การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงของคู่ผสม CH1 x กข49 โดยการใช้พื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

Rice Breeding for High Yield Potential of Cross CH1 x RD49 by Using the Different of genetic background

ทรงพล มงคลไทย, วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร, ธนพล ไชยแสน และ ธานี ศรีวงศ์ชัย*

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

Songpon Mongkonthai, Weerachai Matthayatthaworn Tanapon Chaisan and Tanee Sreewongchai*

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus

Received: August 22, 2022 ; Revisions: January 3, 2024 ; Accepted: January 4, 2024

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เชื้อพันธุกรรมที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง โดยการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศและข้าวพันธุ์ปรับปรุงของไทยซึ่งเป็นวิธีการพัฒนาพันธุ์ใหม่ให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย การทดลองนี้ได้ใช้พันธุ์ CH1 ซึ่งเป็นข้าวที่นำเข้ามาจากประเทศจีน ผสมพันธุ์กับข้าวไทยพันธุ์ กข49 โดยการสร้างประชากรที่มีพันธุกรรมของพันธุ์ CH1 เป็นร้อยละ 50, 75 และ 87.5 เพื่อใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์โดยการคัดเลือกลักษณะรูปทางต้นข้าวและน้ำหนักเมล็ด ผลการทดลองพบว่าผลผลิตในสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 5 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_5 และ BC_2F_5 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงทั้ง 3 ประชากร และสามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ F_5-8-9-2 มีลักษณะเด่นคือใบธงมีขนาดใหญ่ มีความยาว 41.33 เซนติเมตร ส่วนสายพันธุ์ BC_1F_5-80-9-3 มีลักษณะเด่นคือมีรวงจำนวนมาก 12.13 รวงต่อต้น ในขณะที่สายพันธุ์ BC_2F_5-90-9-10 มีลักษณะเด่นคือมีเมล็ดดีต่อรวงมากจำนวน 227.80 เมล็ด ซึ่งทั้ง 3 สายพันธุ์มีลักษณะเด่นที่เกี่ยวข้องกับ source และ sink ที่มีอิทธิพลหลักต่อผลผลิต

คำสำคัญ: ข้าวผลผลิตสูง; วิธีการปรับปรุงพันธุ์; การคัดเลือกแบบผสมกลับประยุกต์; การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ

Abstract

Rice breeding for high yield potential by using introduced variety. Crossing between introduced variety and Thai improved variety were development methodology for a new line with high yield potential and well adaptation to Thailand's condition. This experiment was used CH1 variety, which

*Corresponding author: taneesree@yahoo.com

rice introduced from China, crossed with RD49 Thai rice variety. Three populations were contained the genetic of CH1 variety with 50%, 75% and 87.5%. Plant type and grain weight were used for line selection. The results showed that three populations including F_5, BC_1F_5 and BC_2F_5 progenies were high yield potential. Moreover, the selected lines showed outstanding performance. F_5-8-9-2 line was large flag leaf, flag leaf length 41.33 centimeter. BC_1F_5-80-9-3 was high number of panicle per plant, 12.13 panicles. BC_2F_5-90-9-10 was high number of filled grains per panicle, 227.80 grains. Outstanding Characteristics of these three lines were related to source and sink that had the main effect on yield.

Keywords: High yield rice; Breeding method; Modified backcross selection; Pedigree selection

1. บทนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่ถูกนำมาเป็นอาหารหลักที่มีความสำคัญของโลก ในทวีปเอเชียมีการบริโภคข้าวมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และคนมากกว่าครึ่งหนึ่งของโลกก็บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ในยุคปฏิวัติเขียว (green revolution) ได้มีการสร้างข้าวแบบมหัศจรรย์ (miracle rice หรือ modern rice) มีลักษณะต้นเตี้ย ลำต้นแข็งแรง ใบตั้ง แตกกอมาก โดยการแตกกอมากจะทำให้รวงมีขนาดเล็ก และหน่อที่เจริญมาในระยะหลังอาจไม่ออกรวงหรือออกรวงช้า ซึ่งส่งผลเสียต่อผลผลิตเช่นกัน เนื่องจากต้นข้าวต้องนำอาหารที่สังเคราะห์ได้ไปเลี้ยงส่วนของหน่อที่ไม่ให้รวง ทำให้ได้น้ำหนักแห้งรวมสูงแต่กลับได้ผลผลิตต่ำ และมีดัชนีเก็บเกี่ยวประมาณ 0.5 แต่ในช่วงหลังของการพัฒนาพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยนั้นไม่สามารถยกระดับเพดานของผลผลิตได้ จึงได้มีการเสนอทรงต้นข้าวแบบใหม่ (new plant type, NPT) โดยสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) ซึ่งได้พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าว การพัฒนาทรงต้นข้าวแบบใหม่รุ่นแรก (first generation NPT) ใช้เชื้อพันธุกรรมจากข้าวจาวานิกา (javanica) โดยการปรับทรงต้นข้าวให้มีการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อสร้างเป็นผลผลิตข้าวให้สูงสุด มีลักษณะที่สำคัญ (Peng *et al*., 1994) เช่น แตกกอน้อย โดยมีหน่อจำนวน 3 - 4 หน่อต่อต้น รวงมีขนาดใหญ่ มีเมล็ดประมาณ 200-250 เมล็ด ต้นสูงประมาณ 90 - 100 เซนติเมตร ลำต้นแข็งแรง ระบบรากแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงหลาย ๆ ชนิด มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110 - 130 วัน มีดัชนีเก็บเกี่ยวประมาณ 0.6 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงประมาณ 13 - 15 ตันต่อเฮกตาร์ จากนั้นได้พัฒนาทรงต้นข้าวแบบใหม่รุ่นที่ 2 (second generation NPT) เนื่องจากข้าว NPT รุ่นแรกซึ่งได้รับพันธุกรรมมาจากข้าวกลุ่มจาวานิกานั้น เมื่อนำมาทดสอบผลผลิตพบว่ายังมีผลผลิตไม่สูงพอเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกลุ่มอินดิกา เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่มีการแตกกอน้อย ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการแตกกอจะช่วยให้ต้นข้าวมีผลผลิตสูงขึ้น ชดเชยหน่อที่อาจจะถูกทำลายไปในช่วงของการพัฒนาทางลำต้น การลดขนาดของช่อดอกให้สั้นลงจะทำให้รวมแน่นมากขึ้น ซึ่งมีการนำแหล่งพันธุกรรมมาจากข้าวกลุ่มอินดิกามาใช้เพื่อพัฒนาข้าวให้มีทรงต้นแบบใหม่รุ่นที่ 2 (Peng *et al*., 2008) นอกจากนี้ประเทศจีนซึ่งมีงานวิจัยด้านข้าวลูกผสมมาอย่างต่อเนื่องนั้นได้มีการพัฒนาทรงต้นข้าวโดยเรียกว่า super rice ซึ่งออกแบบให้ต้นข้าวมีการแตกกอปานกลาง (270–300 รวงต่อตารางเมตร) น้ำหนักรวงประมาณ 5 กรัมและโน้มลงเมื่อสุกแก่ มีความสูงอย่างน้อย 100 เซนติเมตรจากโคนต้นถึงปลายใบ ตำแหน่งของรวง

