

BA01: ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายโปรตีนสูงโดยการฉายรังสี

* จิตติมา ขณานุรักษ์¹ เบญจมาศ คำสืบ² จุลศักดิ์ บุญรัตน์¹ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ³

¹ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0 2579 4114 โทรสาร 0 2579 7158 E-mail: chitima@doa.go.th

² ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครราชสีมา ค. ลาดบัวขาว อ. สีคิ้ว จ. นครราชสีมา 30340

โทรศัพท์ 0 4432 5048 โทรสาร 0 4432 5212 E-mail: b_kumsueb@yahoo.com

³ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร ถ. เชียงใหม่-พร้าว อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ 0 5311 4121 โทรสาร 0 5311 41267 E-mail: ksssb@yahoo.com

บทคัดย่อ

ทำการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่สำคัญ (เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูง) โดยใช้เทคนิคการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยวิธีการฉายรังสี นำเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จำนวน 5000 เมล็ดไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 200 เกรย์ ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คัดเลือกสายพันธุ์กลายโปรตีนสูงในรุ่น M2-M4 ด้วยวิธี Pedigree method ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครราชสีมา ระหว่างปี 2547-2551 ทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเมล็ด ตามวิธี Kjeldahl ในรุ่น M2 คัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรดี โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบที่ไม่ฉายรังสี พบว่ามีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 45.2% เปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบมีโปรตีนเฉลี่ย 43.0% เมื่อปลูกรุ่น M3 แบบต้นต่อแถว คัดเลือก 4 ต้นต่อแถว พบว่ามีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 43.9% ขณะที่พันธุ์ตรวจสอบ มีโปรตีนเฉลี่ย 42.4% และในรุ่น M4 ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย มีโปรตีนเฉลี่ย 42.8% ส่วนพันธุ์ตรวจสอบ มีโปรตีนเฉลี่ย 42.0% การประเมินผลผลิตถั่วเหลืองในปี 2550-2551 พบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย 4 สายพันธุ์มีโปรตีนเฉลี่ย 42.8% ขณะที่พันธุ์ตรวจสอบที่ไม่ฉายรังสี มีโปรตีนเฉลี่ย 41.2% และมีผลผลิตเฉลี่ย 352-387 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบเชียงใหม่ 60 ระหว่าง 10-20% จะนำถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายที่ให้ผลผลิตและโปรตีนสูงทั้ง 4 สายพันธุ์นี้ไปทดสอบการปรับตัวและประเมินผลผลิตโปรตีนในศูนย์วิจัยและในไร่เกษตรกรต่อไป

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง สายพันธุ์กลาย โปรตีนสูง การฉายรังสีแกมมา

High-Protein Soybean Mutants by Using Irradiation Technique

*C. Yathaputanon¹, B. Kumsueb², J. Bunyarat¹, S. Srisombun³

¹ Nuclear Research in Agriculture Section, Agricultural Chemistry Research Group, APSRDO,

Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

Phone: 0 2579 4114, Fax: 0 2579 7158, E-mail: chitima@doa.go.th

² Nakhon Ratchasima Field Crops Research Center,

Ladbuakao, Amphoe Sikhiu, Nakhon Ratchasima, 30340.

Phone: 0 4432 5048 , Fax: 0 4432 5212, E-mail: b_kumsueb@yahoo.com

³Office of Agricultural and Development Region1, Department of Agriculture,
Chiangmai-Prow Rd. Sansai Chiangmai 50290.

