BA05: การปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ข้าวมาตรฐานโดยวิธีการก่อกลายพันธุ์ด้วยลำอนุภาค

*ประวิตร พุทธานนท์[1] ประทีป พิณตานนท์[2] วารี ไชยเทพ[2] เสกสรร สงจันทึก[1]
[1] ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย จ. เชียงใหม่
โทรศัพท์ 0-5349-8168 โทรสาร 0-5349-8168 E-mail: prawit@mju.ac.th
[2] ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อ. สันป่าตอง จ. เชียงใหม่
โทรศัพท์ 0-5331-1334-5 โทรสาร 0-5331-1334 E-mail: cmi_rrc@brrd.in.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของลำอนุภาค 80 keV หรือจำนวน 10^{16} อนุภาคต่อตารางเซนติเมตร ต่อการกลายพันธุ์ในข้าวเหนียว กข 6 และ สันป่าตอง 1 ในแปลงทดลอง ปี 2549 พบว่า เมล็ดที่ผ่านการฉายลำอนุภาค (M_1 seeds) มีเปอร์เซ็นต์ การงอกและการตั้งตัวในแปลงลดลง พันธุ์กข 6 จำนวน 5,100 เมล็ด ลดลงเหลือเพียง 45.1 % และ 18.1 % พันธุ์สันป่าตอง 1 จำนวน 3,850 เมล็ด ลดลงเหลือเพียง 62.3 % และ 31.4 % นำต้นกล้าที่สมบูรณ์ไปปักดำในฤดูนาปรังปี 2550 ในช่วงที่ข้าวตั้งตัวและเจริญเติบโตจนเก็บเกี่ยว ไม่พบข้าวกอใด ๆ ที่มีลักษณะที่แตกต่างจากพันธุ์ปกติ จึงเก็บเมล็ด (M_2 seeds) แยกกอไว้ ได้พันธุ์ กข 6 ที่ผ่านการฉายลำอนุภาค 270 กอๆ ละ 3 สายพันธุ์เป็น 810 สายพันธุ์ ส่วนพันธุ์ สันป่าตอง 1 เก็บ626 กอๆ ละ 3 สายพันธุ์เป็น 1,878 สายพันธุ์ ในฤดูนาปี 2550 นำเมล็ดพันธุ์ชั่วที่ M_2 ของพันธุ์ กข 6 และสันป่าตอง 1 ไปปลูกคัดเลือกแบบรวงต่อแถว พบว่าสายพันธุ์กลายเกิดขึ้นในพันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 มากกว่าพันธุ์ กข 6 ลักษณะที่พบ ได้แก่ ต้นเตี้ย อายุสั้นออกดอกเร็ว เกสรตัวผู้เป็นหมัน และขนาดของรวงใหญ่ขึ้น จึงเก็บเมล็ดจากรวงภายในสายพันธุ์กลาย ไว้ จำนวน 420 รวง (M_3 seed) เพื่อประเมินสายพันธุ์กลายและหายีนกลายพันธุ์โดยโมเลกุลเครื่องหมาย ต่อไป

คำสำคัญ: ปรับปรุงพันธุ์ กลายพันธุ์ ข้าว ลำอนุภาค

Mutation Breeding and Selection for Phenotypic Mutants in Standard Rice Varieties by Ion Beam

*Prawit Puddhanon[1], Prateep Pintanon[2], Waree Chaithep[2] and Seksan Songjuntuk[1]
[1] Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University,
Chiang Mai. Phone: 66 5349 8168 E-mail: prawit@mju.ac.th
[2] Chiang Mai Rice Research Center, Rice Department, Chiangmai. Phone: 66 5331 1334