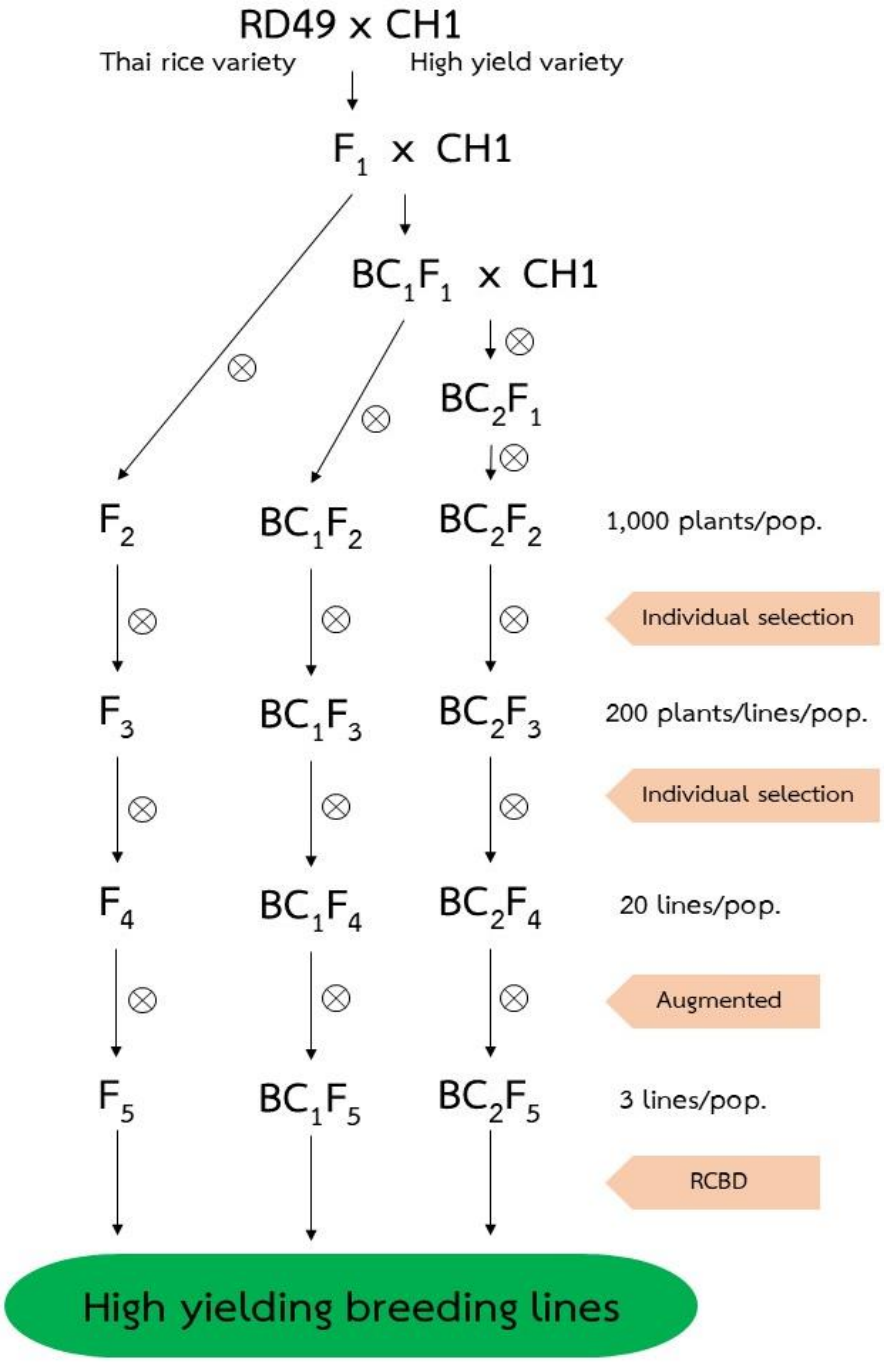
สูงประมาณ 60 เซนติเมตรจากโคนต้น ใบธงยาวและมีระยะห่างจากใบที่ 2 และ 3 ประมาณ 50 และ 55 เซนติเมตร ตามลำดับ และทั้ง 3 ใบต้องสูงกว่าปลายรวง ใบเขียวและตั้งตรงจนถึงระยะสุกแก่ โดยมีมุมใบของใบธง ใบที่ 2 และ 3 เป็น 5, 10 และ 20 องศาตามลำดับ ใบแคบและยาว เป็นรูปตัว V โดยมีความกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร และไม่ห่อ ใบหนาและเหนียว โดยมีน้ำหนักของใบ 3 ใบบนประมาณ 55 กรัมต่อตารางเมตร มีดัชนีพื้นที่ใบของ 3 ใบแรกประมาณ 6.0 ดัชนีเก็บเกี่ยวประมาณ 0.55 (Lin and Yuan, 1980; Yuan, 2009)

การปรับปรุงพันธุ์โดยการเพิ่มศักยภาพในบางลักษณะโดยเน้นลักษณะองค์ประกอบผลผลิตนั้นเป็นแนวทางหนึ่งในการยกระดับผลผลิต โดยจำนวนเมล็ดต่อหน่วยพื้นที่หรือ sink size นั้นเป็นปัจจัยหลักของผลผลิตในธัญพืช เมื่อปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและไม่มีความเครียด (stress) (Fischer, 1983; Kropff *et al*., 1994) ในข้าวสามารถเพิ่ม sink size ด้วยการการเพิ่มลักษณะจำนวนรวงหรือลักษณะขนาดรวงหรือทั้งสองลักษณะร่วมกัน เนื่องจากมีกลไกที่ส่งเสริมกันอย่างมากของทั้งสองลักษณะองค์ประผลผลิต การเพิ่ม sink size สามารถทำได้โดยการคัดเลือกให้รวงมีขนาดใหญ่เพียงลักษณะเดียวแต่ยังต้องคงไว้ให้ได้จำนวนรวงต่อตารางเมตรเท่าเดิม วิธีการแยกความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองลักษณะจะเป็นการเพิ่มการผลิตชีวมวล (biomass) ในระหว่างการพัฒนาเพื่อกำหนด sink size ในข้าวพบว่าจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับการสะสมน้ำหนักแห้ง (dry matter accumulation) ในช่วงตั้งแต่ระยะ panicle initiation จนถึงระยะดอกบาน (Kropff *et al*., 1994) ในขณะที่การสะสมอาหารให้เมล็ดนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับการสะสมชีวมวล (biomass accumulation) ในช่วงตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงระยะสุกแก่ (Yoshida, 1981) ดังนั้นในการเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวควรที่จะพิจารณามาจากการผลิตชีวมวล (Ying *et al*., 1998) การผลิตชีวมวลนั้นสามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยการเพิ่ม growth duration หรือ crop growth rate (CGR) หรือทั้งสองปัจจัยร่วมกัน (Yoshida, 1983) โดย CGR จัดเป็นดัชนีอย่างง่ายที่ใช้วัดประสิทธิผลทางการเกษตร (agricultural productivity) ซึ่งเป็นผลมาจาก canopy gross photosynthesis และ crop respiration (Evans, 1993) โดยที่ respiration ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากอุณหภูมิ (Akita, 1993) ในขณะที่ canopy photosynthesis ถูกกำหนดโดยรังสีดวงอาทิตย์ (solar radiation) อุณหภูมิ ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index, LAI) ทรงพุ่ม (canopy architecture) และ single-leaf photosynthetic rate (Loomis and Connor, 1992)

การเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมเข้าสู่สายพันธุ์ที่ดีอยู่แล้ว จะต้องดำเนินการให้อยู่ในขอบเขตจำกัดโดยไม่ทำให้สมดุลเดิมที่ดีอยู่แล้วเสียไป เชื้อพันธุกรรมใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ควรเป็นเชื้อพันธุกรรมที่มีการปรับปรุงมาแล้วเป็นอย่างดี การผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ผลผลิตสูง และสายพันธุ์นำเข้าจากต่างประเทศจะให้ผลออกมาแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าสายพันธุ์ที่นำเข้ามาปรับตัวได้มากน้อยเพียงใด (กฤษฎา, 2551) โดย Dudley (1982) ได้ให้แนวทางว่าควรผสมกลับหาพันธุ์ดีอย่างน้อยหนึ่งครั้ง ถ้าพ่อแม่แตกต่างกันมาก จำนวนครั้งของการผสมกลับควรมากขึ้น และควรมีการคัดเลือกพืชในชั่วแรก ๆ หลังการผสมก่อนที่จะผสมกลับในครั้งต่อไป แต่ในกรณีที่เลือกใช้พันธุ์นำเข้าที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีพอสมควรกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย โดยการถ่ายทอดยีนจากพันธุ์ดีของท้องถิ่นเข้าสู่พันธุ์นำเข้าควรใช้กี่เปอร์เซ็นต์นั้นยังขาดข้อมูลที่ชัดเจน ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงโดยการใช้เชื้อพันธุกรรมจากข้าว

พันธุ์ CH1 เป็นพันธุ์จากประเทศจีนซึ่งมีลักษณะรูปทรงต้นแบบใหม่ผสมกับข้าวไทยพันธุ์ กข49 ที่มีผลผลิตสูง และเปรียบเทียบประชากรที่มีพันธุกรรมพื้นฐานที่แตกต่างกันก่อนการคัดเลือกรูปทรงต้นและผลผลิต

Figure 1 Rice breeding scheme for high yield potential of cross CH1 x RD49 by using the different of genetic background



2. วิธีการ

2.1 พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลอง

ประชากรข้าวแบบต่าง ๆ ได้แก่ประชากรลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_2 และ BC_2F_2 ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวพันธุ์ปรับปรุงของไทยพันธุ์ กข49 (RD49) และข้าวพันธุ์ CH1 ซึ่งเป็นพันธุ์จากประเทศจีน (Fig. 1)

2.2 วิธีการ

2.2.1 ปลูกคัดเลือกสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 สายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_2 และสายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_2 คัดเลือกลักษณะรูปทรงต้นข้าว และผลผลิต แบบรายต้น

2.2.2 ปลูกคัดเลือกสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 3 สายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_3 และสายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_3 คัดเลือกลักษณะรูปทรงต้นข้าว และผลผลิต แบบรายต้น

2.2.3 ปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 สายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_4 และสายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_4 โดยวางแผนการทดลองแบบ Augmented in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ คัดเลือกลักษณะรูปทรงต้นข้าว และผลผลิต วิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตโดยใช้โปรแกรม CropStat Version 7.2

2.2.4 ปลูกทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 5 สายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_5 และสายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_5 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต ดังนี้

2.2.4.1 ความสูงต้น (plant height) โดยวัดจากพื้นดินถึงคอรวงที่สูงที่สุดในระยะเก็บเกี่ยว

2.2.4.2 ความยาวใบธง (flag leaf length) โดยวัดจากคอใบธงถึงปลายใบธงในระยะเก็บเกี่ยว

2.2.4.3 ความยาวรวง (panicle length) โดยวัดจากคอรวงถึงปลายรวงในระยะเก็บเกี่ยว

2.2.4.4 จำนวนหน่อต่อต้น (no. tillers per plant) โดยนับในระยะเก็บเกี่ยว

2.2.4.5 จำนวนรวงต่อต้น (no. panicles per plant) โดยนับในระยะเก็บเกี่ยว

2.2.4.6 จำนวนเมล็ดต่อรวง (no. spikelets per panicle) โดยสุ่มนับจำนวน 3 รวง

2.2.4.7 จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (no. filled grains per panicle) โดยสุ่มนับจำนวน 3 รวง

