดยระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยของถั่วแขกมากที่สุดเท่ากับ 33.87 ฝัก ส่วนการปลูกถั่วแขกที่ระยะ 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยรองลงมา เท่ากับ 26.93 และ 27.48 ฝัก (ตารางที่ 39) และการศึกษาจำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกที่จำหน่ายได้ พบว่า พันธุ์ถั่วแขก และระยะปลูกไม่มีอิทธิพลทำให้จำนวนฝักต่อต้นที่จำหน่ายได้ของถั่วแขกที่ปลูกในระยะต่างมีความแตกต่างกัน โดยทั้งเก้ากรรมวิธี มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 14.80-34.00 ฝัก (ตารางที่ 40) สำหรับน้ำหนักสดต่อฝัก พบว่า พันธุ์ถั่วแขก และระยะปลูกไม่มีผลทำให้กรรมวิธีที่ทำการศึกษามีน้ำหนักสดต่อฝัก มีความแตกต่างกัน โดยมีน้ำหนักสดต่อฝักเท่ากับ 5.30-5.79 กรัม (ตารางที่ 41)

สำหรับการศึกษาวันเก็บเกี่ยวฝักแห่งฝักแรก พบว่า พันธุ์ถั่วแขก (ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต)) และระยะปลูก (30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร) ไม่มีอิทธิพลทำให้วันที่เก็บเกี่ยวฝักแห่งฝักแรกของถั่วแขกมีความแตกต่างกัน โดยทั้งเก้ากรรมวิธี มีวันที่เก็บเกี่ยวฝักแห่งฝักแรกเฉลี่ย เท่ากับ 56.00-60.40 วันหลังการปลูก (ตารางที่ 42) และเมื่อศึกษาความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักแห่งฝักแรก พบว่า ความสูงดังกล่าวขึ้นอยู่กับระยะปลูกของถั่วแขก โดยระยะปลูก 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักแห่งฝักแรกมากที่สุด เท่ากับ 229.47 และ 226.80 เซนติเมตร ส่วนที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร พบว่า มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักแห่งฝักแรก เท่ากับ 217.80 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีทั้งสองที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ตารางที่ 43)

สำหรับจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขก พบว่า ทั้งเก้ากรรมวิธีมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 6.33-7.67 เมล็ด ซึ่งทั้งเก้ากรรมวิธีที่ทำการ ศึกษาไม่มีอิทธิพลของพันธุ์ถั่วแขก และระยะปลูกซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างของจำนวนเมล็ดต่อฝัก (ตารางที่ 44) ส่วนจำนวนเมล็ดแห่งต่อต้น พบว่า พันธุ์ถั่วแขก

และระยะปลูกมีผลทำให้จำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี โดยการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตรมีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นมากที่สุด โดยมีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นเฉลี่ย เท่ากับ 231.08-249.12 เมล็ด ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ ที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร และพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร พบว่า มีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นของถั่วแขกรองลงมา โดยทั้งสองกรรมวิธีมีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นเฉลี่ย เท่ากับ 214.29 และ 198.00 เมล็ด ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร พันธุ์สะโงะที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า มีจำนวนเมล็ดแห้งต่อต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 162.13-182.40 เมล็ด (ตารางที่ 45)

สำหรับน้ำหนักฝักสด 100 ฝัก พบว่า พันธุ์ถั่วแขก และระยะปลูกไม่มีผลทำให้น้ำหนักฝักสด 100 ฝัก มีความแตกต่างกัน โดยมีน้ำหนักฝักสด 100 ฝัก เท่ากับ 529.00-579.35 กรัม (ตารางที่ 46) ส่วนน้ำหนักฝักสด 100 เมล็ด พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ ที่ระยะปลูก 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร และถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร มีน้ำหนักฝักสด 100 เมล็ด มากที่สุด เท่ากับ 34.08-35.64 กรัม ส่วนกรรมวิธีที่มีน้ำหนักเมล็ดสด 100 เมล็ด รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร และการปลูกถั่วแขกพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร โดยทั้งสามกรรมวิธีมีน้ำหนักฝักสด 100 เมล็ด เท่ากับ 29.01, 28.88 และ 30.92 กรัม ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดสด 100 เมล็ด เท่ากับ 28.49 และ 26.38 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 47)