Abstract

Effects of 80 keV ion beam (10^{16} ion/cm^2) on mutations of RD6 and Sanpatong 1 rice varieties were studied in 2006. In order to obtain the phenotypic mutants, each variety was sown in the laboratory and under

field conditions at Maejo University in 2007 dry season. Seed germination noticeably declined. For RD6, only 45.1% germinated in the laboratory, and 18.1% were established under the field condition. Similarly, 62.3% of Sanpatong 1 germinated in the laboratory and 31.4% established in the field. No phenotypic mutants were observed in the first generation (M_1). The M_2 seeds were harvested separately from 3 panicles of each M_1 plant in RD6 and Sanpatong1, totaling 810 and 1,878 lines, respectively. In 2007 rainy season, they were planted on a panicle to row basis. It was found that more phenotypic mutants were observed in the M_2 for Sanpatong 1 than for RD6. The mutant characteristics included dwarf plants, early maturity, male sterility and larger panicle sizes. As a result, 420 within line selections were collected and the M_3 seeds were harvested for further field condition and gene markers evaluations.

Keywords: Breeding, Mutation, Rice, Ion beam

1. บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของเกษตรกรไทยทุกภาค จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร[1] คาดการผลิตข้าวพื้นที่ปลูกข้าวนาปีไว้ที่ 57.839 ล้านไร่ และนาปรัง 12.801 ล้านไร่ เมื่อถึงการเก็บเกี่ยวปี 25550/51 ได้ผลผลิตข้าวนาปี 23.308 และข้าวนาปรัง 8.791 ล้านตันข้าวเปลือก โดยมีปริมาณการส่งออกข้าวของประเทศไทยในปี 2550 มากถึง 9.197 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 119,304 ล้านบาท ในภาคเหนือมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีประมาณ 12.779 ล้านไร่ โดยจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ กำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์ เมื่อปี 2550 มีฝนตกกระจายดี ตั้งแต่ช่วงต้นฤดูเพาะปลูกชาวนาจึงปลูกข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 552 กิโลกรัมต่อไร่ รวมทั้งภาคได้ผลผลิตประมาณ 6.610 ล้านตันข้าวเปลือก แต่บางปีประสบภัยน้ำท่วม ฝนแล้ง และโรคแมลงระบาด ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวลดลง ดังนั้นปัจจัยสำคัญของการผลิตข้าวที่สำคัญก็คือ สภาวะแวดล้อมกับพันธุ์ข้าวที่เหมะสมสำหรับแหล่งปลูก ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะพันธุ์ข้าวเหนียว กข 6 และ สันป่าตอง 1 ที่นิยมปลูกในภาคเหนือ

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้ลำอนุภาค (ion beam) เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation inducing) กลับมามีบทบาทอีกครั้งหนึ่ง Yu *et. al.*[2] ได้ใช้ลำอนุภาคในการโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาตั้งแต่ปี 1986 พบว่าเป็นวิธีที่ดี ไม่ทำลายเนื้อเยื่อพืชและยังก่อให้เกิดอัตราการกลายพันธุ์สูง มีสายพันธุ์กลายหลายลักษณะเช่น ผลผลิตสูง ต้านทานโรคได้หลายโรค อายุสั้น เช่นเดียวกันกับ Hayashi *et. al.*[3] ที่ศึกษาพลังงานที่เหมาะสมของลำอนุภาคต่อการกลายพันธุ์ข้าว และพบว่า พันธุ์ข้าวญี่ปุ่นตอบสนองต่อพลังงานของลำอนุภาคแตกต่างกัน และพลังงานที่เหมาะสมสำหรับการอยู่รอดจนตั้งตัวได้ของข้าวอยู่ที่ 60-80 keV/um จนสามารถคัดเลือกสายพันธุ์กลายทั้งมีลักษณะต้นเตี้ย ทนเค็ม ใบสี

จางไว้เพื่อใช้ประโยชน์และการค้นหายีนกลายพันธุ์ในระดับโมเลกุลต่อไป นอกจากการก่อกลายพันธุ์แล้ว ยังได้มีการประยุกต์ใช้ลำอนุภาคในการถ่ายชิ้นส่วน DNA เข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรีย[4] และเซลของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ[5]

วัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมในพันธุ์ข้าวเหนียวมาตรฐาน[6] กข 6 และสันป่าตอง 1 ด้วยการฉายลำอนุภาค (ion beam) และคัดเลือกสายพันธุ์กลาย (mutants) ที่มีลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ เช่น ต้นเตี้ย ต้านทานต่อโรคไหม้ ไม่ไวแสง เมล็ดมีคุณภาพดี มีกลิ่นหอม ตลอดจนประเมินศักยภาพผลผลิตและคุณภาพของข้าวสายพันธุ์กลายที่ดีนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อพันธุกรรมทางด้านปรับปรุงพันธุ์ ทั้งวิธีการมาตรฐานและระดับยีนกับเครื่องหมายโมเลกุล

2. วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียวจากศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ กรมการข้าว 2 พันธุ์ กข 6 กับ สันป่าตอง 1
2. เครื่องฉายลำอนุภาค (ion beam bombardment) ที่ศูนย์วิจัยนิวตรอนพลังงานสูง ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 สูตร 46 – 0 – 0 สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช และศัตรูพืช
4. สังกะสี ตาข่ายกันนก ถุงตาข่าย กระสอบ ซองใส่เมล็ดพันธุ์ และอุปกรณ์อื่น ๆ

3. วิธีการ

ปี 2549 ฤดูปลายฝน (ตุลาคม 2549– มกราคม 2550) ติดต่อศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ กรมการข้าว อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ ขอเมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียว 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ กข 6 และพันธุ์สันป่าตอง 1 มาอย่างละ 1 กิโลกรัม นำมาแบ่งเป็น 3 ส่วน เพื่อส่งไปฉายลำอนุภาค อัตรา 80 keV ion beam (10^6 ion/cm^2) 3 ครั้ง ที่ศูนย์วิจัยนิวตรอนพลังงานสูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Fig 3) แล้วนำมาเพาะในกระดาษเพาะเมล็ด ในสภาพห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอก

ปี 2550 ฤดูนาปรัง (กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2550) ย้ายกล้าข้าวที่งอกลงกระบะเพาะเมล็ดและแปลงทดลอง 7-10 วัน เพื่อศึกษาการตั้งตัว (plant establishment) โดยย้ายกล้า กข 6 และพันธุ์สันป่าตอง 1 ที่ผ่านการฉายไอออนบีม ไปปักดำที่แปลง A6 พันธุ์ละ 2 ซ้ำ ๆ ละ 8 แถว ๆ ละ 26 ต้น สลับกับพันธุ์ปกติ (normal) 2 แถว และพันธุ์เปรียบเทียบที่ไม่ผ่านการฉาย (control) 4 แถว ใช้แผนการทดลอง Stripe test ดูแลรักษาระดับน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 สูตร 15–15–15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปักดำ 7-10 วัน และครั้งที่ 2 ปุ๋ยยูเรีย 10-15 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปักดำ 40-45 วัน จากนั้นสังเกตการเจริญเติบโตของต้นข้าวชั่วที่ 1 (M_1 plants) เปรียบเทียบกับข้าวปกติใน

ฤดูนาปรังปี 2550 (แผนภูมิที่ 1) เพื่อที่จะคัดเลือกต้นกลายพันธุ์ (mutant) ซึ่งเป็นผลจากการฉายไอออนบีม แล้วแยกเก็บเมล็ดข้าวแต่ละกอ (M_2 seed) ไว้เพื่อใช้ปลูกคัดเลือกในฤดูนาปี 2550 ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต่อไป

