ผลกระทบจากการฉายรังสีแกมม่ากับพันธุ์ข้าวไทย

Effect of Gamma Radiation on Thai Rice Varieties

วิไลลักษณ์ สมมุติ อุดมพรรณ พรหมนารท

ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง ปราจีนบุรี 25150

วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งประเทศไทย

บทคัดย่อ

ได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยการฉายรังสีแกมม่า 2 ขนาน คือ 20 และ 30 กิโลแรด ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติในปี 2536 ให้พันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ เป็นข้าว ขึ้นน้ำ 3 พันธุ์คือ เล็บมือนาง111 และพลายงามปราจีนบุรี และข้าวน้ำลึกพันธุ์หันตรา 60 นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแล้วมาปลูกคัดเลือกในสภาพน้ำลึกตามธรรมชาติ 80-150 เซนติเมตร ที่ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี พบว่ารังสีแกมม่ามีผลกระทบทำให้ข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่1 มีความสูงของลำต้นลดลงประมาณ 10 เซนติเมตร จำนวนต้น จำนวนรวงต่อตารางเมตร และจำนวนเมล็ดดีต่อรวงลดลงมากตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับน้ำหนักรวง ส่วนความยาวรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ความงอกของเมล็ด และคุณภาพการขัดสีเป็นข้าวสารรวม แทบไม่แตกต่างจากพันธุ์เดิม ลักษณะต่างๆ ของข้าวกลายพันธุ์ในชั่วหลังๆ ไม่แตกต่างจากพันธุ์เดิมมากนัก คัดเลือกได้ข้าวกลายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงกว่าและเมล็ดใสกว่าพันธุ์เดิม รวมทั้งมีคุณภาพการขัดสีเป็นต้นข้าว (head rice) สูงกว่า 2 สายพันธุ์ คือ HTA60'93G_1^{60}Co-67-7 และ PNG'93G_2^{60}Co-17-7 ซึ่งยังคงมีวันออกดอกและความสามารถในการขึ้นน้ำได้ดีเท่ากับพันธุ์เดิม ไม่พบข้าวกลายพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์เดิมในพันธุ์ข้าวเล็บมือนาง 111

คำสำคัญ : รังสีแกมม่า ข้าวกลายพันธุ์ การฉายรังสี

ABSTRACT

Induced mutation using 20 and 30 kilorads of gamma radiation for rice varietal improvement was installed at the Office of Atomic and Energy for Peace of Thailand in 1993. Treated seeds of 3 varieties i.e. 2 floating rices: Leb Meu Nahng 111 and Plai Ngahm Prachinburi and 1 deepwater rice: Huntra 60 were selected under natural flooding of 80-150 cm at Prachinburi Rice Research Center. The results indicated that gamma ray induced reduction on plant height, number of tillers and panicles per square meter, number of filled grains per panicle and panicle weight of M1 populations. However, it had no effect on panicle length, 1,000 grain weight, seed germination as well as milling properties. Furthermore, some other characteristics of mutants in later generations were slightly different from those of the original varieties. Two promising mutant lines: HTA60 '93 G_1^{60}Co-67-7 and PNG'93 G_2^{60}Co -17-7 were selected in terms of higher yield; clearer grain, and higher quality of head rice than those of the original ones. While there were no changes on flowering dates and elongation ability of these varieties. Unfortunately, the promising mutant line from variety Leb Meu Nahng111 was not found.

Keywords : gamma ray, radiation, mutant lines.

1. บทนำ

การสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (induced mutation) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว การนำรังสีเข้ามาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในประเทศไทยเกิดขึ้นครั้งแรกในปี 2498 โดยได้ส่งเมล็ดข้าว 2 พันธุ์คือ นางมลเอส-4 และขาวตาแห้ง 17 ไปฉายรังสีที่สหรัฐอเมริกา ซึ่งงานด้านการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ส่วนมากนักปรับปรุงพันธุ์ได้นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ดีอยู่แล้ว แต่ขาดลักษณะที่สำคัญบางประการ เช่น ความต้านทานต่อโรค-แมลง ความไวต่อช่วงแสง ต้นเตี้ย และคุณภาพเมล็ด เป็นต้น งานปรับปรุงพันธุ์ข้าวด้วยวิธีการนี้ที่ประสบความสำเร็จและสร้างชื่อเสียงให้แก่กรมวิชาการเกษตร คือ การปรับปรุงพันธุ์ข้าว กข 6 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวเหนียว คุณภาพดี นุ่ม มีกลิ่นหอม ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งได้ดี ได้จากการฉายรังสีแกมม่าในปริมาณ 20 กิโลแรด กับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เมื่อปี 2508 และประกาศรับรองพันธุ์ในปี 2520 [1] ส่วนอีกพันธุ์หนึ่งคือ กข 15 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าได้จากการฉายรังสีแกมม่ากับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เช่นกัน แต่มีอายุเบากว่าประมาณ 10 วัน และ กข 10 เป็นข้าวเหนียวพันธุ์ดีที่ได้จากการฉายรังสีฟาสท์นิวตรอนในปริมาณ 1 กิโลแรด กับพันธุ์ข้าว กข 1 ซึ่งเป็นข้าวเจ้า

