วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.2) May – August 2023 บทความวิจัย

การสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมในข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม เพื่อให้ได้ลักษณะรากดี และไม่ไวต่อช่วงแสง

Genetic Variation in Upland Rice Dawk Pa-yawm Variety for Good Root Traits and Photoperiod Insensitivity

รจนา พิทักษ์ธันยพร[1], รณชัย ช่างศรี[2] และ วาสนา ภานุรักษ์[3*]

Rotjana Pitakthanyaporn[1], Ronachai Changsri[2] and Wassana Phanurak[3*]

[1] *สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*

[2] *กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*

[3] *สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*

[1] *Science Education Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University*

[2] *Division of Rice Resreach and Development, Rice Deparment, Ministry of Agriculture and Cooperatives*

[3] *Geoinformatics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University*

Received : 20 May 2022

Revised : 7 October 2022

Accepted : 24 October 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม และคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมที่มีลักษณะรากดี ไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปลูกผสมพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมกับข้าวเจ้านาสวนสายพันธุ์ SB604 ในปี 2560 ปลูกทดสอบ การผสมข้ามของลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ในปี 2561 วิเคราะห์ความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ และปลูกประเมินคัดเลือกพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 (F_2) แบบสืบตระกูล วิเคราะห์อัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง ในปี 2562 ผลการทดลองพบว่า F_1 และ F_2 มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วกว่าพันธุ์พ่อแม่แสดงลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของ F_1 แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (MP) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวง มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่สูงสุด (27.91-42.42 %) เป็นยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าสูงรองลงมา คือ ลักษณะความสูงของต้น และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นยีนแบบข่มทางบวก ลักษณะความยาวรากมากกว่าพันธุ์พ่อแม่ (Heterosis 3.68-3.89%) เป็นยีนแบบข่มกันทางบวก ลักษณะรากส่วนใหญ่เป็นการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่สูงสุดในลักษณะจำนวนปลายราก ความยาวรากต่อปริมาตรราก และลักษณะพื้นที่ผิวราก ในประชากร F_2 มีการกระจายตัวแบบปกติในลักษณะความสูงของต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มี transgressive segregation เมล็ดมีความหอม อัตราพันธุกรรมอย่างกว้างมีค่าสูงในลักษณะความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (42.52-89.18%) แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของลักษณะดังกล่าวเกิดจากอิทธิพลของยีน และสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้สูง จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า วิธีการนี้สามารถคัดเลือกพันธุ์ผสมที่มีความหอม ลักษณะรากดี และไม่ไวต่อช่วงแสง ในชั่วต้นได้

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์ผสม ; ลักษณะรากดี ; ไม่ไวต่อช่วงแสง ; ความแปรปรวนทางพันธุกรรม

Abstract

The objectives of this study were to create genetic variation between upland rice, Dawk Pa-yawm and lowland rice, SB604 and line selection by pedigree method which focused on fragrant, good root architect of 6 root traits and photoperiod insensitivity. Rice hybrids were planted at the Agricultural Training and Research Center 100 rai, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. Rice hybridization conducted in 2017, then mid parent heterosis analysis were done in 2018 for F_1 and analysis of broad-sense heritability (h_B^2) of F_2 in 2019. The results showed that F_1 and F_2 had 50 percent days to flowering earlier than their parents, indicating that these types are photoperiod insensitivity. In F_1, the highest significant positive heterosis for number of grain/panicle (27.91-42.42%) was over dominance for higher parent gene effect. Positive dominance gene effect for plant height and 1,000 grains weight. Root length was higher than parent (3.68-3.89%). The positive dominance gene effect and most of root traits were additive gene effect. The highest positive heterosis for number of root tip, root length/volume and root surface area. In F_2 showed that plant height, number of grain/panicle, percentage filled grain, 1,000 grains weight were normal distribution, transgressive segregation and fragrant. Estimation of broad-sense heritability showed that plant height, number of tillers/plant, number of panicle/plant, number of grain/panicle and 1,000 grains weight were highest (42.52-89.18%), indicating that the variability of these traits was caused by genes and transmitted from parents to their generation. This research illustrated that the selection method using in this study is effective for selecting fragrant, good root traits and photoperiod insensitivity in the early generation of breeding program.

Keywords : breeding lines ; good root traits ; photoperiod insensitivity ; genetic variation