Phone: 0 5311 4121, Fax: 0 5311 41267, E-mail: ksssb@yahoo.com

Abstract

Soybean variety improvement for high seed protein content using induced mutation was initiated. Approximately 5,000 seeds of soybean varieties, Chiang Mai 60 were irradiated with gamma rays at a dose of 200 Grays at Kasetsart University. Kjeldahl method was used to analyze seed protein percentages. M1 to M4 generations were grown at Nakhon Ratchasima Field Crops Research Center during 2004–2008. The Pedigree method of selection was used. The M2 seed was bulked, M2 plants with good agronomic traits were selected compared with an original parent. The average seed protein content of M2 generation was 45.2% while the original parent was 43.0%. M3 plants were grown as plant to row. In each row, the best four plants were selected for protein analysis, average protein content of selected mutant lines was 43.9% while the check variety had average protein content of 42.4%. In M4 generation, the result showed that the selected mutant lines was 42.8% while the check variety had average protein content of 42.0%. In the 2007-2008 trials, four promising mutants had average protein of 42.8% while the check variety had average protein of 41.2%. The four mutants produced mean grain yield of 2.20-2.42 t/ha, 10-21% higher than that of Chiang Mai 60. The mutant lines produced both high grain protein content and grain yield. They will be further tested for their adaptability in the research centers and farmer fields.

Key words: soybean, mutants, high protein, irradiated with gamma rays

1. บทนำ

ถั่วเหลือง [*Glycine max* (L.) Merrill] เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ และเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง พื้นที่ปลูกถั่วเหลือง 1.16 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 2.68 แสนตัน ได้ผลผลิตเฉลี่ย 230 กิโลกรัม/ไร่ มูลค่าประมาณ 3,000 ล้านบาท การผลิตในประเทศไม่พอเพียงต่อความต้องการใช้ โดยในปี 2545 ได้นำเข้าเมล็ดถั่วเหลืองจากต่างประเทศถึง 1.53 ล้านตัน และกากถั่วเหลืองอีก 1.75 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่านำเข้าถึง 29,200 ล้านบาท เมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในประเทศรวมประมาณ 1.87 ล้านตัน มีการใช้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารและการบริโภคประมาณ 10 % หรือประมาณ 1.8 แสนตัน¹ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากประชาชนหันมาให้ความสนใจสุขภาพนิยมบริโภคอาหารที่ทำจากถั่วเหลืองมากขึ้น

การศึกษาโครงการวิจัยนี้เน้นด้านการผลิตวัตถุดิบให้ได้ถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดีได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหาร คือยกระดับโปรตีน(%)ในเมล็ดให้สูงขึ้นเป็นการพัฒนาคุณภาพของถั่วเหลืองซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่สำคัญและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีปริมาณโปรตีน(%)ในเมล็ดสูงขึ้นมักได้ผลผลิตลดลง(negative correlation)² อย่างไรก็ตามมีผลงานวิจัยจำนวนมากในหลายประเทศมีการใช้รังสีแกมมา ชักนำให้เกิดถั่วเหลืองพันธุ์กลายที่ให้ทั้งผลผลิตและโปรตีนสูง เช่น ประเทศอียิปต์³ จีน⁴ และญี่ปุ่น⁵ กลุ่มงานวิจัยนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรร่วมกับสถาบันวิจัยพืชไร่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ได้ดำเนินงานวิจัย ที่สนับสนุนโดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ในการปรับปรุงพันธุ์ และใช้ประโยชน์จากพันธุ์กลายของพืชไร่ที่สำคัญ โครงการวิจัยนี้ใช้รังสีแกมมาชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ให้เกิดถั่วเหลืองพันธุ์กลายที่ให้ผลผลิตและปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูงขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ นับเป็นการเพิ่มมูลค่าการผลิตถั่วเหลืองที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานเกรดอาหารที่เป็นไปตามนโยบายของรัฐบาล และทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

2. วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12
3. สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง

3. วิธีการ

1. นำเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จำนวน 5000 เมล็ดไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 200 เกรย์ ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ปลูกลงถั่วเหลืองโดยใช้ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โดยเริ่มดำเนินการทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่ นครราชสีมา ตั้งแต่เดือนเมษายน 2547
3. รุ่น M1 (ฤดูแล้ง 2547) ปลูกลงถั่วเหลืองที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และพันธุ์ตรวจสอบ ไม่มีการคัดเลือกต้นถั่วเหลืองในรุ่นนี้ ในการเก็บเกี่ยวให้เก็บเมล็ดทุกต้นแบบเก็บรวมเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์
4. คัดเลือกสายพันธุ์กลายโปรตีนสูงในรุ่นM2-M4 ด้วยวิธี Pedigree method ประกอบด้วยประชากรฉายรังสี และประชากรไม่ฉายรังสีเป็นพันธุ์ตรวจสอบ ในประชากรรุ่น M2, M3 และ M4