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวน้ำลึกโดยวิธีการฉายรังสีได้เคยดำเนินการมาบ้างแล้วแต่ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรีจึงได้ริเริ่มอีกครั้งในปี 2536 โดยมีวัตถุประสงค์ประการแรกที่สำคัญคือการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความต้านทานต่อโรคไหม้และให้มีคุณภาพเมล็ดดี เนื่องจากในช่วงนั้นยังไม่ปรากฏข้าวพันธุ์รับรองที่มีลักษณะดีตามต้องการนี้ แต่ในการเสนอผลงานในเอกสารฉบับนี้ต้องการเน้นให้เห็นถึงผลกระทบจากรังสีแกมม่าต่อลักษณะที่สำคัญบางประการของพันธุ์ข้าวไทย (*Oryza sativa* L.)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวน้ำลึก โดยวิธีการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์จากการใช้รังสีแกมม่า และทราบถึงผลกระทบจากรังสีแกมม่าต่อลักษณะบางประการของพันธุ์ข้าว

3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ เป็นข้าวขึ้นน้ำ 2 พันธุ์ คือ พลายงามปราจีนบุรี และเล็บมือนาง 111 ข้าวน้ำลึก 1 พันธุ์ คือ หันตรา 60 ปุ๋ยแอมโมฟอสสูตร 16-20-0 และปุ๋ยยูเรีย (46%N) รังสีแกมม่าที่ได้จากโคบอลท์ 60 (^{60}Co) 2 ขนาน คือ 20 และ 30 กิโลแรด

3.2 วิธีการ

3.2.1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์คัด 3 พันธุ์ประกอบด้วยข้าวขึ้นน้ำ 2 พันธุ์คือ เล็บมือนาง 111 และพลายงามปราจีนบุรี ข้าวน้ำลึก 1 พันธุ์คือ หันตรา 60 ข้าวทุกพันธุ์มีความชื้นของเมล็ดประมาณ 10-12% [2] ทำลายระยะพักตัวของเมล็ดแล้วนำมาทดสอบความงอกจนได้ 100% บรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวในถุงกระดาษสีน้ำตาลพันธุ์ละ 3 ถุงๆ ละ 1 กิโลกรัม นำไปฉายรังสีที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เป็นรังสีแกมม่าที่ได้จากโคบอลท์-60 (^{60}Co) จำนวน 2 ขนาน คือ 20 และ 30 กิโลแรด ข้าวแต่ละพันธุ์ จำนวน 1 กิโลกรัม จะได้รับรังสี 2 ขนานดังกล่าว และข้าวแต่ละพันธุ์อีก 1 กิโลกรัม ใช้สำหรับเป็นพันธุ์ดั้งเดิมเปรียบเทียบ (ไม่ฉายรังสี) รวมทั้งหมด 9 กรรมวิธี ดังแผนผังข้างล่างนี้

พันธุ์ข้าว	น้ำหนักเมล็ดที่ใช้		
	ไม่ฉายรังสี (C)	20 กิโลแรด (G_1)	30 กิโลแรด (G_2)
เล็บมือนาง 111	1 กก. (1 ถุง)	1 กก. (1 ถุง)	1 กก. (1 ถุง)
พลายงามปราจีนบุรี	1 กก. (1 ถุง)	1 กก. (1 ถุง)	1 กก. (1 ถุง)
หันตรา 60	1 กก. (1 ถุง)	1 กก. (1 ถุง)	1 กก. (1 ถุง)

หมายเหตุ ได้ฉายรังสีเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2536

3.2.2 *การคัดเลือกข้าวกลายพันธุ์* (mutant selection)

-ข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่ 1 (M_1 generation)

