

การประเมินผลผลิตและแอนโทไซยานินในเมล็ดสายพันธุ์ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสงลูกผสมระหว่างพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดและปทุมธานี 1

Evaluation of advanced purple rice lines with photoperiod insensitive from Kum Doi Saket and Pathum Thani 1 for yield and grain anthocyanin content

กฤษฎี พุทธาศรี¹, ชนาکانต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย^{1,2}, ต่อนภา ผุสดี^{1,2} และ ศันสนีย์ จำจด^{1,2*}

Grit Buddhasri¹, Chanakan Thebault Prom-u-thai^{1,2}, Tonapha Pusadee^{1,2} and Sansanee Jamjod^{1,2*}

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

² ศูนย์วิจัยข้าวล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

² Lanna Rice Research Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ ข้าวเหนียวก่ำมีสารแอนโทไซยานินแต่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้เพียงปีละครั้ง เพื่อเพิ่มผลผลิตและทางเลือกในการบริโภคข้าว จึงได้ผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเหนียวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดและข้าวเจ้าพันธุ์ปทุมธานี 1 คัดเลือกจนได้ข้าวเจ้าก่ำสายพันธุ์ก่ำหน้า ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสายพันธุ์ก่ำหน้าที่ได้จากการผสมพันธุ์ดังกล่าว เพื่อคัดเลือกให้ได้ข้าวเจ้าก่ำที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง มีผลผลิตและปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดสูง โดยใช้สายพันธุ์ก่ำหน้าข้าวเจ้าเจ้ารวม 5 สายพันธุ์ ปลูกประเมินในฤดูนาปีและนาปรัง บันทึกวันออกดอก ความสูงต้น ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ปริมาณแอนโทไซยานินและอะมิโลส สายพันธุ์ก่ำหน้าทุกสายพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง เมื่อเทียบกับพันธุ์แม่ก่ำดอยสะเก็ดในฤดูนาปี สายพันธุ์ก่ำหน้าออกดอกเร็วกว่าพันธุ์แม่ 10-23 วัน มีต้นเตี้ยกว่าและให้ผลผลิตสูงกว่า จากผลการทดลองใน 2 ฤดู สายพันธุ์ก่ำหน้าออกดอกระหว่าง 101-114 และ 120-127 วัน มีความสูงต้นระหว่าง 76.0-81.1 และ 78.4-88.1 ซม. ผลผลิตระหว่าง 484.2-727.3 และ 453.6-750.7 กก./ไร่ มีปริมาณแอนโทไซยานินระหว่าง 3.4-23.8 และ 12.6-36.6 มก./100 ก. และปริมาณอะมิโลสระหว่าง 11.2-13.9 และ 11.5-14.0% ตามลำดับ ทุกสายพันธุ์มีเชื้อหุ้มเมล็ดสีดำเหมือนพันธุ์แม่ มีเมล็ดเรียวยาวเหมือนพันธุ์พ่อ จากผลการทดลองสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ก่ำหน้า K2 ที่ให้ลักษณะตรงตามความต้องการ โดยพบว่าสายพันธุ์นี้ให้ผลผลิตสูงสุดในระดับเดียวกับพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 ในฤดูนาปีและฤดูนาปรังมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 727.3 และ 750.7 กก./ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าสายพันธุ์อื่น โดยปริมาณแอนโทไซยานินเฉลี่ยเท่ากับ 23.8 และ 36.6 มก./100 ก. ในฤดูนาปีและนาปรัง ตามลำดับ ซึ่งสายพันธุ์ก่ำหน้าที่ได้จากการทดลองนี้จะนำไปปลูกทดสอบขยายผลในแปลงเกษตรกรต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวเจ้า; ปรับปรุงพันธุ์; คุณภาพพิเศษในเมล็ด; สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ; ข้าวเชิงหน้าที่

ABSTRACT: Anthocyanin is a major bioactive compound in purple rice which reacts as an anti-oxidative against oxidative damages. Purple rice is commonly found in photoperiod sensitivity and able to cultivate only once a year. To improve the production and alternative product for rice consumers, breeding program was carried out by crossing between the purple glutinous rice variety Kum Doi Saket (KDK) and non-glutinous rice variety Pathumthani 1 (PTT1). This research aimed to evaluate the indicated advanced lines for approaching the of purple non-glutinous rice with photoperiod insensitivity, high grain yield and anthocyanin content. The total 5 advanced lines of non-glutinous rice with purple pericarp were used in this study. They were grown in both wet and dry seasons and evaluated for day