ปี 2550 ฤดูนาปี (สิงหาคม – พฤศจิกายน 2550) เตรียมแปลงโดยการไถดะ 1 ครั้ง แล้วไถพรวน 1 ครั้ง วัดพื้นที่ให้มีขนาดความกว้าง 12 เมตร และมีความยาว 40 เมตร แบ่งออกเป็น 8 แปลงย่อย ขนาด 5.0 x 9.0 เมตร ปรับพื้นที่ภายในแปลงย่อยให้สม่ำเสมอ เตรียมกล้า กข 6 (A7) และสันป่าตอง 1 (B4) จำนวน 210 และ 626 สายพันธุ์ โดยเพาะกล้าข้าวเป็นแถว ยาว 70 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้าอายุได้ 25-30 วัน จึงถอนต้นกล้าไปปักดำเป็นแถว ยาว 4 เมตร (panicle to row basis) โดยใช้ระยะระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร (30 x 20 ซ.ม.) ปักดำ 1 ต้นต่อหลุม ปลูกสายพันธุ์กลาย (M_2 lines) 1-4 แถว โดยปลูกสายพันธุ์ข้าวกลายพันธุ์ที่ฉายด้วยลำอนุภาค (ion beam: M_2) จำนวน 20 แถว ขนาบด้วยพันธุ์ข้าวที่ไม่ได้ฉายด้วยลำอนุภาคหรือต้นปกติ (normal: M_0) ข้างละ 1 แถว หรือปลูกสลับกันอัตราส่วน 1:20:1 แถวของ M_0: M_2 :M_0 เก็บเกี่ยวข้าวหลังจากออกรวงประมาณ 30 วัน คัดเลือกแถวและรวงข้าวภายในแถว (lines and w/n line selection) ที่แสดงลักษณะกลายพันธุ์ (mutants) ใส่ถุงตาข่าย แล้วเขียนป้ายติดไว้ที่ด้านในและด้านนอกถุง บันทึกพันธุ์ประวัติของข้าวแต่ละสายพันธุ์ หลังจากนั้นนำไปตากแดด 3 – 4 แดด นวดเก็บเป็นเมล็ด (M_3 seed) ใส่ซองพร้อมเขียนชื่อ เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ปลูกในฤดูกาลต่อไป

แผนภูมิที่ 1 **การปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ข้าวมาตรฐานโดยวิธีก่อกลายพันธุ์ด้วยลำอนุภาค ในสภาพแปลงทดลอง ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้**

ปี 2549 ปลายฝน (ตุลาคม 49 – มกราคม 50) รวบรวมพันธุ์ข้าวเหนียว กข 6 และพันธุ์สันป่าตอง 1 พันธุ์ละ 1 กิโลกรัม นำไปฉายลำอนุภาค (M_0) 3 ครั้ง ที่ศูนย์วิจัยนิวตรอนพลังงานสูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปี 2550 ฤดูนาปรัง (กุมภาพันธ์ –พฤษภาคม) เพาะเมล็ดข้าว M_0 พันธุ์ละจำนวน 5,000 – 8,000 เมล็ด เพื่อปลูกทดลอง ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คัดเลือกต้นเตี้ย ไม่ไวแสง โดยคัดเลือกเมล็ด M_1 ไว้อย่างน้อยพันธุ์ละ 10,000 เมล็ด แยกเป็นจำนวนกอ จำนวนรวง และเมล็ดต่อรวง

พันธุ์เหนียว กข 6		พันธุ์เหนียว สันป่าตอง 1	
(M_0) 8,700 seeds	(M_1) 30 rows	(M_0) 7,850 seeds	(M_1) 30 rows

ปี 2550 ฤดูนาปี (สิงหาคม – พฤศจิกายน) เพาะเมล็ด M_1 พันธุ์ กข 6 และสันป่าตอง1 เป็นต้นชั่วที่ 2 (M_2) ตามจำนวนสายพันธุ์ที่คัดไว้ เพื่อปลูกทดลองที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แล้วคัดเลือกเมล็ดสายพันธุ์กลาย (M_3) ต้นเตี้ย ต้านทานโรค คุณภาพดี และลักษณะอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์

พันธุ์เหนียว กข 6		พันธุ์เหนียว สันป่าตอง 1	
(M_2) 210 lines	(M_3) 14 lines 34 Panicles	(M_2) 626 lines	(M_3) 132 lines 386 Panicles

*แผนการดำเนินการต่อไป อยู่ระหว่างการขอทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณปี 2553