4.1 รุ่น M2 (ต้นฤดูฝน 2547) คัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และทำการเก็บเกี่ยวโดยคัดเลือกแบบเก็บเมล็ดแยกต้น

4.2 รุ่น M3 (ฤดูแล้ง 2548) ปลุกขยายเมล็ด M3 แบบ 1 ต้นต่อแถว และทำการเก็บเกี่ยวแบบเก็บเมล็ดแยกแถว

4.3 รุ่น M4 (ฤดูฝน 2548) คัดเลือกแถวที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และทำการเก็บเกี่ยวแบบเก็บเมล็ดแยกแถว

5. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเมล็ด โดยวิเคราะห์หาปริมาณ Total Nitrogen ตามวิธีของ Kjeldahl⁶ ดังนี้

5.1 การย่อย (Wet digestion) ชั่งตัวอย่าง 1.000 กรัม ใส่ลงใน kjeldahl flask ขนาด 500 ml เติม catalyst ประมาณ 3 กรัม เติม conc. H_2SO_4 25 ml เขย่าเบาๆ ให้กันดี นำไปย่อยสลายบนเครื่องย่อย (digestion apparatus)

5.2 การกลั่น (Distillation) จากตัวอย่างที่ผ่านการย่อยสลายโดยสมบูรณ์ล้างด้วยน้ำกลั่น ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 250 ml ปรับปริมาตรชุดสารละลายตัวอย่าง 10 ml ใส่ลงในชุดอุปกรณ์กลั่น (distillation apparatus) เติม 40% NaOH 5 ml ทำการกลั่น 10 นาที จับแอมโมเนีย (NH_3) จากปฏิกิริยาที่เกิดจากการกลั่นด้วย 20 ml H_3BO_3 ที่เติม mix indicator

5.3 การไทเตรท (Titration) นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นมาไทเตรทกับสารละลายกรดมาตรฐาน (standard 0.01 N HCl) จนได้ end point คำนวณปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากสูตร

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Nitrogen} \times 6.25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{\text{Normality std. HCl} \times \text{ml (used)} \times 250 \times 100 \times 14}{1000 \times 10 \times \text{wt. sample (g)}}$$

โดย ml (used) คือปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดที่ใช้ หักลบด้วยปริมาณกรดที่ใช้ไทเตรทกับ Blank

6. บันทึกข้อมูล เช่น วันงอก ความสูง อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และปริมาณโปรตีน (%) ในเมล็ด

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

ก่อนนำไปปลูกคัดเลือกเมล็ดในรุ่น M2-M4 ทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ก่อนฉายรังสี พบว่า มีโปรตีนในเมล็ด 40.8% และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองนี้ไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 200 เกรย์ พบว่ามีโปรตีนในเมล็ด 41.2%

ทำการคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายโปรตีนสูงรุ่น M2-M4 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา ระหว่างปี 2547-2548 รุ่นM1ไม่มีการคัดเลือก ค่าวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของถั่วเหลืองรุ่น M2-M4 แสดงในตารางที่ 1 พบว่าในรุ่นM2 คัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรดี โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบที่ไม่ฉายรังสี พบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 45.2% (350 ต้น) เปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบมีโปรตีนเฉลี่ย 43.0% (40 ต้น) เมื่อปลูกรุ่นM3 แบบต้นต่อแถว คัดเลือก 4 ต้นต่อแถวประชากรฉายรังสีมีโปรตีนในเมล็ดเฉลี่ย 43.9% (355 ต้น) ส่วนประชากรไม่ฉายรังสีมีโปรตีนในเมล็ดเฉลี่ย 42.4% (38 ต้น) และในรุ่นM4 ประชากรฉายรังสี มีโปรตีนในเมล็ดเฉลี่ย 42.8% (62 ต้น) ส่วนประชากรไม่ฉายรังสี มีโปรตีนในเมล็ดเฉลี่ย 42.0% (9 ต้น) จากการคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย และค่าวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเมล็ดที่ปลูกรุ่น M2 M3 และ M4 พบว่าปริมาณโปรตีนยังแปรปรวนอยู่บ้างเนื่องจากลักษณะของปริมาณโปรตีนเป็นลักษณะทางQuantitative ที่ควบคุมด้วยยีนส์มากคู่และผันแปรตามสภาพแวดล้อม