***Corresponding author. E-mail :** wasnt23@hotmail.com

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารหลักและสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทย แต่ในปัจจุบันสภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกข้าวในสภาพนาดำ หรือแม้กระทั่งพื้นที่นาหว่านข้าวแห้งก็ได้รับผลกระทบเช่นกัน จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2564 มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 62.59 ล้านไร่ มากกว่าพื้นที่การปลูกข้าวนาปรัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีมากที่สุดถึง 38.56 ล้านไร่ และพื้นที่ส่วนใหญ่นั้นอาศัยน้ำฝนในการเพาะปลูก ปัญหานี้จึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่ต้องเร่งหาแนวทางในการแก้ไข การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่มีความสามารถในการทนต่อสภาวะแล้งได้ดี หรือที่เรียกว่า aerobic rice เป็นการปลูกในสภาพไร่ ดินไม่มีน้ำขัง มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์น้อยกว่าการปลูกข้าวแบบสภาพน้ำท่วมขังจากรายงานการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตฟริ้นท์ของการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพน้ำท่วมขังมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดมากกว่าร้อยละ 95 ของคาร์บอนฟุตฟริ้นท์รวมของขั้นตอนการผลิตข้าวสารหอมมะลิบรรจุถุงขนาด 5 กิโลกรัม (Mungkung *et al*., 2011) ข้าวไร่จึงมีคุณลักษณะเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมเพาะปลูก อย่างไรก็ตามการปรับปรุงพันธุ์ข้าวก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงให้ได้พันธุ์ข้าวมีลักษณะทนทานต่อสภาวะแล้งโดยใช้พันธุ์ข้าวไร่เป็นคู่ผสมจึงมีโอกาสสูงที่จะสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ทนทานสภาวะแล้งได้ เนื่องจากข้าวไร่มีรากลึก รากมีขนาดใหญ่กว่าข้าวนาสวน รากจึงมีความสามารถในการชอนไชลงไปในดินได้ลึกทำให้ดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากกว่า ข้าวที่มีลักษณะรากตื้น Phonwong *et al*. (2018) ได้ผสมพันธุ์ข้าวนาสวนพันธุ์ กข49 กับข้าวไร่พันธุ์พญาลืมแกง ให้มีระบบรากลึกทนต่อสภาวะแล้ง ลูกผสมมีการกระจายตัวของลักษณะรากเป็นแบบต่อเนื่อง มี transgressive segregation มีค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) สูงในทุกลักษณะ (60-77%) สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะรากที่ดีเด่นกว่าพันธุ์พ่อแม่ได้ Chongkid (2002) สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์พ่อแม่ได้ โดยผสมพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งทำให้ได้ข้าวพันธุ์ผสม จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่สามารถเจริญเติบโต ทนแล้ง สามารถปลูกได้ในสภาพไร่ และให้ผลผลิตที่สูงกว่าพันธุ์พ่อแม่ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนทานต่อสภาวะแล้ง และไม่ไวต่อช่วงแสง ที่สามารถปลูกได้มากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี เป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมเป็นข้าวเจ้าพันธุ์พื้นเมืองของภาคใต้ มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ต้านทานต่อโรคใบไหม้ โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบขีดสีน้ำตาล มีกลิ่นหอม มีลักษณะระบบรากลึก รากมีขนาดใหญ่ ทำให้ทนแล้งได้ดี แต่เป็นข้าวไวต่อช่วงแสงอย่างอ่อนจึงปลูกได้ปีละครั้ง จากรายงานของ Changsri *et al*. (2014) และ Changsri *et al*. (2016) ได้พัฒนาข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 ซึ่งเป็นข้าวนาสวนสายพันธุ์ผสมระหว่าง Sabita กับ IR64 พบว่า ลักษณะรากมีความสามารถในการแข่งขันกับหญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona*) วัชพืชร้ายแรงในนาข้าวได้ ไม่ไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตสูง ทรงต้นดี คุณภาพเมล็ด และคุณภาพการหุงต้มดี จากลักษณะโดดเด่นของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น นับว่ามีความน่าสนใจที่จะนำมาปรับปรุงพันธุ์

ดังนั้นงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมในข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม โดยผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมกับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 คัดเลือกลูกผสมด้วยวิธีแบบสืบตระกูล (pedigree method) เพื่อลักษณะเมล็ดที่มีกลิ่นหอม ลักษณะรากดี มีความสามารถทนต่อสภาวะแล้งได้ และ หรือมีความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชได้ ไม่ไวต่อช่วงแสง สามารถปลูกได้มากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี เป็นการเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตข้าวอีกทางหนึ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การผสมพันธุ์ข้าวเพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม

ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์แม่-พ่อ จากศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ จ.ขอนแก่น ดำเนินการปลูกที่ศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ในปี 2560 ปลูก 1 ต้นต่อกระถาง จำนวนพันธุ์ละ 10 กระถาง ผสมพันธุ์แบบสลับพ่อแม่ (single cross) กำจัดเกสรตัวผู้บนต้นแม่ทิ้ง โดยใช้กระติกน้ำร้อนที่เทน้ำร้อนออกแล้ว มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ครอบลงช่อดอกที่ต้องการผสม นาน 10 นาที นำละอองเกสรตัวผู้มาเคาะลงบนเกสรตัวเมียที่เตรียมไว้ ใช้ถุงครอบช่อดอกไว้จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (Chongkid, 2002) (คู่ที่ 1 มีพันธุ์แม่ คือ ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม พันธุ์พ่อ คือ ข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 ให้รหัสคู่ผสม NRRU17001 และคู่ที่ 2 มีพันธุ์แม่ คือ ข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 พันธุ์พ่อคือ ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม ให้รหัสคู่ผสม NRRU17002)

2. ปลูกทดสอบการผสมข้ามในลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) เทียบกับพันธุ์พ่อแม่

ดำเนินการที่ศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปี 2561 ปลูกลูกผสมคู่ที่ 1 (NRRU17001) จำนวน 29 ต้น ลูกผสมคู่ที่ 2 (NRRU17002) จำนวน 47 ต้น และปลูกพันธุ์แม่ขนาบข้างต้นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) คัดทิ้งต้นที่มีลักษณะปรากฏเหมือนต้นแม่ (phenotype) แสดงว่าเกิดจากการผสมตัวเองของต้นแม่ ปลูกในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว บรรจุดิน 3 กิโลกรัม จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง สภาวะการให้น้ำแบบข้าวไร่ โดยรดน้ำจำนวน 1 ครั้งต่อวัน ให้ดินชุ่มไม่ขังแฉะหรือรักษาความชื้นภาคสนาม (field capacity) ใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ใส่หลังย้ายปลูก 20 วัน จำนวน 2 กรัมต่อกระถาง ครั้งที่ 2 ถัดจากครั้งที่ 1 ประมาณ 2 สัปดาห์ และครั้งที่ 3 หลังย้ายปลูกครบ 45 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 2 กรัม ต่อกระถาง ปล่อยให้ผสมตัวเองเพื่อสร้างพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 เก็บเมล็ดทั้งหมด แยกคู่ผสม สุ่มเก็บข้อมูลลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิต จำนวน 5 กอ ดังนี้

