การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวโดยการอาบรังสีแกมมา

นายบัณฑิต ทองพิมาย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-533-199-6

MUNGBEAN IMPROVEMENT BY GAMMA RADIATION

Mr. Bundit Thongphimai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Crop Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2002

ISBN 974-533-199-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวโดยการอาบรังสีแกมมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....

(อาจารย์ ดร.โสภณ วงศ์แก้ว)

ประธานกรรมการ

....

(ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

....

(ศาสตราจารย์ ดร. อารีย์ วรัญญูวัฒก์)

กรรมการ

....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวิช จิตรสมบูรณ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

....

(รองศาสตราจารย์ ดร. กนก ผลารักษ์)

คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

บัณฑิต ทองพิมาย : การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวโดยการอาบรังสีแกมมา (MUNGBEAN IMPROVEMENT BY GAMMA RADIATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ.ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 59 หน้า. ISBN 974-533-199-6

ทำการฉายรังสีแกมมาเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1, กพส 1 (กำแพงแสน 1) และชัยนาท 36 อัตรา 0, 30, 60 และ 90 กิโลแรด (Krad) พบว่า เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดในชั่วที่ 1 ขึ้นอยู่กับอัตรารังสี พันธุ์ กพส 1 มีความทนทานต่อรังสีอัตราต่าง ๆ ได้มากกว่าพันธุ์อื่น ที่อัตรารังสี 60 กิโลแรดทั้ง 3 พันธุ์มีค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จึงเลือกมาศึกษาเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติในชั่วที่ 2 เฉพาะที่ 60 กิโลแรด ซึ่งพบว่า พันธุ์ชัยนาท 36 มีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติมากที่สุดเท่ากับ 4.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มทส 1 และ กพส 1 เท่ากับ 3.10 เปอร์เซ็นต์ และ 2.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับลักษณะผิดปกติที่พบ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของจำนวนใบประกอบเป็น 1, 2, 4 และ 5 ใบ, การกลายพันธุ์ของคลอโรฟิลล์, การเป็นหมันของดอก, รูปร่างและขนาดของใบและฝักเปลี่ยนแปลงไป,จำนวนเมล็ดต่อฝักลดลง และเมล็ดห่าง เป็นต้น ส่วนการศึกษาความปรวนแปรของลักษณะผล-ผลิต, องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ จำนวน 10 ลักษณะ โดยทำการปลูกเมล็ดชั่วที่ 2 จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำให้ปุ๋ยในอัตราต่างกันที่ 0, 20 และ 40 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ในทุกลักษณะความปรวนแปรมีค่าสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ พบว่า จำนวนฝักต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น มีค่าสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ชัยนาท 36 ที่ฉายรังสีอัตรา 60 กิโลแรด โดยวิธีเก็บรวมและคัดเลือกสายพันธุ์ พบว่า ลักษณะจำนวนฝักต่อต้น สามารถคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตได้สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ส่วนการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตจากสายพันธุ์กลาย มทส 1 พบว่า ลักษณะความยาวฝักและจำนวนช่อต่อต้น มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมด จากการทดลองนี้สามารถชักนำให้เกิดความปรวนแปรทางพันธุกรรมของผลผลิต, องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ ได้โดยการฉายรังสีแกมมา ซึ่งเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกลักษณะที่ดี หรือปรับปรุงให้ได้พันธุ์ใหม่รวมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช   ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..............................

ปีการศึกษา 2545   ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.........................

ลายมือชื่อนักศึกษา...............................

BUNDIT THONGPHIMAI : MUNGBEAN IMPROVEMENT BY GAMMA RADIATION. THESIS ADVISOR : PROF. PAISAN LAOSUWAN, Ph.D. 59 PP.

ISBN 974-533-199-6

Three mungbean varieties including SUT 1, KPS 1 (Kamphaeng Saen 1) and Chainat 36 were irradiated at 30, 60 and 90 Krad using Cs-137 as the source. KPS 1 showed higher tolerance to irradiation than others. At 60 Krad the survival rate of all three varieties was higher than 50%. The intensive study was made on 60 Krad mungbean. It was found that Chainat 36 gave the highest mutation rate of 4.58% followed by SUT 1 (3.10%) and KPS 1 (2.79%). Mutations were found for number of leaflet (1, 2, 4 and 5 leaves), chlorophyll, male sterility, variations in leaf size and pod size, reduced seed per pod, etc. Higher variability of M_2 than the control was found for days to first flowering, plant height, pods per plant, branches per plant, cluster per plant, seeds per pod, internodes per plant, internode length, pod length, seed size and seed weight per plant. These variations indicate the possibility of selection for respective characters.

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..............................
ปีการศึกษา 2545	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม........................
ลายมือชื่อนักศึกษา..............................	

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับ ศ.ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้การอบรมสั่งสอน ให้ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งเรื่องการเรียน การทำงาน และการปรับตัวเพื่อทำงานร่วมกับบุคคลอื่นในสังคม มทส. ขอบพระคุณ ศ.ดร. อารีย์ วรัญญูวัฒก์ และอาจารย์ ดร. โสภณ วงศ์แก้ว ที่ช่วยให้คำแนะนำ ตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณยศศักดิ์ แก้มค้างพลู และคุณมนตรี แหนงใหม่ ผู้ช่วยวิจัย รวมทั้งผู้ร่วมทำการทดลองทุกท่านที่ช่วยทำให้การทดลองครั้งนี้สำเร็จ

ขอบคุณกำลังใจดี ๆ จากคุณสุภาวรัตน์ ชาญยุทธ รวมทั้งเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ปริญญาโทผลิตพืชทุกคนที่ช่วยเหลือ และให้คำปรึกษา

ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งสำหรับคุณพ่อบรรเทิง คุณแม่ลัดดาวัลย์ และครอบครัวทองพิมายทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือทุก ๆ เรื่องตลอดมาและตลอดไป

บัณฑิต ทองพิมาย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)……………………………………………………………………..ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)…………………………………………………………………จ
กิตติกรรมประกาศ…………………………………………………………………………..ฉ
สารบัญ……………………………………………………………………………………...ช
สารบัญตาราง………………………………………………………………………………ฌ
สารบัญรูปภาพ……………………………………………………………………………...ญ
บทที่
1 บทนำ……………………………………………………………………1
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……………………………...3
1. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืช ………………………………..3
1.1 การฉายรังสี…………………………………………………...3
1.2 การใช้สารเคมี………………………………………………...3
1.3 การฉายรังสีร่วมกับการใช้สารเคมี……………………………4
2. รังสีแกมมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา….4
3. รังสีทำให้เกิดความปรวนแปรของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต…..5
4. เทคนิคการคัดเลือกสายพันธุ์กลาย…………………………………….5
5. การใช้ประโยชน์ของพันธุ์กลาย………………………………………6
3 วิธีดำเนินการวิจัย………………………………………………………..7
1. สถานที่ทำการทดลอง………………………………………………...7
2. ระยะเวลาทำการทดลอง……………………………………………... 7
3. การทดลองที่ 1………………………………………………………..7
4. การทดลองที่ 2………………………………………………………11
5. การทดลองที่ 3………………………………………………………15
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล…………………………..….17
1. การทดลองที่ 1………………………………………………………17
2. การทดลองที่ 2………………………………………………………44
3. การทดลองที่ 3………………………………………………………49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5 บทสรุป……………………………………………………………………54
รายการอ้างอิง…………………………………………………………………...55
ประวัติผู้เขียน…………………………………………………………………...59

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 แสดงแหล่งของความปรวนแปรและความปรวนแปรคาดหมาย (Expected Mean Square – EMS) ของการทดลอง 1 สภาพแวดล้อม……………………………..…13

2 ค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดในชั่วที่ 1 ของถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และ ชัยนาท 36……………………………………………………………………..…20

3 ค่าเปอร์เซ็นต์ต้นที่ผิดปกติในชั่วที่ 2 ของถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และ ชัยนาท 36……………………………………………………………………….20

4 ค่าเฉลี่ย (± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ ของถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2 ……………………………..………..21

5 ค่าวาเรียนซ์ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ ของถั่วเขียว ฉายรังสีชั่วที่ 2 ……………………………………………………..………………23

6 ค่าทดสอบความแตกต่างระหว่างวาเรียนซ์ของถั่วเขียวที่ไม่ฉายรังสี เปรียบเทียบกับ ฉายรังสี (s^2 irradiated / s^2 control) โดยวิธี F-test……………………………………….25

7 ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของ สายพันธุ์กลายชัยนาท 36……………………………………………………………..46

8 ค่าเฉลี่ยของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียวสายพันธุ์กลายชัยนาท 36…..47

9 ค่าดัชนีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทพ์ระหว่างลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของสายพันธุ์กลายชัยนาท 36…………………………………………………………...48

10 ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของ สายพันธุ์กลาย มทส 1………………………………………………………………..51

11 ค่าเฉลี่ยของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียวสายพันธุ์กลาย มทส 1……..52

12 ค่าดัชนีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทพ์ระหว่างลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของสายพันธุ์กลาย มทส 1…………………………………………………………...53

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1	ขั้นตอนการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด และความปรวนแปรของลักษณะต่าง ๆ จากประชากรถั่วเขียวฉายรังสี	10
2	ขั้นตอนการคัดเลือกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตจากประชากรถั่วเขียวฉายรังสีพันธุ์ชัยนาท 36 โดยวิธีการเก็บรวม และวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์	14
3	ขั้นตอนการคัดเลือกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตจากประชากรถั่วเขียวฉายรังสีพันธุ์ มทส 1 โดยวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์	16
4	การเปลี่ยนแปลงจำนวนใบจริงคู่แรกของต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	27
5	การเปลี่ยนแปลงจำนวนใบประกอบที่ผิดปกติของต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	28
6	รูปร่างของใบประกอบที่มีลักษณะผิดปกติ	29
7	ลักษณะการแคระแกร็นของลำต้นและใบของต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	30
8	การกลายพันธุ์ลักษณะต่าง ๆ ของรงควัตถุบนแผ่นใบถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	31
9	การเปลี่ยนแปลงลักษณะฝัก และความยาวฝักของถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	32
10	การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นสีเหลือง	33
11	การกระจายประชากรของจำนวนวันดอกแรกบาน ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	34
12	การกระจายประชากรของความสูง (ซม.) ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	35
13	การกระจายประชากรของจำนวนฝักต่อต้น ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	36
14	การกระจายประชากรของจำนวนกิ่งต่อต้น ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	37
15	การกระจายประชากรของจำนวนช่อต่อต้น ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	38
16	การกระจายประชากรของจำนวนข้อต่อต้น ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	39
17	การกระจายประชากรของความยาวฝัก (ซม.) ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	40
18	การกระจายประชากรของจำนวนเมล็ดต่อฝัก ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	41
19	การกระจายประชากรของน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	42
20	การกระจายประชากรของน้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัม) ในต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2	43

