

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์

Soybean Variety Improvement Using Mutation Techniques

สมศักดิ์ ศรีสมบัติ¹ มณฑา นันทพันธ์²
Somsak Srisombun¹ Montha Nuntapunt²

ABSTRACT

Induced mutation techniques had been used to improve soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] varieties in Thailand since 1971. There were several objectives mainly disease resistance (rust, purple seed stain, crinkle leaf virus and anthracnose) including the improvement of agronomic traits (non seed shattering, short stature and early maturity), lower number of green seeds and saline soil tolerance. The accomplishment of the breeding was only from rust tolerance program. Soybean seeds of SJ4 cultivar were irradiated with a dose of 150 Gy gamma ray. A mutant variety Doikum showed lower rust infections and gave 15% greater grain yield than that of the original SJ4 cultivar under epiphytotic conditions of the yield trials conducted during 1982 - 1985. Another experiment, soybean seeds of Chiang Mai 60 cultivar were treated with 100 Gy gamma rays. A new mutant line CM60-10kr-71 showed resistant to the rust disease. The line gave mean yield of 2.64 t/ha compared with 1.61 t/ha of Chiang Mai 60 under natural infection conditions of the yield trials conducted during 1995 - 1996. This elite line is being tested for yield and adaptability in farmers fields to support release.

Keywords: soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill], induced mutation, soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.)

1 สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900 โทรศัพท์ 0-2940-6841 โทรสาร 0-2561-3486

1 Field Crops Research Institute, Department of Agriculture, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Tel. 0-2940-6841 Fax. 0-2561-3486

2 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290 โทรศัพท์ 0-5349-8536 โทรสาร 0-5349-8537

2 Chiang Mai Field Crops Research Center, Nongharn, Sansai, Chiang Mai 50290 Tel. 0-5349-8536 Fax. 0-5349-8537

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติดีกว่าเดิมนั้น สิ่งสำคัญ คือ การสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม นอกจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อแม่ที่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมแล้ว ยังมีการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ แล้วตามด้วยการคัดเลือกงานวิจัยทางด้านนี้ของประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ปี 2514 มีหลายวัตถุประสงค์ ส่วนใหญ่เน้นทางด้านต้านทานโรค คือ โรคราสนิม โรคเมล็ดสีม่วง โรคใบยอดย่น และโรคแอนแทรกโนส นอกจากนี้เป็นการปรับปรุงลักษณะทางการเกษตร เมล็ดเขียวและทนดินเค็ม ที่สำเร็จนำมาใช้ประโยชน์ได้ คือ ปรับปรุงพันธุ์ต้านทานโรคราสนิม จากการนำเมล็ดพันธุ์ สจ.4 ไปฉายรังสีแกมมา ในที่สุดได้พันธุ์ดอยคำ เป็นโรคราสนิมน้อยและให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ สจ. 4 ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพการเป็นโรค อีกรงานวิจัยมีการนำเอาเมล็ดพันธุ์เชียงใหม่ 60 ไปฉายรังสีแกมมา ผลจากการคัดเลือกได้สายพันธุ์ต้านทานโรค CM60-10kr-71 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 423 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์เชียงใหม่ 60 ได้ 257 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพเกิดโรคตามธรรมชาติ สายพันธุ์นี้นำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์และอยู่ระหว่างการทดสอบการให้ผลผลิตในไร่เกษตรกร

คำหลัก : ถั่วเหลือง การกลายพันธุ์ โรคราสนิม

คำนำ

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง [*Glycine max* (L.) Merrill] เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติดีกว่าเดิมนั้น สิ่งสำคัญคือ การสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมให้เกิดขึ้น นอกจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ที่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมแล้ว ยังมีการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (ซึ่งทำให้มีอัตราการกลายพันธุ์สูงกว่าการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ) โดยใช้สิ่งที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ เช่น รังสี หรือสารเคมี เมื่อเกิดการกลายพันธุ์

และตามด้วยการคัดเลือก ตามวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ ทำให้มีโอกาสสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ ลีรุษ (2536) ได้สรุปไว้ว่า งานวิจัยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เริ่มตั้งแต่ปี 2471 โดย L.J. Stadler นำเมล็ดข้าวบาร์เลย์มาฉายด้วยรังสีเอ็กซ์ พบว่า มีอัตราการกลายพันธุ์สูงกว่าเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จึงเกิดเทคนิคขึ้นที่เรียกว่า การปรับปรุงพันธุ์โดยการกลายพันธุ์ (mutation breeding) อย่างไรก็ตาม จากการประชุม FAO/IAEA Seminar on Mutation Techniques and Molecular Genetics เมื่อวันที่ 11 - 15 ตุลาคม 2542 ที่ประเทศฟิลิปปินส์ ที่ประชุมให้ใช้คำว่า mutation techniques แทนคำว่า mutation breeding โดยถือว่าเป็นเทคนิคในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์พืช สำหรับในประเทศไทย เริ่มมีการใช้เทคนิคชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ใน ถั่วเหลืองตั้งแต่ปี 2514 (อาวุธ, 2536) และมีการวิจัยต่อมาจนปัจจุบัน ในบทความนี้เป็น การรวบรวมงานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในประเทศไทยในช่วง 30 ปี ระหว่างปี 2514 - 2543 ซึ่งงานส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อต้านทานโรค