2.1 อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ สังเกตจำนวนต้นข้าวออกดอกครึ่งหนึ่งของต้นข้าวทั้งหมด โดยเริ่มนับตั้งแต่วันเพาะเมล็ดจนถึงวันที่ออกดอก (ดอกโผล่พ้นคอรวง) ออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์

2.2 ความสูง โดยวัดความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยว จากระดับผิวดินจนถึงปลายสุดของรวงข้าว

2.3 การแตกกอ โดยนับจำนวนต้นต่อกอของข้าวเมื่ออายุ 60 วันหลังงอก

2.4 จำนวนรวงต่อกอ โดยนับจำนวนรวงข้าวภายในแต่ละกอ

2.5 จำนวนเมล็ดต่อรวง โดยนับจำนวนเมล็ดข้าวของแต่ละรวง

2.6 หาเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด โดยนับจำนวนเมล็ดทั้งหมด และนับจำนวนเมล็ดดี ที่มีลักษณะเมล็ดสมบูรณ์ เมล็ดเต่ง ไม่ลีบ ไม่ถูกทำลายจากโรคและแมลง ในแต่ละกอ แล้วนำมาคำนวณหา

$$\text{เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดดีต่อรวง}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง}} \times 100 \qquad (1)$$

2.7 ชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (Mettler Toledo, PG2002-S, accuracy ± 0.01g)

2.8 ลักษณะรากที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชตามวิธีของ Changsri *et al*. (2014) ล้างรากอย่างระมัดระวัง เก็บในถุงพลาสติกติดป้ายข้อมูลตัวอย่างแช่น้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง นำมาบันทึกข้อมูลที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ จ.ขอนแก่น สแกนรากด้วยเครื่องสแกน (EPSON, STD 4800 Scanner) และวิเคราะห์ลักษณะรากด้วยโปรแกรม WinRhizo 2012B จำนวน 6 ลักษณะ ดังนี้ 1) ความยาวของรากทั้งหมด (total root length; cm) 2) พื้นที่ผิวของราก (root surface area; cm^2) 3) เส้นผ่านศูนย์กลางของราก (root average diameter; mm) 4) ความยาวของรากต่อปริมาตรราก (root length/volume; cm/m^3) 5) ปริมาตรราก (root volume; cm^3) 6) จำนวนปลายราก (root tips)

3. ปลูกประเมินและคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) แบบสืบตระกูล (pedigree method)

ดำเนินการที่ศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปี 2562 ปลูกพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 (F_2) คู่ละ 1,000 ต้น ลงแปลงทดลอง หยอดหลุมๆ ละ 1 เมล็ด ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร ความยาวแถว 100 เมตร สภาวะการให้น้ำแบบข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 1 เมื่อข้าวงอกได้อายุประมาณ 20 วัน ครั้งที่ 2 ถัดจากครั้งที่ 1 ประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่ออายุประมาณ 45 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ คัดเลือกประชากรพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 กอที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง ออกดอกเร็วเหมือนกับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 มีลักษณะทรงต้นดี ลำต้นแข็ง แตกกอดีจำนวนต้นต่อกอไม่น้อยกว่า 5 ต้น เมล็ดสมบูรณ์ ไม่ถูกทำลายจากโรคและแมลง โดยทำเครื่องหมายกอที่ได้คัดเลือกไว้ บันทึกข้อมูลรายต้น เก็บเกี่ยวเมล็ดลูกผสม แยกกอ กำหนดรหัสสายพันธุ์ บันทึกข้อมูลดังนี้ อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูง การแตกกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และตรวจสอบความหอม ด้วยวิธีการดมกลิ่น ดัดแปลงวิธีจาก Yi *et al*. (2009) นำเมล็ดข้าวกล้องจำนวน 5 เมล็ด มาหักครึ่งใส่หลอดทดลองพลาสติกขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติมน้ำเกลือ (10% NaCl) จำนวน 500 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้สักครู่แล้วดมกลิ่น โดยบันทึกคะแนนเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ 0 คือ ไม่หอม (ข้าวพันธุ์ไม่หอมมาตรฐาน คือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1) และ 2 คือ หอมมาก (ข้าวพันธุ์หอมมาตรฐาน คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105)

4. วิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ F_1 กับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ (MP) โดยใช้ t-test และวิเคราะห์องค์ประกอบทางพันธุกรรม ค่า mid parent heterosis (%) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{Mid - parent heterosis (\%)} = \frac{F_1 - MP}{MP} x100 \quad (2)$$

เมื่อ F_1 = mean of F_1 (ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรที่วัดได้ในลูกผสม)