การประเมินผลผลิตถั่วเหลืองและผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายที่ปลูกคัดเลือกในปี 2550-2551 แสดงในตารางที่ 2 ในปี 2550 พบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายทั้ง 4 สายพันธุ์มี %โปรตีนสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบเชียงใหม่ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย C80-1, C200-3, C11-4 และ C26-4 มี%โปรตีนเท่ากับ 43.6, 42.9, 42.5 และ 42.2 % ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ 2.5, 1.8, 1.4 และ 1.1% ตามลำดับ ในปี 2551 ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายทั้ง 4 สายพันธุ์มี%โปรตีนสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ โดยถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย C200-3 และC11-4 มี%โปรตีนเท่ากับ 42.7 และ 42.9% ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 1.4 และ 1.6% ตามลำดับ ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย C80-1 และC26-4 มี%โปรตีนเท่ากับ 42.6 และ 42.4% ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 1.3 และ 1.1% ตามลำดับ เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยของ%โปรตีนและผลผลิตทั้ง 2 ปีพบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย C80-1, C200-3, C11-4 และ C26-4 ให้โปรตีนเฉลี่ย 42.75% ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ 1.55% และให้ผลผลิตเฉลี่ย 382, 387, 358 และ 352 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับซึ่งสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบเชียงใหม่ 60 ระหว่าง 10-20% จะนำถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายที่ให้ผลผลิตและโปรตีนสูงทั้ง 4 สายพันธุ์นี้ไปทดสอบการปรับตัวและประเมินผลผลิตโปรตีนในศูนย์วิจัย และในไร่เกษตรกรต่อไป

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายของพันธุ์เชียงใหม่ 60 และพันธุ์ตรวจสอบที่ไม่ฉายรังสี ในรุ่น M2-M4 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา ระหว่างปี 2547-2548

รุ่น	สายพันธุ์ เมล็ดถั่วเหลือง	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณโปรตีน(%)	
			ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	% ที่เพิ่มขึ้น
M2	สายพันธุ์ตรวจสอบ	40	43.0 $\pm$ 0.9	2.2
	สายพันธุ์กลาย	350	45.2 $\pm$ 1.7	
M3	สายพันธุ์ตรวจสอบ	38	42.4 $\pm$ 2.15	1.5
	สายพันธุ์กลาย	355	43.9 $\pm$ 1.97	
M4	สายพันธุ์ตรวจสอบ	9	42.0 $\pm$ 1.0	0.8
	สายพันธุ์กลาย	62	42.8 $\pm$ 1.1	

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีนและผลผลิตเฉลี่ยของเมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายเชียงใหม่ 60 ในการประเมินผลผลิตถั่วเหลืองในปี 2550-2551 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา

สายพันธุ์กลาย/พันธุ์ เมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณโปรตีน(%) *			ผลผลิต(กิโลกรัม/ไร่) *		
	2550	2551	เฉลี่ย 2ปี	2550	2551	เฉลี่ย 2ปี
สายพันธุ์กลาย C80-1	43.6 a	42.6 ab	43.10	346 ab	419 a	382
สายพันธุ์กลาย C200-3	42.9 b	42.7 a	42.80	378 a	395 a	387
สายพันธุ์กลาย C11-4	42.5 b	42.9 a	42.70	365 a	354 a	358
สายพันธุ์กลาย C26-4	42.2 b	42.4 ab	42.30	314 abc	390 a	352
พันธุ์ตรวจสอบเชียงใหม่ 60 (ค่าเฉลี่ย)	41.1 c	41.3 b	41.20	308 abc	330 a	320
สายพันธุ์กลาย 4 สายพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย)	42.8	42.7	42.75	351	390	370
CV (%)	0.9	1.7	-	38.8	14.5	-