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2550 ฤดูนาปรัง พบว่า การฉายไอออนบีมมีแนวโน้มทำให้ความงอกของเมล็ดและการตั้งตัวในแปลงทดลองลดลง ทั้งพันธุ์ กข 6 และพันธุ์ สันป่าตอง 1 เมื่อเทียบกับเมล็ดปกติ (normal) โดยเฉพาะการตั้งตัวหลังจากเมล็ดงอก จากการฉายไอออนบีม (ion beam) รวมทั้ง 3 ครั้ง พันธุ์ กข 6 จำนวน 5,100 เมล็ด งอกในห้องปฏิบัติการ 2,300 ต้น และตั้งตัวได้ในแปลงเพียง 416 ต้น คิดเป็น 100, 45.1 และ 18.1 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข 6 ปกติ (normal) จำนวน 1,500 เมล็ด งอกในห้องปฏิบัติการ 800 ต้น และตั้งตัวได้ในแปลงเพียง 130 ต้น คิดเป็น 100, 53.3 และ 16.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Fig 1) ส่วนพันธุ์สันป่าตอง 1 ซึ่งมีความงอกและความแข็งแรงดีกว่าพันธุ์ กข 6 จากการฉายไอออนบีม จำนวน 3,850 เมล็ด งอกในห้องปฏิบัติการ 2,400 ต้น และตั้งตัวได้ในแปลงเพียง 754 ต้น คิดเป็น 100, 62.3 และ 31.4 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ สันป่าตอง 1 ปกติ จำนวน 1,500 เมล็ด งอกในห้องปฏิบัติการ 900 ต้น และตั้งตัวได้ในแปลงเพียง 286 ต้น คิดเป็น 100, 60.0 และ 31.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Fig 2) สอดคล้องกับผลงานของ Hayashi *et. al.*[5] ที่พบว่าอัตราการอยู่รอดของพันธุ์ข้าว Norin1 สูงกว่าพันธุ์ Sasanishiki หลังจากการฉายด้วยอนุภาค C-ion อัตรา 10 – 40 Gy