MP = mean of mid parent หรือ $\frac{\text{parent 1+parent 2}}{2}$ *for a trait*

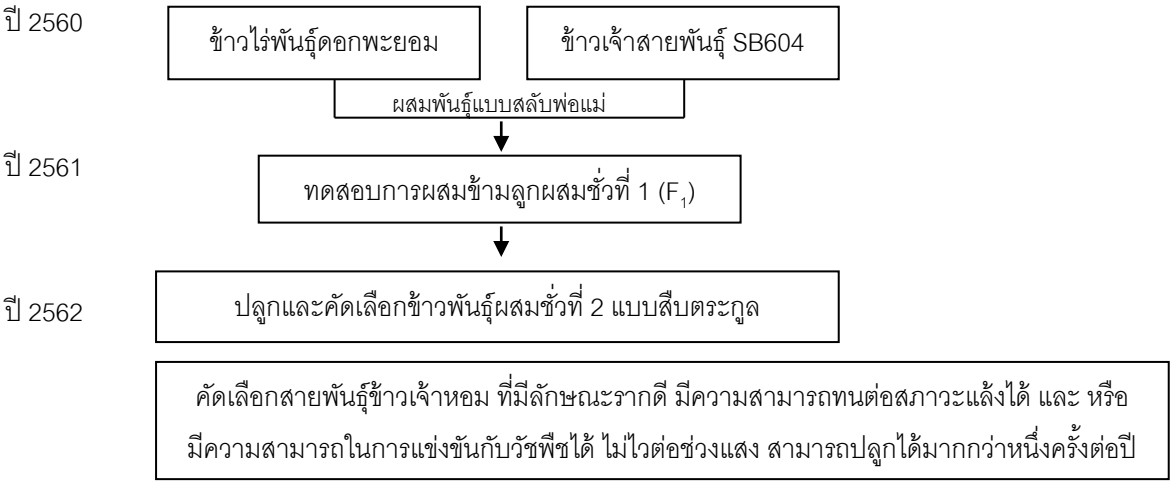
4.2 พันธุ์ผสมชั่วที่ 2 (F_2) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ โดยใช้ t-test ในประชากรชั่วที่ 2 (F_2) และคำนวณอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad–sense heritability, h_B^2) ของลักษณะต่างๆ คำนวณได้จากสมการดังนี้ (Uga *et al*., 2015)

$$h_b^2[F_2] = \frac{(Vp[F_2] - (\frac{Vp[P_1] + Vp[P_2]}{2})}{Vp[F_2]} \quad (3)$$

โดย $V_p[F_2]$ คือ variance ของลักษณะต่างๆ ระหว่างประชากรชั่วที่ 2 (F_2)

$V_p[P_1]$, $V_p[P_2$ คือ variance ของลักษณะต่างๆ ของพันธุ์พ่อแม่

5. กรอบการดำเนินงานวิจัย



ผลการวิจัย

1. การผสมพันธุ์ข้าวเพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม

ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์พ่อแม่จากศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ จ.ขอนแก่น ดำเนินการปลูกที่ศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ในปี 2560 สร้างประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ผสมพันธุ์แบบสลับพ่อแม่ (single cross) ระหว่างข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม กับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 ตัวอย่างเมล็ดลูกผสมที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 1

Table 1 Rice hybridization conducted in 2017.

No.	Hybrid rice (F_1)	Parent		Number hybrid rice seeds (F_1)	Source
		Female	Male		
1	NRRU17001	Dawk Pa-yawm	SB604 (IR88633:1-136-B)	29	Chumphae Rice Research Center, Thailand
2	NRRU17002	SB604 (IR88633:1-136-B)	Dawk Pa-yawm	47	

Figure 1 Hybrid rice seeds (F_1).

2. ทดสอบการผสมข้ามในลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) เทียบกับพันธุ์พ่อแม่

ปลูกทดสอบการผสมข้ามในลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ที่ได้ทั้งหมด และพันธุ์พ่อแม่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ทั้ง NRRU17001 และ NRRU17002 มีอายุวันออกดอก 50 % เร็วเหมือนกับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวต่อช่วง ส่วนข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมออกดอกช้ากว่าทุกสายพันธุ์ ผลจากการศึกษา ความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (% heterosis) และผลกระทบทางพันธุกรรม (genetic effect) พบว่า NRRU17001 มีความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (MP) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่สูงที่สุดในลักษณะความสูงต้น เท่ากับ 28.13 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบข่มทางบวก (positive dominance effect) รองลงมา คือ จำนวนเมล็ดต่อรวง เท่ากับ 27.91 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าสูง (over dominance for higher parent effect) และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 13.96 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของแบบยีนข่มทางบวก (positive dominance effect) ในขณะที่ NRRU17002 พบว่า ความสูงของต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยมีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่สูงที่สุดในลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวง เท่ากับ 42.42 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนข่มเกินพ่อแม่ค่าสูง (over dominance for higher parent effect) รองลงมา คือ ลักษณะความสูงต้น เท่ากับ 25.57 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 12.86 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบข่มทางบวก (positive dominance effect) ส่วนลักษณะจำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (MP) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ผลการศึกษาลักษณะรากที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืช จำนวน 6 ลักษณะ ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า NRRU17001 มีลักษณะความยาวรากทั้งหมด เส้นผ่านศูนย์กลางราก และปริมาตรราก แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (MP) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่สูงสุด ในลักษณะพื้นที่ผิวราก เท่ากับ 8.91 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม รองลงมา คือ ความยาวรากทั้งหมด เท่ากับ 3.89 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบข่มทางบวก และเมื่อพิจารณา NRRU17002 พบว่า มีเพียงลักษณะความยาวรากทั้งหมด ที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยพ่อแม่ (MP) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่สูงสุดในลักษณะจำนวนปลายราก เท่ากับ 23.75 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม รองลงมา คือ ความยาวรากต่อปริมาตรราก เท่ากับ 13.75 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม และความยาวรากทั้งหมด เท่ากับ 3.68 เปอร์เซ็นต์ มีการแสดงออกของยีนแบบข่มทางบวก ตัวอย่างภาพสแกนลักษณะราก ดังแสดงในภาพที่ 2