บทที่ 1
บทนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง เป็นพืชที่มีการปลูกกันแพร่หลาย เนื่องจากการดูแลรักษาและการจัดการง่าย และยังให้ผลผลิตคุ้มกับการลงทุน นอกจากนี้ถั่วเขียวยังเป็นพืชบำรุงดิน เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียที่รากมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ เมื่อเก็บผลผลิตแล้วต้นถั่วเขียวก็ยังช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินอีกด้วย ผล-ผลิตของถั่วเขียวก็สามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลาย และมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร เช่น การทำวุ้นเส้น การเพาะถั่วงอก เป็นต้น ถั่วเขียวเป็นพืชที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากมีฐานพันธุกรรมแคบ และมีศัตรูด้านโรคและแมลงมาก กรมวิชาการเกษตรรวมทั้งสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ได้พยายามปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียว เพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิต โดยปรับปรุงลักษณะทางสรีรวิทยา การต้านทานโรคและแมลง และต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียว นอกจากวิธีการคัดเลือกพืชที่ได้จากการผสมพันธุ์ คือ การนำพืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างกันมาผสมกัน และทำการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะที่ต้องการในชั่วก้าวหน้า (advanced population) แล้ว อาจคัดเลือกจากความปรวนแปรของพืชที่เกิดจากการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์หรือมิวเตชั่น (mutation) ก็ได้ ปัจจุบันนิยมการฉายรังสีให้แก่เมล็ด ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก ปลอดภัย และได้ผลมากกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากรังสีมีแรงแทรกซึมสูง และสามารถชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับยีน (gene mutation) และระดับโครโมโซม (chromosome mutation) (Malik, 1996) ซึ่งทำให้เกิดความปรวนแปรและช่วยเพิ่มโอกาสในการคัดเลือกให้มากขึ้นด้วย แต่ความปรวนแปรที่เกิดขึ้นมีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีและไม่ดีของลักษณะทางฟีโนไทพ์ ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต นอกจากนี้การก่อกลายพันธุ์ยังเป็นวิธีที่ช่วยทำให้เกิดความปรวนแปรของพันธุกรรมที่หลากหลาย จึงมีประโยชน์สำหรับเก็บรวบรวมเป็นแหล่งพันธุกรรม (germplasm) เพื่อใช้เป็นแหล่งในการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ใหม่ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของถั่วเขียว ที่เกิดจากการฉายรังสีแกมมาแก่เมล็ดในอัตราต่าง ๆ
2. เพื่อศึกษาความปรวนแปรของลักษณะที่เกิดขึ้นจากการฉายรังสีแกมมา
3. เพื่อคัดเลือกผลผลิต โดยใช้องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตของถั่วเขียว

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืช

การก่อกลายพันธุ์ (mutation) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของพืชที่เกิดในธรรมชาติหรือเกิดจากการกระตุ้นโดยใช้แสง รังสี และสารเคมี ซึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังชั่วลูกชั่ว-หลาน การก่อกลายพันธุ์มี 2 ระดับ คือ การก่อกลายพันธุ์ระดับยีน และระดับโครโมโซม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2527) การก่อกลายพันธุ์สามารถชักนำให้เกิดที่เมล็ดหรือต้น ส่วนใดส่วนหนึ่ง (กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2528) สิ่งก่อกลายพันธุ์ (mutagen) ที่ใช้กับเมล็ดมีทั้งรังสี สารเคมี และฉายรังสีร่วมกับการใช้สารเคมี ทั้ง 3 วิธีดังกล่าวมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน สามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความเหมาะสม

1.1 การฉายรังสี รังสีที่สามารถฉายให้แก่เมล็ดมีหลายชนิด เช่น รังสีเอกซ์ (X-rays), โปรตอน (protons), นิวตรอน (neutrons) และรังสีแกมมา (gamma rays) เป็นต้น แต่ที่นิยมคือรังสีแกมมา ซึ่งมีต้นกำเนิดของรังสีจากโคบอลต์ 60 (^{60}Co) หรือซีเซียม-137 (Cesium-137) ที่นิยมเนื่องจากมีความสะดวก ปลอดภัย และรวดเร็ว ความสำเร็จในการฉายรังสีให้แก่เมล็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ความชื้นของเมล็ด, อัตรารังสี, จำนวนเมล็ด และระยะเวลาในการฉายรังสี (สิรนุช ลาม-ศรีจันทร์, 2540) นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องควบคุมสภาพแวดล้อมบางอย่าง เช่น อุณหภูมิ, ความกดอากาศ และปริมาณออกซิเจน เป็นต้น (กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2528) สำหรับในถั่วเขียวมีรายงานว่า การใช้รังสีแกมมาเพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้สารเคมี (Jebarag and Marappan, 1981 ; Grover and Virk, 1984 ; Malik, 1996) อย่างไรก็ตามทาง IAEA (International Atomic Energy Agency) ได้แนะนำปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียว (*Vigna radiata*) โดยฉายกับเมล็ด ซึ่งอยู่ในช่วง 40-70 กิโลแรด (Krad) (สิรนุช ลามศรีจันทร์, 2540)

1.2 การใช้สารเคมี แม้ว่าสารเคมีจะหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก แต่มีอำนาจการทะลุทะลวงต่ำ และการป้องกันอันตรายทำได้ยาก มีความเสี่ยงต่อการใช้สูงกว่ารังสี เนื่องจากสารเคมีส่วนใหญ่เป็นพิษ และเป็นสารก่อมะเร็ง (สิรนุช ลามศรีจันทร์, 2540) สารเคมีที่ใช้ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เช่น ethyl methanesulfonate (EMS), sodium azide (SA), methyl methanesulfonate (MMS) และ nistroso methyl urea (NMU) เป็นต้น แม้สารเคมีสามารถสร้างความปรวนแปรทางพันธุ-

กรรมได้ แต่ประสิทธิภาพของสารแต่ละชนิดต่างกันตามความเข้มข้นที่ใช้ และระยะเวลาในการแช่สารเคมี ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพในการก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของ EMS สูงกว่า MMS และSA ตามลำดับ สารเคมีทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวถ้าใช้ในความเข้มข้นที่ต่ำจะมีประสิทธิภาพดี (Khan,1983 ; Khan and Siddiqui, 1996)

1.3 การฉายรังสีร่วมกับการใช้สารเคมี เพื่อเพิ่มความปรวนแปรให้มากขึ้น มีรายงานการใช้รังสีร่วมกับการใช้สารเคมีมากมายกับพืชหลายชนิด เช่น ละหุ่ง (Singh and Agarwal, 1986), ถั่วมะแฮะ (Premsekar and Appadurai, 1981), ถั่วเขียว (Chandra and Tewari, 1978 ; Singh and Chaturvedi, 1980 ; Khan 1983 ; Khan and Shoukat, 1987) ซึ่งพบว่าสามารถเพิ่มความปรวนแปรในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้มากกว่าการฉายรังสีหรือสารเคมีเพียงอย่างเดียว ในกรณีที่การฉายรังสีหรือใช้สารเคมีเพียงครั้งเดียวแล้วพบว่ามีความปรวนแปรต่ำก็สามารถนำเมล็ดมาฉายรังสีหรือแช่สารเคมีซ้ำอีกได้ (Baruah and Talukdar, 1993)

2. รังสีแกมมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา (physiological damage)

ต้นถั่วเขียวเมื่อได้รับรังสีในอัตราสูงขึ้น พบว่า เปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดมีค่าลดลง (วนิภา ศรีโชติ, 2525 ; ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2525) เนื่องจากรังสีทำให้เมล็ดเสียหายในระดับโมเลกุล โดยยับยั้ง mitotic activity ของเนื้อเยื่อระหว่างกระบวนการงอก, เปอร์เซ็นต์ละอองเรณูปกติ และเปอร์เซ็นต์รังไข่ปกติก็ลดลง เพราะรังสีทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซม (chromosome aberration) (Grover and Tejpaul, 1982) และ meiotic irregularities (Chandra and Tewari, 1978) รวมทั้งจำนวนเมล็ดปกติ และความสูงของต้นกล้าก็ลดลงเช่นกัน (Singh and Chaturvedi, 1980) ใบประกอบเปลี่ยนจำนวนเป็น 1, 2, 4 และ 5 ใบ ซึ่งพบว่าจำนวนใบประกอบที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เกิดฝักที่ดี เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Chandra and Tewari, 1978), ลักษณะฝักแฝด (สิรนุช ลามศรีจันทร์ และคณะ, 2526), ลำต้นแคระแกร็น, รูปร่างและขนาดของใบเปลี่ยนแปลง (สิรนุช ลามศรีจันทร์ และคณะ, 2529 ; วนิภา ศรีโชติ, 2525 ; ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2525 ; สมทรง โชติชื่น และคณะ, 2528 ; Singh and Chaturvedi, 1980) และพบการกลายพันธุ์ของคลอโรฟิลล์บนแผ่นใบของถั่วเขียวในหลายลักษณะ ได้แก่ albina, chlorina, alboviridis, viridis (Kundu and Singh, 1982) และ variegated (Singh and Chaturvedi, 1980) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบใบเลี้ยงมีจุดด่าง (spot chlorosis) (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2525), ต้นกล้าสีเหลือง (วนิภา ศรีโชติ, 2525) และต้นกล้าอาการเผือก (สิรนุช ลามศรีจันทร์ และคณะ, 2526) ส่วนลักษณะที่เป็นประโยชน์พบจำนวนหนึ่ง ได้แก่ การไม่มีขน ทรงต้นมีขนาดเหมาะสม เป็นต้น

3. รังสีทำให้เกิดความปรวนแปรของลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

ในพืชหลายชนิด ได้แก่ ถั่วเขียวผิวดำ ถั่วเหลือง ข้าว ฝ้าย และข้าวฟ่าง เป็นต้น พบว่า การฉายรังสีสามารถชักนำให้เกิดความปรวนแปร (variation) ในลักษณะต่าง ๆ สูงกว่าพันธุ์ที่ไม่ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญ ในถั่วลิสง พบว่า การฉายรังสีเอกซ์ให้กับเมล็ด สามารถเพิ่มความปรวนแปรของผลผลิตของฝัก (yield of pods) และพบว่าในประชากรที่ฉายรังสีมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (Gregory, 1955) ในถั่วเหลือง พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ แต่ความปรวนแปรมีค่าสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Conger et al., 1976)

สำหรับถั่วเขียว ในต้นชั่วที่ 2 มีความปรวนแปรของลักษณะจำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝัก ขนาดเมล็ด และผลผลิตมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (Singh and Chaturvedi, 1980) ส่วนลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด, จำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนข้อต่อต้น พบว่า มีความปรวนแปรต่ำ และมีรายงานว่าจำนวนเมล็ดต่อฝัก (Ahmad and Yaqoob, 1993), จำนวนฝักต่อต้น, น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และจำนวนช่อต่อต้น มีอัตราพันธุกรรมสูงและแสดงความก้าวหน้าทางพันธุกรรมที่สูงด้วย (Hepziba and Subramanian, 1994) โดยเฉพาะจำนวนฝักต่อต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ความยาวฝักและจำนวนเมล็ดต่อฝักลดลง (วนิภา ศรีโชติ, 2525)