ปรับปรุงพันธุ์เพื่อต้านทานโรค

โรคราสนิม

โรคราสนิมมีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Phakopsora pachyrhizi* Syd. โรคนี้มักระบาดทำความเสียหายกับถั่วเหลืองในฤดูฝนเขตภาคเหนือตอนบน เช่น ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ในเขตภาคเหนือตอนล่างที่จังหวัดตาก และภาคกลางของประเทศในฤดูแล้ง เมื่อมีฝนตกติดต่อกันนานหลายวันและมีอากาศเย็นในบางปี อาการของโรค จะพบจุดสีสนิมเล็กจนถึงสีน้ำตาลแดง ซึ่งมีลักษณะเป็นขุยผงที่ได้ใบถั่วเหลือง เมื่อโรคระบาดรุนแรงพบอาการบนลำต้นและกิ่งด้วย ในที่สุดใบไหม้และร่วง มีผลทำให้ฝักลีบ เมล็ดเล็ก โรคนี้ทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 ลดลงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ (มณฑา, 2535)

เนื่องจากยังไม่พบแหล่งพันธุกรรมของความต้านทานโรคนี้
อย่างแท้จริงในพันธุ์ปลูกของถั่วเหลืองในปัจจุบัน จึงมี
นักวิจัยหลายรายที่พยายามใช้วิธีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์
เพื่อคัดเลือกพันธุ์ให้ต้านทานโรคราสนิม

งานวิจัยเริ่มจาก ดร.สุมินทร์ สมุทคุปต์ นำเมล็ด
ถั่วเหลือง 10 สายพันธุ์/พันธุ์ ไปฉายรังสีแกมมาที่มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ ในระดับ 150 และ 300 เกรย์ ในปี 2522
ผลจากการคัดเลือกได้ 8 สายพันธุ์ นำเข้าประเมินผลผลิต
ปี 2525 - 2528 ในที่สุดได้สายพันธุ์ 81-1-038 ซึ่งคัดเลือก
จากพันธุ์ สจ. 4 ฉายรังสีที่ 150 เกรย์ ต่อมา ใช้ชื่อสายพันธุ์
นี้ว่า "ดอยคำ" เนื่องจากโครงการหลวงได้สนับสนุนการทดสอบ
และการประเมินผลจนสามารถได้พันธุ์ให้เกษตรกรปลูก
พันธุ์ดอยคำมีความคล้ายกับพันธุ์ สจ. 4 แต่สามารถ
แยกความแตกต่างจากพันธุ์ สจ. 4 ได้ในขณะที่มีโรคราสนิม
รุนแรง โดยพันธุ์ดอยคำยังคงมีใบสีเขียวเข้มกว่า (สุมินทร์,
2537) ความดีเด่นของพันธุ์ดอยคำจะปรากฏให้เห็นชัด
เมื่อโรคราสนิมระบาด คือ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ สจ. 4
ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเมล็ดใหญ่กว่าพันธุ์ สจ. 4
ประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าในสภาพปราศจากโรค
ผลผลิตของทั้ง 2 พันธุ์ ใกล้เคียงกัน (สิรินุช, 2536)
นอกจากนี้ สุมินทร์ (2537) ยังได้รวบรวมงานวิจัยที่แสดง
ให้เห็นถึงความดีเด่นของพันธุ์ดอยคำเพิ่มเติม คือ ทนแล้ง
ได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 4 และต้านทานโรค Soybean Crinkle
Leaf ซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัส อีกด้วย

ต่อมา มณฑา และคณะ (2535, 2536 ก) ได้นำ
เมล็ดซั่วที่ 4 หรือ M_4 (ซึ่งเป็นเมล็ดที่ได้จากการฉายรังสี
แกมมาเมล็ดถั่วเหลืองอัตรา 100, 150 และ 200 เกรย์
จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้ต้านทานโรค
แอนแทรกโนส) มาปลูกคัดเลือกให้ต้านทานโรคราสนิมในฤดู
ฝนปี 2532 - 2536 ที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
จากผลการคัดเลือกในสภาพการเกิดโรคตามธรรมชาติ
ในที่สุด คัดเลือกได้เพียง 1 สายพันธุ์ คือ CM60-10kr-71
เป็นสายพันธุ์ที่ได้มาจากพันธุ์เชียงใหม่ 60 ฉายรังสีแกมมา
ที่ 10 กิโลแหรด (100 เกรย์) ซึ่งมณฑา และคณะ (2537 ค)
พบว่า การเกิดโรคราสนิมที่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลงนั้น

สาเหตุสำคัญอยู่ที่โรคทำให้ขนาดเมล็ดเล็กลง โดยไม่มีผล
ต่อความสูงและจำนวนข้อ กิ่ง และฝัก ซึ่งผลจากการศึกษา
ของมณฑา และคณะ (2541) ที่จังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2538
และ 2539 พบว่า สายพันธุ์ CM60-10kr-71 มีอัตราความ
ก้าวหน้าความรุนแรงของ โรคราสนิมช้ากว่าพันธุ์ สจ. 5
และเชียงใหม่ 60 ขณะเดียวกันมีเปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบที่เป็น
โรคในระดับต่ำเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ และ 6 เปอร์เซ็นต์ ของ
แต่ละปีตามลำดับ และให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการ
เป็นโรคเมื่อไม่พ่นสารมีเปอร์เซ็นต์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ
พันธุ์ สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 โดยในปี 2538 ผลผลิต
เพิ่มขึ้น 8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ สจ. 5 และเชียงใหม่ 60
ลดลง 37 เปอร์เซ็นต์ และ 12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ
ในปี 2539 ผลผลิตลดลงเพียง 17 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่
พันธุ์ สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 ลดลง 43 เปอร์เซ็นต์ และ
41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ในปี 2542-2543
สายพันธุ์นี้กำลังได้รับการตรวจสอบการเป็น โรคราสนิม
ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ที่จังหวัดตาก ซึ่งจะมีการรวบรวม
ข้อมูลเพื่อทำการวิจัยปรับใช้ในไร่เกษตรกรต่อไป นอกจากนี้
สายพันธุ์นี้ได้นำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในโครงการปรับปรุง
พันธุ์ อีกด้วย