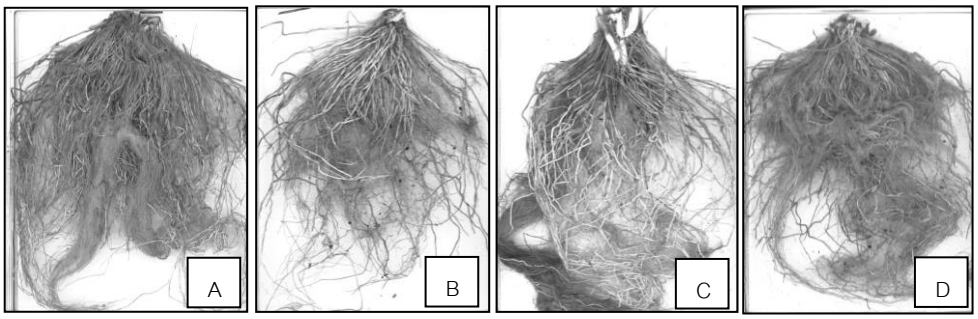


Figure 2 Root traits of F_1 hybrid NRRU17001 (A), NRRU17002 (B) and its parents Dawk Pa-yawm (C), SB604 (D).

Table 2 F_1-heterosis in comparison to mid-parent value for yield components.

Lines/Variety	50 percent days to flowering	Plant height (cm)	Number of Tiller/hill	Number of panicle/hill	Number of grain /panicle	Percent of filled grain	1,000 grain weight (g)
Parent							
Dawk Pa-yawm	127	132±4.69	8±4.27	12±4.03	197±38.34	62±17.05	22±3.04
SB604	106	118±4.99	18±1.71	18±1.71	148±23.00	72±5.74	27±1.02
F_1							
NRRU17001	116	160±5.78	11±1.09	12±2.00	221±35.92	46±10.19	28±1.00
NRRU17002	115	157±5.40	12±2.50	13±1.94	246±19.48	46±1.21	27±1.45
Mid-parent value (MP)		125	13	15	173	67	24
t-test F_1 mean vs MP							
NRRU17001		13.56*	-3.67*	-3.07*	2.99*	-4.65*	7.52*
NRRU17002		13.20*	-1.24 ^{ns}	-1.54^{ns}	8.40*	-37.56*	4.80*
Heterosis (%)							
NRRU17001		28.13	-13.85	-18.64	27.91	-31.77	13.96
Genetic effect		Positive dominance	Over dominance for lower parent	Over dominance for lower parent	Over dominance for higher parent	Over dominance for lower parent	Positive dominance
NRRU17002		25.57	-10.77	-9.15	42.42	-30.57	12.86
Genetic effect		Positive dominance	Additive	Additive	Over dominance for higher parent	Over dominance for lower parent	Positive dominance

Notes : * Statistically significant difference at P< 0.05 by t-test., ns; non-significant difference.

Table 3 F_1-heterosis in comparison to mid-parent value for root architect of 6 root traits.

Lines/Variety	Total root length (cm)	Root surface area (cm^2)	Root average diameter (mm)	Root length/volume (cm/m^3)	Root volume (cm^3)	root tips
Parent						
Dawk Pa-yawm	410±10.22	737±48.20	3±1.01	895±305.04	65±19.82	4,737±1357.91
SB604	435±1.80	791±28.41	5±1.06	551±108.19	109±19.65	5,121±682.72
F_1						
NRRU17001	439±3.88	832±158.75	3±0.67	679±294.83	56±16.64	4,149±1545.18
NRRU17002	438±2.88	763±57.50	4±0.86	822±215.72	70±15.63	6,100±1237.45
Mid-parent value(MP)	423	764	4	723	87	4,929
t-test F_1 mean vs MP						
NRRU17001	9.45*	0.95^{ns}	-5.64*	-0.33^{ns}	-4.23*	-1.12^{ns}
NRRU17002	12.04*	-0.06^{ns}	-2.01^{ns}	1.03^{ns}	-2.49^{ns}	2.11^{ns}
Heterosis (%)						
NRRU17001	3.89	8.91	-39.02	-6.13	-36.15	-15.83
Genetic effect	Positive dominance	Additive	Over dominance for lower parent	Additive	Over dominance for lower parent	Additive
NRRU17002	3.68	-0.22	-17.90	13.75	-19.99	23.75
Genetic effect	Positive dominance	Additive	Additive	Additive	Additive	Additive

Notes : * Statistically significant difference at P< 0.05 by t-test, ns; non-significant difference.

3. ปลูกประเมินและคัดเลือกพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 (F_2) แบบสืบตระกูล (pedigree method)

ผลการคัดเลือกประชากรพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 (F_2) คู่ที่ 1 (NRRU17001) และคู่ที่ 2 (NRRU17002) ดังแสดงในภาพที่ 3 กอที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง ออกดอกเร็วเหมือนกับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 (96 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ)ทรงต้นดี ลำต้นแข็งแรง แตกกอปานกลางจำนวนต้นต่อกอไม่น้อยกว่า 5 ต้น เมล็ดสมบูรณ์ เมล็ดไม่มีหางหรือหางสั้น ไม่ถูกทำลายจากโรคและแมลง ได้ NRRU17001 จำนวน 80 สายพันธุ์ NRRU17002 จำนวน 93 สายพันธุ์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และความหอม ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตระหว่างข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมกับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 ในทุกลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้น ลักษณะความสูงของต้น โดยข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 ทุกลักษณะมีค่าสูงกว่าข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม มีเพียงลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวงที่ต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 มีค่าสูงกว่าข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม ซึ่งเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดแสดงถึงจำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่มากกว่า ในขณะที่ประชากรชั่วที่ 2 ทั้ง 2 คู่ผสม พบว่าลักษณะความสูงของต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นการกระจายตัวแบบปกติ ส่วนจำนวนต้นต่อกอจำนวนรวงต่อกอ มีการกระจายตัวไม่แน่นอน โดยการกระจายตัวอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ เป็นแบบต่อเนื่องแสดงลักษณะที่ดีเด่น และด้อยกว่าพ่อแม่ (transgressive segregation) พบต้นที่มีความหอมของเมล็ดเหมือนข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม โดย NRRU17001 พบ 23 สายพันธุ์ คือ NRRU17001-1, NRRU17001- 2, NRRU17001-3, NRRU17001- 4, NRRU17001-5, NRRU17001-6, NRRU17001-12, NRRU17001-13, NRRU17001-17, NRRU17001-25, NRRU17001- 36, NRRU 17001-37, NRRU17001-46, NRRU17001-47, NRRU17001-48, NRRU17001-49, NRRU17001-56, NRRU17001-57, NRRU17001-62, NRRU17001-72, NRRU17001- 78, NRRU17001-79 และ NRRU17001-80 ส่วน NRRU17002 พบ 17 สายพันธุ์ คือ NRRU17002-3, NRRU17002-4, NRRU17002-17, NRRU17002-18, NRRU17002-21, NRRU17002-24, NRRU17002-26, NRRU17002-29, NRRU17002-38, NRRU17002-41, NRRU17002-59, NRRU17002-60, NRRU17002-67, NRRU17002-69, NRRU17002-71, NRRU17002-73 และNRRU17002-90 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (variance, V_P) และอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad–sense heritability, h^B_2) ในประชากรชั่วที่ 2 (F_2) ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่าลักษณะความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของทั้ง 2 คู่ผสม มีค่าอัตราพันธุกรรมซึ่งจัดว่าเป็นค่าที่สูง ตั้งแต่ 42.52 ถึง 89.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ ตั้งแต่ 0 ถึง 8.21 เปอร์เซ็นต์

Figure 3 Panicle trait of F_2 breeding lines (NRRU17001, NRRU17002) and its parents (SB604, Dawk Pa-yawm).

Table 4 Yield component traits and fragrance sensory testing of F_2 breeding lines and its Parents.

Lines/Variety	50 percent days to flowering	Plant height (cm)	Number of tiller/hill	Number of panicle/hill	Number of grain /panicle	Percent of filled grain	1,000 grain weight (g)	Number of fragrant rice
Parent								
Dawk Pa-yawm	130	133±4.19	4±0.97	3±0.67	176±39.78	26±15.51	23±0.96	$10^{2/}$ (100%)
SB604	102	129±3.56	12±2.47	12±2.04	133±7.52	52±±7.97	25±2.02	$10^{0/}$ (100%)
t-test Parent		1.90^{ns}	-11.12*	-11.34*	3.59*	-4.18*	-2.65*	
F_2								
Data range		120-174	5-23	4-23	67-242	5-78.41	8-31	$57^{0/}$ (71.25%)
NRRU17001	96 (94.50%)	140±11.04	11±4.55	11±4.60	139±35.82	25±12.21	24±3.32	$23^{2/}$ (28.75%)
Data range		130-178	5-20	4-20	86-252	11-55	19-30	$76^{0/}$ (81.72%)
NRRU17002	90 (96.10%)	148±10.82	11±3.93	11±3.79	146±32.05	30±11.20	25±2.43	$17^{2/}$ (18.27%)

Notes: * Statistically significant difference at P< 0.05 by t-test, ns; non-significant difference.

Fragrance sensory score; $^{0/}$Non- fragrance, $^{2/}$Strong fragrance.

Table 5 Analysis of variance (V_P) and Broad-sense heritability (h_B^2) for studied traits in F_2 breeding lines and its Parents.

Lines/Variety	Plant height	Number of tiller/hill	Number of panicle/hill	Number of grain /panicle	Percent of filled grain	1,000 grain weight (g)
$V_P[F_{NRRU17001}]$	121.89	20.66	21.13	1,283.21	149.03	8.23
$V_P[F_{NRRU17002}]$	119.63	15.76	14.58	1,013.63	127.44	5.89
$V_P[P_{Dawk\ Pa\text{-}yawm}]$	15.82	0.84	0.41	1,424.35	216.38	0.83
$V_P[P_{SB604}]$	11.40	5.49	4.16	50.91	57.21	3.68
$h_B^2[F_{NRRU17001}](\%)$	88.83	84.68	89.18	42.52	8.21	72.58
$h_B^2[F_{NRRU17002}](\%)$	88.62	79.92	84.32	27.23	$0^{1/}$	61.67