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ฉายรังสีแล้วทุกเมล็ดมาปลูกในสภาพน้ำลึกตามธรรมชาติในช่วงฤดูปลูกน้ำลึกประมาณ 80-150 เซนติเมตรท่วมประมาณ 3-4 เดือน โดยการหว่านข้าวแห้งในเดือนพฤษภาคม 2536 แปลงย่อยขนาด 8x10 เมตรต่อ 1 กรรมวิธี ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อให้ข้าวแตกกอน้อยที่สุดเนื่องจากข้าวต้นแรกและต้นที่ 2 (primary and secondary tiller) จะมีผลกระทบจากรังสีทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้มากกว่าต้นหลังๆ [3] ซึ่งจะทำให้การเลือกข้าวกลายพันธุ์มีโอกาสประสบความสำเร็จได้มากขึ้น การปฏิบัติดูแลรักษาเหมือนข้าวทดลองปกติทั่วไปโดยใส่ปุ๋ยแอมโมฟอส (16-20-0) อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่หลังจากข้าวงอกแล้ว 30 วัน และใส่ปุ๋ยยูเรีย (46%) อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อระดับน้ำประมาณ 30-40 เซนติเมตร การป้องกันกำจัดศัตรูพืชปฏิบัติเมื่อจำเป็นและใช้อัตราตามฉลากแนะนำ สังเกตและบันทึกลักษณะต่างๆ ของข้าวกลายพันธุ์ ได้แก่ รูปแบบทรงต้น วันออกดอก จำนวนต้นและรวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด น้ำหนักรวง ความยาวรวงและคุณภาพการสีเป็นข้าวสารรวม เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ฉายรังสี โดยเฉพาะการไม่ติดเมล็ดเนื่องจากการเป็นหมัน (sterility) คัดเลือกรวงที่ใหญ่และยาวที่สุดจากต้นแรกและต้นที่ 2 เก็บเกี่ยวแยกเป็นรวงตามกรรมวิธีๆ ละ 1,000-1,200 รวงไว้ปลูกต่อไป

-ข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่ 2 (M_2 generation)

นำเมล็ดข้าวจากต้น M_1 มาปลูกต่อไปโดยปลูกแบบรวงต่อแถว กรรมวิธีละ 1000 แถว โรยเป็นแถวยาว 1 เมตร ระยะระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ปลูกข้าวพันธุ์เดิมเปรียบเทียบทุกๆ 20 แถว ปฏิบัติดูแลรักษาเหมือนปลูกข้าว M_1 และให้ต้นข้าวอยู่ในสภาพน้ำลึกตามธรรมชาติประมาณ 80-150 เซนติเมตร เพื่อคัดเลือกความสามารถในการขึ้นน้ำหรือน้ำลึกเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิม สังเกตและบันทึกลักษณะต่างๆ ของต้นข้าว เช่นเดียวกับในการคัดเลือก M_1 คัดเลือกเฉพาะแถวที่มีความสม่ำเสมอนำมาตรวจสอบคุณสมบัติของเมล็ด และคัดเลือกไว้ 100 แถว นับเป็น 100 สายพันธุ์เพื่อนำไปปลูกในชั่วที่ M_3

-ข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่ 3 (M_3 generation)

นำเมล็ดที่คัดเลือกไว้ไปตกกล้าเพื่อปลูกแบบปักดำในสภาพแวดล้อมเดิม เพื่อศึกษาความสามารถในการแตกกอของข้าว ปักดำเป็นแถวๆยาว 5 เมตร ระยะปักดำ 20x20 เซนติเมตร ปักดำกอละ 1 ต้นใช้ต้นกล้าอายุ 25 วัน การปฏิบัติดูแลเช่นเดียวกับการปลูกคัดเลือกข้าวในชั่ว M_1 บันทึกลักษณะต่างๆ ของต้นข้าว คัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีตรงตามวัตถุประสงค์ นำมาตรวจสอบคุณสมบัติเมล็ดทางกายภาพและเคมี ตลอดจนคุณภาพการสี คัดเลือกสายพันธุ์ดีไว้ปลูกต่อไป

การปลูกคัดเลือกข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่ M_4-M_6 ปฏิบัติเช่นเดียวกับการคัดเลือกที่กล่าวมาจนได้สายพันธุ์ดีนำไปทดสอบผลผลิต

3.2.3 ***การประเมินผลผลิตเบื้องต้น*** (preliminary yield trial)