งานวิจัยล่าสุด ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์
โดยฉายรังสีแกมมาเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ต้านทานโรคราสนิม
เป็นงานวิจัยของ Srisombun *et al.* (1999) เนื่องจาก
ถั่วเหลืองพันธุ์สุโขทัย 2 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 60
ประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่สามารถแนะนำให้ปลูกในเขต
ภาคเหนือตอนบน โดยมีสาเหตุจากพันธุ์นี้อ่อนแอมาก
ต่อโรคราสนิม จึงได้นำเมล็ดพันธุ์สุโขทัย 2 ไปฉายรังสี
แกมมา ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในระดับ 150 เกรย์
ผลการทดสอบการเป็นโรคราสนิมตามสภาพธรรมชาติ
ในฤดูฝนปี 2541 ที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
คัดเลือกมาได้เพียง 3 สายพันธุ์ อย่างไรก็ตามเมื่อมีการนำ
ไปทดสอบความต้านทานโรคอีกครั้งในฤดูฝน ปี 2543 ที่
อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นแหล่งปลูกที่มีสภาพ
แวดล้อมเหมาะสมต่อการเกิดโรคราสนิมมาก พบว่า ทั้ง 3
สายพันธุ์อ่อนแอต่อโรคทั้งหมด

ความพยายามในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง ให้ต้านทานโรคราสนิม โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ก็ได้รับความสนใจจากคณะนักวิจัยของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดำเนินการโดยการแช่เมล็ดพันธุ์ของพันธุ์ สจ. 4 เชียงใหม่ 60 และดอยคำ ในสารเคมี EMS (Ethyl Methanesulfonate) ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ จากการตรวจสอบการเกิดโรค ราสนิม โดยสภาพธรรมชาติที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า ในกลุ่มสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากพันธุ์ สจ. 4 และดอยคำ เป็นโรคราสนิมระดับต่ำกว่าพันธุ์ต้นกำเนิดเดิม (ชาตรี และคณะ, 2537) อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบรายงานความก้าวหน้าจนได้สายพันธุ์ต้านทานโรคราสนิม ที่สามารถแนะนำให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้า

โรคเมล็ดสีม่วง

โรคเมล็ดสีม่วง มีเชื้อสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu) Gardner มีอาการที่เห็นชัดเป็นสีชมพูหรือสีม่วงอ่อนถึงม่วงแก่ที่เปลือกเมล็ดแก่ (มณฑา, 2535) พบว่า โรคนี้ไม่มีผลต่อผลผลิต แต่จะมีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีสีม่วงปรากฏประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่เปลือกเมล็ด จะมีความงอกลดลงเหลือ 64 เปอร์เซ็นต์ จากเมล็ดปกติ (ที่ไม่ปรากฏสีม่วงที่เปลือกเมล็ด) ซึ่งมีความงอก 81 เปอร์เซ็นต์ (ศรีสุข และสมศักดิ์, 2530) เมื่อมีการพิจารณารับรองพันธุ์สุโขทัย 1 ในปี 2529 พบว่าพันธุ์นี้อ่อนแอต่อโรครามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปลูกในต้นฤดูฝน (พฤษภาคม - มิถุนายน) โดยพบโรครันประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 เป็นโรคในระดับต่ำประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2529) จึงได้มีการนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์สุโขทัย 1 ไปฉายรังสีแกมมาอัตรา 150 และ 300 เกรย์ ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี 2525 ซึ่งขณะนั้น ใช้ชื่อสายพันธุ์ 16-4 เริ่มปลูกในฤดูแล้งปี 2526 ต่อมาปลูกคัดเลือกในสภาพการเกิดโรคตามธรรมชาติ โดยกำหนดช่วงปลูกต้นฤดูฝน เพื่อให้เหมาะสมต่อการเกิดโรค ดำเนินการในปี 2526, 2527

และ 2528 ในที่สุดคัดเลือกได้ 11 สายพันธุ์ (สมศักดิ์ และคณะ, 2531) เป็นสายพันธุ์จากการฉายรังสี 150 เกรย์ จำนวน 10 สายพันธุ์ และจากการอบรังสี 300 เกรย์ได้มาเพียง 1 สายพันธุ์ การฉายรังสีที่ 300 เกรย์ เป็นอัตราที่เกินกว่าอัตราเหมาะสมที่กำหนด โดย IAEA (อัตราเหมาะสมคือ 100 - 200 เกรย์) (IAEA, 1977 อ้างโดยสิรินุช, 2536) น่าจะเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้มีโอกาสได้สายพันธุ์กลายตามวัตถุประสงค์น้อย คือ ได้มาเพียง 1 สายพันธุ์ จากสายพันธุ์กลายที่ได้มา (Table 2) ถือว่า ประสิทธิภาพสำเร็จตามวัตถุประสงค์ คือ ได้สายพันธุ์ที่แสดงอาการโรคเมล็ดสีม่วงต่ำ ระหว่าง 0.3 - 3.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอต่อโรค คือ พันธุ์สุโขทัย 1 เป็นโรคประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม พันธุ์ดั้งเดิม สุโขทัย 1 ไม่แสดงการเป็นโรคใบจุดนูน แต่สายพันธุ์กลายกลับเป็นโรคใบจุดนูนทุกสายพันธุ์ รวมทั้งมีโอกาสเป็นโรคราน้ำค้างมากกว่าพันธุ์ดั้งเดิม สุโขทัย 1 ด้วย (Table 2) จึงเป็นข้อเสียที่สำคัญที่สายพันธุ์เหล่านี้ไม่ได้รับการวิจัยต่อจนถึงขั้นแนะนำให้ถึงมือเกษตรกรปลูกเป็นการค้า