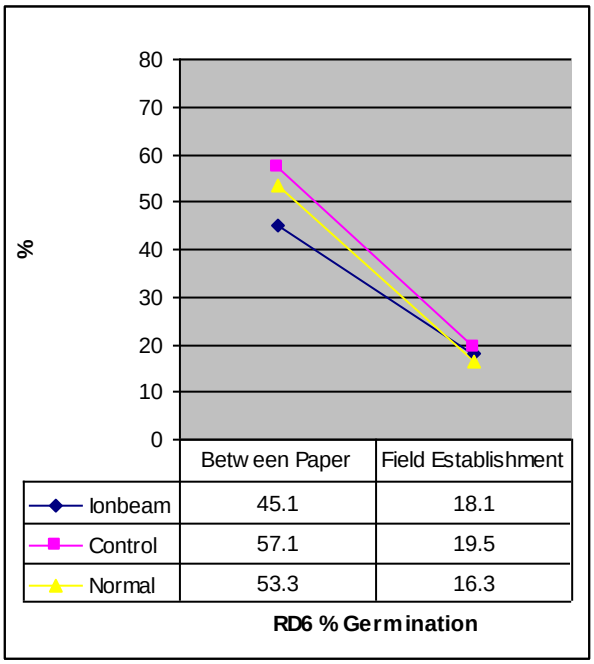

Fig 1 Germination and field establishment of RD6 after ion beam bombardment

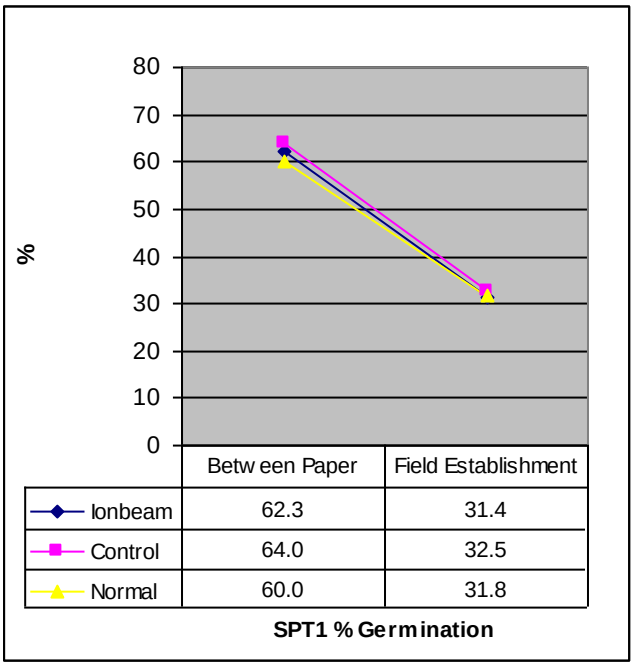

Fig 2 Germination and field establishment of SPT1 after ion beam bombardment

จากการสังเกตในฤดูนาปรัง ปี 2550 (Fig 4) พบว่า พันธุ์ข้าว กข 6 ต้นเตี้ยและทรงต้นแผ่กระจายมากกว่าพันธุ์สันป่าตอง 1 ซึ่งเป็นทรงตั้งตรง (erect type) ยังไม่พบข้าวกอใด ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์ปกติ (normal) ในชั่ว M_1 plant ทั้งนี้อาจเป็นเพราะยีน (gene) ที่ถูกลำอนุภาคเปลี่ยนแปลงในรูปยีนด้อย ยังไม่ได้เข้าคู่เป็นจีโนไทป์ (recessive genotype) จึงยังไม่แสดงลักษณะที่เปลี่ยนแปลงให้เห็น (phenotype) สอดคล้องกับลักษณะต้นเตี้ยของพริกหวาน ที่ผ่านการฉายด้วยลำอนุภาค ที่แสดงออกในชั่วที่ 2 (M_2) เมื่อทำการผสมแบบ test cross และพบว่าอัตราส่วน mutant : wild type เท่ากับ 1:1 เป็นลักษณะของยีนด้อย[6] ดังนั้น จึงควรเก็บเมล็ดข้าวแต่ละกอ (M_2 seed) แยกออกเป็นสายพันธุ์ (line) เก็บกอละ 3 สายพันธุ์ โดยแต่ละสายพันธุ์ จะเลือกรวงข้าวที่สมบูรณ์ติดเมล็ดดีจำนวน 3 รวงมารวมกัน (Table 1) พันธุ์ กข 6 (RD6) เก็บแยกกอในส่วนของต้นที่ผ่านการฉายลำอนุภาค (RD6 Ion beam) ได้ 270 กอ แต่ละกอแยกเป็น 3 สายพันธุ์ รวม 810 สายพันธุ์ กับส่วนของต้นที่ไม่ผ่านลำอนุภาคโดยตรง (RD 6 Control) ได้ 189 กอ แต่ละกอแยกเป็น 3 สายพันธุ์ รวม 567 สายพันธุ์ และส่วนของต้นปกติที่ไม่ได้ผ่านการฉายลำไอออน (RD6 Normal) เก็บทุกกอที่รวงติดเมล็ดสมบูรณ์รวมกัน (Bulk seed) ได้ 2 กิโลกรัม ส่วนพันธุ์สันป่าตอง 1 (SPT1) เก็บแยกกอในส่วนของต้นที่ผ่านการฉายลำอนุภาค (STP1 Ion beam) ได้ 626 กอ แต่ละกอแยกเป็น 3 สายพันธุ์ รวม 1,878 สายพันธุ์ กับส่วนของต้นที่ไม่ผ่านลำอนุภาคโดยตรง (SPT1 Control) ได้ 365 กอ แต่ละกอแยกเป็น 3 สายพันธุ์ รวม 1,095 สายพันธุ์ ส่วนของต้นปกติไม่ได้ผ่านการฉายลำไอออน (SPT1 Normal) เก็บทุกกอที่รวงติดเมล็ดสมบูรณ์รวมกัน (Bulk seed) ได้ 5 กิโลกรัม การเก็บเกี่ยวสายพันธุ์ของพันธุ์ข้าวสันป่าตอง 1 ได้มากกว่าสายพันธุ์ของพันธุ์ กข 6 เพราะความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าหลังการฉายลำอนุภาค ในพันธุ์สันป่าตอง 1 ดีกว่าพันธุ์ กข 6 อย่างเห็นได้ชัด นอกจากนั้นพันธุ์สันป่าตอง 1 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ลำต้นตั้งตรง แข็งแรง ไม่หักล้มง่าย เมล็ดที่ผ่านการฉายลำไอออนชั่วที่ 2 (M_2 seed) ทั้ง กข 6 และสันป่าตอง 1 รวม 2,688 สายพันธุ์ (Fig 5) และได้เก็บรักษาไว้เพื่อใช้ปลูกในฤดูนาปี 2550 ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต่อไป (แผนภูมิที่ 1)

