

การคัดเลือกพันธุ์กลายต้นเตี้ย อายุสั้น และผลผลิตสูง ในถั่วเหลืองที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

Selection for Short Stature, Early Maturity and High Yielding Mutant from Gamma Irradiated Soybean

อรุณี วงศ์ปิยะสทธิย์ สุมินทร์ สมทคุปต์ สिरนุช ลามศรีจันทร์
กรีก นฤทุม และ เอกพล จุนขุนทด¹

Arunee Wongpiyasatid Sumin Smutkupt Siranut Lamseejan
Kriuk Naritoom and Ekapol Junkhunthod

ABSTRACT

Preliminary yield trial of 7 selected soybean lines (line numbers 2035, 2037, 2125, 2156, 2160, 2180 and 2192) obtained from crosses between mutants and Doi Kham variety and one line (line number 58608) obtained from gamma irradiated Doi Kham along with four check varieties (Doi Kham, S.J.4, S.J.5 and CM.60) was carried out in order to select for short stature, early maturity and high yielding mutant. Line numbers 2156, 58608, 2160 and 2180 expressed short stature and early maturity. Their heights at maturity time were shorter than the original Doi Kham for 13, 15, 17 and 22 cm respectively, and their maturity were 13, 11, 11 and 13 days earlier than Doi Kham, respectively. Their yields were similar to Doi Kham. These four lines will be further tested at different locations in the dry and rainy seasons. The best line will be selected and used as a variety.

บทคัดย่อ

คัดเลือกถั่วเหลืองที่มีลักษณะต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวสั้น และให้ผลผลิตสูง จากลูกผสมระหว่างถั่วเหลืองพันธุ์คอกำกับพันธุ์กลายอื่น ๆ ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาจำนวน 7 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ 2035, 2037, 2125, 2156, 2160, 2180 และ 2192) และถั่วเหลืองพันธุ์คอกำกับฉายรังสีแกมมาอีก 1 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ 58608) โดยการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์ทั้ง 8 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์เดิม “ คอกำ ”

และพันธุ์ส่งเสริมอีก 3 พันธุ์ คือ ส.จ.4, ส.จ.5 และ เชียงใหม่ 60 เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีที่สุดพบว่าสายพันธุ์ทดสอบ 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 2156, 58608, 2160 และ 2180 มีลักษณะต้นเตี้ยและอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์คอกำ ซึ่งเป็นพันธุ์เดิม กล่าวคือ สายพันธุ์ที่ 2156, 58608, 2160 และ 2180 มีความสูงวันเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์คอกำ 13, 15, 17 และ 22 ซม. ตามลำดับ มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์คอกำ 13, 11, 11 และ 13 วัน ตามลำดับ และมีผลผลิตใกล้เคียง

¹ ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กับพันธุ์ดอยคำ ซึ่งจะนำสายพันธุ์ทั้ง 4 นี้ไปทดสอบในท้องที่ต่าง ๆ ทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุดต่อไป

คำนำ

การใช้รังสีและสารเคมีเพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์แล้วมากมายเช่นเพื่อให้ได้พันธุ์ที่ผลผลิตสูง (Rajput and Sarwar, 1989; Sichkar, 1986) ต้นเตี้ย (Rajput and Sarwar, 1989; Baradjanegara, 1983) อายุเก็บเกี่ยวสั้น (Rajput and Sarwar, 1989; Kwon *et al.*, 1973; Zakri *et al.*, 1983; Baradjanegara, 1983) ทนเค็ม (Peiying, 1987) เพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนและกรดอะมิโนบางชนิดในเมล็ด (Peiying *et al.*, 1989; Sichkar, 1986) ต้านทานโรค (Oh, 1983; Kwon and Oh, 1980; Smutkupt *et al.*, 1983; Tsai *et al.*, 1974) ถั่วเหลืองพันธุ์ “ ดอยคำ ” เป็นถั่วเหลืองที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยรังสีแกมมา มีลักษณะทนทานต่อโรคราสนิม ให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในสภาพที่มีการระบาดของโรค (อรุณี และคณะ, 2530) เกษตรกรสนใจนำไปใช้ปลูกมากในเขตที่มีการระบาดของโรคราสนิมอย่างรุนแรง เช่น เชียงใหม่ สระบุรี นครราชสีมา เป็นต้น แต่ถั่วเหลืองพันธุ์ดอยคำมีข้อเสียอยู่คือต้นค่อนข้างสูงและล้ม เมื่อปลูกในฤดูฝน และอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างยาวเมื่อปลูกในฤดูแล้ง จึงไม่เหมาะที่จะใช้ปลูกในฤดูแล้งหลังการทำนาในเขตที่สูงภาคเหนือ จึงมีการปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้นโดยการผสมถั่วเหลืองดอยคำ กับถั่วเหลืองพันธุ์กลายอื่น ๆ ที่มีลักษณะที่ต้องการ และฉายรังสีแกมมาเมล็ดพันธุ์ดอยคำ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีที่สุดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ก็เพื่อคัดเลือกและทดสอบถั่วเหลืองที่มีลักษณะต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวสั้น และผลผลิตสูง จากถั่วเหลืองที่ได้จากการผสมพันธุ์