โรคใบยอดย่น

โรคนี้มีสาเหตุเกิดจากเชื้อไวรัส Soybean Crinkle Leaf Virus โดยมีแมลงหิวข้าว (*Bemisia tabaci* Gennadius) เป็นพาหะนำโรค อาการของโรคที่สำคัญ คือ ระยะแรกด้านบนของใบจะเห็นเส้นใบขี้สีก ใบนูนเป็นรูปถ้วย บิดเบี้ยว บางครั้ง มีอาการใบงอแง ที่ใต้ใบ อาจจะมีเส้นใบหดสั้นเป็นร่างแหสีเขียว (vein enation) การติดฝักน้อยลง ฝักหดสั้น แบนหรือบิดเบี้ยว ถ้าเป็นโรคในระยะที่มีใบประกอบ 3 - 5 ชุด ทำให้ต้นถั่วเหลืองแคระแกร็น ถั่วเหลืองที่เป็นโรคนี้อาจผลิตลดลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (มณฑา, 2535) พบการระบาดของโรคนี้ในพื้นที่กว้างขวางในจังหวัดสุโขทัยปี 2527 (อลงกรณ์ และคณะ, 2534) จึงมีความพยายามในการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรคนี้อย่าง การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองของพันธุ์นครสวรรค์ 1 สจ. 5 สุโขทัย 1 และ เชียงใหม่ 60 ไปฉายรังสีแกมมาอัตรา 150 และ 250 เกรย์ ที่มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์ ปลูกข้าวที่ 1 ในฤดูแล้งปี 2530 และปลูกเพื่อคัดเลือกตามสภาพธรรมชาติในฤดูฝนปี 2530 และปี 2531 ที่สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย พบว่าไม่มีสายพันธุ์กลายใดที่ต้านทานต่อโรคใบยอดย่น (อลงกรณ์ และคณะ, 2534) ในระยะต่อมา การระบาดของโรคลดน้อยลงจนไม่มีความสำคัญ และเริ่มพบมากอีกในช่วงปี 2540 - 2543 ในทุกแหล่งปลูกถั่วเหลือง คณะนักวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ได้ปลูกศึกษาหลายๆ พันธุ์ในสภาพพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงหวัชขาว เปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารในฤดูฝนปี 2542 พบว่า ในสภาพไม่พ่นสารกำจัดแมลงหวัชขาวนั้น พันธุ์เชียงใหม่ 60 และ มข. 35 เป็นโรครุนแรง ในขณะที่พันธุ์สุโขทัย 2 และเชียงใหม่ 3 ไม่พบอาการของโรคตามสภาพธรรมชาติ (ตรวจสอบโรคในระยะติดฝัก) (ข้อมูลที่ยังไม่ได้ตีพิมพ์จาก อมรา ไตรศิริ, 2542) ทำให้มีความหวังสำหรับการผสมพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคในอนาคต ปัญหาที่รบกวนการพิสูจน์คือ พันธุ์ต้านทานนั้น ต้านทานแมลงพาหะหรือต้านทานเชื้อไวรัส

โรคแอนแทรคโนส

โรคแอนแทรคโนส มีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* Schw. มณฑา (2535) ได้สรุปไว้ว่าโรคนี้เข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง เชื้อสาเหตุสามารถติดไปกับเมล็ด ทำให้เกิดแผลสีดาบนใบเลี้ยงคู่ ถ้าเป็นโรครุนแรง พบอาการยอดไหม้ (tip blight) และต้นกล้าตายในที่สุด เนื่องจากเชื้อโรคมีระยะการพักตัวนาน (latent infection) จึงพบอาการส่วนใหญ่ที่เห็นชัดด้วยตาเปล่า ในระยะการเจริญเติบโตหลังๆ เช่นในระยะฝักเริ่มสร้างเมล็ด โดยพบอาการบนฝักมีแผลสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ ในบางครั้ง จะพบจุดสีดำเล็กๆ เรียงตัวเป็นรูปวงแหวนซ้อนกันเป็นชั้นๆ ทำให้ฝักลีบในระยะใกล้เก็บเกี่ยวจะปรากฏอาการดังกล่าวชัดเจนมาก ส่วนอาการบนลำต้น กิ่ง และก้านใบ จะพบจุดสีดำเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป ผลเสียหาย คือ ทำให้คุณภาพเมล็ดต่ำ เมล็ดลีบ ความมอดลดลง และผลผลิตลดประมาณ 16 - 26 เปอร์เซ็นต์

ศุภชัย และคณะ (2533, 2534) รายงานไว้ว่าเนื่องจากไม่มีพันธุ์ต่อต้านทานโรคนี้ และยังหาแหล่งพันธุกรรมต้านทานไม่ได้ จึงทำการปรับปรุงพันธุ์ โดยนำเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลือง 8 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ สจ. 1 สจ. 2 สจ. 4 สจ. 5 สุโขทัย 1 นครสวรรค์ 1 เชียงใหม่ 60 และสายพันธุ์ 7608-25-4 มาฉายรังสีแกมมา พันธุ์ละ 3 ระดับ คือ 100, 150 และ 200 เกรย์ ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ โดยเริ่มปลูกข้าวที่ 1 (M_1) ในฤดูแล้งปี 2531 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ คัดเลือกต้นปกติมา 100 ต้นต่อพันธุ์ต่อระดับฉายรังสี นวดแยกต้นนำมาปลูกเป็นต้นต่อแถวเป็นข้าวที่ 2 (M_2) ในฤดูฝนปี 2531 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่และสถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง เนื่องจากไม่พบการระบาดของโรค จึงเก็บเกี่ยวทุกต้น ต้นละฝัก ในช่วงที่ 3 (M_3) ไม่พบรายงานการคัดเลือกพันธุ์ แต่ในช่วงที่ 4 (M_4) มณฑา และคณะ (2536 ข) รายงานไว้ว่า ปลูกในฤดูฝนปี 2533 จำนวน 122 สายพันธุ์ ที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ มีการปลูกเชื้อแอนแทรคโนสในสภาพไร่ ตรวจสอบอาการบนฝักในระยะที่ติดเมล็ดโตเต็มที่ เลือกได้บางสายพันธุ์ที่แสดงอาการของโรคบนฝักในระดับต่ำ นำมาปลูกตรวจสอบอีกครั้งในช่วงที่ 5 (M_5) ในฤดูฝนปี 2534 (มณฑา และคณะ, 2537 ข) จำนวน 11 สายพันธุ์ เป็นสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากพันธุ์เชียงใหม่ 60 ทั้งหมด มีการปลูกเชื้อและปลูกสายพันธุ์ดังกล่าวในสถานที่เดิม พบว่า ได้เพียง 1 สายพันธุ์ที่ไม่พบอาการของโรคบนฝัก และได้นำไปตรวจสอบ พบว่ามีเชื้อแอนแทรคโนสติดไปกับเมล็ดเพียงประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ มิ่งงานวิจัยของ ชาตรี และคณะ (2537) นำเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 4 เชียงใหม่ 60 และดอยคำ มาเชื้อในสารเคมี EMS ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ หลังจากคัดเลือกต้นที่มีลักษณะการเกษตรดีในช่วงที่ 2 (จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรคราสนิม) นำมาปลูกเป็นข้าวที่ 3 (M_3) ในฤดูฝนปี 2536 ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า มีความแปรปรวน ในการต้านทานโรคแอนแทรคโนส ในบรรดา 3 พันธุ์ที่ใช้ดังกล่าว สายพันธุ์ที่ได้จากพันธุ์ สจ. 4 มีจำนวนต้นอ่อน ที่ถูกเชื้อเข้าทำลายต่ำ