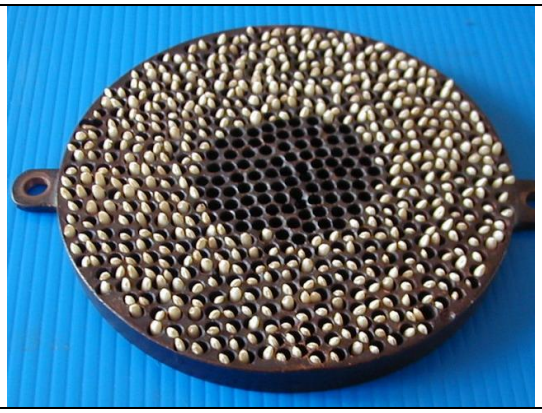

Fig 3 Rice seed prepared for ion beam irradiation

Fig 4 The M_1 plants of rice var. at flowering in 2007 D

Fig 5 The M_2 seed harvested from SPT1 and RD6

Fig 6 The M_2 dwarf selected line of SPT1 in 2007 R

Fig 7 The rice breeders discussed on selection

Fig 8 The prominent early mutant of SPT1 in 2007 R

Fig 9 The male sterile mutant of SPT1 in M_2 plants

Fig 10 The larger panicle selected in M_2 plants

Table 1 M_1 plants harvested in 2007D from different sources of RD6, SPT1 glutinous rice varieties

Ion beam bombardment 2006 LR M_1 Plants	2007D M_2 Seed	No. of plant harvested Plant No.	 Plant No.	Plant/Lines Plants	 1Plant to 3Lines
RD6	Ion beam Control Normal	RD6 (I) M1-1 RD6 (C) M1-1 Bulk (2 Kg.)	RD6 (I) M1-270 RD6 (C) M1-189 Check	270 189 Bulk	810 567
SPT1	Ion beam Control Normal	SPT1(I) M1-1 SPT1(C) M1-1 Bulk (5 Kg)	SPT1(I) M1-626 SPT1(C) M1-365 Check	626 365 Bulk	1878 1095
Total Ion beam Control				**896 554**	**2,688 1,662**

ปี 2550 ฤดูนาปี ได้ร่วมมือกับนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวของศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ (Fig 7) ทำการคัดเลือกพันธุ์ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 (RD6) ที่ผ่านการยิงไอออนบีมจำนวน 210 สายพันธุ์ พบว่าสามารถคัดเลือกสายพันธุ์กลายข้าว RD6 (I) M_2 ได้จำนวน 14 สายพันธุ์ คิดเป็น 6.7 เปอร์เซ็นต์ของการกลายพันธุ์ และเก็บเมล็ด M_3 รวม 34 รวง ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีและมีลักษณะแตกต่างไปจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6 ปกติ ส่วนการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเหนียวพันธุ์ สันป่าตอง 1 (SPT1) ที่ผ่านการยิงไอออนบีม จำนวน 626 สายพันธุ์ ก็สามารถคัดเลือกสายพันธุ์กลายข้าว SPT1 (I) M_2 ได้จำนวน 132 สายพันธุ์ คิดเป็น 21.1 เปอร์เซ็นต์ของการกลายพันธุ์ และเก็บเมล็ด M_3 รวม 386 รวง (Table 2) ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีและมีลักษณะแตกต่างไปจากข้าวเหนียวพันธุ์ สันป่าตอง 1 ปกติ เช่น ลักษณะต้นเตี้ย (Fig 6) อายุสั้น (Fig 8) เกสรตัวผู้เป็นหมัน (Fig 9) และลักษณะรวงใหญ่ขึ้น (Fig 10)