ดอยคำกับพันธุ์กลายอื่น ๆ ที่ได้จากการฉายรังสีแกมมา และจากการฉายรังสีแกมมาเมล็ดพันธุ์ดอยคำ

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองเพื่อคัดเลือกถั่วเหลืองพันธุ์กลายแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. การสร้างถั่วเหลืองลูกผสมเพื่อรวมยีนต้านทานโรคราสนิม ต้นเตี้ยและอายุสั้นเข้าด้วยกัน โดยใช้พันธุ์ดอยคำเป็นพันธุ์พุ่มผสมกับสายพันธุ์กลายที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาแล้ว คือสายพันธุ์ 81 - 1 - 113 (G 8587 พันธุ์กลายดอกขาว) 81 - 4 - 36 (Wakashima พันธุ์กลายดอกขาว) และ 81 - 4 - 49 (ส.จ.2 พันธุ์กลายดอกขาว) ปลูกลูกชั่วที่ 1 ณ แปลงทดลองไร่นอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปลูกชั่วหลัง ๆ ณ สถานีทดลองดอยหนองหอย และสถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่ คัดหาสายพันธุ์ที่มีลักษณะต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวสั้น ทนทานต่อโรคราสนิม และผลผลิตสูง

เริ่มผสมพันธุ์ในปี พ.ศ. 2528 ปลูกทดสอบ 232 สายพันธุ์ในสภาพที่มีการระบาดของโรคราสนิม คัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทานต่อโรคราสนิมและมีลักษณะดีจนถึงปี พ.ศ. 2531 ได้สายพันธุ์คัด 53 สายพันธุ์ ปลูกขยายพันธุ์ในฤดูแล้ง พ.ศ. 2532 คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะ ต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวสั้น และเมล็ดขนาดใหญ่ มาทำการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นในฤดูแล้ง พ.ศ. 2532 ณ สถานีค้นคว้าวิจัย การใช้น้ำชลประทานแม่แตง จ.เชียงใหม่ จำนวน 7 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ที่ 2035, 2037, 2125, 2156, 2160, 2180 และ 2192 ประวัติของสายพันธุ์ลูกผสมทั้ง 7 นี้ แสดงไว้ใน Table 1

2. การฉายรังสีแกมมาเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ดอยคำ เลือกเก็บถั่วเหลืองที่มีลักษณะต้นเตี้ยฝักดก จากแปลงขยายพันธุ์ดอยคำจำนวน 60 ต้น นำเมล็ดจากแต่ละต้นจำนวน 55 ต้น มาฉายรังสีแกมมาปริมาณ 200

Table 1 Origin of 7 soybean lines tested for preliminary yield trial at Mae Tang Irrigation Station, Chiang Mai, in dry Season, 1989.