เพียง 27 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าพันธุ์ สจ.4 เดิมซึ่งถูกเชื้อเข้าทำลายมากถึง 76 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น ไม่พบรายงานความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์จนถึงขั้นสุดท้ายที่จะได้สายพันธุ์สำหรับแนะนำให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้า

กล่าวโดยสรุป การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้ต้านทานโรคแอนแทรกโนส โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์นี้ ถือว่า ประสบผลสำเร็จในระดับหนึ่ง ผลงานวิจัยของมณฑล และคณะ (2537 ข) นั้น ถือว่า ได้สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสบนฝัก เนื่องจากโรคนี้เข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโต การคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่ต้านทานโรคในแต่ละส่วน จะมีส่วนสำคัญต่อการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อแม่ที่ต้านทานโรคในส่วนต่างๆ และรวมลักษณะต้านทานเข้าไว้ในรุ่นลูกในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในปัจจุบัน พบเพิ่มเติมว่า ถั่วเหลืองผิวดำพันธุ์ลูโซทัย 3 มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสในระยะเมล็ดและต้นกล้า (กรมวิชาการเกษตร, 2542)

ปรับปรุงลักษณะทางการเกษตรและ

ลักษณะเมล็ดเขียว

ลักษณะฝักเหนียว

อาวูธ (2536) ได้รายงานว่ ถั่วเหลืองพันธุ์ Bonminori จากประเทศญี่ปุ่น ที่นำเข้ามาปลูก มีลักษณะที่น่าสนใจคือ เมล็ดใหญ่ แต่ฝักแตกง่าย ในปี 2514 จึงนำเมล็ดไปฉายรังสีแกมมาเพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ จากผลการศึกษาที่สถานีการเกษตรอุทง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าไม่สามารถคัดเลือกลักษณะที่ต้องการได้

ต้นเตี้ยและอายุสั้น

จากการฉายรังสีพันธุ์ สจ. 4 โดยรังสีแกมมา และสามารถคัดเลือกได้พันธุ์ดอยคำ ซึ่งต้านทานโรคราสนิมดีกว่าพันธุ์ สจ. 4 แต่เนื่องจากพันธุ์ดอยคำมีลำต้นค่อนข้างสูงและล้ม และมีอายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างยาว จึงนำพันธุ์ดอยคำไปฉายรังสีแกมมาที่ 200 เกรย์ ในปี 2530 เพื่อต้องการคัดเลือกพันธุ์ที่มีต้นเตี้ยลง อายุสั้นลง แต่ยังคงให้ผลผลิต

สูงและต้านทานโรคราสนิม จากการคัดเลือกในช่วงที่ 2 ได้มา 9 สายพันธุ์ นำเข้าประเมินผลผลิต พบว่า มีเพียง 1 สายพันธุ์ คือ 58608 ที่มีต้นเตี้ยและอายุสั้นกว่าพันธุ์ดอยคำ ตามวัตถุประสงค์ แต่ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 270 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ดอยคำประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามในรายงาน ไม่ได้ระบุระดับความต้านทานโรคราสนิมของสายพันธุ์นี้ (อรุณี และคณะ, 2537) การคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่ต้นเตี้ยลง อาจมีผลทำให้จำนวนข้อลดลง ซึ่งแน่นอน จะส่งผลให้องค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ คือ จำนวนฝักต่อต้นลดลงด้วย เนื่องจากฝักเกิดจากดอกบนข้อของลำต้น ดังนั้น ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้นเตี้ยลง จึงควรเน้นการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความยาวระหว่างข้อสั้นลง โดยคงรักษาจำนวนข้อต่อต้นไว้