นำข้าวกลายพันธุ์สายพันธุ์ดีที่คัดเลือกไว้มาปลูกประเมินผลผลิตเบื้องต้นในสภาพน้ำลึกตามธรรมชาติ ใช้แผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกข้าวทดสอบจำนวน 20 พันธุ์/สายพันธุ์ ขนาดแปลงย่อย 7x7 เมตร หว่านข้าวแห้งเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยแอมโมฟอส (16-20-0) อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่หลังจากข้าวงอก 30 และใช้ปุ๋ยยูเรีย (46%N) อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อระดับน้ำประมาณ 30-40 เซนติเมตร การป้องกันกำจัดโรคแมลงปฏิบัติเท่าที่จำเป็น บันทึกลักษณะเจริญเติบโตของต้นข้าว ความสูง วันออกดอก ประเมินผลผลิตจากพื้นที่ 5x5 เมตร วิเคราะห์คุณสมบัติของเมล็ดทางกายภาพ เคมีและคุณภาพการสี

ได้ดำเนินงานตั้งแต่ปี 2536 จนถึงปี 2543 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลกระทบต่อลักษณะทางการเกษตร

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากการฉายรังสีแกมม่าเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวน้ำลึกโดยใช้รังสีแกมม่า 2 ขนานคือ 20 และ 30 กิโลแรด กับพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ คือ เล็บมือนาง 111 พลายงามปราจีนบุรี และหันตรา 60 ลักษณะทางการเกษตรที่ศึกษาในข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่ 1 (M_1 generation) มีดังนี้

ความสูง (height) รังสีแกมม่าทั้ง 2 ขนาน มีผลทำให้ความสูงของพันธุ์ข้าวเล็บมือนาง 111 และหันตรา 60 เตี้ยลงประมาณ 10 เซนติเมตร แต่มีผลกระทบต่อความสูงของพันธุ์ข้าวพลายงามปราจีนบุรีน้อยมาก

จำนวนต้นต่อตารางเมตร (tiller number per square meter) รังสีแกมม่าทั้ง 2 ขนานมีผลทำให้จำนวนต้นต่อตารางเมตรของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ลดลง โดยเฉพาะรังสีแกมม่าขนาน 30 กิโลแรด ส่งผลให้จำนวนต้นลดลงมากกว่าร้อย 50 จะเห็นได้ว่าพันธุ์ข้าวหันตรา 60 ได้รับผลกระทบมากที่สุด ซึ่งจากพันธุ์เดิมในพื้นที่ 1 ตารางเมตรมีจำนวนต้น 170+185 ต้น เมื่อฉายรังสีขนาน 20 กิโลแรดลดลงเหลือ 110+22.6 ต้น และลดลงเหลือ 67+10.4 ต้นภายใต้การฉายรังสีแกมม่า 30 กิโลแรด

จำนวนรวงต่อตารางเมตร (panicle number per square meter) ผลที่เกิดจากรังสีแกมม่าต่อลักษณะนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับจำนวนต้นต่อตารางเมตร และเกิดกับพันธุ์ข้าวหันตรา 60 มากกว่าพันธุ์อื่น

จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (number of filled grain per panicle) จำนวนเมล็ดดีต่อรวงในข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ได้รับผลกระทบจากรังสีแกมม่าในอัตราพอๆ กัน แต่รังสีขนาน 30 กิโลแรดมีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลงอย่างมากกับพันธุ์ข้าวเล็บมือนาง 111 และหันตรา 60 ถึงร้อยละ 86 และ 83 ตามลำดับ

น้ำหนักรวง (panicle weight) รังสีแกมม่าทั้ง 2 ขนาน มีผลทำให้น้ำหนักรวงของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ลดลง ซึ่งไม่มีความแตกต่างระหว่างรังสีทั้ง 2 ขนาน พันธุ์ข้าวหันตรา 60 ได้รับผลกระทบน้อยที่สุด น้ำหนักรวงลดลงเมื่อใช้รังสีแกมม่าขนาน 30 กิโลแรดเท่านั้น

ความยาวรวง (panicle length) จากกผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า รังสีแกมม่าไม่มีผลกระทบต่อความยาวของข้าวโดยเฉพาะพันธุ์เล็บมือนาง 111 แต่พันธุ์ข้าวพลายงามปราจีนบุรีและหันตรา 60 ได้รับผลกระทบบ้างเล็กน้อยในทางเพิ่มความยาวของรวงเมื่อเพิ่มปริมาณรังสี