4. เทคนิคการคัดเลือกสายพันธุ์กลาย

การคัดเลือกสายพันธุ์กลายมีวิธีการเช่นเดียวกับการคัดเลือกหลังการผสมพันธุ์แบบปกติ ได้แก่ การคัดเลือกแบบเก็บรวม, การคัดเลือกสายพันธุ์, การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ และการคัดเลือกแบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น เป็นต้น ซึ่งการคัดเลือกแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ความเหมาะสม และชนิดของพืชที่ทำการคัดเลือก ความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการกลายพันธุ์ มีปัจจัยอยู่ 3 ประการ คือ (1) ชนิดของสิ่งก่อกลายพันธุ์ (2) ความสามารถของสิ่งก่อกลายพันธุ์ ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพ (efficacy) และ (3) วิธีการคัดเลือกเพื่อให้ได้สายพันธุ์กลายที่ต้องการ เทคนิคในการคัดเลือกสายพันธุ์กลาย Stadler (1930) และ Nybom (1954) แนะนำวิธี M_1-plant progeny method โดยการเก็บเมล็ดจากต้นที่รอดจากชั่วที่ 1 มาปลูกแบบต้นต่อแถว ซึ่งวิธีการนี้จะเหมือนกับ plant-to-row หรือ ear-to-row method หรืออาจใช้วิธีอื่น ๆ เช่น one-plant-one-grain method หรือ single seed descent (SSD) method (Yoshida, 1962) ซึ่ง Yoshida ให้เหตุผลว่าเมล็ดพันธุ์ทุกเมล็ดจากวิธี plant progeny method ไม่สามารถนำมาปลูกได้ จึงแนะนำวิธี SSD ว่าน่าจะเหมาะสมกว่า ยังง่ายแก่การปฏิบัติ และน่าจะเป็นตัวแทนที่ดีกว่า Dellaert (1979) แนะนำวิธีเก็บ-

เกี่ยวเมล็ด สำหรับการทดลองในชั่วที่ M_1-M_2 ไว้ 4 วิธีการ คือ (1) เก็บเมล็ดมา 1 เมล็ดต่อต้น (2) เก็บฝักมา 1 ฝักต่อต้น (3) เก็บเมล็ดจากตำแหน่งต่าง ๆ ของต้น (4) เก็บเมล็ดจากหลาย ๆ ส่วน

ความสำเร็จในการคัดเลือกขึ้นอยู่กับลักษณะเช่นกัน ในลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูงย่อมมีโอกาสประสบความสำเร็จมากกว่าลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำ การคัดเลือกลักษณะที่ควบคุมโดยยีนหลายคู่ย่อมทำได้ยากกว่าการคัดเลือกลักษณะที่ควบคุมโดยยีนน้อยคู่ เช่น ลักษณะสีดอก ต้นเตี้ย เป็นต้น ซึ่งลักษณะที่ควบคุมโดยยีนหลายคู่ไม่ควรคัดเลือกก่อนชั่ว M_5 ซึ่งควรทำให้ประชากรพืชมีความเสถียรภาพเสียก่อน

5. การใช้ประโยชน์ของพันธุ์กลาย

พันธุ์กลาย (mutant) ที่เห็นคุณค่าในการใช้สำหรับศึกษาวิจัย ได้แก่ พันธุ์กลายที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสีของใบ, การเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปทรง, การเปลี่ยนแปลงใบจริงคู่แรกและจำนวนใบย่อยในใบประกอบที่เป็น multifoliate ซึ่งมีการศึกษาพบว่า การที่ถั่วเขียวมีใบประกอบจำนวนมากมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของฝักที่เป็นฝักแฝด (twin podded) เป็นต้น (สิรนุช ลามศรีจันทร์ และคณะ, 2526 ; สิรนุช ลามศรีจันทร์, 2529) จากการตรวจเอกสารพบว่าสามารถใช้รังสีเพื่อชักนำให้เกิดความปรวนแปรในลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาได้ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นประชากรในการคัดเลือกพืชพันธุ์ใหม่หรือลักษณะที่ดีบางประการ เพื่อใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป สำหรับพืชพันธุ์ใหม่ที่ประสบความสำเร็จในการคัดเลือก โดยชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์จากการฉายรังสีแกมมาให้แก่เมล็ด ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์ดอยคำ ข้าวพันธุ์ กข 6, กข 10 และ กข 5 (Lamseejan, 1996)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. สถานที่ทำการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. ระยะเวลาทำการทดลอง

การทดลองที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2541 - กันยายน พ.ศ. 2541

การทดลองที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2541 - สิงหาคม พ.ศ. 2542

การทดลองที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2541 - สิงหาคม พ.ศ. 2542

3. <u>การทดลองที่ 1</u> ผลของรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา และความปรวนแปรของผล-ผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

3.1 วัสดุ อุปกรณ์

(1) เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว พันธุ์ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36 คัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ดีพันธุ์ละประมาณ 500 กรัม นำไปฉายรังสีแกมมาอัตรา 30, 60 และ 90 กิโลแรด ที่ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

(2) ปุ๋ยเคมี N-P-K สูตร 9-24-24

(3) สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารกำจัดแมลง monocrotophos และสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอก alachlor

(4) ถุงตาข่าย สำหรับเก็บเกี่ยว

(5) ถุงกระดาษ สำหรับใส่เมล็ด

(6) ป้าย

(7) เครื่องมือ

- เครื่องชั่งละเอียด สำหรับชั่งน้ำหนักเมล็ด
- เครื่องวัดความชื้น
- ไม้บรรทัด สำหรับวัดความสูงต้นและความยาวฝัก

(8) วัสดุอื่น ๆ

3.2 วิธีการทดลอง

(1) การศึกษาเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของต้นถั่วเขียวในชั่วที่ 1 (รูปที่ 1) โดยนำเมล็ดพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36 ที่ฉายรังสีอัตรา 0, 30, 60 และ 90 กิโลแรด (M_1) มาปลูกลงแปลงขนาด 40 ตารางเมตร ปลูกเป็นแถวใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างต้น 20 ซม. ก่อนการปลูกนำเมล็ดมาคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียม วางเมล็ดบนร่องแถว จำนวน 1 เมล็ดต่อหลุม แล้วกลบเมล็ดทัน-ที การดูแลรักษา เมื่อถั่วเขียวอายุ 20 วัน ทำการใส่ปุ๋ย 9-24-24 อัตรา 20 กก./ไร่ พร้อมกับพูนโคน การฉีดยาฆ่าแมลงและการกำจัดวัชพืชทำเมื่อมีความจำเป็น การเก็บเกี่ยว ทำการเก็บฝักมาต้นละ 2 ฝัก เก็บเมล็ดรวมกันเป็นประชากร M_2

(2) การศึกษาความปรวนแปรของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ ในชั่วที่ 2 (รูปที่ 1) โดยนำเมล็ด M_2 มาปลูกลงแปลงขนาด 10 ตารางเมตร เป็นซ้ำ โดยให้ปุ๋ยสูตร 9-24-24 อัตราต่างกันที่ 0, 20 และ 40 กก./ไร่ ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างต้น 20 ซม. ก่อนการปลูกนำเมล็ดมาคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียม วางเมล็ดบนร่องแถว จำนวน 3 เมล็ดต่อหลุม แล้วกลบเมล็ดทันที การดูแลรักษาเมื่อถั่วเขียวอายุ 10 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นต่อหลุม และอายุ 20 วันให้ทำการพูนโคน การฉีดยาฆ่าแมลงและการกำจัดวัชพืชทำเมื่อมีความจำเป็น

3.3 การบันทึกข้อมูล

(1) ทำการบันทึกจำนวนต้น M_1 ที่ปลูก และจำนวนต้น M_1 ที่อยู่รอดจนถึงเก็บเกี่ยว แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด

(2) บันทึกจำนวนต้น M_2 ที่งอก และจำนวนต้น M_2 ที่ผิดปกติ เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ฉาย-รังสี (control) แล้วนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต้นที่ผิดปกติ

(3) สุ่มประชากรจำนวน 50 ต้น ทำการบันทึกลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

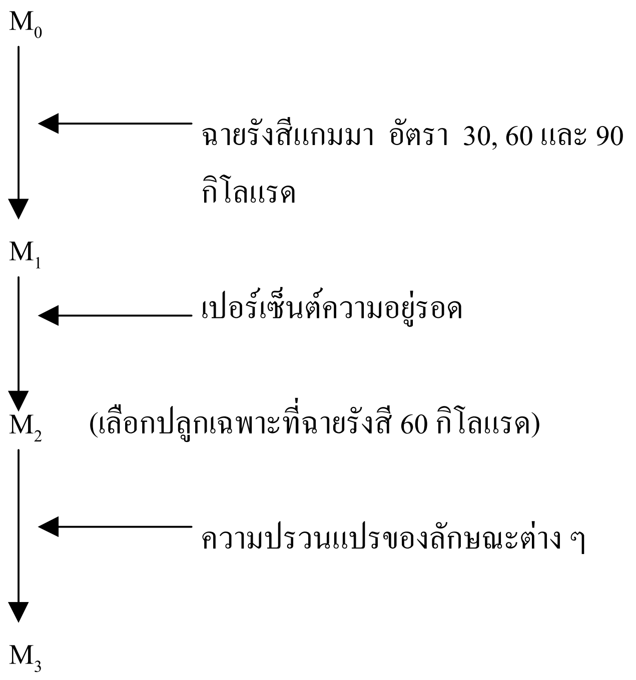
- วันดอกแรกบาน นับตั้งแต่วันปลูกจนถึงวันดอกแรกบาน
- ความสูง ทำการวัดตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้ายของต้น (ซม.)
- จำนวนฝักต่อต้น นับจำนวนฝักทั้งหมดในหนึ่งต้น
- จำนวนกิ่งต่อต้น นับจำนวนกิ่งในหนึ่งต้น
- จำนวนช่อต่อต้น นับจำนวนช่อในหนึ่งต้น
- ความยาวฝัก สุ่มฝักมาต้นละ 10 ฝัก วัดความยาวฝัก (ซม.) คำนวณหาค่าความยาวฝักเฉลี่ย
- จำนวนข้อต่อต้น นับจำนวนข้อในหนึ่งต้น
- จำนวนเมล็ดต่อฝัก สุ่มฝักมาต้นละ 10 ฝัก นับจำนวนเมล็ดต่อฝัก คำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝัก
- น้ำหนัก 100 เมล็ด สุ่มเมล็ดมา 100 เมล็ด มาชั่งน้ำหนักจำนวน 3 ครั้ง คำนวณหา

ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)

-น้ำหนักเมล็ดต่อต้น นำเมล็ดรายต้นที่กะเทาะเปลือกแล้วมาชั่งน้ำหนัก (กรัม)