* ค่าที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันของเมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย 4 สายพันธุ์ และพันธุ์เชียงใหม่ 60 (ไม่ฉายรังสี) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณโดยวิธี DMRT

5. สรุป

จากค่าวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเมล็ด ที่ปลูกทุกรุ่น M2-M4 และการประเมินผลผลิต ของถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายเชียงใหม่ 60 มีโปรตีนในเมล็ดเฉลี่ยสูงกว่าปริมาณโปรตีนของพันธุ์ตรวจสอบ

ที่ไม่ฉายรังสี 1.1 ถึง 3.5% แสดงให้เห็นว่าการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมาในประชากรถั่วเหลืองฉายรังสีเกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะปริมาณโปรตีน จึงมีโอกาสูงที่จะคัดเลือกได้ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายโปรตีนสูงที่ให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูงกว่าพันธุ์แม่อย่างน้อย 1.5% หรือให้ผลผลิตโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 3 กิโลกรัมต่อไร่เป็นการเพิ่มมูลค่าการผลิตถั่วเหลืองที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานเกรดอาหาร ที่เป็นไปตามนโยบายของรัฐบาล ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากถั่วเหลืองเกรดละ (กิโลกรัมละ 10.00 บาท) เป็นเกรดคุณภาพ (กิโลกรัมละ 12.50 บาท) เท่ากับเพิ่มมูลค่าอย่างน้อย 2.50 บาท/กิโลกรัม หรือมีรายได้เพิ่มขึ้นอย่างน้อยไร่ละ 575 บาท (คิดจากผลผลิต 230 กก./ไร่) โดยภาคเอกชนสามารถนำถั่วเหลืองโปรตีนสูงเหล่านี้ไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าทางโภชนาการ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ(IAEA)ในโครงการความร่วมมือทางวิชาการระหว่างประเทศในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก IAEA/RAS/5/040 Enhancement of Genetic Diversity in Food, Pulses and Oil Crops and Establishment of Mutant Germplasm Network ที่ให้การสนับสนุนทางวิชาการและเห็นความสำคัญในการพัฒนาการผลิตพืช เน้นการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้ induced mutation ให้ได้พืชที่มีคุณภาพและผลผลิตดี งานปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลายโปรตีนสูงโดยการฉายรังสีเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในโครงการที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมงานและขอขอบคุณ นักวิชาการ และลูกจ้างทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยเรื่องนี้

7. เอกสารอ้างอิง

1. สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2546. นโยบายและมาตรการถั่วเหลืองปี 2546. กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. 25 หน้า.
2. Hartwig, E.E. and Kilen, T.C., 1991. Yield and Composition of Soybean Seed from Parents with Different Protein, Similar Yield. Crop Science 31: 250-292.
3. EL-Bagoury, O.F., Mohammed, F.A., Ashoub, M.A., Hashim, M.F. and Magharby, G.M., 1999. Seed Yield and Seed Quality of Soybean as Influenced by Pre-Planting Gamma Irradiation and Spraying Plants with GA3. Proceedings of World Soybean Research Conference VI. August 4-7, 1999. Chicago, Illinois, USA. p 585.
4. Wang, L.Q., 1991. Induced Mutation for Crop Improvement in China. Plant Mutation Breeding for Crop Improvement Volume I. IAEA, Vienna. p. 9-32.

5. Kawai, T. and Amano, E., 1991. Mutation Breeding in Japan. Plant Mutation Breeding for Crop Improvement Volume I. IAEA, Vienna, p. 47-66.
6. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.), Official Methods of Analysis, Eleventh Edition, Benjamin Franklin Station Washington, D.C. (1970). pp. 1015.