หลังจากศึกษาน้ำหนักเมล็ดสดแล้วจึงนำเมล็ดดังกล่าวมาอบแห้ง พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด มากที่สุด เท่ากับ 20.22 กรัม รองลงมา ได้แก่การปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะที่ระยะปลูก 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร โดยทั้งสองกรรมวิธีมีน้ำหนักเมล็ดแห้งเท่ากับ 18.49 และ 19.27 กรัม ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีที่ ปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะ 30 x 80 และ 50 x 100 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 18.02, 18.31 และ 17.67 กรัมตามลำดับ สำหรับการปลูกถั่วแขกพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า ทั้งสามกรรมวิธีมีน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดไม่แตกต่างกัน โดยมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 17.17, 16.55 และ 17.38 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 48) จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดถั่วแขก พบว่า ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ปางคะที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร และถั่วแขกพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มีความชื้นของเมล็ดมากที่สุด โดยมีความชื้นของเมล็ด เท่ากับ 46.46-47.70 เปอร์เซ็นต์ และขณะเดียวกัน พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มี

ความชื้นของเมล็ดไม่แตกต่างกับสามกรรมวิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งมีความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 43.20 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีดังกล่าวมีความชื้นของเมล็ดใกล้เคียงกับพันธุ์สะโงะที่ปลูกในระยะ 50 x 100 เซนติเมตร และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80 เซนติเมตร ซึ่งทั้งสองมีความชื้นของเมล็ด เท่ากับ 39.04 และ 40.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า มีความชื้นของเมล็ดน้อยที่สุด เท่ากับ 33.89 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นของเมล็ดไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะ 30 x 80 เซนติเมตร ที่มีความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 35.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 49)

สำหรับน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อไร่ พบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์สะโงะที่ระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่มากที่สุด เท่ากับ 655.94 กิโลกรัม และขณะเดียวกันพบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์เดียวกันที่ระยะ 30 x 80 เซนติเมตร และพันธุ์ปางคะที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ของถั่วแขกไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 603.26 และ 614.47 กิโลกรัม ตามลำดับ และพบว่ากรรมวิธีทั้งสองที่ได้กล่าวมาข้างต้นมีน้ำหนักเมล็ดไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่ปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะ ที่ระยะปลูก 30 x 80 เซนติเมตร ที่มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ เท่ากับ 536.58 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกถั่วแขกพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ระยะปลูก 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีมีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่เท่ากับ 500.26 และ 489.52 กิโลกรัม ตามลำดับ และยังพบว่า การปลูกถั่วแขกที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร ในพันธุ์ปางคะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ไม่แตกต่างกัน โดยทั้งสองกรรมวิธีมีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ เท่ากับ 395.42 และ 324.62 กิโลกรัม ตามลำดับ และการปลูกถั่วแขกที่ระยะปลูกเดียวกันนี้ของพันธุ์สะโงะมีน้ำหนักเมล็ดต่อรือน้อยที่สุด เท่ากับ 293.37 กิโลกรัม (ตารางที่ 50)

จากการนำเมล็ดถั่วแขกที่แกะออกจากฝักแล้วนำมาเพาะเพื่อศึกษาความงอกของเมล็ดสด พบว่า การงอกเมล็ดสดถั่วแขกไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยในด้านพันธุ์ และระยะปลูกของถั่วแขก ซึ่งทั้งเก้ากรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด เท่ากับ 97.50 -100.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 51)

ตารางที่ 34 วันที่ตัดฝักวันแรกเฉลี่ยของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก
ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	38.20	39.00	39.80	39.00b ^{1/}
สะโงะ	40.60	40.00	40.40	40.33a
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	40.20	40.40	41.80	40.80a
เฉลี่ย	39.67 ^{ns}	39.80	40.67	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 35 วันเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต)
ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	48.60	51.00	48.80	49.47b ^{1/}
สะโงะ	50.00	51.20	55.20	52.13a
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	53.40	52.20	53.40	53.00a
เฉลี่ย	50.67 ^{ns}	51.47	52.47	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 36 ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสดฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	214.20	194.00	215.00	207.73 ^{ns}
สะ โงะ	210.80	206.40	199.20	205.47
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	208.20	187.40	212.20	202.60
เฉลี่ย	211.07a ^{1/}	195.93b	208.80a	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 37 ความกว้างของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	0.70bcd ^{1/}	0.75a	0.68d
สะ โงะ	0.70bcd	0.69cd	0.73ab
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	0.69cd	0.72abc	0.70bcd