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (1,000 grain weight) น้ำหนัก 1000 เมล็ดของพันธุ์ข้าวเล็บมือนาง 111 และหันตรา 60 ลดลงประมาณ 1-2 กรัมเมื่อได้รับการฉายรังสี ส่วนพันธุ์ข้าวพลายงามปราจีนบุรีไม่ได้รับผลกระทบแต่อย่างใด

ความงอกของเมล็ด (seed germination) เมื่อนำเมล็ดที่ได้รับการทำลายระยะพักตัวแล้ว มาเพาะเพื่อทดสอบความสามารถการงอกของเมล็ดนั้น พบว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ไม่ได้รับผลกระทบจากการฉายรังสี เมล็ดพันธุ์มีความงอกมากกว่าร้อยละ 85

คุณภาพการขัดสีเป็นข้าวสารรวม (milling recovery) เมื่อนำข้าวเปลือกที่มีความชื้นในเมล็ดประมาณ 14-15% มาทดสอบคุณภาพขัดสีเป็นข้าวสารรวม พบว่า ในพันธุ์ข้าวเล็บมือนาง 111 ปริมาณข้าวสารรวมที่สีได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ที่รังสีขนาน 20 กิโลแรด ส่วนพันธุ์ข้าวพลายงามปราจีนบุรี และหันตรา 60 ปริมาณข้าวสารรวมที่ได้รับมีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 1 เท่านั้น

จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การใช้รังสีแกมม่าเพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมในพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวน้ำลึกมีผลทำให้ต้นข้าวในชั่วที่ M_1 เตี้ยลงประมาณ 10-20 เซนติเมตร ทั้งนี้มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าว ส่วนลักษณะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการให้ผลผลิตคือจำนวนต้นและ/หรือจำนวนรวงต่อหน่วยพื้นที่และจำนวนเมล็ดดีต่อรวง ได้รับผลกระทบอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มปริมาณรังสี แม้ว่าน้ำหนักรวงของพันธุ์เล็บมือนาง 111 และพลายงามปราจีนบุรี ลดลงกว่าร้อยละ 50 เมื่อใช้รังสีแกมม่าขนาน 20 กิโลแรด แต่เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีก็ไม่มีผลกระทบแต่อย่างใด ส่วนในพันธุ์ข้าวหันตรา 60 รังสีแกมม่าขนาน 30 กิโลแรดมีผลทำให้น้ำหนักรวงลดลงในขณะที่รังสีแกมม่าขนาน 20 กิโลแรดไม่มีผลต่อการลดของน้ำหนักรวง สำหรับลักษณะอื่นๆ ได้แก่ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ความยาวรวง ความงอกของเมล็ด และคุณภาพการขัดสีเป็นข้าวสารรวม ในกรรมวิธีต่างๆ มีความแตกต่างกันน้อยมากหรือแทบไม่แตกต่างกันแต่อย่างใด ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับลักษณะประจำพันธุ์ข้าวนี้ อาจเกิดจากรังสีแกมม่ามีส่วนชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน chromosome หรือการกลายพันธุ์ของหน่วยพันธุกรรม (gene mutation) และส่งเสริมให้เกิดการรวมตัวของหน่วยพันธุกรรม (genetic recombination) ก็ได้

เมื่อนำข้าวกลายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้มาปลูกในชั่วที่ 3 (M_3) เปรียบเทียบกับพันธุ์ดั้งเดิมในสภาพน้ำลึกตามธรรมชาติในแปลงเดิม พบว่าลักษณะต่างๆ ยกเว้นความสูงของต้นของข้าวกลายพันธุ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากพันธุ์เดิม (ตารางที่ 2) โดยเฉพาะเรื่องความสามารถในการยืดปล้องซึ่งเป็นลักษณะดีในข้าวขึ้นน้ำและข้าวน้ำลึกเพื่อชูส่วนยอดให้โผล่พ้นน้ำเมื่อระดับน้ำในนาค่อยๆ เพิ่มขึ้น แสดงว่ารังสีแกมม่าไม่มีผลกระทบต่อลักษณะความสามารถในการขึ้นน้ำของข้าวทั้ง 3 พันธุ์

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ได้แก่ จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนักรวง และความยาวรวง ได้พัฒนากลับสู่สภาพที่ใกล้เคียงกับพันธุ์เดิมในข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่ 3 เป็นการเพิ่มความสม่ำเสมอและความคงตัวทางพันธุกรรมได้เร็วกว่าการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยวิธีการผสมพันธุ์และคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสม ลักษณะเด่นที่น่าสนใจคือคุณภาพการสีเป็นข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว (head rice) ซึ่งพบว่ารังสีแกมม่าทั้ง 2 ขนาน ทำให้คุณภาพการสีของข้าวพลายงามปราจีนบุรีและหันตรา 60 ดีกว่าพันธุ์เดิมประมาณร้อยละ 5-8