ลักษณะเมล็ดเขียว

จากปัญหาของพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่มีปริมาณเมล็ดเขียวเกิดขึ้นมาก ส่งผลให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่ำ โดยมีความงอกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง ได้ใช้รังสีแกมมา ระดับ 250 เกรย์ ฉายเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เพื่อชักนำให้เกิดความแปรปรวน/กลายพันธุ์ แล้วคัดเลือกให้มีเมล็ดเขียวน้อยลง ซึ่งคาดว่า จะทำให้เมล็ดมีคุณภาพดีขึ้น เก็บรักษาไว้ได้นาน ได้คัดเลือกต้นกลายช่วงที่ 2 (M₂) 307 ต้น จากการปลูกในฤดูแล้งปี 2537 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่ โดยเป็นต้นที่ไม่มีเมล็ดสีเขียว (จินดา และคณะ, 2537) ซึ่งต่อมา ได้มีการคัดเลือกต้นของสายพันธุ์ที่มีปริมาณเมล็ดสีเขียวต่ำอีกครั้ง ในฤดูแล้งปี 2541 และนำมาปลูกเป็นแถวในฤดูฝนปี 2541 พบว่า มีการล้มของต้นมาก และเป็นโรคเมล็ดสีม่วงมากกว่าปกติ จึงไม่ได้คัดเลือกไว้

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการฉายรังสี

นอกจากมีการฉายรังสีเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแล้ว การฉายรังสียังสามารถทำได้กับส่วนเนื้อเยื่อของถั่วเหลือง เพื่อให้เกิดการกลายพันธุ์ การศึกษาทางด้านนี้ถือว่าเป็นงานเริ่มต้น ที่อาจมีประโยชน์นำไปใช้กันมากขึ้นในอนาคต

โดยที่ สิรินุช และคณะ (2537) ได้นำฝักอ่อนของถั่วเหลือง พันธุ์ดอยคำที่มีเมล็ดอ่อนขนาด 4 - 6 มิลลิเมตร มาฉายรังสีแกมมาที่อัตรา 3, 5 และ 10 เกรย์ แล้วแกะเอาใบเลี้ยงอ่อนมาเลี้ยงบนอาหารได้ 30 วัน พบว่า ใบเลี้ยงจากฝักอ่อนที่ได้รับรังสี 3 เกรย์ กระตุ้นการเจริญเติบโตให้เป็น embryo ได้มากที่สุด (40 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่เนื้อเยื่อปกติ (0 เกรย์) เกิด embryo เพียง 14 เปอร์เซ็นต์ รังสีระดับ 3 เกรย์ มีผลทางด้าน stimulation effect แต่รังสีที่สูงถึง 20 เกรย์ มีผลทางด้าน inhibition effect คือ เกิด embryo เพียง 12 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น อีกรงานวิจัยหนึ่งที่ สิรินุช และคณะ (2537) ศึกษาไว้ คือ นำเอาใบเลี้ยงอ่อนของพันธุ์ KUSL 20004 ไปเลี้ยงบนอาหารประมาณ 4 สัปดาห์ จนได้ embryo แล้ว จึงนำ embryo ไปฉายรังสีแกมมา ที่อัตรา 0.5, 1 และ 1.5 เกรย์ พบว่า embryo มีความไวต่อรังสีมาก รังสีที่ปริมาณ 1.5 เกรย์ ทำให้ embryo ไม่สามารถรอดชีวิตได้ สำหรับที่ระดับ 0.5 เกรย์ เป็นปริมาณที่ embryo ทนได้ และเจริญพัฒนาต่อไปได้ แต่การเจริญเติบโตค่อนข้างช้ากว่าพวกที่ไม่ฉายรังสีเล็กน้อย จากงานวิจัยนี้ สิรินุช และคณะ (2537) แนะนำว่า การฉายรังสีแกมมากับ embryo ในพันธุ์ KUSL 20004 เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์นั้น ควรที่ใช้ที่ปริมาณ 0.5 เกรย์

สิรินุช (2536) ได้นำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ถั่วเหลืองมาปรับปรุงและพัฒนา จนทำให้เกิดต้นถั่วเหลือง และได้นำเทคนิคนี้มาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลือง ทนเค็ม โดยการนำฝักอ่อนอายุประมาณ 14 วัน หลังจากการผสมพันธุ์ มาฉายรังสีปริมาณ 3-20 เกรย์ แกะเอาเมล็ดออกจากฝักมาเลี้ยงในอาหารจนได้ somatic embryo แล้วย้ายลงเลี้ยงต่อในอาหารที่มี NaCl ความเข้มข้นตามที่

ต้องการ และเลี้ยงในอาหารที่มี NaCl ในระดับต่ำและค่อยๆ เพิ่มความเข้มข้นของ NaCl จนถึงระดับสูงสุดที่ถั่วเหลืองสามารถทนได้ และพัฒนาจนได้ต้นสมบูรณ์ จึงย้ายลงเลี้ยงในกระถางที่มี vermiculite และในที่สุดย้ายลงเลี้ยงในกระถางที่มีดินผสมนอกห้องปฏิบัติการเป็นครั้งที่ 1 ต่อมา ปลูกครั้งที่ 2 ในแปลงทดลอง หรือในกระบะเพาะชำ ที่มีดินเค็มในความเข้มข้นที่ต้องการ ผลงานวิจัยแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบรายงานถึงระดับที่ได้สายพันธุ์ ถั่วเหลืองที่ทนดินเค็มและให้ผลผลิตสูงพอที่แนะนำให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้าได้

กล่าวโดยสรุปว่า งานวิจัยทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการฉายรังสี ถือว่า เป็นงานเริ่มต้น ถึงแม้ว่าจะได้ข้อมูลระดับของการฉายรังสีแกมมา และเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็ตาม แต่ยังไม่ได้ผลงานออกมาใช้ในเชิงการค้า ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการฉายรังสีที่เมล็ดแล้ว มีผลงานก้าวหน้ากว่าและใช้ประโยชน์ได้มากกว่า

บทสรุป

จากการรวบรวมผลงานวิจัยถั่วเหลืองในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นเวลา 30 ปี ตั้งแต่ปี 2514 จนถึงปี 2543 ในหลายลักษณะที่ต้องการปรับปรุง ที่สำเร็จนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรคราสนิมได้ พันธุ์ดอยคำ และได้สายพันธุ์ CM60-10kr-71 นำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์และนำไปทดสอบการปรับตัวในไร่เกษตรกรต่อไป