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 38 ความยาวของถั่วแขกฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก
ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	14.18	14.25	14.42	14.16 ^{ns}
สะโงะ	14.43	14.00	14.06	14.28
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	14.38	14.68	14.28	14.45
เฉลี่ย	14.33 ^{ns}	14.01	14.25	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 39 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ
30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	24.00	34.60	32.80	30.47 ^{ns}
สะโงะ	30.00	35.20	25.60	30.28
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	26.80	31.80	24.00	27.53
เฉลี่ย	26.93b ^{1/}	33.87a	27.48b	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 40 จำนวนฝักต่อต้น (ที่จำหน่ายได้) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	18.60	24.00	24.00	22.20 ^{ns}
สะโงะ	18.00	25.00	14.80	19.27
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	21.80	34.00	27.00	27.60
เฉลี่ย	19.47 ^{ns}	27.67	21.93	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 41 น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อฝัก (กรัม) **จำหน่ายได้** ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	5.46	5.30	5.65	5.47 ^{ns}
สะโงะ	5.62	5.30	5.49	5.47
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	5.55	5.70	5.79	5.68
เฉลี่ย	5.54 ^{ns}	5.43	5.64	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 42 วันที่เก็บเกี่ยวฝักแห้งฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	57.40	56.80	56.00	56.93 ^{ns}
สะโงะ	57.40	58.00	57.60	57.67
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	58.40	57.60	60.40	58.80
เฉลี่ย	57.73 ^{ns}	57.467	58.20	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 43 ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักแห้งฝักแรกของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	232.80	217.40	234.40	228.20 ^{ns}
สะโงะ	227.40	227.60	218.40	224.47
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	228.20	208.40	227.60	221.40
เฉลี่ย	229.47a ^{1/}	217.80b	226.80a	

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 44 จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	7.67	7.20	6.53	7.00 ^{ns}
สะโงะ	6.60	7.20	6.33	6.71
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	6.53	7.27	7.60	7.13
เฉลี่ย	6.80 ^{ns}	7.22	6.82	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 45 จำนวนเมล็ดแห้งต่อดันของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	174.40de ^{1/}	249.12a	214.29bc
สะโงะ	198.00bcd	253.44a	162.13e
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	175.09de	231.08ab	182.40cde

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 46 น้ำหนัก 100 ฟีก (สด) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	545.60	530.12	564.80	546.84 ^{ns}
สะโงะ	562.05	529.00	548.85	546.84
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	555.10	570.25	579.35	568.23
เฉลี่ย	554.25 ^{ns}	543.12	564.33	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 47 น้ำหนัก 100 เมล็ด (สด) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูก ระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	35.49a ^{1/}	35.05a	34.08a
สะโงะ	28.49cd	35.64a	29.01bc
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	28.88bc	30.92b	26.38d

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 48 น้ำหนัก 100 เมล็ด (แห้ง) ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	18.49bc ^{1/}	19.27b	18.02cd
สะโงะ	18.31c	20.22a	17.67cd
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	17.17de	16.55e	17.38de

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 49 ความชื้นของเมล็ดถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตรในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	47.70a	44.99a	47.12a
สะโงะ	35.65cd	43.20ab	39.04bc
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	40.02bc	46.46a	33.89d

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 50 น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตรในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)		
	30 x 80	40 x 60	50 x 100
ปางคะ	536.58bc ^{1/}	614.47ab	395.42d
สะโงะ	603.26ab	655.94a	293.37e
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	500.26c	489.52c	324.62de

^{1/} ค่าเฉลี่ยในตารางเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 51 เปรียบเทียบผลผลิตของเมล็ดสดของถั่วแขกพันธุ์ปางคะ สะโงะ และพันธุ์การค้า (ตราสิงโต) ที่ปลูกระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร ในฤดูร้อน

พันธุ์	ระยะปลูก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
	30 x 80	40 x 60	50 x 100	
ปางคะ	97.50	100.00	100.00	99.17 ^{ns}
สะโงะ	100.00	100.00	100.00	100.00
พันธุ์การค้า (ตราสิงโต)	100.00	100.00	100.00	100.00
เฉลี่ย	99.17 ^{ns}	100.00	100.00	

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์และแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