ในช่วงปี 2539-2541 ได้ดำเนินการคัดเลือกข้าวกลายพันธุ์อย่างต่อเนื่องจนได้สายพันธุ์ที่อยู่ตัว จึงนำเข้าปลูกประเมินผลผลิตเบื้องต้นก่อนที่จะนำไปปลูกเปรียบเทียบผลผลิตกับข้าวขึ้นน้ำและน้ำลึกสายพันธุ์ดีต่อไป ปรากฏว่าไม่สามารถคัดเลือกได้ข้าวกลายพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์เดิมจากพันธุ์เล็บมือนาง111 แม้แต่สายพันธุ์เดียว คัดเลือกได้ข้าวกลายพันธุ์สายพันธุ์ดีรวม 8 สายพันธุ์ จากพันธุ์หันตรา60 3 สายพันธุ์ และจากพันธุ์พลายงามปราจีนบุรี 5 สายพันธุ์ (ตารางที่ 3)

4.2 การประเมินผลผลิตเบื้องต้น

จากตารางที่ 3 ชี้ให้เห็นว่า รังสีแกมม่าขนาน 20 กิโลแรดมีผลทำให้พันธุ์ข้าวหันตรา 60 กลายพันธุ์เป็นเมล็ดใสกว่าพันธุ์เดิมจำนวนหนึ่งทั้งๆ ที่มีความสูงและวันออกดอกไม่แตกต่างกันนัก ได้ข้าวกลายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ 2 สายพันธุ์ คือ HTA60'93G_1 ^{60}Co-66-11 และ HTA60'93G_1 ^{60}Co-67-7 ให้ผลผลิต 506 และ 483 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบข้าวบางสายพันธุ์มีปริมาณอมิโลสสูงขึ้น ประการสำคัญคือ HTA60'93G_1 ^{60}Co-67-7 มีคุณสมบัติการสีเป็นต้นข้าวสูงถึงร้อยละ 58 ส่วนพันธุ์หันตรา 60 สีได้ต้นข้าวเพียงร้อยละ 34 เท่านั้น

ในพันธุ์ข้าวพลายงามปราจีนบุรี ปรากฏว่ารังสีแกมม่าขนาน 30 กิโลแรด ส่งผลให้ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ให้คุณภาพดีสีได้ต้นข้าวดีกว่าพันธุ์เดิมถึงร้อยละ 13 นอกจากนี้ข้าวกลายพันธุ์สายพันธุ์ PNG'93G_2 ^{60}Co-17-7 ยังให้ผลผลิตเฉลี่ยถึง 490 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เดิมประมาณร้อยละ 24

จะเห็นได้ว่าการใช้รังสีแกมม่าเพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมจากพันธุ์ข้าวที่คุณภาพเมล็ดไม่ดีเท่าที่ควรให้เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพเมล็ดดี ถึงแม้ว่ามีอัตราการเกิดต่ำก็ตาม แต่เป็นวิธีที่เป็นประโยชน์และสามารถนำข้าวกลายพันธุ์ไปทดสอบในขั้นเปรียบเทียบผลผลิตได้เร็วกว่าการผสมพันธุ์ตามวิธีปกติ (conventional method) ดังเช่นในประเทศต่างๆ ที่ปลูกข้าว เช่น จีน มีพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวกลายพันธุ์ที่เป็นพันธุ์รับรองและใช้ในการผสมพันธุ์กว่า 100 พันธุ์/สายพันธุ์ ส่วนในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นก็มีมากถึง 17 และ 31 พันธุ์/สายพันธุ์ตามลำดับ แม้

แต่เวียดนามก็มีข้าวกลายพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรปลูกถึง 6 พันธุ์ (Amano, 1992) ส่วนประเทศไทยมีเพียง 3 พันธุ์เท่านั้น คือ กข6 กข10 และ กข15 โดยเฉพาะงานวิจัยและพัฒนาข้าวตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 มุ่งเน้นให้เพิ่มผลผลิตและลดมลภาวะสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการปลูกข้าวที่มีคุณภาพดีที่ได้มาจากการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ จึงเป็นหนทางหนึ่งที่สนองนโยบายนี้ เพื่อเพิ่มการผลิตข้าวคุณภาพดีของประเทศ และยังมีผลทำให้ได้ข้าวที่มีผลผลิตสูงอีกด้วย