Table 1. Lesion types, rate of rust development, leaf area infected by soybean rust disease and grain yield of soybean mutant line CM60-10kr-71 compared with check cultivars, Chiang Mai Field Crops Research Center 1995 and 1996

Line & cultivar ^{1/}	Lesion ^{2/} type	Rate of rust Development	Leaf area infected (%)	Grain yield (kg/rai)		
				F ^{4/}	NF ^{4/}	Loss (%)
Rainy season 1995						
CM60-10kr-71	RB	0.10	1	413 ab ^{3/}	448 a ^{3/}	+ 8
SJ5	T	0.14	89	436 a	275 b	- 37
Chiang Mai 60	T	0.25	89	282 b	248 b	- 12
CV (%)				21.5		
Rainy season 1996						
CM60-10kr-71	RB+T	0.12	6	478 a	398 a	- 17
SJ5	T	0.14	53	383 a	220 b	- 43
Chiang Mai 60	T	0.23	67	452 a	266 ab	- 41
CV (%)				15.4		

Source : Nuntapunt *et al.* (1998)

^{1/} SJ5 and Chiang Mai 60 are tolerant check cultivars.

^{2/} RB and T are redish brown and tan types indicated as resistant and susceptible to the disease respectively.

^{3/} Means with the same letters in each column are not significantly different at 5% probability using DMRT.

^{4/} F is triadimifon 25%WP at a rate of 0.5 g/l of water sprayed at 25 and 40 days after emergence, NF is non fungicide spraying. Soybean seeds of N and NF treatments were treated with metalaxyl 35%SD to control downy mildew disease. The experiment conducted in late rainy seasons favorable to disease infections under natural field conditions.

Table 2. Purple seed stain, bacterial pustule and downy mildew diseases of soybean mutant lines compared with check cultivars, Si Samrong Field Crops Experiment Station, Sukhothai, early rainy season 1986

Mutant line & Cultivar	Purple seed stain (%)^{2/}	Bacterial pustule^{3/}	Downy mildew^{3/}
150 Gy (10 lines) ^{1/}	0.3-2.0	1.0-2.3	2.5
300 Gy (1 line) ^{1/}	3.5	0.3	2.0
SJ5	0.3	1.7	2.0
Sukhothai 1	7.7	0	2.0

Source : Srisombun *et al.* (1988)

^{1/} Ten and one mutant lines were selected from seeds of cultivar Sukhothai 1 irradiated with doses of 150 and 300 Gy gamma ray respectively.

^{2/} Purple stain seeds were examined from a sample of 500 seeds by visual inspection, SJ5 and Sukhothai 1 were resistant and susceptible cultivars respectively.

^{3/} The leaf area infections were examined at seed filling growth stage. The disease scores were as follows: 0 = no incidence, 1 = 1-10%, 2 = 11-20%, 3 = 21-50% and 4 > 50% of leaf area infected. Cultivar Sukhothai 1 was resistant to bacterial pustule. Cultivars SJ 5 and Sukhothai 1 were moderately susceptible to downy mildew.

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2529. ถั่วเหลืองพันธุ์ 16-4 หรือพันธุ์ผัก
บั้ง. สถาบันวิจัยพืชไร่. 18 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2542. ถั่วเหลืองผิวดำพันธุ์สุโขทัย 3.
สถานีทดลองพืชไร่ศรีลำไโรง ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 42 หน้า
- จินดา จันทร์อ่อน สมชาย กันหลง สรศักดิ์ มณีขาว
บุญเกื้อ ภูศรี สมจินตนา ทুমแสน ประหยัด
พลโลก อเนก โชติญาณวงษ์ วรยุทธ ศิริชุมพันธ์
อัจฉรา ลิมศิลา กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์
นวลฉวี รุ่งชนเกียรติ และอรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์.
2537. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชไร่.
เอกสารรายงานการประชุมทางวิชาการ การเพิ่ม
ประสิทธิภาพการผลิตอาหารและการเกษตรโดย
นิวเคลียร์ II. การปรับปรุงพันธุ์พืช. วันที่ 25 - 27
พฤษภาคม 2537. กทม.
- ชาติรี สิทธิกุล วิชา สอาดสุด และสุพรรณ ปัญญาฟู. 2537.
การใช้สาร Ethyl Methanesulfonate กับ
ถั่วเหลืองเพื่อชักนำให้ต้านทานโรค. เอกสารรายงาน
การประชุมทางวิชาการ การเพิ่มประสิทธิภาพ
การผลิตอาหารและการเกษตรโดยนิวเคลียร์ II. การ
ปรับปรุงพันธุ์พืช. วันที่ 25 - 27 พฤษภาคม
2537. กทม.
- มณฑา นันทพันธ์. 2535. โรคบางชนิดของถั่วเหลืองและ
ถั่วเหลืองฝักสด และการป้องกันกำจัด. ศูนย์วิจัย
พืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
63 หน้า.
- มณฑา นันทพันธ์ ปรีชา สุรินทร์ และศุภชัย แก้วมีชัย.
2536 ก. การคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองต้านทาน
โรคราสนิมและราน้ำค้างโดยใช้รังสีแกมมา. หน้า
599 - 604. ใน: รายงานผลการวิจัยประจำปี 2533.
ถั่วเหลือง. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัย
พืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
- มณฑา นันทพันธ์ ปรีชา สุรินทร์ ศุภชัย แก้วมีชัย และ
วิจิตร ขจรมาลี. 2535. การคัดเลือกสายพันธุ์
ถั่วเหลืองต้านทานต่อโรคราสนิมและโรคราน้ำค้าง
โดยใช้รังสีแกมมา. หน้า 663 - 667. ใน: รายงาน
ผลการวิจัยประจำปี 2532. ถั่วเหลือง. ศูนย์วิจัย
พืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- มณฑา นันทพันธ์ ปรีชา สุรินทร์ และสมยศ วัลย์สัตย์.
2541. การประเมินพันธุ์ทนทานต่อ โรคราสนิม.
หน้า 299 - 304. ใน: รายงานผลการวิจัยประจำปี
2539. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่และสถานีทดลอง
พืชไร่ศรีลำไโรง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- มณฑา นันทพันธ์ ศุภชัย แก้วมีชัย และปรีชา สุรินทร์.
2536 ข. การประเมินความรุนแรงโรคแอนแทรกโนส
ของถั่วเหลืองอาบรังสีและสายพันธุ์ดีสภาพไร่.
หน้า 616-622. ใน: รายงานผลการวิจัยประจำปี
2533. ถั่วเหลือง. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบัน
วิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
- มณฑา นันทพันธ์ ศุภชัย แก้วมีชัย และปรีชา สุรินทร์.
2537 ก. การคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองต้านทาน
โรคราสนิมและโรคราน้ำค้าง โดยใช้รังสีแกมมา.
หน้า 697-702. ใน: รายงานผลการวิจัยปี 2534. ถั่ว
เหลือง. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัย
พืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- มณฑา นันทพันธ์ ศุภชัย แก้วมีชัย และปรีชา สุรินทร์.
2537 ข. การประเมินความรุนแรงโรคแอนแทรกโนส
ของถั่วเหลืองอาบรังสีและสายพันธุ์ดีสภาพไร่.
หน้า 703-713. ใน: รายงานผลการวิจัยปี 2534.
ถั่วเหลือง. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัย
พืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- มณฑา นันทพันธ์ อเนก โชติญาณวงษ์ และปรีชา สุรินทร์.
2537 ค. การประเมินถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีต่อโรค
ราสนิม. เอกสารรายงานการประชุมทางวิชาการ
การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหารและการเกษตร
โดยนิวเคลียร์ II. การปรับปรุงพันธุ์พืช. วันที่ 25-27
พฤษภาคม 2537. กทม.