(4) ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าความปรวนแปรของพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ที่ฉายรังสี (s^2irradiated / s^2control) โดยวิธี F-test

(5) คำนวณหาช่วงของการปรวนแปรหรือพิสัย, ค่าเฉลี่ย, ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) และนำข้อมูลจากลักษณะต่าง ๆ มาเขียนกราฟ เพื่อดูการกระจายของประชากร (frequency distribution)



รูปที่ 1 ขั้นตอนการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด และความปรวนแปรของลักษณะต่าง ๆ จากประชากรถั่วเขียวฉายรังสี

4. <u>การทดลองที่ 2</u> การคัดเลือกผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ในถั่วเขียวที่ฉาย-รังสี

4.1 วัสดุ อุปกรณ์

เหมือนการทดลองที่ 1

4.2 วิธีการทดลอง

นำเมล็ดพันธุ์ชัยนาท 36 ที่ฉายรังสีอัตรา 60 กิโลแรด (M_1) มาปลูกลงแปลงขนาด 70 ตาราง-เมตร ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างต้น 20 ซม. ก่อนการปลูกนำเมล็ดมาคลุกด้วยเชื้อไร-โซเบียม วางเมล็ดบนร่องแถว จำนวน 3 ต้นต่อหลุม แล้วกลบเมล็ดทันที การดูแลรักษาเมื่อถั่วเขียวอายุ 20 วัน ทำการใส่ปุ๋ย 9-24-24 อัตรา 20 กก./ไร่ พร้อมกับพูนโคน การฉีดยาฆ่าแมลงและการกำจัดวัชพืชทำเมื่อมีความจำเป็น การเก็บเกี่ยวแยกเป็น 2 ชุด โดยแต่ละชุดทำการเก็บมาต้นละ 2 ฝัก แล้วนำเมล็ดมารวมกันได้เมล็ด M_2 นำเมล็ดส่วนหนึ่งมาปลูกได้ประชากร M_2 และทำการคัดเลือกโดยวิธีเก็บรวมและคัดเลือกสายพันธุ์ การคัดเลือกวิธีการเก็บรวม เริ่มคัดเลือกในชั่วต้น M_2-M_3 โดยคัดเลือกลักษณะจำนวนฝักต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ความยาวฝัก และขนาดเมล็ดโต โดยลักษณะเดียวกันให้เก็บเมล็ดรวมกัน ส่วนการคัดเลือกสายพันธุ์ ทำการคัดเลือกในชั่วต้น M_2 มาลักษณะละ 3 สายพันธุ์ แยกเก็บเมล็ดเป็นรายต้น ส่วนในชั่วต้น M_3 ก็คัดเลือกต้นที่ดีที่สุดมาเพียง 1 สายพันธุ์ต่อลักษณะ ในการปลูกทดสอบ นำเมล็ดที่ได้จากการคัดเลือกไว้ในชั่วต่าง ๆ (รูปที่ 2) ได้แก่ (1) เมล็ด M_0 (2) เมล็ด M_2 ที่ไม่คัดเลือก (3) เมล็ดเก็บรวม M_3 (4) เมล็ดสายพันธุ์ M_3 (5) เมล็ดเก็บรวม M_4 และ (6) เมล็ดสายพันธุ์ M_4 มาปลูกทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block จำนวน 4 ซ้ำ การปลูกทำเช่นเดียวกับขั้นตอนการปลูกคัดเลือก

4.3 การบันทึกข้อมูล

(1) ลักษณะที่คัดเลือก ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, ขนาดเมล็ดโต และความยาวฝัก

(2) บันทึกลักษณะจำนวนฝักต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, ความยาวฝัก, จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด

(3) คำนวณผลผลิต (กก./ไร่) ทำการนวดแยกแต่ละแปลงย่อยในแต่ละซ้ำ ชั่งน้ำหนักแยก วัดความชื้น ปรับความชื้นที่ 12 เปอร์เซ็นต์ แล้วคำนวณผลผลิตต่อไร่ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (กก./ไร่)} = \frac{\text{ผลผลิตต่อแปลง (กรัม)}}{\text{1,000 กรัม}} \times \frac{\text{1,600 ม}^2}{\text{พ.ท.เก็บเกี่ยว (ม}^2\text{)}} \times \frac{\text{100} - \text{\% ความชื้นที่วัดได้}}{88}$$

แล้วนำค่าดังกล่าวไปวิเคราะห์ต่อไป

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการใช้การวิเคราะห์แบบ randomized complete block design (RCB) โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT Version 3/93 การทดลองมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- แบบจำลองการทดลองทางคณิตศาสตร์ที่มีแผนการทดลองแบบ RCB

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อให้ i = 1, 2,…, t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

j = 1, 2,…, n (n= จำนวนซ้ำ)

α = ผลของทรีตเมนต์

β = ผลของซ้ำ

Xij = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

ε = ความคลาดเคลื่อนในการทดลอง

(4) วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

(5) วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ที่คัดเลือกกับผลผลิต

- แบบจำลองการทดลองทางคณิตศาสตร์ที่มีแผนการทดลองแบบ split plot design ที่มี 2 แฟกเตอร์

$$X_{ijk} = \mu + B_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อให้ i = 1, 2, 3,…n

j = 1, 2, 3,…a

k = 1, 2, 3,…b

B = เป็นผลของการใช้บลอก

α = อิทธิพลของเมนพลอต

β = อิทธิพลของซับพลอต

$\alpha\beta$ = ปฏิกิริยาระหว่างเมนพลอตและซับพลอต

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

δ_{ij} = ความคลาดเคลื่อนในเมนพลอต

ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนในซับพลอต

ตารางที่ 1 แสดงแหล่งของความปรวนแปรและความปรวนแปรคาดหมาย (Expected Mean Square – EMS) ของการทดลอง 1 สภาพแวดล้อม

Sources of Variation	df	EMS
การวิเคราะห์ RCB		
Replications	n – 1	$\sigma^2 + k\sigma^2_b$
Treatments	k – 1	$\sigma^2 + n\sigma^2_t$
Error	(n – 1) (k – 1)	σ^2
การวิเคราะห์ Split plot		
Blocks	n-1	
A	a-1	$\sigma^2 + b\sigma^2_\delta + nb\sigma^2_a$
Error (a)	(n-1) (a-1)	$\sigma^2 + b\sigma^2_\delta$
B	b-1	$\sigma^2 + n\sigma^2_{ab} + na\sigma^2_b$
AB	(a-1) (b-1)	$\sigma^2 + n\sigma^2_{ab}$
Error (b)	a (n-1) (b-1)	σ^2

สำหรับ RCB : n = จำนวนซ้ำ (replication) , k = จำนวนลักษณะที่คัดเลือก , b = block effect , t = treatment effect

สำหรับ split-plot : n = จำนวนซ้ำ , a = จำนวนระดับของแฟกเตอร์ A , b = จำนวนระดับของแฟกเตอร์ B , subscript a , b = ผลของแฟกเตอร์ A และ B ตามลำดับ

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

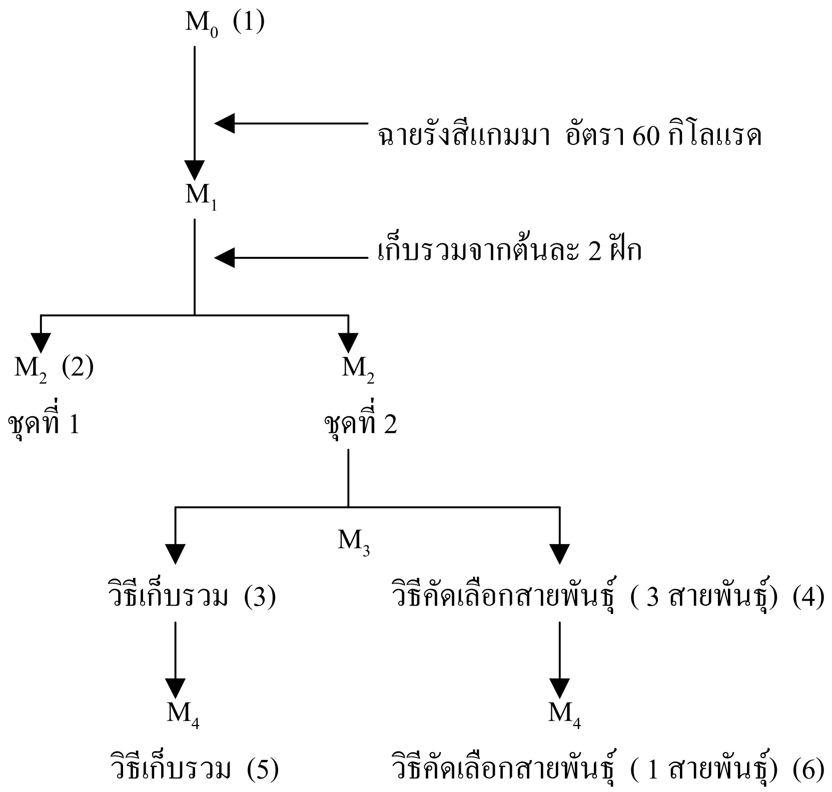
นำค่าสังเกตของลักษณะต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาดัชนีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทพ์จากสมการซึ่งแสดงโดย ไพศาล เหล่าสุวรรณ (2527)

$$r_{xy} = Cov(x, y) / (Vx . Vy)^{1/2}$$

โดยที่ r_{xy} = สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ x และ y

Cov (x , y) = โควาเรียนซ์ อาจเป็นของฟีโนไทพ์ ยีโนไทพ์ และสภาพแวดล้อม

(Vx , Vy) = วาเรียนซ์ อาจเป็นของฟีโนไทพ์ ยีโนไทพ์ และสภาพแวดล้อม



รูปที่ 2 ขั้นตอนการคัดเลือกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตจากประชากรถั่วเขียวฉายรังสีพันธุ์ชัยนาท 36 โดยวิธีการเก็บรวมและวิธีคัดเลือกสายพันธุ์

หมายเหตุ : (1) หมายถึง เมล็ด M_0 (2) หมายถึง เมล็ด M_2 ที่ไม่คัดเลือก

(3) หมายถึง เมล็ดเก็บรวม M_3 (4) หมายถึง เมล็ดสายพันธุ์ M_3

(5) หมายถึง เมล็ดเก็บรวม M_4 (6) หมายถึง เมล็ดสายพันธุ์ M_4

5. <u>การทดลองที่ 3</u> การคัดเลือกผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และบางลักษณะของถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1 ที่ฉายรังสีอัตรา 30, 60 และ 90 กิโลแรด