Notes: $^{1/}$ Negative heritability value is shown as 0.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว โดยการผสมข้ามสายพันธุ์ทำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมในรุ่นลูก ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม และสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ดีตามความต้องการหรือดีกว่าพันธุ์เดิมได้ การศึกษาครั้งนี้ได้ผสมพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมกับข้าวเจ้านาสวนสายพันธุ์ SB604 พบว่า ข้าวลูกผสม NRRU17001 และNRRU17002 ออกดอกเป็นปกติเช่นเดียวกับ Khodruavkeaw *et al*. (2020) และ Khunpilueg *et al*. (2006) โดยลูกผสมทั้ง 2 คู่ผสม มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วกว่าพันธุ์พ่อแม่ แสดงให้เห็นว่าลูกผสมได้รับการถ่ายทอดลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงจากเจ้าสายพันธุ์ SB604 ลักษณะการออกดอกนี้ ถูกควบคุม มีการกระทำของยีนน้อยคู่กว่าลักษณะอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 มีการแสดงออกของยีนแบบข่มกันทางบวก (positive dominance effect) ของลักษณะความสูงของต้น และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อรวง มีการแสดงออกของยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าสูง (over dominance for higher parent effect) ซึ่งแตกต่างจาก Karladee *et al*. (2013) ที่รายงานว่าลูกผสมชั่วที่ 1 (ข้าวเจ้าก่ำ F_8 x ปทุมธานี 1 และข้าวเจ้าก่ำ F_8x ขาวดอกมะลิ 105) มีลักษณะความสูง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นแบบบวกสะสม ลักษณะเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเป็นยีนแบบข่มกันทางลบ และไม่พบยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าสูงของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 NRRU17001 และ NRRU17002 พบว่า ลักษณะความยาวราก พื้นที่ผิวราก ความยาวรากต่อปริมาตรราก และจำนวนปลายราก มีค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่สูง (3.68-23.75%) มีการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม และแบบข่มกันทางบวก ซึ่งเป็นลักษณะความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืช เช่นเดียวกับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 ดังรายงานการวิจัยของ Changsri *et al*. (2014) และจากการศึกษาวิจัย พบว่า ประชากรพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 (F_2) มีการกระจายตัวกว้าง ทุกลักษณะอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ เป็นการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง มี transgressive segregation เกิดการรวมตัวของอัลลีลที่ต่างกันของพันธุ์พ่อแม่ จากยีนเด่นแบบบวกสะสม (cumulation) แสดงลักษณะต้นที่ดีเด่น และด้อยกว่าพ่อแม่ สอดคล้องกับ Kunkaew *et al*. (2011) ที่กล่าวว่า การเกิด transgressive segregation ในประชากรชั่วที่ 2 ทำให้สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่นได้ ตั้งแต่ในชั่วแรกๆ พันธุกรรมจะเข้าสู่ความสมดุล มีความคงตัวได้เร็วในรุ่นชั่วหลังๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่ผสมตัวเองอย่างข้าว สำหรับงานวิจัยนี้ ประชากรพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 พบว่า ลักษณะความของต้นสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อรวง มีค่าอัตราพันธุกรรมซึ่งจัดว่าเป็นค่าที่สูง ตั้งแต่ 42.52-89.18 เปอร์เซ็นต์ โดยอ้างอิงจากรายงานวิจัยของ Phonwong *et al*. (2018) และ Saithanoo.(1994) ที่กล่าวว่า อัตราพันธุกรรมระดับสูงมีค่าตั้งแต่ 40 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนของลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องมาจากผลของยีนมากกว่าสภาพแวดล้อม สามารถถ่ายทอดลักษณะของพ่อแม่ไปสู่ลูกได้สูง ในข้าวลูกผสมระหว่างข้าวไร่กับข้าวนาสวน มีค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างค่อนข้างสูงในลักษณะอายุวันออกดอก ความสูงของต้น และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แต่มีลักษณะเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดค่อนข้างต่ำ เป็นผลมาจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมากกว่าอิทธิพลจากยีนแบบผลบวก และแบบข่ม เป็นลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sari *et al*. (2019), Sornchai *et al*. (2015) และ Khunpilueg *et al*. (2006) ที่พบว่า ถึงแม้ลูกผสมจะมีจำนวนต้นต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงสูง แต่ไม่แน่นอนว่าอัตราผลผลิตจะสูงด้วย เพราะขึ้นอยู่กับลักษณะอื่นร่วมด้วย เช่น ความยาวรวง จำนวนเมล็ดดี และภาวะ