Line no.	Origin
2035	84044/2B/7 ; 81-4-36 × 81-1-038 # 2
2037	84044/2B/9 ; 81-4-36 × 81-1-038 # 2
2125	84-4-04/SP/15 ; 81-4-36 × 81-1-038 # 2
2156	84-4-01/B/1 ; 81-4-36 × 81-1-038 # 1
2160	84-4-01/B/5 ; 81-4-36 × 81-1-038 # 1
2180	84-4-04/SP ; 81-4-36 × 81-1-038 # 2
2192	84-4-02/SP ; 81-4-36 × 81-1-038 # 1

Note: 81-4-36 = Wakashima mutant, white flower
81-1-038 = Doi kham

เกรย์ ปลุกเมล็ดที่ฉายรังสี (M_1) เปรียบเทียบกับพวกไม่ฉายรังสีอีก 5 ต้น แบบต้นต่อแถว ณ แปลงทดลองไร่นอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สุ่มเก็บเมล็ดชั่วที่ 2 (M_2) จากทุกต้นในแต่ละแถวรวมกัน นำเมล็ดชั่วที่ 2 ไปปลูกเพื่อคัดเลือกลักษณะต้นเตี้ยอายุเก็บเกี่ยวสั้นฝักดก ทนทานต่อโรคราสนิม และโรคอื่น ๆ ณ สถานีทดลองคอกหนองหอยและสถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่ จากการคัดตั้งแต่ชั่วที่ 2 จนถึงชั่วที่ 5 สายพันธุ์ที่ 58608 คือเด่นที่สุดในลักษณะอายุเก็บเกี่ยวสั้น และต้นเตี้ย จึงนำสายพันธุ์นี้ไปทดสอบผลผลิตเบื้องต้นร่วมกับ 7 สายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากกลุ่มลูกผสมในข้อที่ 1

3. การทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์คัด นำสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่คัดเลือกได้จากกลุ่มลูกผสม (ในข้อที่ 1) จำนวน 7 สายพันธุ์ และจากคอกคำฉายรังสี (ในข้อที่ 2) จำนวน 1 สายพันธุ์ ไปทดสอบผลผลิตเบื้องต้นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์คือ ส.จ.4, ส.จ.5, เชียงใหม่ 60 และคอกคำ ในฤดูแล้ง พ.ศ. 2532 ณ สถานีค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำชลประทานแม่แตง จ.เชียงใหม่ ใช้แผนการทดลองแบบ randomized

complete block ขนาดแปลงทดลองประกอบด้วย 4 แถวย่อย แถวยาว 3 เมตร ระยะปลูก 25×50 ซม. จำนวน 3 ต้นต่อหลุม บันทึกข้อมูลดังนี้คือ อายุการออกดอก สีดอก ความสูงวันออกดอก ความสูงวันเก็บเกี่ยว อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนักเมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดเสีย การเก็บเกี่ยวเก็บเฉพาะ 2 แถวกลางโดยตัดหัวท้ายแปลงออกไปด้านละหลุม พื้นที่เก็บเกี่ยว 2.5 ตารางเมตร

ผลและวิจารณ์

Table 2 และ Table 3 แสดงลักษณะของสายพันธุ์คัดทั้ง 8 สายพันธุ์ ที่บันทึกไว้จากการปลูกขยายพันธุ์ในฤดูแล้ง และฤดูฝน พ.ศ. 2531 และผลการทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์คัดทั้ง 8 รวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์

ความสูงที่วันเก็บเกี่ยวของ 12 พันธุ์/สายพันธุ์ทดสอบมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 51 – 73 ซม. สายพันธุ์ทดสอบที่น่าสนใจคือสายพันธุ์ 2180, 2160, 58608, 2156 และ เชียงใหม่ 60 มีความสูงที่วันเก็บเกี่ยว 51, 56, 58, 60 และ 60 ซม. ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์เดิมคือคอกคำมีความสูงถึง 73 ซม. (Table 3)

Table 2 Plant height at maturity, days to maturity, good seed weight, 100-seed weight of 8 soybean lines tested at Mae Tang, Chiang Mai, in dry season, 1988 and Sa-Merng, Chiang Mai, in rainy season, 1988.

Line no.	Plant ht. at maturity (cm)		Days to maturity		Good seed wt. (g/plant)		Seed wt. (g/100 seeds)	
	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy
2035	62	76	123	105	19.18	13.47	17.89	18.00
2037	54	64	107	97	7.54	11.37	17.22	18.30
2125	58	76	123	105	19.30	11.82	20.86	19.08
2156	51	61	107	97	6.47	11.11	17.26	14.82
2160	45	66	107	97	7.07	11.42	18.78	14.69
2180	45	71	107	97	12.04	9.61	15.52	18.48
2192	61	59	107	97	10.22	10.15	16.15	15.20
58608	49	70	107	97	10.97	11.23	20.02	16.56

Table 3 Plant height at maturity, days to maturity, seed weight, good seed weight, and yield of 12 soybean lines/cultivars tested at Mae Tang Irrigation Station, Chiang Mai, in dry season, 1989.

Line/ Cultivar	Plant ht. at maturity (cm)	Days to maturity	Seed wt. (g/100 seed)	Good seed wt. (g/2.5 m ²)	Yield (kg/rai)
2035	72 ¹ a ²	120 a	15.78 cd	530 ab	357 ab
2037	70 ab	110 c	18.50 a	401 bc	273 bc
2125	73 a	120 a	16.97 abcd	592 a	396 a
2156	60 bcd	107 c	16.92 abcd	458 abc	302 abc
2160	56 d	109 c	18.25 ab	500 abc	336 abc
2180	51 d	107 c	16.41 abcd	373 c	250 c
2192	71 a	120 a	14.94 d	501 abc	339 abc
58608	58 cd	109 c	17.80 abc	480 abc	319 abc
S.J.4	73 a	120 a	17.55 abc	560 a	384 a
S.J.5	67 abc	120 a	18.39 ab	503 abc	338 abc
CM.60	60 bcd	115 b	18.47 a	552 ab	390 a
Doi Kham	73 a	120 a	15.96 bcd	564 a	391 a
Mean	65	115	17.16	501	340
C.V. (%)	8.41	1.73	8.64	18.26	17.92

1 Averaged over 4 replications

2 Means within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level of probability according to DMRT.

สำหรับอายุเก็บเกี่ยวของพันธุ์ทดสอบ มีค่าเฉลี่ย 107 – 120 วัน สายพันธุ์ 2037, 58608, 2160, 2156 และ 2180 มีอายุเก็บเกี่ยว 110, 109, 109, 107 และ 107 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ดอยคำ ส.จ.4 และ ส.จ.5 ซึ่งเป็นพันธุ์เดิมและพันธุ์เปรียบเทียบ มีอายุเก็บเกี่ยวถึง 120 วัน (Table 3)

เมื่อพิจารณาน้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อพื้นที่และผลผลิตพบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 14.94 – 18.50 กรัม สายพันธุ์ 2037, 2160 และ 58608 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 18.50, 18.25 และ 17.80 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ดอยคำมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเป็น 15.96 กรัม

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดซึ่งได้จากการคัดเมล็ดจนเมล็ดเป็นโรค เมล็ดสีเขียว และเมล็ดลีบ ออกแล้วของสายพันธุ์ทดสอบทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 373 – 592 กรัมต่อพื้นที่ 2.5 ตารางเมตร สายพันธุ์ 2125 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดที่สูงที่สุดคือ 592 กรัม แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์ดอยคำซึ่งเป็นพันธุ์เดิม สำหรับการเปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ก็ได้ผลเช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดต่อพื้นที่

การทดลองฉายรังสีแกมมาด้วยหลอดรังสีคอสมิกโดย Rajput and Sarwar (1989) เพื่อค้นหาพันธุ์กลายที่มีลักษณะต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวสั้น และให้ผลผลิตสูงพบว่าสามารถค้นหาสายพันธุ์กลายซึ่งมีลักษณะตามวัตถุประสงค์ได้ โดยสามารถคัดสายพันธุ์ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์เดิม 4 – 6 วัน และที่น่าสังเกตคือ พันธุ์กลายที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น จะแสดงลักษณะต้นเตี้ยรวมอยู่ด้วย ในการทดลองนี้ก็ได้อีกเช่นเดียวกับรายงานของ Rajput and Sarwar นั่นคือ ได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะอายุเก็บเกี่ยวสั้นและต้นเตี้ย 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 2156, 58608, 2160 และ 2180 โดยมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์ดอยคำ ซึ่งเป็นพันธุ์เดิม 13, 11, 11, 13 วัน และมีความสูงวันเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์

ดอยคำ 13, 15, 17 และ 22 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ลักษณะดังกล่าวแล้วยังมีรายงานว่าการฉายรังสีแกมมาด้วยเมล็ดยังพบลักษณะกลายอื่น ๆ อีกด้วย เช่น มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดอะมิโนในการเพิ่มคุณภาพของเมล็ด ตลอดจนสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี เป็นต้น (Sichkar, 1986) ในการทดลองต่อไปจะนำสายพันธุ์ที่แสดงลักษณะต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวสั้นทั้ง 4 สายพันธุ์ไปทดสอบในท้องที่ต่าง ๆ เพื่อค้นหาสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด ในขณะเดียวกันก็จะนำเมล็ดพันธุ์เหล่านี้ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งอาจได้สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่าพันธุ์ดอยคำ ตลอดจนเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอื่น ๆ ตามที่ Sichkar ได้รายงานไว้

สรุป

ในการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์คัดทั้ง 8 คือ สายพันธุ์ 2035, 2037, 2125, 2156, 2160, 2180, 2192 และ 58608 เปรียบเทียบกับพันธุ์ดอยคำ ซึ่งเป็นพันธุ์เดิม สายพันธุ์ที่มีแนวโน้มจะบรรลุนิเวศประสงคืคือ ต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวสั้น และผลผลิตไม่แตกต่างไปจากพันธุ์เปรียบเทียบ มีอยู่ 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ที่ 2156, 2160, 2180 และ 58608 เนื่องจากมีต้นเตี้ย และอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์ดอยคำ ซึ่งเป็นพันธุ์เดิมอย่างเห็นได้ชัด คาดว่าหลังจากการทดสอบในหลายท้องที่ต่อไปแล้ว จะสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีที่สุดมาส่งเสริมให้เกษตรกรใช้เป็นพันธุ์ปลูกต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์, สุมินทร์ สมทกุลดี, สิริสุข ลามศรีจันทร์, กรีก นฤทุม, และยงยุทธ ศรีเกี่ยวพันธ์. 2530. ถั่วเหลืองพันธุ์ดอยคำ, ว. วิทย. กษ. 20(5) : 321 – 327.

- Baradjanegara, A.A. 1983. Mutation breeding in soybean. Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III. IAEA-TECDOC-299, Vienna. pp. 155 - 162.
- Kwon, S.H., K.H. Im and M.S. Kim. 1973. A New soybean variety KEx2, selected from an x-ray irradiated population. Korean J. Breeding 5 : 13.
- Kwon, S.H. and J.H. Oh. 1980. Induced mutation for virus disease resistance in soybean. Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production. IAEA-TECDOC-234, Vienna. pp. 19 - 26.
- Oh, J.H. 1983. Induced mutation for soybean mosaic virus disease resistance in soybean. Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III. IAEA - TECDOC-299, Vienna. pp. 133 - 148.
- Peiying, W. 1987. Alkali - tolerant soybean mutant obtained by means of irradiation. Soybean Genetics Newsletter 14 : 89 - 90.
- Peiying, W., W. Lianzheng and Z. Junzheng. 1989. Induced protein content mutation in soybean. Soybean Genetics Newsletter 16 : 38 - 40.
- Rajput, M.A. and G. Sarwar. 1989. Development of high yielding, short stature and early mutant in soybean. Soybean Genetics Newsletter 16 : 55 - 56.
- Sichkar, V.I. 1986. Characteristics of soybean mutants induced by chemical mutagens and gamma rays. Soybean Genetics Newsletter 13 : 199 - 204.
- Smutkupt, S., A. Wongpiyasatid and S. Lamseejan. 1983. Induced mutation for soybean rust resistance. Induced Mutation for Disease Resistance in Crop Plant II. IAEA, Vienna. pp. 203 - 215.
- Tsai, K.H., Y.C.Lu and H.I. Oka. 1974. Mutation breeding of soybean for the resistance to rust disease. SABRAO Journal 6 : 181 - 191.
- Zakri, A.H., B.S. Jalani and K.F.Ng. 1983. Breeding improved soybean through induced mutations. Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III. IAEA-TECDOC-299, Vienna. pp. 149 - 153.