5.1 วัสดุ อุปกรณ์

เหมือนการทดลองที่ 1

5.2 วิธีการทดลอง

นำเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1 ที่ฉายรังสีอัตรา 30, 60 และ 90 กิโลแรด (M_1) มาแยกปลูกลงแปลงขนาดแปลงละ 70 ตารางเมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างต้น 20 ซม. ก่อนการปลูกนำเมล็ดมาคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียม วางเมล็ดบนร่องแถว จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม แล้วกลบเมล็ดทันที การดูแลรักษาเมื่อถั่วเขียวอายุ 20 วันทำการใส่ปุ๋ยสูตร 9-24-24 อัตรา 20 กก./ไร่ พร้อมกับพูนโคน การฉีดยาฆ่าแมลงและการกำจัดวัชพืชทำเมื่อมีความจำเป็น การเก็บเกี่ยวแบ่งเป็น 2 ชุด ทำการเก็บฝักมาต้นละ 2 ฝัก นำเมล็ดมาเก็บรวมเป็นเมล็ด M_2 สำหรับเมล็ดชุดแรกเก็บสำรองไว้ ส่วนเมล็ดชุดที่ 2 นำมาปลูกเป็นประชากรต้น M_2 ทำการคัดเลือกลักษณะจำนวนฝักต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, ขนาดเมล็ด, จำนวนกิ่งต่อต้น, การสุกแก่พร้อมกัน, ใบขนาดเล็ก และความยาวฝัก โดยวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์ คัดเลือกไว้ลักษณะละ 3 สายพันธุ์ เก็บเมล็ด M_3 แยกเป็นรายต้น นำเมล็ด M_3 มาปลูกแบบต้นต่อแถว แล้วคัดเลือกต้นที่ดีที่สุดเพียง 1 ต้น เก็บเมล็ด M_4 เป็นรายต้น ในการปลูกทดสอบ นำเมล็ด M_4 ที่คัดเลือกลักษณะต่างๆไว้มาปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์ มทส 1 ที่ไม่ฉายรังสี (รูปที่ 3) โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ การปลูกทำเช่นเดียวกับขั้นตอนการปลูกคัดเลือก

5.3 การบันทึกข้อมูล

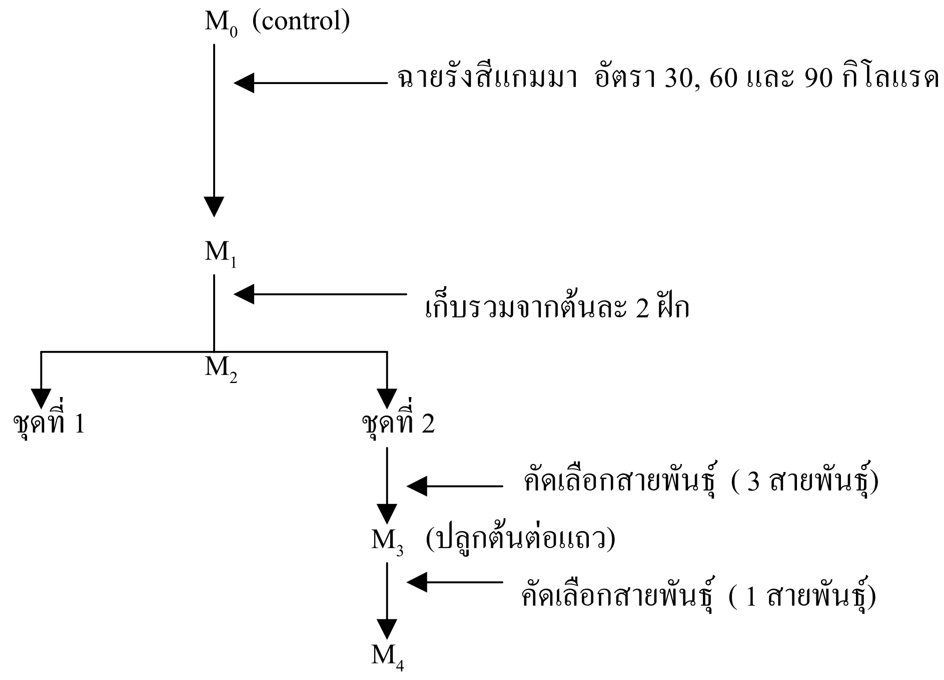
(1) ลักษณะที่คัดเลือก ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, ขนาดเมล็ด, ความยาวฝัก, ขนาดใบเล็ก และการสุกแก่พร้อมกัน

(2) บันทึกลักษณะจำนวนฝักต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, ความยาวฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด

(3) คำนวณผลผลิต (กก./ไร่)

(4) วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต โดยแผนการทดลองแบบ split plot (ตารางที่ 1)

(5) วิเคราะห์สหสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ที่คัดเลือกกับผลผลิต



รูปที่ 3 ขั้นตอนการคัดเลือกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตจากประชากรถั่วเขียวฉายรังสีพันธุ์มทส 1 โดยวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

1. <u>ผลการทดลองที่ 1</u> รังสีมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา และความปรวนแปรของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

จากการทดลองปลูกเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36 ที่ฉายรังสีแกมมาอัตรา 30, 60 และ 90 กิโลแรด เปรียบเทียบกับพันธุ์ที่ไม่ฉายรังสี เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดในชั่วที่ 1 (M_1) (ตารางที่ 2) พบว่า ทั้ง 3 พันธุ์ แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดลดลงเมื่อได้รับรังสีในอัตราที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 พันธุ์กับอัตรารังสีระดับต่าง ๆ พบว่า กพส 1 มีค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดสูงกว่าพันธุ์อื่น ที่อัตรารังสี 60 กิโลแรด จะเห็นว่าพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36 มีค่าการอยู่รอดเท่ากับ 59.00, 67.00 และ 75.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีประชากรพืชเพียงพอสำหรับเป็นแหล่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะบางอย่างและใช้คัดเลือกสายพันธุ์ได้ จึงนำเมล็ดชั่วที่ 2 (M_2) ของถั่วเขียวทั้ง 3 พันธุ์ที่ฉายรังสี 60 กิโลแรดมาปลูกเพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ต้นที่ผิดปกติและการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาเปรียบเทียบกับการไม่ฉายรังสี พบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอก (phenotype) ในหลายลักษณะ ดังนี้

-จำนวนใบจริงคู่แรก มีการเปลี่ยนแปลงเป็น 1, 3 และ 4 ใบ รวมทั้งเกิดอาการด่างบนแผ่นใบ (รูปที่ 4)

-จำนวนใบประกอบ มีการเปลี่ยนแปลงเป็น 1, 2, 4 และ 5 ใบ ลักษณะการเรียงตัวของใบประกอบมีการซ้อนทับกัน ขนาดของใบประกอบไม่เท่ากัน (รูปที่ 5)

-รูปร่าง และสีของแผ่นใบบิดเบี้ยว ต่างจากพันธุ์ปกติ (รูปที่ 6)

-ความสูงต้น เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านความสูง พบทั้งต้นที่สูงกว่าปกติ ต้นที่เกิดการเลื้อย และต้นที่เตี้ยกว่าปกติ

-ทรงพุ่มและลำต้น แสดงอาการแคระแกร็น (dwarf) ลำต้น ใบและกิ่งมีขนาดเล็กมาก ข้อสั้น แต่จำนวนกิ่งมากกว่าปกติ (รูปที่ 7)

-การมีขนและไม่มีขนของต้น ในพันธุ์ มทส 1 มีลักษณะประจำพันธุ์คือไม่มีขน ในต้นที่ฉายรังสีบางต้นพบการมีขนบริเวณกิ่งและฝัก ส่วนในพันธุ์ กพส 1 และชัยนาท 36 การมีขนเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ในต้นที่ฉายรังสีบางต้นพบการไม่มีขนเกิดขึ้น แต่พบน้อยมาก

-รงควัตถุในแผ่นใบถั่วเขียวเปลี่ยนแปลงจากปกติ โดยแสดงอาการด่างในลักษณะต่าง ๆ ที่พบมาก คือ ด่างขาว และด่างเหลือง (รูปที่ 8)

-รูปร่าง และขนาดของฝัก เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยรูปร่างของฝักบิดเบี้ยว โค้งงอ ขนาดฝักเล็กกว่าปกติมาก รวมทั้งเกิดเมล็ดลีบในฝักส่งผลให้จำนวนเมล็ดในฝักลดลง (รูปที่ 9)

-สีฝักและสีของเปลือกหุ้มเมล็ด เกิดการเปลี่ยนแปลงพบในพันธุ์ มทส 1 ซึ่งสีฝักปกติเมื่อฝักแก่จะมีสีดำมัน แต่ในฝักที่ฉายรังสีพบสีเทาและสีน้ำตาล และในฝักดังกล่าวพบสีของเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นสีเหลือง (รูปที่ 10) ขนาดเมล็ดเล็กกว่าปกติ

-การเป็นหมันของดอก พบในพันธุ์ ชัยนาท 36 โดยลักษณะช่อดอกจะเป็นสามเหลี่ยม ช่อดอกยาว ดอกจะบานเป็นชั้นๆ กลีบดอกบาง ดอกร่วงเร็ว

เนื่องจากผลของรังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าว ซึ่งอาการผิดปกติมักเกิดร่วมกันหลายลักษณะในต้นเดียว เช่น จำนวนใบประกอบ 1 ใบร่วมกับการเป็นหมันของดอก, การแคระแกร็นของต้นร่วมกับการเปลี่ยนแปลงด้านรูปร่าง ขนาดของใบและฝัก เป็นต้น เมื่อนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ต้นที่ผิดปกติ (ตารางที่ 3) พบว่าในพันธุ์ชัยนาท 36 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มทส 1 และ กพส 1 มีค่าเท่ากับ 3.10 และ 2.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ (control) ไม่พบการกลายพันธุ์ จากการสังเกตพบว่าลักษณะต่าง ๆ ของพืชในชั่ว M_2 มีการผิดปกติเป็นจำนวนมาก การผิดปกตินี้เรียกว่า การผิดปกติทางสรีระ (physiological damage) ซึ่งไม่ได้เกิดจากผลทางพันธุกรรม และไม่ถ่ายทอดไปยังลูกหลาน (สิรนุช ลามศรีจันทร์, 2540 ; van Harten, 1998)

สำหรับการศึกษาความปรวนแปรของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ รวม 10 ลักษณะ ได้แก่ วันดอกแรกบาน, ความสูง, จำนวนฝักต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, จำนวนข้อต่อต้น, จำนวนเมล็ดต่อฝัก, ความยาวฝัก, น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนฝักต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ทุกอัตราปุ๋ยมีค่าสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ โดยพันธุ์ มทส 1 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 40 กก./ไร่ ส่วนพันธุ์ กพส 1 และชัยนาท 36 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 20 กก./ไร่ ส่วนค่าวาเรียนซ์ (ตารางที่ 5) พบว่า ทุกลักษณะมีค่าสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างวาเรียนซ์ของพันธุ์เปรียบเทียบ กับพันธุ์ที่ฉายรังสี (s^2 irradiated / s^2 control) (ตารางที่ 6) พบว่า ลักษณะจำนวนฝักต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่า ผลของรังสีทำให้เกิดความปรวนแปรทางพันธุกรรม ซึ่งสามารถใช้ในการปรับปรุงลักษณะต่าง ๆ