- ศรีสุข พูนผลกุล และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2530. โรคเมล็ดลีบ. *เคหการเกษตร* 11: 41-43.
- ศุภชัย แก้วมีชัย อลงกรณ์ กรณ์ทอง และสิทธิ์ แดงประดับ. 2533. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนสโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์. หน้า 217. ใน: รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลือง ครั้งที่ 3. วันที่ 21 - 23 กุมภาพันธ์ 2533.
- ศุภชัย แก้วมีชัย อลงกรณ์ กรณ์ทอง สิทธิ์ แดงประดับ มณฑา นันทพันธ์ และวิจิตร ขจรมาลี. 2534. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส: โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสี. หน้า 6-12. ใน: รายงานผลการวิจัยประจำปี 2531. ถั่วเหลือง. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- สมศักดิ์ ศรีสมบุญ เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ อลงกรณ์ กรณ์ทอง ปรีชา สุรินทร์ ศรีสุข พูนผลกุล พานิชจิตติ ธนิต โสภโณดร นาค โพธิ์แทน และอาวุธ ณ ลำปาง. 2531. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้ต้านทานโรคเมล็ดลีบ. หน้า 140-157. ใน: รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง งานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 2. วันที่ 22 - 25 ธันวาคม 2530. จังหวัดพิษณุโลก.
- สิรินุช ลามศรีจันทร์. 2536. การกลายพันธุ์ของพืช. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 197 หน้า.
- สิรินุช ลามศรีจันทร์ อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์ สุมินทร์ สมุทคุปต์ และธนพนธ์ จุนขุนทด. 2537. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง. รายงานการประชุมทางวิชาการ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหารและการเกษตรโดยนิวเคลียร์ เทคโนโลยี II. การปรับปรุงพันธุ์พืช. วันที่ 25 - 27 พฤษภาคม 2537. กทม.
- สุมินทร์ สมุทคุปต์. 2537. นิวเคลียร์เทคโนโลยีกับการปรับปรุงพันธุ์พืชในแนวเกษตรยั่งยืน. รายงานการประชุมทางวิชาการ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหารและการเกษตรโดยนิวเคลียร์ เทคโนโลยี II. การปรับปรุงพันธุ์พืช. วันที่ 25 - 27 พฤษภาคม 2537. กทม.
- อลงกรณ์ กรณ์ทอง เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ วนิชชมกลิน และธนิต โสภโณดร. 2534. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อต้านทานโรคใบยอดย่น โดยการอาบรังสี. หน้า 442 - 446. ใน: รายงานผลการวิจัยประจำปี 2531. ถั่วเหลือง. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- อาวุธ ณ ลำปาง. 2536. ความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง. หน้า 14 - 28. ใน: รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลือง ครั้งที่ 3. วันที่ 21 - 23 กุมภาพันธ์ 2533.
- อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์ สุมินทร์ สมุทคุปต์ สิรินุช ลามศรีจันทร์ ธนพนธ์ จุนขุนทด และชีวิน ชงชาติ. 2537. สายพันธุ์ ถั่วเหลืองต้นเตี้ยอายุสั้นที่ได้จากการฉายรังสีแกมมา. รายงานการประชุมทางวิชาการ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหารและการเกษตรโดยนิวเคลียร์ เทคโนโลยี II. การปรับปรุงพันธุ์พืช. วันที่ 25 - 27 พฤษภาคม 2537. กทม.
- Srisombun, S.; M. Nuntapunt; D. Sophanodora and S. Kaewmeechai 1999. Improvement of soybeans for rust resistance using induced mutations. Synopsis paper presented to FAO/IAEA Seminar on Mutation Techniques and Molecular Genetics for Tropical and Subtropical Plant Improvement in Asia and the Pacific Region, Manila, Philippines. 11 - 15 October 1999.