5. สรุปการทดลองและคำแนะนำ

5.1 การใช้รังสีแกมม่าขนาน 20 และ 30 กิโลแรด ที่ได้จาก ^{60}Co เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวน้ำลึก ประสบความสำเร็จระดับหนึ่ง ทำให้ได้ข้าวกลายพันธุ์ที่มีความคงตัวทางพันธุกรรมนำไปปลูกประเมินผลผลิตได้เร็วกว่าการผสมพันธุ์และคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสม

5.2 รังสีแกมม่ามีผลกระทบทำให้ลักษณะทางการเกษตรของข้าวกลายพันธุ์ชั่วที่ 1 (M_1 generation) บางลักษณะเปลี่ยนแปลงไปเช่นต้นเตี้ยลง จำนวนเมล็ดดีต่อรวงน้อยลง จำนวนต้นและจำนวนรวงต่อพื้นที่น้อยลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและปริมาณรังสี ในทำนองเดียวกันรังสีแกมม่ามีส่วนทำให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตดีขึ้นด้วย แต่แทบไม่มีผลกับคุณสมบัติทางเคมีของเมล็ด ยกเว้นปริมาณอมิโลสได้รับผลกระทบบ้างเล็กน้อย

5.3 ลักษณะของข้าวกลายพันธุ์ที่เปลี่ยนแปลงไปสามารถเพิ่มความคงตัวทางพันธุกรรมได้ใกล้เคียงกับพันธุ์ดั้งเดิมในชั่ว M_3

5.4 คัดเลือกได้ข้าวกลายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดดี และคุณภาพการสีดีกว่าพันธุ์เดิม 2 สายพันธุ์ HTA60'93G_1 ^{60}Co-67-7 และ PNG'93G_2 ^{60}Co-17-7 ไม่พบข้าวกลายพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์เดิมในพันธุ์ข้าวเล็บมือนาง 111

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Khampanonda P., A. Sarigabutr and M. Chombhubol, Mutation Breeding in Rice for High Yield and Better Blast Resistance, Thai. J. Agri. Sci. 11:63-71 p., 1978.

[2] สิรนุช ลามศรีจันทร์, การปรับปรุงพันธุ์โดยการกลายพันธุ์ : ข้าว. ใน การกลายพันธุ์ของพืช, ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 145-149 น.; 2536.

[3] Amano, E. , Plant Cultivars Derived from Induced Mutation Induction of the Use of Induced Mutants in Cross Breeding, Data from Mutation Breeding Newsletter (up to No.37, 1991) Analyzed by Dr. E. Amano ,1992.

Table 1. Effect of gamma rays on some agronomic characteristics and milling recovery of floating and deepwater rice (*O. sativa* L.) M_1 populations in 1993 at Prachinburi Rice Research Center

Parameters	Treatments								
	Untreated			20 kilorad			30 kilorad		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Height (cm)	214±12	223±12	185±8.3	204±10	212±33	175±10.8	195±12	222±13	174±7.1
Tiller/m^2	185±27	152±18	170±18.5	119±21	128±15	110±22.6	88±15	90±22	67±10.4
Panicle/m^2	165±25	140±22	160±20.9	118±18	116±18	107±22.6	88±22	88±15	66±11.5
No.filled grain/Pan.	108±33	146±36	100±22.6	41±22	52±37	35±20.9	14±17	48±20	17±16.8
Panicel weight (gm)	4±1	4±0.9	3±0.7	2±0.9	2±0.9	3±0.6	2±1	2±1	2±0.9
Panicle length (cm)	24±2	27±2	25±1.8	24±2	26±2	26±3.4	24±2	27±2	27±3.1
1000 grain wt. (gm)	32.4	29.6	27.0	31.3	29.6	26.2	30.5	29.9	26.2
Germination (%)	98.3	95.3	94.7	96.0	94.3	92.3	96.3	96.7	94.0
Milling recovery (%)	61.4	56.0	60.7	63.6	54.5	59.0	62.3	52.4	59.0

Remarks : Each value represents the mean of 50 observations except for 1000 grain weight, germination and milling recovery from 3 observations. (1) = Leb Meu Nahng111 , (2) = Plai Ngahm Prachinburi , (3) = Huntra60

Table 2. Effect of gamma rays on some agronomic characteristics and milling recovery of floating and deepwater rice (*O. sativa* L.) M_3 populations in 1995 at Prachinburi Rice Research Center

Parameters	Treatments								
	Untreated			20 kilorad			30 kilorad		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Height (cm)	213+4.5	218+6.2	191+5.8	202+9.3	259+20.8	184+7.5	202+9.3	266+19.2	190+8.2
Tiller/hill	6+2.9	10+5.8	8+3.3	7+3.3	10+3.5	8+3.1	6+2.6	11+6.5	8+2.5
Panicle/hill	6+3.6	9+4.4	6+2.3	6+3.2	10+3.8	6+3.2	6+3.1	11+7.2	7+3.3
No.filled grain/pan.	140+44.9	126+21.7	109+35.7	141+24.4	132+26.7	106+30.0	143+40.8	133+26.7	107+56.7
Panicle weight (gm)	5+1.1	4+0.7	3+1.0	5+0.9	4+0.8	3+1.0	5+1.2	4+0.9	3+1.5
Panicle length (cm)	24+1.8	28+1.8	26+2.2	25+1.3	27+1.4	27+2.5	25+1.6	27+2.2	26+3.3
1000 grain wt. (gm)	29.6	28.2	26.6	30.1	28.8	27.0	30.1	28.7	27.3
Germination (%)	98.0	99.0	99.0	97.3	96.6	98.6	98.3	98.0	97.0
Milling recovery (%)									
Milled rice	60.5	58.5	61.0	60.8	62.3	63.4	59.5	63.5	63.8
Head rice	37.20	31.63	38.50	38.77	35.56	46.02	36.51	36.84	40.42

Remarks : Each value represents the mean of 50 observations except for 1000 grain weight, germination and milling recovery from 3 observations. (1) = Leb Meu Nahng111 , (2) = Plai Ngahm Prachinburi , (3) = Huntra60

Table 3. Flowering dates, height, chalkiness, chemical properties and milling quality of gamma-radiated mutant lines compared to original varieties in 1999 wet season at Prachinburi Rice Research Center.

Designation	Flowering date	Height (cm)	Chalkiness	Yield[a] (kg/rai)	Amylose (%)	Chemical properties: Gel consistency mm.	Gel consistency character	Gel. Temp Value	Gel. Temp character	Elongation Ratio	Milling quality (%): Brown rice	Hull	Milled rice	Head Rice
1. Huntra 60 C	20 Nov.	204	2-3	441	25.52	55	M	4	I	1.64	76	24	64	34
2. HTA60'93 G_1^{60}Co-59-1	24 Nov.	205	3-4	392	28.54	50	M	4	I	1.65	76	23	63	24
3. HTA60'93 G_1^{60}Co-66-11	19 Nov.	207	3-4	506	25.55	60	M	4	I	1.51	76	24	62	27
4. HTA60'93 G_1^{60}Co-67-7*	**19 Nov.**	**215**	**2-3**	**483**	**23.30**	**59**	**M**	**2**	**H**	**1.58**	**78**	**22**	**70**	**58**
5. Plai Ngahm Prachinburi C	24 Nov.	259	3-4	395	28.15	55	M	3	H	1.69	77	23	63	26
6. PNG'93 G_1^{60}Co-73-18	26 Nov.	245	3-4	326	28.08	57	M	3	H	1.56	77	23	64	26
7. PNG'93 G_1^{60}Co-73-23	26 Nov.	241	3-4	310	28.05	54	M	3	H	1.54	76	24	61	32
8. PNG'93 G_1^{60}Co-73-40	29 Nov.	237	3-4	359	26.82	55	M	3	H	1.63	75	24	61	22
9. PNG'93 G_2^{60}Co-17-7*	**25 Nov.**	**248**	**2-3**	**490**	**26.52**	**50**	**M**	**3**	**H**	**1.53**	**76**	**23**	**66**	**39**
10. PNG'93 G_2^{60}Co-62-30	24 Nov.	241	3-4	375	27.28	54	M	3	H	1.58	78	23	63	28

[a] yield evaluated from 5x5 m^2 3 replications

Amylose content	Character of cooked rice	Gelconsistency mm.	Gelconsistency character	Gelatinization temperature Dissolved in KOH	Gelatinization temperature Level
9-20% = Low	Soft-sticky	25-40	Hard	6-7	Low
20-25% = Intermediate	Rather soft	41-60	Medium	4-5	Intermediate
25-33% = High	Hard and fluffy	61-100	Soft	1-3	High