เมื่อนำข้อมูลของลักษณะต่าง ๆ 10 ลักษณะ จากประชากรชั่วที่ 2 จำนวน 50 ต้น มาทำการรวมกลุ่มเพื่อหาค่าความถี่ (frequency distribution) และนำมาเขียนกราฟ เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ที่ฉายรังสี 60 กิโลแรด โดยให้ปุ๋ยในอัตราที่ต่างกัน (รูปที่ 11-20) พบว่า กราฟของพันธุ์ที่ฉายรังสีมีการกระจายของประชากรกว้างกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ลักษณะที่พบอย่างชัดเจน คือ จำนวนฝักต่อต้น (รูปที่ 13) และจำนวนช่อต่อต้น (รูปที่ 15) ของทั้ง 3 พันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

แสดงให้เห็นว่าความปรวนแปรของลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดจากรังสีมีทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งแต่ละลักษณะมีการตอบสนองต่ออัตรารังสีและปริมาณปุ๋ยแตกต่างกัน โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ทำให้การกระจายเพิ่มขึ้น ซึ่งสะดวกในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะเหล่านี้

จากการทดลองข้างต้น พบว่า ที่อัตรา 60 กิโลแรด ในถั่วเขียวทั้ง 3 พันธุ์ คือ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36 มีค่าการอยู่รอดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่พบในพันธุ์อู่ทอง 1 (วนิภา ศรีโชติ, 2525) และทาง IAEA (International Atomic Energy Agency) ก็ได้แนะนำอัตรารังสีที่เหมาะสมสำหรับฉายแก่เมล็ดถั่วเขียว คืออัตรารังสีแกมมาในช่วง 40-70 กิโลแรด (สิรนุช ลามศรีจันทร์, 2540) นอกจากนี้ยังมีความเหมาะสมในการชักนำให้เกิดการปรวนแปรทางพันธุกรรมได้ดี เนื่องจากยังคงเหลือจำนวนประชากรพืชสำหรับใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกจำนวนมาก ในอัตรารังสีที่สูงแม้จะสามารถชักนำให้เกิดความปรวนแปรของลักษณะต่าง ๆ สูงด้วยก็ตาม แต่จำนวนประชากรพืชจะเหลือน้อยมาก เพราะรังสีมีผลทำให้เกิดความผิดปกติทั้งองค์ประกอบภายในและการแสดงออกของต้นพืช ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต จึงทำให้ต้นพืชไม่สามารถอยู่รอดต่อไปได้

ความปรวนแปรของลักษณะภายนอกและองค์ประกอบผลผลิต ขึ้นอยู่กับอัตรารังสีที่ฉายให้แก่เมล็ด อัตรารังสีที่ต่ำหรือสูงเกินไปอาจทำให้ความปรวนแปรที่ได้ไม่เหมาะสม ชนิดหรือพันธุ์พืชรวมทั้งชิ้นส่วนที่นำมาฉายรังสีก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดว่าการฉายรังสีทำให้เกิดความปรวนแปรทางพันธุกรรมมากมาย แสดงให้เห็นแนวโน้มในการใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการคัดเลือกหรือใช้ประโยชน์จากการกลายพันธุ์ต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดในชั่วที่ 1 ของถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36

พันธุ์	อัตรารังสี (กิโลแรด)	จำนวนต้นที่ปลูก	จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว	เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด (%)
มทส 1	0	400	389	97.25
มทส 1	30	400	322	80.50
มทส 1	60	400	236	59.00
มทส 1	90	400	147	36.75
กพส 1	0	400	393	98.25
กพส 1	30	400	387	96.75
กพส 1	60	400	301	75.25
กพส 1	90	200	110	55.00
ชัยนาท 36	0	200	195	97.50
ชัยนาท 36	30	200	186	93.00
ชัยนาท 36	60	200	134	67.00
ชัยนาท 36	90	400	83	20.75

ตารางที่ 3 ค่าเปอร์เซ็นต์ต้นที่ผิดปกติในชั่วที่ 2 ของถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36

พันธุ์	อัตรารังสี (กิโลแรด)	จำนวนต้นที่งอก	จำนวนต้นที่ผิดปกติ	เปอร์เซ็นต์ต้นที่ผิดปกติ (%)
มทส 1	0	197	0	0.00
มทส 1	60	258	8	3.10
กพส 1	0	195	0	0.00
กพส 1	60	179	5	2.79
ชัยนาท 36	0	200	0	0.00
ชัยนาท 36	60	153	7	4.58

รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงจำนวนใบจริงคู่แรกของต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2

ก. ใบจริงคู่แรก 3 ใบ

ข. ใบจริงคู่แรก 4 ใบ

รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงจำนวนใบประกอบที่ผิดปกติของต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2

ก. จำนวนใบประกอบ 1 ใบ

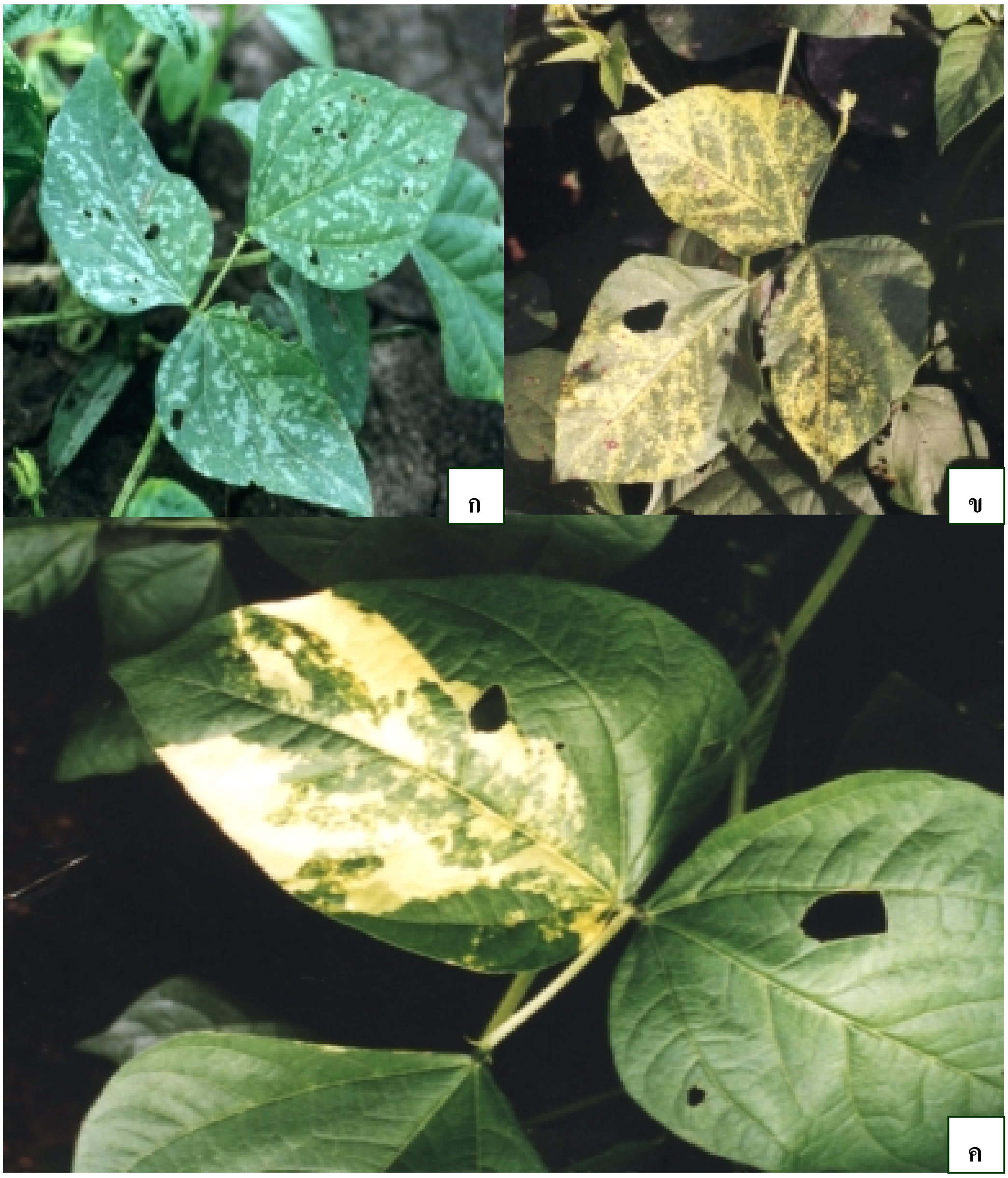
ข. จำนวนใบประกอบ 2 ใบ

ค. จำนวนใบประกอบ 4 ใบ

ง. จำนวนใบประกอบ 5 ใบ

รูปที่ 6 รูปร่างของใบประกอบที่มีลักษณะผิดปกติ

รูปที่ 7 ลักษณะการแคระแกร็นของลำต้นและใบของต้นถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2