2.2.4.8 น้ำหนัก 100 เมล็ด (100 grains weight) โดยสุ่มเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด นำมาชั่งน้ำหนักที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

2.2.4.9 น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (grain yield per plant) โดยชั่งน้ำหนักเมล็ดต่อต้นที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตโดยใช้โปรแกรม Statistical Tool for Agricultural Research (STAR) Version 2.0.1

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวพันธุ์ปรับปรุงของไทยพันธุ์ กข49 กับข้าวจีนพันธุ์ CH1 ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง สร้างเป็นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) และปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 แล้วแบ่งเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มแรกปล่อยให้ผสมตัวเอง

สร้างเป็นประชากรสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ส่วนกลุ่มที่สองผสมกลับไปยังพันธุ์ CH1 สร้างเป็นสายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_1 และ BC_2F_1 แล้วปล่อยให้ผสมตัวเองสร้างเป็นประชากรสายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_2 และ BC_2F_2 ตามลำดับ จากนั้นนำประชากรลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_2 และ BC_2F_2 มาปลูกจำนวนประชากรละ 1,000 ต้น แล้วคัดเลือกแบบรายต้น โดยคัดเลือกลักษณะรูปทรงต้นที่ดีด้วยสายตาจำนวนประชากรละ 150 ต้น จากนั้นเก็บเกี่ยวต้นที่คัดเลือกได้ นำไปชั่งน้ำหนักเมล็ดและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเมล็ดสูงสุด 10 อันดับแรก พบว่าประชากรลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_2 และ BC_2F_2 มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงสุด 33.06, 32.87 และ 30.23 กรัม ตามลำดับ (Table 1) จากนั้นนำประชากรลูกชั่วที่ 3 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_3 และ BC_2F_3 จำนวนประชากรละ 10 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 200 ต้น ปลูกคัดเลือกแบบรายต้น โดยคัดเลือกลักษณะรูปทรงต้นที่ดีด้วยสายตาจำนวนประชากรละ 150 ต้น จากนั้นเก็บเกี่ยวต้นที่คัดเลือกได้ นำไปชั่งน้ำหนักเมล็ดและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเมล็ดสูงสุด 10 อันดับแรก พบว่าประชากรลูกชั่วที่ 3 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_3 และ BC_2F_3 มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงสุด 35.15, 36.69 และ 32.40 กรัม ตามลำดับ

Table 1 Grain yield (g) of 150 plants with good plant type and 10 plants with the high yield

Generations	150 plants with good plan type			10 plants with high yield		
	max	min	mean ± SD	max	min	mean ± SD
F_2	33.06	0.83	18.99 ± 4.46	33.06	26.06	28.77 ± 2.63
BC_1F_2	32.87	9.90	16.90 ± 4.19	32.87	23.15	27.92 ± 3.28
BC_2F_2	30.23	6.01	15.10 ± 4.64	30.23	23.00	25.53 ± 2.53
F_3	49.25	5.88	22.28 ± 7.55	49.25	35.15	37.67 ± 4.20
BC_1F_3	53.54	6.93	21.02 ± 8.21	53.54	36.69	41.39 ± 5.74
BC_2F_3	44.28	4.99	17.68 ± 4.99	44.28	32.40	36.64 ± 3.66

ประชากรลูกชั่วที่ 4 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_4 และ BC_2F_4 จำนวนประชากรละ 20 สายพันธุ์ นำมาปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้นในแปลงทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ augmented in RCBD ทำ 3 ซ้ำ จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าน้ำหนักเมล็ดต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยประชากรลูกชั่วที่ 4 มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นอยู่ในช่วง 16.67 - 36.33 กรัม (Table 2) โดยสายพันธุ์ F_4-17 มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงที่สุดและยังสูงกว่าพันธุ์พันธุ์แม่ CH1 และพันธุ์พ่อ กข49 ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 25.23 และ 25.75 กรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกับประชากรลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_4 และ BC_2F_4 มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นอยู่ในช่วง 25.84 – 37.84 และ 16.43 – 36.80 กรัม ตามลำดับ โดยสายพันธุ์ BC_1F_4-10 และ BC_2F_4-4 มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงที่สุดและยังสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่

ประชากรลูกชั่วที่ 5 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_5 และ BC_2F_5 จำนวนประชากรละ 3 สายพันธุ์นำมาปลูกทดสอบผลผลิตในแปลงทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำ 3 ซ้ำ จากการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะต่าง ๆ พบว่าลักษณะความสูงต้น ความยาวใบธง จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง

Table 2 Grain yield (g) of three populations F_4, BC_1F_4 and BC_2F_4

lines	Block	value	lines	Block	value	lines	Block	value	Checks	value
F_4-1	I	22.17	BC_1F_4-1	II	29.43	BC_2F_4-1	III	32.53	CH1	25.23
F_4-2	I	29.74	BC_1F_4-2	II	26.24	BC_2F_4-2	III	16.43	RD49	25.75
F_4-3	I	28.90	BC_1F_4-3	II	28.03	BC_2F_4-3	III	18.60	RD47	30.68
F_4-4	I	20.99	BC_1F_4-4	II	26.97	BC_2F_4-4	III	36.80	RD41	26.51
F_4-5	I	29.12	BC_1F_4-5	II	32.47	BC_2F_4-5	III	29.78	IR64	20.42
F_4-6	I	34.28	BC_1F_4-6	II	29.96	BC_2F_4-6	III	30.00	CNT1	27.46
F_4-7	I	28.17	BC_1F_4-7	II	35.91	BC_2F_4-7	III	32.24	RD31	27.61
F_4-8	I	21.61	BC_1F_4-8	II	33.57	BC_2F_4-8	III	26.78	PSL2	19.60
F_4-9	I	16.67	BC_1F_4-9	II	30.70	BC_2F_4-9	III	25.46	PSL1	18.88
F_4-10	I	31.89	BC_1F_4-10	II	37.81	BC_2F_4-10	III	18.49	PTT1	15.36
F_4-11	I	30.93	BC_1F_4-11	II	32.26	BC_2F_4-11	III	26.22		
F_4-12	I	24.97	BC_1F_4-12	II	34.42	BC_2F_4-12	III	33.55		
F_4-13	I	21.66	BC_1F_4-13	II	27.73	BC_2F_4-13	III	17.74		
F_4-14	I	25.13	BC_1F_4-14	II	28.89	BC_2F_4-14	III	30.23		
F_4-15	I	26.07	BC_1F_4-15	II	29.61	BC_2F_4-15	III	21.09		
F_4-16	I	25.23	BC_1F_4-16	II	30.09	BC_2F_4-16	III	28.74		
F_4-17	I	36.33	BC_1F_4-17	II	25.84	BC_2F_4-17	III	22.20		
F_4-18	I	27.62	BC_1F_4-18	II	33.92	BC_2F_4-18	III	26.23		
F_4-19	I	29.02	BC_1F_4-19	II	30.11	BC_2F_4-19	III	32.45		
F_4-20	I	23.99	BC_1F_4-20	II	25.96	BC_2F_4-20	III	26.19		

F-test: **

CV (%): 17.76

LSD 95 % (Between checks): 6.66

LSD 95 % (Between lines in same block): 11.54

LSD 95 % (Between lines in difference block): 12.10

LSD 95 % (Between lines and checks): 9.88

Table 3 Agronomic traits, yield components and yield of three populations F_5, BC_1F_5 and BC_2F_5

lines	Plant height (cm.)	Flag leaf length (cm.)	Panicle length (cm.)	No. tiller per plant	No. panicle per plant
F_5-61-9-10	112.20a	32.23bc	27.20	11.13ab	10.90ab
F_5-8-9-2	83.43cde	41.33a	33.43	10.20ab	10.10ab
F_5-8-9-4	100.10ab	31.97bc	22.33	9.23abc	9.13abc
BC_1F_5-19-10-9	75.43e	32.53bc	26.30	9.67ab	9.67ab
BC_1F_5-80-9-3	97.90abc	30.67bc	23.90	12.13a	12.13a
BC_1F_5-80-9-9	88.67bcde	34.43abc	27.23	9.00abc	8.90abc
BC_2F_5-48-10-3	88.10bcde	26.37c	26.33	10.37ab	10.03ab
BC_2F_5-8-3-6	99.00ab	33.87abc	28.90	8.33bc	8.10bc
BC_2F_5-90-9-10	91.67bcd	31.80bc	28.33	10.33ab	10.33ab
CH1	74.67e	36.13ab	27.90	6.10c	6.10c
RD49	73.47e	29.57bc	25.23	11.30ab	11.30ab
RD41	80.10de	31.43bc	27.33	9.70ab	9.70ab
Mean	88.73	32.69	27.04	9.79	9.7
F-Test	6.62**	2.34*	1.14ns	2.33*	2.33*
C.V.	9.12	12.7	16.49	18.17	18.34

และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3 & 4) ส่วนลักษณะความยาวรวง และน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยลักษณะที่มีผลโดยตรงต่อลักษณะผลผลิตคือน้ำหนักเมล็ดต่อต้นนั้น พบว่าสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นที่มาจากทั้ง 3 ประชากรมีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติและไม่แตกต่างกับพันธุ์พ่อ กข49 แต่มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นมากกว่าพันธุ์แม่ CH1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบผลผลิต พบว่าลักษณะจำนวนรวงต่อต้นของสายพันธุ์ BC_1F_5-80-9-3 มีจำนวน 12.13 รวง ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสายพันธุ์อื่นยกเว้นสายพันธุ์ BC_2F_5-8-3-6 ซึ่งมีจำนวน 8.10 รวง โดยที่พันธุ์แม่ CH1 มีจำนวน 6.10 รวง และพันธุ์พ่อ กข49 มีจำนวน 11.30 รวง ในขณะที่ลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของสายพันธุ์ BC_2F_5-90-9-10 มีจำนวนมากที่สุด 227.80 เมล็ด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสายพันธุ์ F_5-8-9-2, BC_2F_5-8-3-6 และ F_5-61-9-10 มีจำนวน 215.00, 172.33 และ 170.57 เมล็ด ตามลำดับ โดยที่พันธุ์แม่ CH1 มีจำนวน 166.53 เมล็ด และพันธุ์พ่อ กข49 มีจำนวน 111.37 เมล็ด

Table 4 Agronomic traits, yield components and yield of three populations F_5, BC_1F_5 and BC_2F_5

lines	No. spikelets per panicle	No. filled grains per panicle	100 grains weight (g)	Grain yield per plant (g)
F_5-61-9-10	223.30abc	170.57abc	2.70	37.67a
F_5-8-9-2	250.67a	215.00ab	2.67	37.40a
F_5-8-9-4	183.57bcde	137.23c	2.80	31.77ab
BC_1F_5-19-10-9	178.53bcde	139.00c	2.73	32.80ab
BC_1F_5-80-9-3	162.00de	128.90c	3.03	33.97a
BC_1F_5-80-9-9	186.47bcde	158.57bc	2.97	30.93ab
BC_2F_5-48-10-3	180.03bcde	141.00c	2.70	30.33ab
BC_2F_5-8-3-6	235.67ab	172.33abc	2.40	36.60a
BC_2F_5-90-9-10	255.47a	227.80a	2.27	35.67a
CH1	211.80abcd	166.53bc	2.60	22.40c
RD49	132.67e	111.37c	2.93	30.30ab
RD41	168.20cde	129.23c	2.63	25.20bc
Mean	197.36	158.13	2.7	32.09
F-Test	4.44^{**}	3.49^{**}	1.71^{ns}	3.93^{**}
C.V.	15.8	20.53	10.88	12.87

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงของคู่ผสม CH1 x กข49 โดยใช้ประชากรเริ่มต้นก่อนการคัดเลือกที่แตกต่างกันจำนวน 3 ประชากร คือสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 สายพันธุ์ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_2 และ BC_2F_2 ซึ่งมีสัดส่วนพันธุกรรมของพันธุ์ CH1:กข49 เท่ากับ 50:50, 75:25 และ 87.5:12.5 ตามลำดับ โดยพันธุ์ CH1 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงมีลักษณะรูปทรงต้นดีคือแตกกอน้อย จำนวนเมล็ดต่อรวงมาก ลำต้นแข็งแรง ใบธงตั้งตรง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำเข้าจากประเทศจีนที่ใช้ชื่อว่า Qiqnizhan (Sreewongchai *et al*. 2021) แต่ปรับตัวได้ไม่ดีกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ดังนั้นการผสมกับข้าวพันธุ์ดีของไทยคือพันธุ์ กข49 ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง และการผสมกลับเพื่อเพิ่มพันธุกรรมของพันธุ์ CH1 ให้มากขึ้น เพื่อใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ ผลการทดลองพบว่าหลังจากการคัดเลือกลักษณะรูปทางต้นข้าวและน้ำหนักเมล็ด ผลผลิตในสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 5 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_5 และ BC_2F_5 ไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้ประชากรทั้ง 3 แบบ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงได้ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการในลักษณะหน่อต่อต้นของบางสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีจำนวนน้อยกว่าพันธุ์ กข49 และข้อสังเกตของการทดลองนี้คือใช้ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับบางสายพันธุ์ เนื่องจากมีการแตกกอน้อยกว่าข้าวไทย การปรับลดระยะปลูกเพื่อเพิ่มจำนวนประชากรใน

แปลงปลูกอาจส่งผลให้สายพันธุ์ที่มีการแตกกอน้อยมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมาก ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการสะสมแป้งในเมล็ด (sink) อีกทั้งมีขนาดใบธงใหญ่ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสังเคราะห์แสง (source) โดยปัจจัยหลักของผลผลิตของข้าวขึ้นอยู่กับ sink size ซึ่งสามารถเพิ่มได้โดยการเพิ่มจำนวนรวงต่อต้นหรือจำนวนเมล็ดต่อรวง หรือเพิ่มทั้งสองลักษณะ (Kropff *et al*., 1994; Ying *et al*., 1998) ดังนั้นสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่จากงานทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเป็นสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงทั้ง 3 ประชากร โดยประชากรเริ่มต้นลูกชั่วที่ 2 สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ F_5-8-9-2 มีลักษณะเด่นคือใบธงมีขนาดใหญ่ มีความยาว 41.33 เซนติเมตร ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับ source size ในขณะที่ประชากรเริ่มต้นลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_5 สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ BC_1F_5-80-9-3 มีลักษณะเด่นคือมีรวงมากจำนวน 12.13 รวงต่อต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับ sink size ส่วนประชากรเริ่มต้นลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_5 สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ BC_2F_5-90-9-10 มีลักษณะเด่นคือมีเมล็ดดีต่อรวงมากจำนวน 227.80 เมล็ด ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับ sink size โดยทั้ง 3 สายพันธุ์ที่คัดเลือกได้นั้นจะต้องมีการทดสอบระยะปลูกที่เหมาะสม การจัดการธาตุอาหารให้มีความสัมพันธ์กับศักยภาพในการให้ผลผลิต และฤดูปลูกที่เหมาะสมต่อไป

4. สรุป

การปรับปรุงพันธุ์โดยใช้เชื้อพันธุกรรมที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงนั้น การสร้างประชากรก่อนการคัดเลือกที่มีพันธุกรรมของพันธุ์ CH1 ร้อยละ 50, 75 และ 87.5 สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกลักษณะรูปทางต้นข้าวและน้ำหนักเมล็ด ผลผลิตในสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 5 ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_5 และ BC_2F_5 ไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้ประชากรทั้ง 3 แบบ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงได้ไม่แตกต่างกัน และผลจากการคัดเลือกสายพันธุ์ของคู่ผสม CH1 x กข49 นั้นสามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงได้ทั้ง 3 ประชากร

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ดำเนินงานภายใต้แผนงานวิจัย “การปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและการแปรรูปเชิงอุตสาหกรรม ระยะที่ 2” ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผ่านทางสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)

6. References

Akita, S. (1993). *Respiration: variation and potential for manipulation. In: Buxton, D.R., et al. (Eds.), International Crop Science I.* Location: Crop Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 799-805.

Dudley, J.W. (1982). Theory for transfer of alleles. *Crop Sci*, 22, 631-637.

Evans, L.T. (1993). *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Location: Cambridge Univ. Press, Cambridge, 500 pp.

Fischer, R.A. (1983). *Wheat. In: Smith, W.H., Banta, S.J. (Eds.), Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments*. Location: International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp. 129-154.

Kropff, M.J., Cassman, K.G., Peng, S., Matthews, R.B., & Setter, T.L. (1994). *Quantitative understanding of yield potential. In Cassman, K.G. (Ed.), Breaking the Yield Barrier*. Location: International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp. 21-38.

Lin, S., & Yuan, L. (1980). *"Hybrid rice breeding in China" In G. Argosino, V.S. Durvasula, W.H. Smith, (Eds). Innovative Approaches to Rice Breeding*. Location: International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp. 35–51.

Loomis, R.S., & Connor, D.J. (1992). *Crop ecology: productivity and management in agricultural systems*. Location: Cambridge Univ. Press, Cambridge, 538 pp.

Peng, S., Khush, G.S., & Cassman, K.G. (1994). *Evaluation of a new plant ideotype for increased yield potential In K.G. Cassman, (Ed.), Breaking the Yield Barrier. Proceedings of a Workshop on Rice Yield Potential in Favourable Environments*. Location: International Rice Research Institute, Los Baños, pp. 5-20.

Peng, S., Khush, G.S., Virk, P., Tang, Q., & Zou, Y. (2008). Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. *Field Crops Research*, 108, 32-38.

Sreewongchai, T., Sripichitt, P., & Matthayatthaworn, W. (2021). Parental genetic distance and combining ability analyses in relation to heterosis in various rice origins. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 24, 327-336.

Ying, J., Peng, S., Yang, G., Zhou, N., Visperas, R.M., & Cassman, K.G. (1998). Comparison of high-yield rice in a tropical and subtropical environment: II. Nitrogen accumulation and utilization efficiency. *Field Crops Res*, 57, 85-93.

Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of Rice Crop Science*. Location: International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 269 pp.

Yoshida, S. (1983). *Rice.* In: Smith, W.H., Banta, S.J. (Eds.), Potential Productivity of Field Crops under Different Environments. Location: International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp. 103-127.

Yuan, L. (2009). *Accelerating Hybrid Rice Development*. Location: F. Xie and B. Hardy, (Eds.). Accelerating Hybrid Rice Development. IRRI, Los Baños, pp. 3-24.