เจริญเติบโตของดอก เป็นต้น สำหรับปรับปรุงพันธุ์ข้าวในครั้งนี้ สามารถใช้วิธีผสมพันธุ์แบบสลับพ่อแม่ได้ เมื่อพิจารณาผลการทดลอง พบว่าทั้งสองคู่ผสม มีการแสดงออกเหมือนกันหลายลักษณะ คือ มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วกว่าพันธุ์พ่อแม่ มีจำนวนเมล็ดต่อรวงที่แสดงออกของยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าสูง มีค่าอัตราพันธุกรรมที่สูงเช่นเดียวกัน ในลักษณะความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อรวง นอกจากนี้ลักษณะรากส่วนใหญ่นั้นแสดงลักษณะยีนแบบบวกสะสม มีความยาวรากมากกว่าพ่อแม่ และยังพบต้นที่เมล็ดมีความหอมในทั้งสองคู่ผสม ซึ่งแสดงถึงลักษณะที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากทั้งพ่อและแม่เช่นเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ผสมพันธุ์ข้าวแบบสลับพ่อแม่ ระหว่างข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมกับข้าวเจ้าสายพันธุ์ SB604 พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) และพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 (F_2) แสดงลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง โดยมีอายุวันออกดอก 50เปอร์เซ็นต์ เร็วกว่าพันธุ์พ่อแม่ ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 มีการแสดงออกของยีนแบบข่มทางบวก (positive dominance effect) ของลักษณะความสูงของต้นและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีการแสดงออกของยีนเป็นได้ทั้งยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าต่ำ (over dominance for lower parent effect) หรือ ยีนแบบบวกสะสม (additive effect) ของลักษณะจำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวง ในทั้ง 2 คู่ มีการแสดงออกของยีนเป็นยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าสูง (over dominance for higher parent effect) ส่วนลักษณะความยาวรากทั้งหมด มีการแสดงออกของยีนแบบข่มทางบวก ลักษณะพื้นที่ผิวราก ความยาวรากต่อปริมาตรราก และจำนวนปลายราก มีการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม ในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางราก ปริมาตรราก มีการแสดงออกของยีนเป็นได้ทั้งยีนแบบบวกสะสม หรือ ยีนแบบข่มเกินพ่อแม่ค่าต่ำ สำหรับประชากรพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 ทุกลักษณะมีการกระจายตัวอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ การกระจายตัวเป็นแบบต่อเนื่อง มี transgressive segregation เมล็ดมีความหอมเหมือนข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม พบค่าอัตราพันธุกรรมที่สูง ในลักษณะความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของลักษณะดังกล่าว เกิดจากผลของยีนมากกว่าสภาพแวดล้อม สามารถถ่ายทอดลักษณะของพ่อแม่ไปสู่ลูกได้สูง จึงทำให้สามารถคัดเลือกต้นที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ได้สายพันธุ์ข้าวทั้งหอม และไม่หอม มีลักษณะรากดี โดยอาศัยการถ่ายทอดลักษณะที่ดีจากไร่ให้ข้าวนาสวน และสามารถนำลักษณะที่ดีของข้าวนาสวนให้ข้าวไร่ได้

การศึกษาต่อไปควรปลูกคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 4 - 6 เพื่อให้มีความคงตัวทางพันธุกรรมเข้าสู่การเป็นสายพันธุ์แท้ นอกจากนี้ ควรนำเครื่องหมายดีเอ็นเอมาใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกร่วมด้วย จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการคัดเลือกและร่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับจากศูนย์นวัตกรรมแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรครบวงจร ตามแนวพระราชดำริ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (APIC NRRU) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ จังหวัดขอนแก่น ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่อำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่อนุเคราะห์สถานที่ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และขอขอบคุณศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวนครราชสีมา ที่อนุเคราะห์เมล็ดข้าวพันธุ์มาตรฐานสำหรับทดสอบความหอม ขอขอบคุณทุกท่านที่ช่วยเหลือให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

Changsri, R., Sreewongchai, T., Rungmekarat, S. and Kerdphol, R. (2016). Root traits evaluation during germination for weed competition ability rice lines. *Agriculture science Journal, 47*(2), 263-272. (in Thai)

Changsri, R., Namuco, O. and Johnson, D. (2014). Development of weed-Competitive rice: Shoot and root traits for weed competition. In *Proceeding* Rice and Cereals, Northeastern Rice Research Center Group Seminar. (pp. 37-58). Thailand

Chongkid, B. (2002). Khao Dawk Mali 105 varietal improvement of drought resistance for production under upland conditions. Thai Journal of Science and Technology, 10(1), 26-34. (in Thai)

Khodruavkeaw, T., Thebault, P.C., Pusadee, T. and Jamjod, S. (2020). Evalution of progeny population between upland rice KumHomMorChor and photoperiod insensitive ricevarieties. *Khonkaen Agr. Journal, 48*(3), 535-546. (in Thai)

Karladee, D., Pulpipat , J. and Jamjod, S. (2013). Genetic composition of heterosis in F_1 rice hybrid. *Thai Agricultural Research Journal, 31*(3), 257-269. (in Thai)

Kunkaew, W., Julsrigival, S. (2011). Handbooks of generation mean analysis. Chiangmai printing co.,Ltd.

Khunpilueg, P., Julsrigival, S., Senthong, C. and Kaladee, D. (2006). Combining abillity for yield and yield components in upland and lowland rice crosses. *Agriculture Journal, 22*(1), 13-19. (in Thai)

Mungkung, R., Gheewala , S., Poovarodom, N. and Towprayoon, S. (2011). Carbon footprinting of rice products. *Kasetsart Engineering Journal, 75*(24), 53-60. (in Thai)

Phonwong, K., Sreewongchai, T. and Sripichitt, P. (2018). Phenotypic evalution of root traits in F_2 progenies from cross between lowland and upland rice. *Thai Journal of Science and Technology, 7*(5), 471-480. (in Thai)

Sornchai, J. and Pongrat, A. (2015). Genetic variation and heritiabillity for yield and yield components in sesame (*Sesamum indicum* L.). Rajabhat Agricultural Journal, 14(1), 56-61. (in Thai)

Sari , W.K., Nualsri, C., Junsawong, N. and Soonsuwon, W. (2019). Heterosis studies for yield and agronomic traits in Thai upland rice. *Indian Journal of Agricultural Research, 53*(3), 255-262.

Saithanoo, S. (1994). *Principles of animal breeding*. (1). Department of Animal Science, Faculty of Natural resources, Prince of Songkla University.

Uga, Y., Kitomi, Y., Yamamoto, E., Kanno, N., Kawai, S., Mizubayashi, T and Fukuoka, S. (2015). A QTL for root growth angle on rice chromosome 7 is involved in the genetic pathway of DEEPER ROOTING 1. Rice (New York) 8:8, 2-8.

Yi, M., Than New, K., Vanavichit, A., Chai-arree, W. and Toojinda, T. (2009). Marker assisted backcross breeding to improve cooking quality traits in Myanmar rice cultivar Manawthukha. *Filed Crops Resrech, 113,* 178-186.