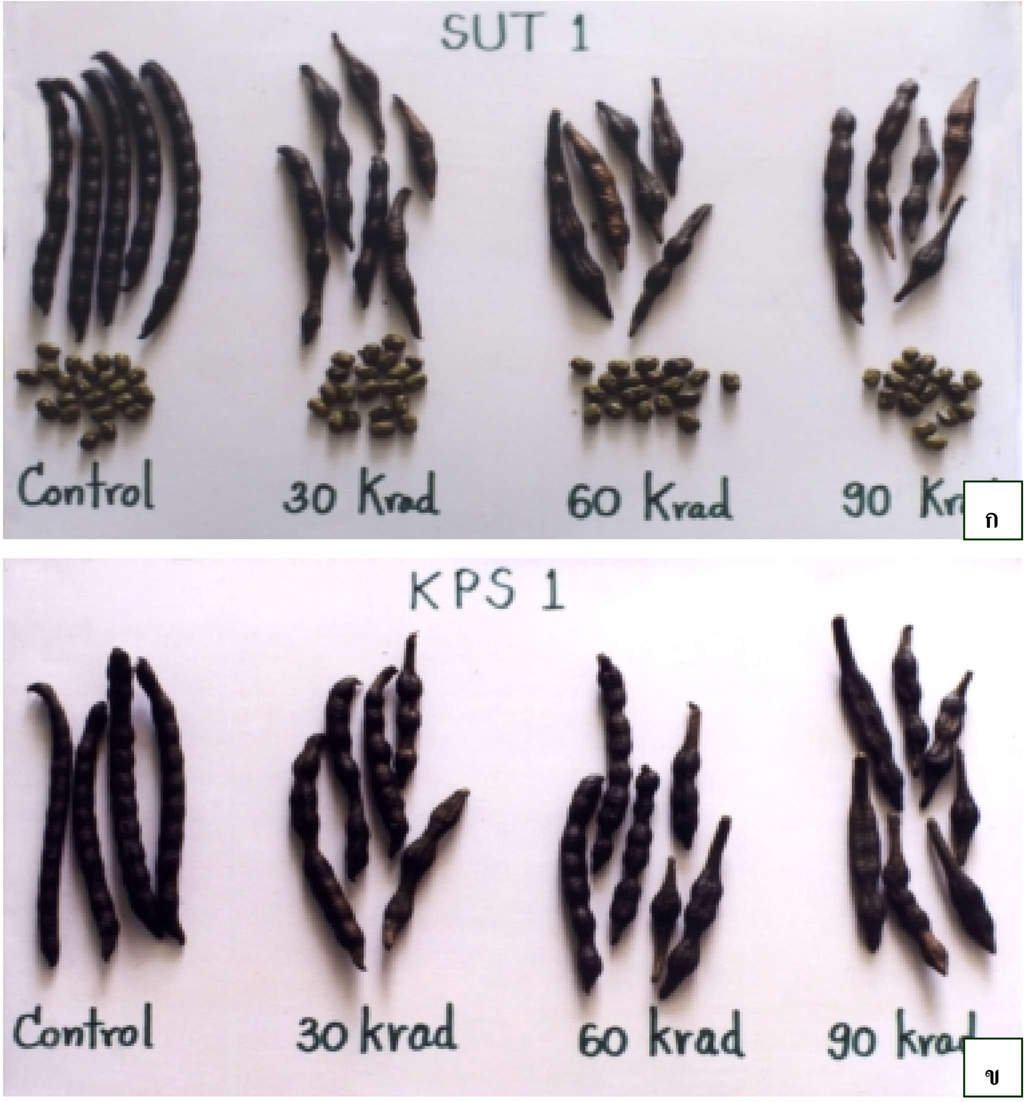


รูปที่ 8 การกลายพันธุ์ลักษณะต่าง ๆ ของรงควัตถุบนแผ่นใบถั่วเขียวที่ฉายรังสีชั่วที่ 2

ก. ใบด่างขาว

ข. ใบด่างเหลือง

ค. ใบด่างลาย



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงลักษณะฝัก และความยาวฝักของถั่วเขียวฉายรังสีชั่วที่ 2

ก. ลักษณะฝักถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1

ข. ลักษณะฝักถั่วเขียวพันธุ์ กพส 1

รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นสีเหลือง

2. <u>ผลการทดลองที่ 2</u> **การคัดเลือกผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ในถั่วเขียวฉายรังสี**

ผลจากการคัดเลือกสายพันธุ์จากประชากรของพันธุ์ชัยนาท 36 ที่ฉายรังสีอัตรา 60 กิโลเรด ได้สายพันธุ์จำนวน 18 สายพันธุ์ จึงนำมาปลูกทดสอบในเดือน พ.ค.-ส.ค. 2542 โดยใช้พันธุ์ชัยนาท 36 และประชากรชั่วที่ 2 ที่ไม่ทำการคัดเลือกเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ผลการปลูกทดสอบจากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ (ตารางที่ 7) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของน้ำหนัก 100 เมล็ด (0.01) ส่วนลักษณะอื่น ๆ ไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อนำสายพันธุ์ต่าง ๆ มาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (ตารางที่ 8) ดังนี้

ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ M_2BS, pods/plant ให้ผลผลิตสูงสุดที่ 240.8 กก./ไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ M_3LS, pods/plant เท่ากับ 236.0 กก./ไร่ ส่วนสายพันธุ์ M_3LS, seed size ให้ผลผลิตต่ำสุดที่ 193.5 กก./ไร่ กลุ่มสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากลักษณะจำนวนฝักต่อต้น และความยาวฝักให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ส่วนกลุ่มสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากลักษณะขนาดเมล็ดโต และจำนวนกิ่งต่อต้นให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ

จำนวนฝักต่อต้น เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้น (16.3 ฝักต่อต้น) กับสายพันธุ์คัดเลือกทุกสายพันธุ์ พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ สายพันธุ์ M_2BS, pods/plant ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด เท่ากับ 17.9 ฝักต่อต้น รองลงมาคือสายพันธุ์ M_3LS, pods/plant เท่ากับ 17.7 ฝักต่อต้น ส่วนสายพันธุ์ M_4LS, seed size มีค่าต่ำสุดที่ 14.1 ฝักต่อต้น

จำนวนกิ่งต่อต้น สายพันธุ์ M_2BS, pod length และ M_3LS, pods/plant มีจำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.5 กิ่งต่อต้น ส่วนสายพันธุ์ที่มีค่าน้อยที่สุด คือ M_3LS, seed size เท่ากับ 0.8 กิ่งต่อต้น สำหรับสายพันธุ์ที่ทำการคัดเลือกลักษณะกิ่งต่อต้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.0-1.3 กิ่งต่อต้น

ความยาวฝัก สายพันธุ์ต่าง ๆ มีความยาวฝักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.2-9.6 ซม. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่าไม่มีความแตกต่าง

จำนวนเมล็ดต่อฝัก สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ทำการคัดเลือก พบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดต่อฝักไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ คือมีจำนวนเมล็ดต่อฝักอยู่ในช่วง 11.0-12.2 เมล็ดต่อฝัก

น้ำหนัก 100 เมล็ด การฉายรังสีให้แก่เมล็ด พบว่าในประชากร M_2 not selected มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 100 เมล็ดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ control สำหรับสายพันธุ์ที่ทำการคัดเลือกขนาดเมล็ดโตโดยใช้น้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและไม่แตกต่างจาก control ส่วนสายพันธุ์ที่ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด คือ M_2BS, seed size และ M_4LS, seed size เท่ากับ 6.6 กรัม

สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะต่าง ๆ (ตารางที่ 9)

ผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนฝักต่อต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น โดยมีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทพ์เท่ากับ (r_p) 0.594** และ 0.784** ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ พบว่า ความยาวฝักมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 0.698**

ผลผลิตของพืชเป็นลักษณะปริมาณที่มียีนควบคุมหลายคู่ และมีอัตราพันธุกรรมต่ำ การคัดเลือกผลผลิตโดยตรงทำได้ยาก ดังนั้นจึงอาจคัดเลือกในทางอ้อมโดยใช้ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตหรือลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต (Poehlman, 1991) เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 9 พบว่า ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิต คือ จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น ดังนั้นการคัดเลือกลักษณะนี้น่าจะให้ผลผลิตสูง ซึ่งจากผลการคัดเลือกในตารางที่ 8 พบว่า การคัดเลือกโดยใช้จำนวนฝักต่อต้นให้ผลผลิตสูงสุด คือ 240.8 ก.ก./ไร่ แต่การคัดเลือกโดยใช้จำนวนกิ่งต่อต้นไม่ได้ผลเช่นนั้น อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ จำนวนฝักต่อต้นก็มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนกิ่งต่อต้น ดังนั้นจำนวนกิ่งต่อต้นก็มีผลในทางอ้อมต่อผลผลิต ซึ่งนักปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวจำนวนมากได้ใช้ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียว (Poehlman, 1991 ; Zubair and Srinives, 1986)

3. <u>ผลการทดลองที่ 3</u> การคัดเลือกผลผลิต, องค์ประกอบผลผลิต และบางลักษณะของถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1 ที่ฉายรังสีอัตรา 30, 60 และ 90 กิโลแรด

เมื่อทำการปลูกทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์กลาย มทส 1 ที่ได้รับรังสีแกมมาในอัตราต่าง ๆ กัน จากการคัดเลือกโดยใช้องค์ประกอบผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของสายพันธุ์ต่าง ๆ (ตารางที่ 10) พบว่า อัตรารังสีที่ต่างกันทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (0.01) ส่วนลักษณะอื่นไม่มีความแตกต่าง สำหรับการคัดเลือกโดยใช้องค์ประกอบผลผลิตที่ต่างกัน พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (0.05) และลักษณะจำนวนฝักต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, น้ำหนัก 100 เมล็ด และความยาวฝักมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (0.01)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิต (ตารางที่ 11) ที่ทำการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตทางอ้อม โดยใช้องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ 7 ลักษณะ ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, ขนาดเมล็ด, จำนวนกิ่งต่อต้น, การสุกแก่พร้อมกัน, ขนาดใบ และความยาวฝัก ซึ่งสายพันธุ์คัดเลือกได้ทำการฉายแกมมารังสี 3 ระดับ พบว่า ที่ระดับรังสีต่างกันผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมด (227.2 ก.ก./ไร่) โดยที่อัตรารังสี 30, 60 และ 90 กิโลแรด มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเท่ากับ 225.0, 222.6 และ 234.0 ก.ก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนลักษณะที่คัดเลือก พบว่า ค่าเฉลี่ยผลผลิตของความยาวฝักมีค่าสูงสุด เท่ากับ 247.7 ก.ก./ไร่ รองลงมาคือค่าเฉลี่ยผลผลิตของจำนวนช่อต่อต้น เท่ากับ 237.4 ก.ก./ไร่ และต่ำสุด คือ ค่าเฉลี่ยผลผลิตของลักษณะการสุกแก่พร้อมกัน เท่ากับ 204.3 ก.ก./ไร่ สำหรับลักษณะความยาวฝัก และจำนวนช่อต่อต้น มีแนวโน้มในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิต ส่วนจำนวนฝักต่อต้นก็แสดงค่าผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมด

สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะต่าง ๆ (ตารางที่ 12)

ผลผลิตมีสหสัมพันธ์กับลักษณะองค์ประกอบผลผลิต โดยลักษณะจำนวนฝักต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต โดยมีค่าดัชนีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทพ์ (r_p) เท่ากับ 0.238* สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ พบว่า จำนวนฝักต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนช่อต่อต้น โดยมีค่าดัชนีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทพ์ (r_p) เท่ากับ 0.339** เช่นเดียวกับความยาวฝักมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยมีค่าดัชนีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทพ์ (r_p) เท่ากับ 0.412** ส่วนจำนวนฝักต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางลบกับความยาวฝัก และน้ำหนัก100เมล็ด มีค่าเท่ากับ-0.303** และ –0.366** ตามลำดับ จำนวนช่อต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนัก 100 เมล็ด มีค่าเท่ากับ –0.396**

ในการคัดเลือกสายพันธุ์กลายจากถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1 โดยคัดเลือกจากสายตา (visual selection) พบว่า ลักษณะที่มีแนวโน้มในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิต ได้แก่ ความยาวฝัก และ