3. การทนโรคและแมลง

จากการปลูกถั่วแขกในฤดูร้อน พบการระบาดของหนอนกระทู้ผัก มากัดกินใบถั่วแขกในส่วนของใบอ่อน ซึ่งจะพบในทุกช่วงของการเจริญเติบโต โดยพบในปริมาณเล็กน้อย และเมื่อเข้าสู่ช่วงให้ผลผลิตของถั่วแขกจะพบหนอนเจาะฝักถั่วระบาด และพบในปริมาณเล็กน้อยเช่นกัน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การระบาดของหนอนกระทู้ผัก (ก) และหนอนเจาะฝักถั่ว (ข และ ค)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกในฤดูร้อนด้วยพันธุ์ปางคะ สะ โงะ และพันธุ์การคำ (ตราสิงโต) ที่ปลูกในระยะ 30 x 80, 40 x 60 และ 50 x 100 เซนติเมตร พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วแขกมีจำนวนที่น้อยลง เท่ากับ 6.53-7.67 เมล็ด ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์ในฤดูร้อนนี้จำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกไม่มีอิทธิพลของปัจจัยในด้านพันธุ์ และระยะปลูกทำให้เกิดความแตกต่าง ซึ่งแตกต่างกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกในฤดูหนาวที่ พบว่า ปัจจัยในด้านระยะปลูกมีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝักมีความแตกต่างกันระหว่างกรรมวิธี โดยถั่วแขกที่ระยะ 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 8.40-8.52 เมล็ด ส่วนการปลูกที่ระยะ 50 x 100 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 7.88 เมล็ด และขณะเดียวกัน พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกมีจำนวนลดลงเช่นกัน โดยการปลูกถั่วแขกในฤดูร้อนมีจำนวนฝักต่อต้นขึ้นอยู่กับปัจจัยในด้านระยะปลูก ซึ่งการปลูกถั่วแขกที่ระยะ 40 x 60 เซนติเมตร มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 33.87 ฝัก ซึ่งจำนวนฝักต่อต้นดังกล่าวเมื่อเทียบกับการปลูกในฤดูหนาว พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของถั่วแขกดังกล่าวมีจำนวนน้อยกว่า โดยการปลูกถั่วแขกพันธุ์ปางคะที่ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 86.00 ฝัก ซึ่งการปลูกถั่วแขกในฤดูหนาวนั้นจำนวนฝักต่อเมล็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยในด้านพันธุ์ และระยะปลูก ทั้งนี้ความแตกต่างในด้านผลผลิตที่เกิดขึ้นดังกล่าวอาจเกิดจากสภาพอากาศ เนื่องจากถั่วแขกสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศอบอุ่น ซึ่งอุณหภูมิที่สมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20 – 25 องศาเซลเซียส แต่เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง แห้งแล้งหรือในช่วงที่มีฝนตกชุกในช่วงที่ดอกบานทำให้อัตราการติดฝักต่ำ ดอกร่วง (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง และ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546)

สรุปผลการทดลอง

ถั่วแขกพันธุ์ปางคะ ที่ปลูกในระยะปลูก 40 x 60 เซนติเมตร และพันธุ์สะ โงะ ที่ปลูกในระยะปลูก 30 x 80 และ 40 x 60 เซนติเมตร เหมาะสมสำหรับปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขกอินทรีย์ในฤดูร้อน

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา วงศ์ปัญญา, 2548. การจำแนกสายพันธุ์ข้าวโดยเทคนิคเอเอฟแอลพี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์-มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 72 น.
- โครงการหลวง. 2533. ถั่วแขก. คู่มือส่งเสริม การปลูกผักบนพื้นที่สูงของประเทศไทย. ต. สุเทพ จ. เชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 190-194.
- คำเกิง ป็องพาล ฉันทนา สีผึ้ง ปรีชา รัตน์ัง พชรินทร์ แสนคำ สมบูรณ์ กัดกถิบ พระชาติ เรื่องประดิษฐ์ และจันทร์แรม คำหนู. 2545. การศึกษาแนวทางการผลิตเมล็ดพันธุ์ ถั่วแขก. รายงานผลการวิจัยมูลนิธิโครงการหลวง ปีงบประมาณ 2543/44. มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่. 31 น.
- นิพนธ์ ไชยมงคล, 2551. “ระบบข้อมูลพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้”. http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_link/B-BEAN.pdf. (5 มกราคม 2551).
- สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง และ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2546. ถั่วแขก. คู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูง, เชียงใหม่. หน้า 135-138.
- สุรินทร์ ปิยะโชคคณากุล, 2545. จีโนมและเครื่องหมายดีเอ็นเอ: ปฏิบัติการอาร์เอฟดีและเอเอฟแอลพี. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 116 น.
- อังสนา อัครพิศาส, 2545. การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคนิค PCR และการประยุกต์ใช้. โครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 10-14.
- อัญชลี วงษา, 2548. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสุกร ไทยพันธุ์พื้นเมือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 56 น.
- Duarte, J.M., J.B. Santos and L.C. Melo. 1999. Comparison of similarity coefficients based on RAPD markers in the common bean. *Genet. Mole. Biol.* 22: 427-432.
- Meyer, A.S., A.A.F. Garcia, A.P. Souza and C.L. Souza. 2004. Comparison of similarity coefficients used for cluster analysis with dominant markers in maize (*Zea mays* L). *Genet.Mole.Biol.* 27: 83-91.
- Rohlf, F.J. 1997. NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System version 2.01d, Departemt of Ecology and Evolution, State University of New York, Exeter Publishers, Setahdet, New York, USA.