Table 2 M_3 seed of mutant lines harvested in 2007R from RD6, SPT1 glutinous rice varieties

Ion beam bombardment 2007 R M_2 Plant	2007R M_2 lines	No. of line harvested in Dec 2007 No. of sel. lines	 % mutation	M_3 Seed to M_4 lines Panicles	 Lines
RD6 (I)	210	14	6.7	34	34
SPT1(I)	626	132	21.1	386	386
Total lines					**420**

5. สรุป

1. การก่อกลายพันธุ์ด้วยลำอนุภาคอัตรา 80 keV ion beam (10^6 ion/cm^2) ในพันธุ์ข้าวเหนียว ทำให้การอยู่รอดและเปอร์เซ็นต์ความงอกและการตั้งตัวในแปลงลดลง แตกต่างกันไปตามพันธุ์
2. อัตราการเกิดพันธุ์กลายในพันธุ์ กข 6 และสันป่าตอง 1 แตกต่างกัน เท่ากับ 6.7 % และ 21.1 % ส่วนใหญ่ พบการกลายพันธุ์ในชั่วที่ 2 (M_2 plants) หรือ segregating population จึงควรปลูกสายพันธุ์ ในชั่วที่ 2 แบบรวงต่อแถวอย่างน้อย 200-600 สายพันธุ์ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์กลาย
3. ลักษณะสายพันธุ์กลายที่พบว่าเป็นประโยชน์ ได้แก่ ลักษณะต้นเตี้ย อายุสั้น เกสรตัวผู้เป็นหมัน และลักษณะรวงใหญ่ขึ้น และได้เก็บเมล็ดสายพันธุ์กลายชั่วที่ 3 (M_3 seed) ของ กข 6 และสันป่าตอง 1 ไว้ 34 และ 386 สายพันธุ์ เพื่อการวิจัยและใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยเป็นระยะเวลา 1 ปี ผ่านมาทาง ศ.ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง ศูนย์นิวตรอนพลังงานสูง ภาควิชาฟิสิกส์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวกในการฉายลำอนุภาคเมล็ดพันธุ์ข้าวมาตรฐานที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. http://www.oae.go.th (on-line).
2. Yu, Z., Deng, J., He, J., Huo, Y., Wu, Y., Wang, X., Lui, G., 1991. Mutation breeding by ion implantation. http://adsabs.harvard.edu/abs/1991NIMPB..59..705Y (on-line).
3. Yoriko, H., Takehisa, H., Kazama, Y., Ichida, H., Ryuto, H., Abe, T., 2007. Effects of ion beam irradiation on mutation induction in rice. Cyclotron and Their Application 2007, Eighteenth International Conference. https://accelconf.web.cern.ch/accelconf/c07/PAPERS/237.pdf (on-line).
4. Phanchaisria, B., Yu, L.D., Anuntalabhochai, S., Chandej, R., Apavatjrut, P., Vilaithong, T., Brown, I.G., 2002. Characteristics of heavy ion beam-bombarded bacteria *E. coli* and

induced direct DNA transfer. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0257897202003201 (on-line).

5. Vilaithong, T., Yu, L.D., Apavatjrut, P., Phanchaisri, B., Sangyuenyongpipat, S., Anuntalabhochai, S., Browne, I.G., 2004. Heavy ion induced DNA transfer in biological cells. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969806X04003214 (on-line).
6. กรมวิชาการเกษตร, 2544. ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช : ข้าว. สถาบันข้าว สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร, 681 หน้า.
7. Ichiro, H., Kikuchi, K., Matsuo, S., Fukuda, M., Saito, H., Ryuto, H., Fukunishi, N., Abe, T., 2006. Heavy-ion-induced mutants in sweet pepper isolated by M_1 plant selection. http://www.springerlink.com/content/m042207v76602089 (on-line).