จำนวนช่อต่อต้น อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิต โดยใช้องค์ประกอบผลผลิตนั้นในการทดลองที่ 2 และ 3 ทำได้ค่อนข้างลำบาก ในหลายสายพันธุ์พบว่าการคัดเลือกจากองค์ประกอบผลผลิตไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากประชากรพืชมีจำกัดแต่ต้องคัดเลือกสายพันธุ์จากลักษณะมากมาย ทำให้บางสายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์อื่น เพราะมีข้อได้เปรียบหลายประการ เช่น ในสายพันธุ์หนึ่งมีจำนวนฝักต่อต้น, ความยาวฝัก และขนาดเมล็ดโตสูงกว่าสายพันธุ์อื่น เป็นต้น อีกสาเหตุหนึ่งคือสายพันธุ์ที่ทำการคัดเลือกมีลักษณะไม่คงที่ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก (1) มีการปลูกทดสอบเพียง 1 สภาพแวดล้อมไม่สามารถสรุปผลได้แน่นอน เพราะมีปฏิกิริยาระหว่างยีนกับสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องมาก จึงควรทำการปลูกทดสอบในหลายท้องที่เพื่อเป็นการขจัดอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (2) การคัดเลือกสายพันธุ์ เริ่มทำการคัดเลือกในชั่วที่ 2 ซึ่งพันธุกรรมของต้นถั่วเขียวยังมีความปรวนแปรอยู่มาก ดังนั้นเมื่อทำการคัดเลือกพืชมาปลูกในชั่วต่อ ๆ ไปจึงพบว่าพืชยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่อย่างมาก เช่น ลำต้นเลื้อย, การกลายพันธุ์ของคลอโรฟิลล์, การเปลี่ยนแปลงของความสูง และการสุกแก่ช้ากว่าปกติมาก ซึ่งล้วนเป็นลักษณะที่ไม่ได้ทำการคัดเลือกมาทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกสายพันธุ์พืชที่ชักนำให้เกิดการปรวนแปรโดยการฉายรังสี ควรรอให้ยีนของพืชอยู่ในสภาพ homozygous เสียก่อนจึงเริ่มทำการคัดเลือก เช่นเดียวกับการคัดเลือกหลังการผสมพันธุ์พืช (3) เกิดจากวิธีการคัดเลือกไม่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกลักษณะที่ดีจากประชากรพืชได้ ในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตในข้าวโพดที่ได้รับการฉายรังสีนั้น Gardner (1961) ได้ทำการคัดเลือกในแปลงเล็ก ทั้งนี้เพื่อขจัดอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม ในการคัดเลือกลักษณะอื่น ๆ ที่มีความปรวนแปรเนื่องจากสภาพแวดล้อมก็น่าจะใช้วิธีเดียวกัน อย่างไรก็ดีในกรณีที่ปลูกคัดเลือกไม่ประสบความสำเร็จ ไม่ได้ลักษณะที่ดีไปกว่าพันธุ์เดิม หรือพบว่ามีความปรวนแปรทางพันธุกรรมต่ำ ก็สามารถนำมาฉายรังสีซ้ำ เพื่อเพิ่มความปรวนแปรแล้วจึงทำการปลูกคัดเลือกต่อไป

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองทั้ง 3 การทดลองแสดงให้เห็นว่าการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยฉายรังสีแกมมาแก่ถั่วเขียว มีแนวโน้มในทางที่ดีสำหรับใช้ในการศึกษาและการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตในอนาคต ซึ่งในพืชหลายชนิดสามารถคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์จนประสบความสำเร็จ และออกเป็นพืชพันธุ์ใหม่สำเร็จแล้ว

บทที่ 5
บทสรุป

1.รังสีแกมมามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับต้นถั่วเขียวพันธุ์ มทส 1, กพส 1 และชัยนาท 36 ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดลดลง แต่เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติเพิ่มขึ้น ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา พบการผิดปกติของจำนวนใบจริงคู่แรก, การเปลี่ยนแปลงจำนวนใบประกอบเป็น 1, 2, 4 และ 5 ใบ, รูปร่าง ความยาว และลักษณะฝักเปลี่ยนไป รวมทั้งการผิดปกติของรงควัตถุบนแผ่นใบเกิดการเปลี่ยนไปในหลายลักษณะ สำหรับลักษณะอื่น ๆ ที่สามารถสังเกตได้ เช่น การไม่มีขน, การเปลี่ยนแปลงของสีดอก, ความสูง, จำนวนวันดอกแรกบาน, การเลื้อยของลำต้น และการเป็นหมันของดอก เป็นต้น

2.รังสีแกมมามีผลทำให้เกิดความปรวนแปรของผลผลิต, องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น, จำนวนช่อต่อต้น, ความยาวฝัก, การสุกแก่พร้อมกัน, น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น เป็นต้น ซึ่งการชักนำให้เกิดความปรวนแปรของลักษณะต่าง ๆ เป็นประโยชน์สำหรับการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต หรือคัดเลือกลักษณะอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์

3.การคัดเลือกสายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 36 ที่ฉายรังสีแกมมาอัตรา 60 กิโลแรด พบว่าการคัดเลือกองค์ประกอบผลผลิต โดยเลือกจากลักษณะจำนวนฝักต่อต้นมาก มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ

4.การคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตในสายพันธุ์กลาย มทส 1 ที่ฉายรังสีอัตราต่าง ๆ กัน แล้วทำการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตทางอ้อมโดยใช้องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ พบว่า อัตรารังสีต่างกันไม่มีความแตกต่างในการเพิ่มผลผลิตถั่วเขียว ส่วนการคัดเลือกลักษณะความยาวฝัก และจำนวนช่อต่อต้น พบว่ามีแนวโน้มในการเพิ่มผลผลิต

รายการอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. (2528). **ปรับปรุงพันธุ์พืช**. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 155 หน้า.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. (2525). การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของถั่วเขียวโดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 159 หน้า.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2527). **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช**. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 320 หน้า.

วนิภา ศรีโชติ. (2525). ผลของรังสีที่มีต่อการเจริญเติบโตและการกลายพันธุ์ของถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 123 หน้า.

สมทรง โชติชื่น และคณะ. (2528). การปรังปรุงพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อเพิ่มผลผลิต : II การอาบรังสีแกมมา. **รายงานผลการวิจัยปี 2528 ถั่วเขียว (ฤดูฝน)** ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 15-19.

สิรนุช ลามศรีจันทร์, สุมินทร์ สมุทคุปติ์, และอรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. (2526). ถั่วเขียวพันธุ์กลายจากการฉายรังสีแกมมา. **ว. วิทย. กษ**. 16 (6) : 446-454.

สิรนุช ลามศรีจันทร์. (2529). แนะนำพันธุ์กลายในถั่วเขียว. **ว. วิทย. กษ**. 19 (6) : 337-357.

สิรนุช ลามศรีจันทร์. (2540). **การกลายพันธุ์ของพืช**. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 205 หน้า.

Ahmad, B., and Yaqoob, M. (1993). Radiation for induced mutation in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Sarhad Journal of Agriculture** 9 : 423-427.

Baruah, J., and Talukdar, P. (1993). Performance comparison of micromutant selections of green gram (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) in advanced mutation generation for yield and physiologycal attributes. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding** 53 : 445-447.

Chandra, A., and Tewari, S.N. (1978). Effect of fast neutrons and gamma radiation on germination, pollen and ovule sterility and leaf variations in mungbean. **Acta Bot. Indica**. 6 : 206-208.

Conger, B.V., Skinner, L.W., and Skold, L.N. (1976). Variability for components of yield induced in soybeans by seed treatment with gamma radiation, fission neutrons, and ethylmethane sulfonate. **Crop Sci**. 16 : 233-236.

Dellaert, L.M.W. (1979). Comparison of selection methods for specified mutants in self-fertilizing crops. Theoretical approach. *In* Seed protein improvement in cereals and grain legumes

(**Proceedings FAO/IAEA Symposium, Neuherberg, Germany, 1978**), 1 : 57-75. Vienna : IAEA.

Gardner, C.O. (1961). An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Sci**. 1 : 241-245.

Gregory, W.C. (1955). X-ray breeding of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). **Agron. J**. 47 : 396-399.

Grover, I.S., and Tejpaul, S.K. (1982). Cytogenetical effects of gamma rays and maleic hydrazide in mungbean. **Acta**. **Bot**. **Indica** 10 : 210-216.

Grover, I.S., and Virk, G.S. (1984). Induced chlorophyll mutants in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Acta Bot. Indica** 12 : 138-147.

Hepziba, S.J., and Subramanian, M. (1994). Gamma ray induced variability in blackgram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). **Annals of Agricultural Research** 15 : 512-515.

Jebarag, S., and Marappan, P.V. (1981). Mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays and ethyle methane sulphonate in green gram (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Madras Agric**. **J**. 68 : 631-637.

Khan, I.A. (1983). Radiation and chemical induced quantitative variation in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Thai J**. **Agric**. **Sci**. 16 : 197-215.

Khan, I.A., and Shoukat, M.A. (1987). Mutagenic effects of gamma rays and sodium azide in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Thai J**. **Agric**. **Sci**. 20 : 85-88.

Khan, S., and Siddiqui, B.A. (1996). Mutation genetic studies in mungbean II. Frequency and spectrum of morphological mutants. **Thai J**. **Agric**. **Sci**. 29 : 173-182.

Kundu, S.K., and Singh, D.P. (1982). Note on gamma-ray-induced variability for flowering and chlorophyll mutations in blackgram. **Indian J**. **Agric**. **Sci**. 52 : 190-191.

Lamseejan, S. (1996). Data base on plant mutation breeding in Thailand. **Workshop on induced mutations and molecular techniques for crop improvement**. 12-14 March 1996. Kasetsart University Bangkok. pp. 115-122.

Malik, I.A. (1996). Improvement of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) through induced mutations and molecular techniques. **Workshop on induced mutations and molecular techniques for crop improvement**. 12-14 March 1996. Kasetsart University Bangkok. pp. 123-168.

Nybom, N. (1954). Mutation types in barley. **Acta Agriculturae Scandinavica** 4 : 430-456.

Poehlman, J.M. (1991). **The Mungbean**. Oxford & IBH Publishing Co. PVP. LTD.

Premsekar, S., and Appadurai, R. (1981). Effect of doses of gamma-rays and ethylmethane sulphonate on the germination and survival of induced mutations in pigeonpea. **Indian J**. **Agric**. **Sci**. 51 : 381-386.

Singh, V.P., and Agarwal, S. (1986). Induced high-yielding mutants in clusterbean. **Indian J**. **Agric**. **Sci**. 56 : 695-700.

Singh, V.P., and Chaturvedi, S.N. (1980). Mutagenic efficiency of EMS, NMU, Gamma-rays and their combined treatmemts in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. **Genet**. **Agri**. **J**. 34 : 331-348.

Stadler, L.J. (1930). Some genetic effects of X-rays in plants. **Journal of Heredity**. 21 : 3-19.

Yoshida, Y. (1962). Theoretical studies on the methodological procedures of radiation breeding. 1.New methods in autogamous plant following seed irradiation. **Euphytica** 11 : 95-111.

Zubair, M., and Srinives, P. (1986). Path coefficient analysis in mungbean (*Vigna radiata* (LIN.) Wilczek). **Thai J**. **Agric**. **Sci**. 19 : 181-188.

ประวัติผู้เขียน

นายบัณฑิต ทองพิมาย เกิดเมื่อวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2519 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เริ่มเข้าศึกษาระดับปริญญาตรี ที่สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2540 ภายหลังสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจึงเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทที่สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี