ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 28:180-192 (2537)

การปรับปรุงข้าวหอม (*Oryza sativa* L.) พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้เทคนิคการชักนำให้คัพภะสร้างยอดจำนวนมากร่วมกับรังสีแกมมา

Breeding of Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.) Variety Khao Dawk Mali 105 through Multiple Shoot Induction and Gamma Irradiation

ประภา ศรีพิจิตต์[1] อรอนงค์ นัยวิกุล[2] วิทยา แสงแก้วสุข[1]

Prapa Sripichitt, Onanong Naivikul, Witthaya Saengkaewsook

ABSTRACT

Breeding of aromatic rice (*Oryza sativa* L.) variety Khao Dawk Mali 105 (KDML 105) for photoperiod insensitivity, short culm, high yielding, good cooking and eating quality of grains was conducted by using *in vitro* multiple shoot induction and gamma irradiation. The 357 M_1R_1 rice plants derived from multiple shoots which were induced from embryos irradiated with various doses of gamma radiation(0-36 krad). The M_1R_1 plants varied for the number of days to flowering, plant height, number of tillers and panicles per plant, seed fertility and lodging. The 1,108 M_2R_2 progenies showed photoperiod insensitivity, however the selection for other desirable agronomic characters could not be made due to the progenies which were infected by yellow orange leaf disease. The seeds were harvested from total 371 M_2R_2 plants which could produce seeds. In M_3R_3 progenies, selection was made for photoperiod insensitivity, short culm, high tillering, and erect plant type. Ninety-five M_3R_3 plants were selected. The M_4R_4 progenies responded to short daylength which indicated that they were weakly photoperiod sensitive. The selection was made only for desirable agronomic characters. Thirty-one M_4R_4 lines were screened. The selection of M5R5 progenies was made by considering both good agronomic characters and good cooking and eating quality of grains. Four M_5R_5 lines were selected which possessed weakly photoperiod sensitivity, short culm, moderately tillering, erect plant type, good cooking and eating quality of grain with aroma. These lines will be utilized for further breeding of aromatic rice variety KDML 105 for photoperiod insensitivity.

Key words: aromatic rice, gamma radiation, multiple shoots, photoperiod, grain quality

1 ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

2 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

ในการปรับปรุงข้าวหอม (*Oryza sativa* L.) พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นเตี้ย ผลผลิตสูง เมล็ดมีคุณภาพหุงต้มแสะรับประทานที่ดีตลอดจนมีกลิ่นหอม กระทำโดยอาศัยเทคนิคการชักนำให้คัพภะสร้างยอดจำนวนมากในสภาพปลอดเชื้อร่วมกับการฉายรังสีแกมมา ต้นข้าว M_1R_1 จำนวน 357 ต้น ได้มาจากยอดจำนวนมากซึ่งชักนำให้เกิดขึ้นจากคัพภะที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ (0–36 กิโลแรด) ต้น M_1R_1 มีความผันแปรในจำนวนวันออกดอก ความสูง จำนวนต้นและรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และการหักล้ม ลูกชั่ว M_2R_2 จำนวน 1,108 แถว แสดงลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง อย่างไรก็ตามไม่สามารถคัดเลือกลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ที่ต้องการได้ เนื่องจากต้นข้าวถูกทำลายโดยโรคใบสีส้ม จึงเก็บเกี่ยวเมล็ดจากต้นที่ติดเมล็ดได้ทั้งหมด 371 ต้น ในชั่ว M_3R_3 สามารถคัดเลือกต้นข้าวที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นเตี้ย การแตกกอดี และไม่หักล้ม จำนวน 95 ต้น ลูกชั่ว M_4R_4 มีการตอบสนองต่อช่วงแสงสั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ข้าวที่ได้มีลักษณะไวต่อช่วงแสงน้อย ในชั่วนี้จึงคัดเลือก โดยพิจารณาถึงลักษณะทางการเกษตรที่ดีเท่านั้น คัดเลือกได้ 31 สายพันธุ์ ลูกชั่ว M_5R_5 คัดเลือกโดยพิจารณาจากทั้งลักษณะทางการเกษตรที่ดีและเมล็ดมีคุณภาพหุงต้มและรับประทานที่ดี คัดเลือกไว้ 4 สายพันธุ์ซึ่งมีลักษณะไวต่อช่วงแสงน้อย ต้นเตี้ย การแตกกอปานกลาง ไม่หักล้ม เมล็ดมีคุณภาพหุงต้มและรับประทานที่ดี ตลอดจนมีกลิ่นหอม สายพันธุ์เหล่านี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงต่อไป

คำนำ

ปัจจุบันความต้องการข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากข้าวหอมพันธุ์นี้มีคุณภาพหุงต้มที่ดี กล่าวคือเมล็ดข้าวสุกมีสีขาวยาวงาม เป็นตัว นุ่มนวล มีกลิ่นหอม และรสอร่อยเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จึงขายได้ราคาดี แต่ปริมาณการผลิตยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจากข้าวพันธุ์นี้มีลักษณะประจำพันธุ์หลายอย่างที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเพิ่มผลผลิต เช่น มีความไวต่อช่วงแสง (photoperiod sensitive) ต้องการช่วงแสงสั้น (short daylength) ในการชักนำให้ออกดอก จึงปลูกได้ฤดูเดียว คือ ฤดูนาปีเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถขยายพื้นที่ปลูกได้ นอกจากนี้ยังมีทรงต้นค่อนข้างสูง จึงมักหักล้มง่าย ทำให้ผลผลิตเสียหายได้ ไม่ต้านทานต่อโรคและแมลงหลายชนิด เช่น โรคไหม้ โรคใบสีส้ม และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (วรวิทย์, 2530) ผลผลิตต่อไร่จึงต่ำประมาณ 340 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2531)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืชสามารถชักนำให้เกิดความผันแปรทางพันธุกรรม (somaclonal and gametoclonal variation) ในประชากรพืชได้ (Evans, 1986) ยิ่งกว่านั้นการใช้รังสีร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยังช่วยเพิ่มความผันแปรให้สูงขึ้นอีก ทำให้ขอบเขตของความผันแปร (variation spectrum) กว้างขึ้น (Novak *et al* ., 1988; Wang *et al.*, 1988) และต้นที่ผันแปรไปมักเกิดจากการกลายพันธุ์แบบกลายทั้งต้น (solid mutant) (Broertjeset *al.*, 1976, Roest *et al.*, 1981) ทั้งนี้เนื่องจากต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการพัฒนามาจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือเพียงไม่กี่เซลล์ (Evans and Sharp, 1986) ดังนั้นโอกาสที่ต้นพืชจะเกิดการกลายพันธุ์เพียงบางส่วน (chimera) จึงต่ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคนิคการชักนำให้คัพภะของข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สร้างยอดจำนวนมาก (multiple shoots) (ประภา, 2532) ร่วมกับการใช้รังสีแกมมา (ประภา และคณะ, 2534) เพื่อสร้างแหล่งความผันแปรทางพันธุกรรมของลักษณะ

ทางการเกษตร ต่างๆ (ประภา และคณะ, 2535) สำหรับใช้ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นเตี้ย ผลผลิตสูง ตลอดจนตรวจสอบคุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพหุงต้มและรับประทานซึ่งรวมถึงความหอมด้วย เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่เมล็ดมีคุณภาพทาง กายภาพ คุณภาพหุงต้มและรับประทานที่ดี และมีกลิ่นหอม นอกเหนือไปจากลักษณะทางการเกษตรต่างๆ ที่ต้องการดังกล่าวแล้ว

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตต้นข้าว M_1R_1 และลูกชั่วต่างๆ

นำเมล็ดข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาฉายรังสีแกมมา (จาก Cs-137) ปริมาณ (dose) 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 และ 36 กิโลแรด อัตรารังสี 716.7 แรด/นาที (ประภา และคณะ, 2534) ภายหลังจากการฉายรังสีแล้วนำเมล็ดมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม benzyladenine (BA) 25 มิลลิกรัม/ลิตร (ประภา, 2532) เพื่อชักนำให้คัพภะสร้างยอดจำนวนมาก ภายหลังจากที่ได้เพาะเลี้ยงเมล็ดไปนานประมาณ 5 สัปดาห์ จึงย้ายยอดจำนวนมากที่ยังมีขนาดเล็กอยู่ไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อชักนำให้ยอดยืดตัวยาวขึ้น ต่อจากนั้นจึงย้ายกลุ่มยอดไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อชักนำให้ยอดสร้างรากภายในเวลา 2-3 สัปดาห์จะได้ต้น (กอ) ข้าว (M_1R_1) ที่สมบูรณ์ จึงย้ายออกปลูกในกระถางภายใต้สภาพเรือนปลูกพืชทดลอง ปลูกจนกระทั่งออกดอกและเก็บเกี่ยวเมล็ดจากต้น M_1R_1 ปลูกลูกชั่ว M_2R_2 ในแบบรวงต่อแถวในแปลงนาทดลอง คัดเลือกต้นที่ต้องการ ปลูกลูกชั่ว M_3R_3 ในแบบต้นต่อแถว คัดเลือกต้นที่ต้องการปลูกลูกชั่ว M_4R_4 ในแบบต้นต่อแถว เนื่องจากลูกในชั่วนี้มีความสม่ำเสมอดีจึงคัดเลือกแถวที่ต้องการ ปลูกลูกชั่ว M_5R_5 ในแบบแถวต่อสองแถว ในลูกชั่ว M_2R_2 ถึง M_5R_5 ทุกๆ 10 แถวจะสลับด้วยต้นเปรียบเทียบ (control) ขาวดอกมะลิ 105 หนึ่งแถว

การตรวจสอบความไวต่อช่วงแสงของต้น/สายพันธุ์ข้าวชั่วต่างๆ

เริ่มกระทำในลูกชั่ว M_2R_2 โดยการปลูกลูกชั่ว M_2R_2 ในแปลงนาทดลองภายใต้สภาพธรรมชาติที่มีช่วงแสงยาวกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน (long daylength) ซึ่งจะเริ่มในราวต้นเดือน เมษายน (Figure 1) โดยปลูกลูกชั่ว M_2R_2 เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2533 ข้าวต้นใดออกดอกก่อนวันที่ 1 กันยายน จัดว่าเป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง (photoperiod insensitive) เนื่อง จากพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงมีอายุตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งออกดอกไม่นานเกินกว่า 150 วัน (Vergara*et al.*, 1976) ส่วนข้าวที่ออกดอกหลังวันที่ 1 กันยายน จัดว่าเป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง เมื่อลูกชั่ว M_2R_2 ออกดอก คัดเลือกต้นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงปลูกลูกชั่ว M_3R_3 ที่ไม่ไวต่อช่วงแสงภายใต้สภาพที่มีช่วงแสงยาวตามธรรมชาติอีกครั้งหนึ่ง (วันปลูก 8 เมษายน 2534) เพื่อตรวจสอบการถ่ายทอดลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงของลูกชั่ว M_2R_2 ไปยังลูกชั่ว M_3R_3 คัดเลือกต้น M_3R_3 ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกลูกชั่ว M_4R_4 ที่ไม่ไวต่อช่วงแสงภายใต้สภาพที่มีช่วงแสงสั้น (short daylength) ตามธรรมชาติ (วันปลูก 13 พฤศจิกายน 2534) เพื่อยืนยันว่าสายพันธุ์ข้าวที่คัดเลือกได้มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงจริงแม้จะปลูกในฤดูนาปรังซึ่งมีช่วงแสงสั้น คัดเลือกสายพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสงปลูกลูกชั่ว M_5R_5 ในสภาพที่มีช่วงแสงยาวตามธรรมชาติ (วันปลูก 15 เมษายน 2535) เพื่อเก็บเกี่ยวเมล็ดสำหรับตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพคุณภาพหุงต้มและรับประทานซึ่งรวมถึงความหอมด้วย

การศึกษาลักษณะทางการเกษตรของต้น/สายพันธุ์ข้าวชั่วต่างๆ

บันทึกลักษณะทางการเกษตรต่างๆ ของต้น/สายพันธุ์ข้าวตั้งแต่ชั่ว M_1R_1 ถึง M_5R_5 ซึ่งได้แก่ ความสูงจากโคนกอถึงปลายรวงที่สูงที่สุด อายุออกดอกของต้น M_1R_1 นับตั้งแต่วันเริ่มเพาะเลี้ยงเมล็ดบนอาหารสังเคราะห์จนถึงวันที่จำนวนรวงในกอโผล่พ้นใบธง 75 % ส่วนอายุออกดอกของลูกชั่ว M_2R_2 ถึง M_5R_5 และต้นเปรียบเทียบนับตั้งแต่วันที่เริ่มปลูกจนถึงวันที่จำนวนกอในแถวออกดอก 75 % จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และการหักล้มซึ่งพิจารณาจากความแข็งแรงของลำต้น ดังนี้

1 แข็งแรง (ต้นข้าวทั้งหมดตั้งตรง)

5 ปานกลาง (ต้นข้าวล้มพอประมาณ)

9 อ่อนแอ (ต้นข้าวส่วนมากล้มราบ)

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดทางกายภาพของสายพันธุ์ข้าวชั่ว M_5R_5

นำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากสายพันธุ์ข้าวในชั่ว M_5R_5 จำนวน 31 สายพันธุ์มาวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ ซึ่งได้แก่

น้ำหนักเมล็ด (grain weight) ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ด แล้วปรับเป็นน้ำหนักที่ความชื้นของเมล็ด 14 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะท้องไข่ (chalkiness) ประเมินจากจุดสีขาวขุ่นคล้ายชอล์คที่เกิดขึ้นในเนื้อใน (endosperm) ของเมล็ดข้าวสาร ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีการของเครือวัลย์ (2534)

ความแกร่งของเมล็ด (grain hardness) วัดความแกร่งของเมล็ดข้าวสาร (ข้าวขัดขาว) ด้วยเครื่องวัดความแกร่ง รุ่น Seisakusho ของบริษัท Kiya ประเทศญี่ปุ่น และหาค่าเฉลี่ยของความแกร่งจากการเปรียบเทียบแรงกด โดยตัวเลขมากจะแกร่งมากกว่าตัวเลขน้อย

ความขาวของข้าวสาร (whiteness of milled rice) วัดความขาวของเมล็ดข้าวขัดขาวด้วยเครื่องวัดความขาว แล้วหาค่าเฉลี่ยของความขาวโดยเปรียบเทียบกับแผ่นความขาวมาตรฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 86.3 สำหรับข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ชั้น 1 มีค่าความขาวประมาณ 40-42 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นข้าวที่มีค่าตัวเลขสูงกว่าจะขาวกว่าข้าวที่มีค่าตัวเลขน้อยกว่า

คุณภาพการสี (milling quality) ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบต่างๆ ของเมล็ดที่ได้จากการสี ซึ่งเป็นกระบวนการขจัดเปลือก (hull) รำ (bran) และคัพภะ (embryo) ออกจากข้าวเปลือก โดยให้มีข้าวสารหัก (broken rice) น้อยที่สุด ดังนี้

$$\% \text{ แกลบ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวกล้อง} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

$$\% \text{ รำ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวกล้อง} - \text{น้ำหนักข้าวสาร} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

$$\% \text{ ข้าวสาร} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสาร} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

$$\% \text{ ข้าวหัก} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสาร} - \text{น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ดต้นข้าว} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

การตรวจสอบคุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดของสายพันธุ์ข้าวชั่ว M_5R_5

นำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากสายพันธุ์ข้าวในชั่ว M_5R_5 จำนวน 31 สายพันธุ์มาวิเคราะห์คุณภาพหุงต้มและรับประทาน ซึ่งได้แก่

ปริมาณอะมิโลส (amylose content) วิเคราะห์โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมี เมื่ออะมิโลสทำปฏิกิริยากับไอโอดีน (iodine) จะได้สีน้ำเงิน และวัดความเข้มของสีโดยใช้ spectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 620 นาโนเมตร ประเมินค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ (Juliano, 1971)

ค่าการสลายเมล็ดข้าวสารในด่าง (alkaline test) วิเคราะห์โดยการนำเมล็ดข้าวสารแช่ในสารละลาย

KOH ความเข้มข้น 1.7 % ตั้งทิ้งไว้นาน 23 ชั่วโมง แล้วจึงอ่านค่า การกระจายของเมล็ดที่ปรากฏซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ระดับ ตามวิธีการของการ Little *et al.* (1958)

อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) ประเมินได้จากค่าการสลายเมล็ดในด่าง ตามวิธีการของ Bernettiet *al.* (1990)

ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) วิเคราะห์ตามวิธีการของ Cagampang *et al.* (1973)

การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio) วิเคราะห์โดยสุ่มเมล็ดข้าวสาร 100 เมล็ด วัดความยาว นำไปแช่ในน้ำนาน 30 นาที แล้วจึงนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที จากนั้นนำเมล็ดข้าวแช่ในน้ำเย็น และเลือกเมล็ดตรงจำนวน 50 เมล็ด วัดความยาว

อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก

$$= \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสาร}}$$

ความหอม (aroma) วิเคราะห์โดยการหุงข้าวในหลอดทดลอง โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:2 ปิดปากหลอดด้วยลูกแก้ว นำไปต้มในน้ำเดือดจนข้าวสุก ตรวจสอบความ หอมโดยการดมกลิ่น และให้คะแนนความหอมโดยการเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งให้มีคะแนนความหอมเท่ากับ 9 และแบ่งคะแนนความหอมออกเป็น 9 ระดับ (Azeez and Shafi, 1966) ดังนี้

9 = หอมมากที่สุด	4 = หอมน้อยที่สุด
8 = หอมมาก	3 = ไม่หอม
7 = หอม	2 = กลิ่นสาบเล็กน้อย
6 = หอมน้อย	1 = กลิ่นสาบ
5 = หอมน้อยมาก	

การคัดเลือกต้น/สายพันธุ์ข้าวในชั่วต่างๆ

คัดเลือกต้น/สายพันธุ์ข้าวในชั่วต่างๆ (M_2R_2 ถึง M_5R_5) ที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงต้นเตี้ย การแตกกอดี และไม่หักล้ม นอกจากนั้นในชั่ว M_5R_5 ยังได้คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโดยพิจารณาถึงคุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพหุงต้มและรับประทานที่ดีของเมล็ดซึ่งรวมทั้งความหอมด้วย

ผลและวิจารณ์

ความไวต่อช่วงแสงของต้น/สายพันธุ์ข้าวในชั่วต่างๆ ต้นข้าว M_1R_1 ที่เจริญมาจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายรังสีและผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ (0–36 กิโลแรด) มีอายุออกดอกซึ่งนับตั้งแต่เพาะเลี้ยงเมล็ดบนอาหารสังเคราะห์จนถึงต้นข้าวออกรวง 75 เปอร์เซ็นต์ ผันแปรอยู่ระหว่าง 141 ถึง 167 วัน เฉลี่ย 153 วัน (Table 1) ในชั่วนี้ยังไม่สามารถตรวจสอบความไวต่อช่วงแสงได้ เนื่องจากต้นข้าว M_1R_1 เจริญมาจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดก่อนจึงย้ายออกปลูกในเรือนปลูกพืชทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมช่วงแสงได้ และลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงของข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ถูก ควบคุมด้วยยีนด้อย 1 คู่ (สุวิช, 2535) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะแสดงออกมาให้เห็นในลูกชั่วที่ 2 จึงเริ่มตรวจสอบความไวต่อช่วงแสงเพื่อคัดเลือกต้นที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงในลูกชั่ว M_2R_2

ลูกชั่ว M_2R_2 ที่มาจากต้นข้าว M_1R_1 ที่ผ่านการฉายรังสีทุกปริมาณ (0–36 กิโลแรด) ซึ่งปลูกภายใต้สภาพที่มีช่วงแสงยาวตามธรรมชาติ มีอายุออกดอกผันแปรอยู่ระหว่าง 82 ถึง 116 วัน เฉลี่ย 104 วัน โดยออกดอกเฉลี่ยตรงกับวันที่ 9 สิงหาคม 2533 ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวเป็นระยะที่ยังมีช่วงแสงยาวกว่า 12 ชั่วโมง (Figure 1) เช่นเดียวกับวันที่ปลูก (27 เมษายน 2533) จะเห็นได้ว่าไม่มีข้าวต้นใดในชั่ว M_2R_2 มีอายุตั้งแต่ปลูกจนออกดอกนานเกินกว่า 150 วัน และออกดอกก่อนวันที่ 1 กันยายน 2533 จึงอาจ

กล่าวได้ว่าลูกในชั่วนี้ทั้งหมดมีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง (Vergara*et al.*, 1976) สามารถออกดอกได้เมื่อมีการเจริญเติบโตทางลำต้นเต็มที่โดยไม่ต้องอาศัยช่วงแสงสั้นในการกระตุ้นให้สร้างดอกอ่อน ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบขาวดอกมะลิ 105 มีอายุออกดอกผันแปรอยู่ระหว่าง 177 ถึง 179 วัน เฉลี่ย 178 วัน ซึ่งนานเกินกว่า 150 วัน และแสดงความไวต่อช่วงแสงโดยออกดอกเฉลี่ยตรงกับวันที่ 22 ตุลาคม 2533 อันเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งการสร้างดอกอ่อนจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับช่วงแสงสั้นกว่า 12 ชั่วโมง โดยจะออกดอกประมาณ วันที่ 20 ตุลาคม (วรวิทย์, 2530)

ลูกชั่ว M_3R_3 ซึ่งปลูกภายใต้สภาพที่มีช่วงแสงยาวตามธรรมชาติ มีอายุออกดอกผันแปรอยู่ระหว่าง 75 ถึง 130 วัน เฉลี่ย 88 วัน โดยออกดอกเฉลี่ยตรงกับวันที่ 5 กรกฎาคม 2534 จะเห็นได้ว่าอายุออกดอกของ

Table 1 Some agronomic characters of M_1R_1, M_2R_2, M_3R_3, M_4R_4, and M_5R_5 progenies of aromatic rice variety KDML 105.

Progenies	Days to flowering		Plant height (cm)	No. of tillers per plant	No. of panicles per plant	% Seed fertility	Lodging
	Long daylength	Short daylength					
M_1R_1	141 – 167	–	77 – 139	4 – 91	3 – 71	0 – 73	–
Mean	153	–	114	33	28	22	–
C.V.(%)	1.9	–	8.1	29.4	31.8	61.5	–
M_2R_2	82 – 116	–	55 – 135	8 – 84	0 – 33	0.6–76	–
Mean	104	–	87	27	10	13	–
C.V.(%)	9.6	–	10.6	30.6	43.8	88.1	–
M_3R_3	75 – 130	–	140 – 188	9 – 60	4 – 39	76 – 95	1 – 9
Mean	88	–	162	23	17	85	5
C.V.(%)	13.1	–	5.6	50.3	58.7	24/5	67.2
M_4R_4	–	56 – 64	82 – 109	11 – 35	8 – 29	61 – 88	1 – 5
Mean	–	58	96	20	17	74	2
C.V.(%)	–	2.9	4.4	18.2	20.0	12.7	38.4
M_5R_5	93 – 112	–	155 – 185	9 – 16	7 – 14	84 – 93	1 – 5
Mean	105	–	168	12	10	89	2
C.V.(%)	4.2	–	4.3	16.6	21.6	3.0	90.6
Control[1]	177 – 179	–	193 – 204	19 – 37	17 – 34	67 – 96	1 – 9
Mean	178	–	201	25	23	84	5
C.V.(%)	0.5	–	1.0	10.2	10.6	10.3	47.1
Control[2]	–	57 – 59	82 – 95	16 – 32	11 – 25	63 – 91	1 – 5
Mean	–	57	90	21	16	76	4
C.V.(%)	–	1.5	2.2	11.0	12.3	18.3	32.9

ลูกชั่ว M_3R_3 ทุกสายพันธุ์ สั้นกว่า 150 วัน และออกดอกก่อนวันที่ 1 กันยายน 2534 จึงอาจกล่าวได้ว่าลูกในชั่วนี้มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงเช่นเดียวกับลูกในชั่ว M_2R_2 หรืออาจยืนยันได้ว่าลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงในลูกชั่ว M_2R_2 สามารถถ่ายทอดสู่ลูกชั่ว M_3R_3 ได้

ลูกชั่ว M_4R_4 ซึ่งปลูกภายใต้สภาพที่มีช่วงแสงสั้นตามธรรมชาติ มีอายุออกดอกสั้นมาก โดยผันแปรอยู่ระหว่าง 56-64 วัน เฉลี่ย 58 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับอายุออกดอกของต้นเปรียบ เทียบขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง โดยมีอายุออกดอกผันแปรอยู่ระหว่าง 57 ถึง 59 วัน เฉลี่ย 57 วัน การที่ลูกชั่ว M_4R_4 มีอายุออกดอกสั้นใกล้เคียงกับต้นเปรียบเทียบขาวดอกมะลิ 105 นั้นเป็นผลเนื่องมาจากลูกชั่ว M_4R_4 ได้รับช่วงแสงสั้นกระตุ้นให้ออกดอกโดยที่การเจริญเติบโตทางลำต้นยังไม่เต็มที่หรือมีระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่สั้น ในขณะที่ลูกชั่ว M_2R_2 และ M_3R_3 ซึ่งปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว ออกดอกภายหลังที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นเต็มที่แล้วหรือมีระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ยาว ผลการทดลองนี้อาจสรุปได้ว่าสายพันธุ์ข้าวที่เจริญมาจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดที่ผ่านการฉายรังสีและไม่ผ่านการฉายรังสี เป็นสายพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงน้อย (weakly photoperiod sensitive) มิใช่สายพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสงอีกต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้มีช่วงอายุการเจริญเติบโตมากขึ้นเมื่อได้รับช่วงแสงยาวกว่า 12 ชั่วโมง แต่ยังสามารถออกดอกได้ภายใต้ช่วงแสงใดช่วงแสงหนึ่งที่มีช่วงแสงต่ำกว่า 16 ชั่วโมงต่อวัน (Chang and Vergara, 1971) นอกจากนั้นผลการทดลองครั้งนี้ยังชี้ให้เห็นว่าในการคัดเลือกลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงควรกระทำทั้งภายใต้สภาพที่มีช่วงแสงยาวและสั้น มิฉะนั้นอาจทำให้คัดเลือกได้สายพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคัดเลือกภายใต้ช่วงแสงสั้นจะให้ผลที่แน่นอนกว่า ในชั่ว M_4R_4 คัดเลือกแถวที่มีความสม่ำเสมอและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี

ลูกชั่ว M_5R_5 ซึ่งปลูกภายใต้สภาพที่มีช่วงแสงยาวตามธรรมชาติ มีอายุออกดอกผันแปรอยู่ระหว่าง 93-112 วัน เฉลี่ย 105 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับลูกในชั่ว M_2R_2 เมื่อแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพหุงต้มและรับประทาน

ลักษณะทางการเกษตรของต้น/สายพันธุ์ข้าวในชั่วต่างๆ

ต้นข้าว M_1R_1 มีความสูงผันแปรค่อนข้างมาก อยู่ระหว่าง 77-139 ซม. เฉลี่ย 114 ซม. (Table 1) ซึ่งเตี้ยกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกจากเมล็ดในสภาพที่มีช่วงแสงยาว จำนวนต้น และรวงต่อกอ มีความผันแปรมากกว่าและมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากรังสีแกมมาทำให้จำนวนต้นและรวงต่อกอของต้นข้าว M_1R_1 เพิ่มขึ้น (ประภา และคณะ, 2535) เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีซึ่งมีค่าผันแปรมาก แต่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว โดยปกติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสี มักทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ (fertility) หรือเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของต้นพืชลดลง (ประภา และคณะ, 2535; Shome and Bhaduri, 1982; Wang *et al.*, 1988)

ลูกชั่ว M_2R_2 มีความสูงผันแปรมากอยู่ระหว่าง 55-135 ซม. เฉลี่ย 87 ซม. ซึ่งเตี้ยกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว จำนวนต้นต่อกอผันแปรมาก แต่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับต้นเปรียบเทียบเมื่อปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว จำนวนรวงต่อกอและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรมาก แต่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาวเนื่องจากระยะเวลาที่ปลูกข้าวชั่ว M_2R_2 มีการระบาดของโรคใบสีส้มค่อนข้างรุนแรง ต้น M_2R_2 ถูกโรคใบสีส้มทำลายในระยะที่เริ่มสร้างรวงอ่อน ซึ่งมีผลทำให้จำนวนรวงต่อต้นต่ำ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลง

ลูกชั่ว M_3R_3 มีความสูงผันแปรค่อนข้างมาก อยู่ระหว่าง 140-188 ซม. เฉลี่ย 162 ซม. ซึ่งสูงกว่าลูกชั่ว M_2R_2 เนื่องจากในชั่วนี้ไม่มีการระบาดของโรคใบสีส้ม อย่างไรก็ตามความสูงของต้นยังต่ำกว่าต้นเปรียบ

เทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาวเช่นเดียวกัน จำนวนต้นและรวงต่อกอผันแปรมาก แต่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรปานกลาง และมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว การหักล้มปานกลางเนื่องจากต้น M_3R_3 ค่อนข้างสูง

ลูกชั่ว M_4R_4 มีความสูงผันแปรปานกลางอยู่ระหว่าง 82-109 ซม. เฉลี่ย 96 ซม. ซึ่งใกล้เคียงกับความสูงของต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงสั้นเช่นเดียวกัน จำนวนต้นและรวงต่อกอผันแปรค่อนข้างน้อย และมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงสั้น เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรค่อนข้างกว้าง แต่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงสั้น เนื่องจากลูกชั่ว M_4R_4 ซึ่งปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงสั้น มีการตอบสนองต่อช่วงแสงโดยออกดอกในขณะที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นยังไม่เต็มที่ ทำให้การแตกกอลดลงต้นเตี้ย การสะสมอาหารเพื่อที่จะสร้างรวงและเมล็ดไม่เพียงพอ ทำให้จำนวนรวงต่อกอและเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดต่ำ ลูกชั่ว M_2R_2 มีลำต้นตั้งตรงไม่หักล้มเนื่องจากต้นเตี้ย

ลูกชั่ว M_5R_5 มีความสูงผันแปรปานกลางอยู่ระหว่าง 155-185 ซม. เฉลี่ย 168 ซม. ซึ่งใกล้เคียงกับลูกชั่ว M_3R_3 ซึ่งปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาวเช่นเดียวกัน แต่ต่ำกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว จำนวนต้นและรวงต่อกอผันแปรน้อย และมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าต้นเปรียบเทียบเมื่อปลูกในสภาพที่มีช่วงแสง

Table 2 Grain physical properties of M_5R_5 progenies of aromatic rice variety KDML 105.

Range	100 grain wt. (gm)	Chalki-ness	Grain length	Grain shape	Hard-ness	White-ness	Milling quality			
							Hull (%)	Bran (%)	Kernel (%)	Broken (%)
Min.	2.4	0.00	ML	SL	8.4	38.5	22.5	7.0	65.2	5.6
Max.	2.7	0.19	L	SL	11.1	54.8	25.3	11.1	70.0	30.1
Mean	2.6	0.04	ML-L	SL	10.0	50.4	24.0	8.6	67.5	12.7
C.V.(%)	11.5	539.44	-	-	8.1	3.5	2.8	11.2	1.6	18.7
Control	2.7	0.10	L	SL	11.2	48.5	22.2	8.6	69.3	12.3

Table 3 Grain cooking and eating quality of M_5R_5 progenies of aromatic rice variety KDML 105.

Range	% Amylose	Alkaline test	Gelatinization temperature	Gel consistency	Cooked rice	Elongation ratio	Rice:water (by weight)	Aroma
Min.	11.1	6.0	low	soft	soft & sticky	2.5	1:1.6	6.0
Max.	14.4	7.0	low	soft	soft & sticky	2.8	1:1.7	9.0
Mean	12.8	6.7	low	soft	soft & sticky	2.7	1:1.6	7.5
C.V.(%)	7.2	9.8	-	-	-	9.6	13.1	11.7
Control	17.6	7.0	low	soft	soft & sticky	2.8	1:1.8	9.0

Table 4 Number of M_1R_1, M_2R_2, M_3R_3, M_4R_4 and M_5R_5 progenies observed and selected for photoperiod insensitive character and other agronomic characters at various doses of gamma irradiation.

Dose	Nmber of						
(krad)	M_1R_1 plants observed	M_2R_2 families observed	M_2R_2 plants selected	M_3R_3 familes observed	M_3R_3 plants selected	M_4R_4 families selected	M_5R_5 families selected
0	24	119	71	34	27	6	0
4	29	171	61	24	19	6	0
8	31	150	52	20	9	2	0
12	53	227	91	29	22	11	2
16	36	88	15	3	5	2	1
20	44	153	36	10	4	1	0
24	41	90	14	3	4	2	1
28	36	66	18	4	5	1	0
32	32	32	8	2	0	0	0
36	31	12	5	0	0	0	0
Total	357	1,108	371	129	95	31	4

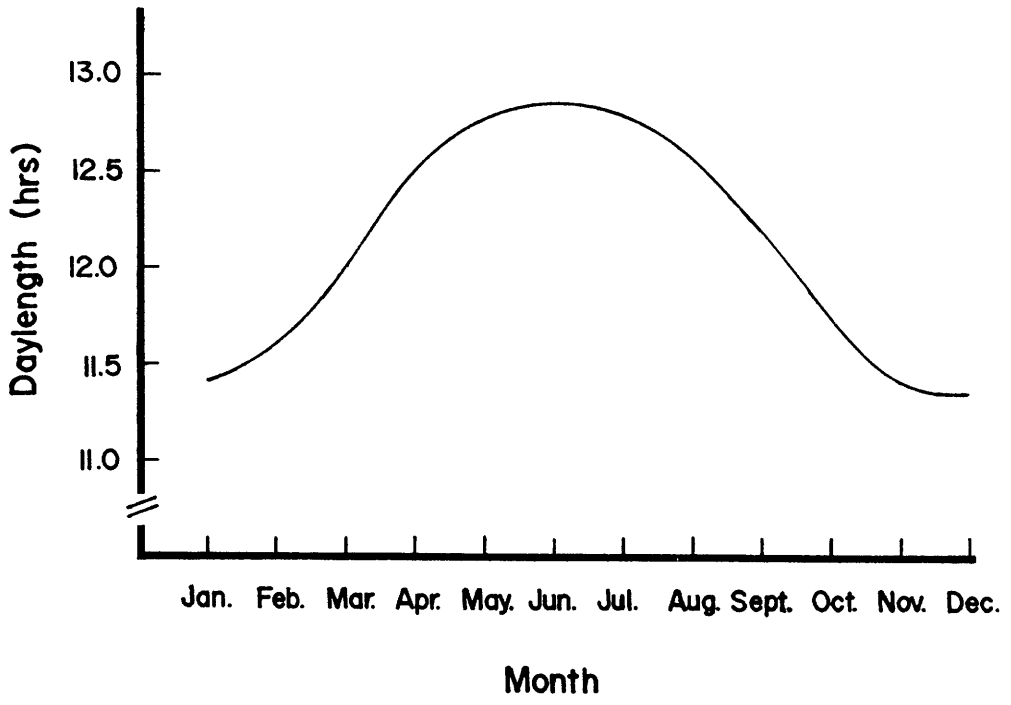

Figure 1 Average daylength (every 4 years) at Bangkhen District, (latitude 13.8°N) Bangkok, Thailand (Department of Meteorology, Bangkok).

ยาวค่อนข้างมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากในลูกชั่ว M_2R_2 ซึ่งจะเริ่มทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ต้องการ เกิดมีการระบาดของโรคใบสีส้มค่อนข้างรุนแรง ทำให้ไม่สามารถคัดเลือกต้น M_2R_2 ที่ต้องการได้ จึงเก็บเกี่ยวต้นทั้งหมดที่ติดเมล็ดนำไปปลูกเป็นลูกชั่ว M_3R_3 แล้วจึงคัดเลือกต้นที่มีจำนวนต้นและรวงต่อกอสูง ซึ่งอาจช้าเกินไป เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรน้อยมาก และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว เล็กน้อย การหักล้มน้อยกว่าต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว ถึงแม้ว่าจะมีลำต้นค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีจำนวนต้นและรวงต่อกอต่ำมาก

คุณภาพเมล็ดทางกายภาพของสายพันธุ์ข้าวชั่ว M_5R_5

จากการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพของสายพันธุ์ข้าวชั่ว M_5R_5 จำนวน 31 สายพันธุ์ พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดผันแปรอยู่ระหว่าง 2.4–2.7 กรัม เฉลี่ย 2.6 กรัม ซึ่งต่ำ กว่าพันธุ์เปรียบเทียบขาวดอกมะลิ 105 (2.7) เล็กน้อย (Table 2) ลักษณะท้องไข่ผันแปรตั้งแต่เมล็ดใสทั้งหมด (0) จนถึงเมล็ดมีท้องไข่เล็กน้อย (0.19) ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบก็มีท้องไข่เล็กน้อยเช่นเดียวกัน (0.10) เมล็ดข้าวที่ใสหรือมีท้องไข่น้อย เมื่อนำไปสีจะมีข้าวหักน้อย ได้ข้าวเต็มเมล็ดต้นข้าวมาก จึงขายได้ราคาดี (เครือวัลย์, 2534) ขนาดของเมล็ดผันแปรตั้งแต่ค่อนข้างยาว (ML) จนถึงยาว (L) ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบมีขนาดยาว ปัจจุบันข้าวที่มีขนาดเมล็ดยาวจะมีราคาดีกว่าข้าวเมล็ดสั้น (เครือวัลย์, 2531) รูปร่างเมล็ดของสายพันธุ์ทั้งหมดเรียว (SL) เช่นเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบ ความแกร่งของเมล็ดของสายพันธุ์ทั้งหมดต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ความขาวของข้าวสารผันแปรอยู่ระหว่าง 38.5–54.8 เฉลี่ย 50.4 ซึ่งขาวมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (48.5) คุณภาพการสีประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์แกลบของสายพันธุ์ทั้งหมดสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ เปอร์เซ็นต์รำผันแปรอยู่ระหว่าง 7.0–11.1 % เฉลี่ย 8.6 ซึ่งเท่ากับพันธุ์เปรียบเทียบ ข้าวสารผันแปรอยู่ระหว่าง 65.2–70.0 % เฉลี่ย 67.5 % ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (69.3 %) เปอร์เซ็นต์ข้าวหักผันแปรอยู่ระหว่าง 5.6–30.1 % เฉลี่ย 12.7 % ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบเล็กน้อย (12.3 %) จะเห็นได้ว่าสายพันธุ์ M_5R_5 มีความแปรปรวนในลักษณะคุณภาพเมล็ดทางกายภาพ ถึงแม้ว่าจะมีคุณภาพทางกายภาพบางอย่างโดยเฉลี่ยด้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบขาวดอกมะลิ 105 เช่น มีน้ำหนักเมล็ดต่ำกว่า เมล็ดมีความแกร่งน้อยกว่า และคุณภาพการสีต่ำกว่า ภายหลังการสีได้เปอร์เซ็นต์แกลบและข้าวหักมากกว่าในขณะที่เปอร์เซ็นต์ข้าวสารต่ำกว่า

คุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดของสายพันธุ์ข้าวชั่ว M_5R_5

จากการวิเคราะห์คุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดของสายพันธุ์ข้าวชั่ว M_5R_5 จำนวน 31 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ M_5R_5 มีปริมาณอะมิโลสผันแปรอยู่ระหว่าง 11.1–14.4 % เฉลี่ย 12.8 % ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบขาวดอกมะลิ 105 (17.6 %) (Table 3) โดยปกติเมล็ดข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีความเหนียวลดน้อยลงหรือร่วนมากขึ้น และยังมีความนุ่นน้อยลงด้วย (งามชื่น, 2531) ถึงแม้ว่าสายพันธุ์ M_5R_5 จะมีความผันแปรในปริมาณอะมิโลส แต่สายพันธุ์ทั้งหมดก็จัดว่าเป็นข้าวอะมิโลสต่ำ (10–19 %) เช่นเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อหุงเป็นข้าวสุกจะมีลักษณะเหนียว ค่าการสลายเมล็ดในด่างผันแปรเล็กน้อยอยู่ระหว่าง 6–7 เฉลี่ย 6.7 ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ (7) จากค่าการสลายเมล็ดในด่าง ทำให้ประเมินได้ว่าทั้งสายพันธุ์ M_5R_5 และพันธุ์เปรียบเทียบมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ซึ่งแสดงว่าต้องการระยะเวลาในการหุงต้มสั้น ข้าวที่มีอะมิโลสต่ำควรมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ถ้าอุณหภูมิแป้งสุกปานกลางหรือสูง เมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วปริมาณความชื้นในเมล็ดข้าวอาจสูงเกินไป ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะแฉะ (งามชื่น, 2531) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าสายพันธุ์ M_5R_5 และพันธุ์เปรียบเทียบเป็นข้าวที่มีคุณ

ภาพดี เนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสต่ำและมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำด้วย จากการทดสอบความคงตัวของแป้งสุก พบว่าสายพันธุ์ M_5R_5 และพันธุ์เปรียบเทียบมีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน เมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะนุ่มกว่าข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็งหากข้าวทั้งสองมีปริมาณอะมิโลสอยู่ในระดับเดียวกัน จึงอาจกล่าวได้ว่าทั้งสายพันธุ์ M_5R_5 และพันธุ์เปรียบเทียบเมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะเหนียวและนุ่มซึ่งเป็นคุณภาพเมล็ดที่ดี การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกผันแปรอยู่ระหว่าง 2.5– 2.8 เฉลี่ย 2.7 ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (2.8) ในระหว่างการหุงต้มถ้าเมล็ดมีการขยาย ตัวมากโดยเฉพาะด้านยาว จะทำให้ข้าวมีความกระด้างน้อยลง (งามชื่น, 2531) แสดงว่าโดย เฉลี่ยแล้วเมล็ดข้าวสุกของสายพันธุ์ M_5R_5 มีความนุ่มน้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบเล็กน้อย อัตราส่วนข้าว : น้ำผันแปรอยู่ระหว่าง 1:1.6 ถึง 1:1.7 เฉลี่ย 1:1.6 ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (1:1.8) แสดงว่าสายพันธุ์ M_5R_5 ต้องการน้ำในการหุงต้มน้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบความหอมผันแปรอยู่ระหว่าง 6.0–9.0 เฉลี่ย 7.5 ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (9) จึงอาจสรุปได้ว่าเมล็ดข้าวสายพันธุ์ M_5R_5 เมื่อหุงสุกแล้วจะมีลักษณะเหนียวและนุ่ม ซึ่งเป็นคุณภาพเมล็ดที่ดีที่ต้องการ ถึงแม้ว่าโดยเฉลี่ยแล้วจะมีความนุ่ม และความหอมน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์เปรียบเทียบ

การคัดเลือกต้น/สายพันธุ์ข้าวในชั่วต่างๆ

ในระหว่างการปลูกต้นลูกชั่ว M_2R_2 ซึ่งแสดงลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง มีการระบาดของโรคใบสีส้มค่อนข้างรุนแรง ทำให้ต้นข้าวแสดงอาการของโรค ลำต้นแคระแกรน เปอร์เซ็นต์ การติดเมล็ดต่ำมาก ทำให้ไม่สามารถคัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางเกษตรอื่นๆ ที่ต้องการได้ นอกจากลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง จึงนำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้จากต้นที่ติดเมล็ดทั้งหมดจำนวน 371 ต้น (Table 4) ไปปลูกเป็นต้น M_3R_3 แล้วจึงคัดเลือกต้น M_3R_3 ที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงต้นเตี้ย การแตกกอดีและไม่หักล้ม คัดเลือกไว้ 129 ต้น แล้วปลูกเป็นลูกชั่ว M_4R_4 เนื่องจากลูกในชั่วนี้แสดงลักษณะเป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสงน้อย และมีความสม่ำเสมอดี จึงคัดเลือกโดยพิจารณาจากลักษณะต้นเตี้ย การแตกกอดี ไม่หักล้ม คัดเลือกไว้ 31 แถว แล้วปลูกเป็นลูกชั่ว M_5R_5 ในชั่วนี้มีการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดซึ่งรวมถึงความหอมด้วย คัดเลือกสายพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงน้อย ต้นเตี้ย การแตกกอปานกลาง เมล็ดมีคุณภาพหุงต้มและรับประทานที่ดี และมีกลิ่นหอม คัดเลือกไว้ 4 สายพันธุ์ เพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2531. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและมาตรฐานข้าว, น. 60–76. *ใน* การปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี. สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2534. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร. 53 น.

งามชื่น คงเสรี. 2531. คุณภาพการหุงต้มรับประทานและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง, น. 94–105.*ใน* การปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี. สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร.

ประภา ศรีพิจิตต์. 2532. การชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวหอมในสภาพปลอดเชื้อ. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 2 : 324–330.

ประภา ศรีพิจิตต์, พัชราภรณ์ ตั้งมั่น และวิทยา แสงแก้วสุข. 2534. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการสร้างยอดหลายๆ ยอดของเมล็ดข้าวหอม (*Oryza sativa* L.) ในสภาพปลอดเชื้อ. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 25: 146–152.

ประภา ศรีพิจิตต์, พัชราภรณ์ ตั้งมั่น และวิทยา แสง

แก้วสุข. 2535. ผลของรังสีแกมมาร่วมกับการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพืชไร่บางอย่างของข้าวหอม (*Oryza sativa* L.) พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 26: 234-243.

วรวิทย์ พาณิชพัฒน์. 2530. ข้าวหอมขาวดอกมะลิ 105 บัสมาตี และอื่นๆ. โครงการตำราชาวบ้าน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 45 น.

สุวิช ทาเจริญ. 2535. ระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้น ระดับและพันธุกรรมของลักษณะความไวต่อช่วงแสงของข้าวหอม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2531. นโยบายการผลิตข้าว. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 56 น.

Azeez, M.A. and M. Shafi. 1966. Quality in rice. Dept. Agric (W. Pakistan). Technol. Bull. 13: 23.

Bernetti, R., D.A. Kochan, V.W. Trost and S.N. Young. 1990. Modern methods of analysis for food starches. Cereal Food World 35: 1100-1104.

Broertjes, C.,S. Roest and G.S. Bokelmann. 1976. Mutation breeding of *Chrysanthemum moli-folium* Ram. using *in vivo* and *in vitro* adventitions bud technique. Euphytica 25: 11-19.

Cagampang, G.B., C.M. Percz and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. J. Sci. Food Agr. 24: 1589-1594.

Chang, T.T. and B.S. Vergara. 1971. Ecological and genetic aspects of photoperiod sensitivity and thermal-sensitivity in relation to the regional adaptation of rice varieties. Int. Rice Comn. News. 20: 1-10.

Evans. D.A. 1986. Somaclonal and gametoclonal variation, pp. 63-96. *In* P.C. Augustine, H.D. Danforth and M.R. Bakst (eds.). Biotechno-logy for Solving Agricultural Problems. Martinus Nijhoff Publish., Dordrecht.

Evans, D.A. and W.R. Sharp. 1986. Application of somaclonal variation. Biotechnology 4: 528-532.

Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Sci. Today 16: 334-340.

Little, R.R., G.D. Hilder and E.H. Dawson. 1958. Differential effect of diluted alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem. 35: 111-126.

Novak, F.J., S. Daskalov, H. Brunner, M. Nesticky, R. Afza, M. Dolezelova, S. Lucretti, A. Herichova and T. Hermelin. 1988. Somatic embryogenesis in maize and comparison of genetic variability induced by gamma radiation and tissue culture technique. Plant Breed. 101: 66-79.

Roest, S., M.A.E. Van Berkel, G.S. Bokelman and C. Broertjes. 1981. The use of an *in vitro* adventitions bud technique for mutation breeding of Begonia x Hiemalis. Euphytica 30: 381-388.

Shome, A. and P.N. Bhaduri. 1982. Response of excised embryos of rice (*Oryza sativa* L.) to x-rays. Theor. Appl. Genet. 61: 135-139.

Vergara, B.S., B. Jackson and S.K. De Datta. 1976. Deep water rand its response to deep water stress, pp. 301-309. *In* IRRI (ed.). Climate and Rice. IRRI, Los Banos.

Wang, A.S., D.S.A. Chang, J.B. Milcic and T.C. Yang. 1988. Effect of x-ray irradiation on maize inbred line B 73 tissue cultures and regenerated plants. Crop Sci. 28: 358-362.