* Corresponding author: sansanee.cm@gmail.com

Received: date; February 9, 2021 Accepted: date; April 20, 2021 Published: date; December 5, 2021

to flowering, plant height, grain yield, yield components, anthocyanin and amylose contents. All advanced lines showed photoperiod insensitivity characteristic. By comparing to the female KDK parent in wet season, the advanced lines were 10- 23 days earlier, had shorter culms and higher yield. Results from both wet and dry seasons showed that the advanced lines were flowering between 101- 114 and 120- 127 days, with the culm length between 76.0- 81.1 and 78.4-88.1 cm, grain yield between 484.2-727.3 and 453.6-750.7 kg/rai, anthocyanin between 3.4-23.8 and 12.6-36.6 mg/100 g and amylose between 11.2-13.9 and 11.5-14.0%, respectively. The pericarp color was purple in all lines with slender grain shape. The highest yield was found in K2 line which had 727.3 and 750.7 kg/rai in wet and dry seasons, respectively, similar to PTT1. The highest grain anthocyanin was also observed in this line with 23.8 mg/100 g and 36.6 mg/100 g in wet and dry seasons, respectively. The derived advanced lines of the purple and non-glutinous rice with photoperiod insensitivity and high yield from this study will be cultivated in the farmer's fields in the future.

Keywords: purple rice; breeding; special grain quality; active ingredient; functional rice

บทนำ

ข้าวดำหรือข้าวเหนียวดำ (purple rice or black rice) เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของประเทศไทย นิยมปลูกในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นข้าวสีชนิดที่แพร่หลายที่สุด (ดาเนิน และศันสนีย์, 2543) เป็นข้าวเหนียวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ มีสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Hui et al., 2010) ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคสำคัญต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น การขยายของเนื้องอก ไขมันในเลือด โรคมะเร็ง (Blando et al., 2004) และการอักเสบในร่างกาย (Xia et al., 2003)

ในประเทศไทย ปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวสีดำกันแพร่หลายมากขึ้น โดยใช้วิธีการคัดพันธุ์บริสุทธิ์จากประชากรข้าวดำพื้นเมือง เช่น พันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด ก่ำมก้อย (ดาเนิน และศันสนีย์, 2543) เหนียวดำขอมไม่ไฟ 49 และมะลิลินลสุรินทร์ และข้าวไร่เหนียวดำจากที่สูง เช่น ลิ้มผัว (อภิชาติ และคณะ, 2559) ปิอิซู 1 มช (อภิรัตน์ และคณะ, 2563) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสีดำชนิดข้าวเจ้าโดยนำไปผสมพันธุ์กับข้าวหอมไวต่อช่วงแสงอย่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เช่น พันธุ์ก่ำเจ้า มช 107 (สุณิสสา และดาเนิน, 2545; เบญจวรรณ และคณะ, 2553) และหอมนิล (อภิชาติ และคณะ, 2558) และปรับปรุงพันธุ์เพื่อสร้างข้าวเจ้าสีดำชนิดไม่ไวแสง เช่น พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ก่ำหอมแม่ใจ 1เอ และกข 83 เป็นต้น โดยมีค่าผลผลิตระหว่าง 500-700 กก./ไร่ (อภิชาติ และคณะ, 2558; ยุพเยาว์ และคณะ, 2561; สมใจ และคณะ, 2563) อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับข้าวขาวทั่วไป การปรับปรุงพันธุ์ข้าวสียังไม่แพร่หลายมากนักมีเพียงไม่กี่พันธุ์ข้างต้นที่ได้ขึ้นทะเบียนและส่งเสริมให้แก่เกษตรกร ซึ่งน่าจะเพิ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ให้มีจำนวนมากขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภคที่มีความต้องการบริโภคข้าวสีคุณภาพต่าง ๆ และความต้องการของเกษตรกรที่ต้องการให้มีผลผลิตสูงไปขณะเดียวกัน

ข้าวดำพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด ปรับปรุงมาจากวิธีการคัดสายพันธุ์แท้ (pure line selection) จากประชากรพันธุ์ข้าวเหนียวดำพื้นเมือง ได้ขึ้นทะเบียนพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมีการส่งเสริมปลูกและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีสารแอนโทไซยานินสูง (ดาเนิน และคณะ, 2552) โดยพบว่าในข้าวพันธุ์นี้มีปริมาณโมโนเมอร์แอนโทไซยานินตั้งแต่ 275-298 ไมโครกรัม/กรัม ในตัวทำละลาย pH 6.5 และ 313-352 ไมโครกรัม/กรัม ในตัวทำละลาย pH 2.0 (Tananuwong and Tewaruth, 2010) ในการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พรพาชื่น และคณะ (2560) วิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวเหนียวดำ 6 สายพันธุ์ ด้วยวิธีวิเคราะห์จากความแตกต่างระหว่าง pH พบว่ามีปริมาณสารแอนโทไซยานินอยู่ในช่วง 14.61-48.19 มิลลิกรัม/ลิตร นำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์หาปริมาณสาร Cyanidin-3-glucoside ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารแอนโทไซยานินและเป็นรูปแบบโมโนเมอร์แอนโทไซยานินที่พบมากในข้าวเหนียวดำ พบว่าข้าวก่ำดอยสะเก็ดมีปริมาณสาร Cyanidin-3-glucoside มากที่สุดคือ 34.49 มิลลิกรัม/ลิตร รองลงมาได้แก่ข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและต่ำที่สุดในข้าวก่ำพะเยา บ่งชี้ว่าข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวดำพันธุ์อื่น ๆ อย่างไรก็ดี ข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดคัดเลือกมาจากพันธุ์พื้นเมือง ดังนั้นจึงมีข้อด้อยที่เป็นพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง ต้นสูงและให้ผลผลิตต่ำเมื่อเทียบกับพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ รวมทั้งยังเป็นชนิดข้าวเหนียว เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคข้าวเจ้าและเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ต่าง ๆ จึงได้มีโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวดำเจ้าโดยนำพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดมาผสมพันธุ์กับข้าวพันธุ์สมัยใหม่อย่างพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งเป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวขาวเจ้า ต้นเตี้ย ผลผลิตสูง ซึ่งน่าจะเป็นการ

ปรับปรุงลักษณะด้อยของพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดให้ได้ลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวเจ้าชนิดต้นเตี้ยและให้ผลผลิตสูงมากกว่าพันธุ์เดิม กลุ่มวิจัยได้ปลูกประเมินลักษณะลูกผสมและคัดเลือกตั้งแต่ช่วงที่ 2 จนถึงช่วงที่ 7 (พฤษภาคม และคณะ, 2557; ธรรมบุญ และคณะ, 2559) ในช่วงรุ่นหลัง ๆ ได้ปลูกประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์ก่ำหน้าข้าวเจ้าเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ ไม่ไวต่อช่วงแสงและให้ผลผลิตสูงได้ 5 สายพันธุ์ เพื่อประเมินความสามารถของสายพันธุ์ดังกล่าว งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ก่ำหน้าและเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดสูง ไม่ไวต่อช่วงแสงและให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดเดิม ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นฐานพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว และเพิ่มทางเลือกใหม่ในการปลูกและบริโภคข้าวเพื่อสุขภาพสายพันธุ์ใหม่แก่นเกษตรกรและผู้บริโภคข้าวได้ต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

พันธุ์/สายพันธุ์

ผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเหนียวก่ำดอยสะเก็ด (KDK) ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ ไวต่อช่วงแสง ต้นสูง ผลผลิตปานกลางเป็นแม่พันธุ์ กับข้าวเจ้าขาวพันธุ์พุมธานี 1 (PTT1) มีต้นเตี้ย ไม่ไวต่อช่วงแสง ผลผลิตสูงเป็นพ่อพันธุ์คัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมแบบสืบตระกูลช่วงที่ 2-7 โดยคัดต้นเตี้ยที่มีลักษณะต้นเตี้ย เยื่อหุ้มเมล็ดสีดำทุกช่วงและลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงในฤดูนาปรัง ในช่วงที่ 8 ปลูกแบบเปรียบเทียบผลผลิต คัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง 4 สายพันธุ์ให้สัญลักษณ์ K1-K4 นำเมล็ดมารวมกันและใช้ในการทดลองครั้งนี้ ใช้พันธุ์พ่อแม่พันธุ์ข้าวเจ้าเมล็ดสีดำก่ำเจ้า มช 107 (KJ107) และหอมนิล (HN) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (Table 1)

Table 1 Description of advanced lines, parents and check varieties used in this study

Line/variety (symbol)	Pericarb color	Anthocyanin	Endosperm type	Photoperiod sensitivity	Description
K1	Black	Present	Non-glutinous	Insensitive	Advanced line derived from KDK x PTT1
K2	Black	Present	Non-glutinous	Insensitive	Advanced line derived from KDK x PTT1
K3	Black	Present	Non-glutinous	Insensitive	Advanced line derived from KDK x PTT1
K4	Black	Present	Non-glutinous	Insensitive	Advanced line derived from KDK x PTT1
Kham Doi Saket (KDK)	Black	Present	Glutinous	Sensitive	Female parents, pure line selection from local purple rice
Pathum Thani 1 (PTT1)	White	Absent	Non-glutinous	Insensitive	Male parent, high yielding variety from Department of Rice (DOR).
Kham Jao Mor Chor 107 (KJ107)	Black	Present	Non-glutinous	Sensitive	Check variety, purple rice variety from Chiang Mai University (CMU)
Hom Nil (HN)	Black	Present	Non-glutinous	Insensitive	Check variety, black rice variety from Kasetsart University (KU)

การประเมินสายพันธุ์

ปลูกเปรียบเทียบสายพันธุ์ที่คัดเลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์ ที่แปลงทดลองสาขาพืชไร่ ศูนย์วิจัย สาธิต และฝึกอบรมการเกษตรแม่เหิยะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยปลูกในฤดูนาปี พ.ศ.2559 (มิถุนายน 2559-พฤศจิกายน 2559) และนาปรัง พ.ศ.2560 (กุมภาพันธ์ 2560-กรกฎาคม 2560) โดยปลูกด้วยวิธีการและขั้นตอนเหมือนกันทั้ง 2 ฤดูปลูก

แต่ละแปลงปลูกสายพันธุ์ละ 4 แถวๆ ยาว 2 ม. ระยะปลูก 25x25 ซม. ขนาดแปลง 1x2 ม. รวม 32 ต้นต่อแปลงย่อย หลังจากปลูก 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กก./ไร่ และหลังจากปลูก 60 วันใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ ดูแลรักษาและป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชเมื่อพบการระบาด สำหรับการบันทึกข้อมูล ที่ระยะดอกบาน บันทึกสีตามส่วนต่าง ๆ ของใบและดอก บันทึกวันออกดอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อถึงระยะสุกแก่ เก็บข้อมูลในพื้นที่ 1 ตารางเมตร บันทึกความสูงต้นจากโคนต้นถึงคอรวง นับจำนวนรวงต่อกอ จำนวนช่อดอกต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิต สุ่มตัวอย่างเมล็ด ได้แก่ การมีหางเมล็ด สีเปลือกและสีเยื่อหุ้มเมล็ด วัดขนาดเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง สุ่มตัวอย่างเมล็ดสายพันธุ์ละ 3 ซ้ำ ไปวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (Juliano, 1981) และแอนโทไซยานินโดยวิธีหาความแตกต่างของ pH (Abdel-Aal and Hucl, 1999)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษา

ลักษณะทางสัณฐาน

สายพันธุ์ก้าวหน้าทั้ง 5 สายพันธุ์ เป็นชนิดข้าวเจ้า (Table 1) มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ ปลายเมล็ดไม่มีหาง สายพันธุ์ก้าวหน้า K1 และ K2 มีกาบใบ แผ่นใบและข้อสีเขียว มีลิ้นใบ หูใบ ยอดดอก ยอดเกสรตัวเมียและกลีบรองดอกสีขาว โกล่เคียงพันธุ์พ่อพุ่มธานี 1 ยกเว้นเปลือกเมล็ดสีฟางกระน้ำตาลและเมล็ดสีดำ สายพันธุ์ก้าวหน้า K3 K4 และ K5 มีทุกส่วนที่กล่าวถึงข้างต้นสีม่วงเหมือนพันธุ์แม่ก่าดอยสะเก็ด ยกเว้นเปลือกเมล็ดสีฟางกระม่วงและชนิดแบ่งเป็นข้าวเจ้า (Table 2)

ลักษณะทางพืชไร่ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและแอนโทไซยานินในเมล็ด

ฤดูนาปี

อายุออกดอก พันธุ์หอมนิลออกดอกเร็วที่สุด 96 วัน พันธุ์แม่ก่าดอยสะเก็ดและพันธุ์ก่าเจ้า มช 107 ออกดอกช้าที่สุด 124-125 วัน พันธุ์พ่อพุ่มธานี 1 ออกดอกที่อายุ 110 วัน สายพันธุ์ก่าหน้าเกือบทุกสายพันธุ์ออกดอกเร็วกว่าพันธุ์ที่ 101-102 วัน ยกเว้นสายพันธุ์ก่าหน้า K2 ออกดอก 114 วัน

ความสูงต้น พันธุ์ก่าเจ้า มช 107 มีต้นสูงที่สุด 150.5 ซม. รองลงมาได้แก่พันธุ์แม่ก่าดอยสะเก็ด 123.2 ซม. พันธุ์พ่อพุ่มธานี 1 และพันธุ์หอมนิลมีต้นเตี้ยไม่แตกต่างกันเท่ากับ 70.5 และ 85.2 ซม. สายพันธุ์ก่าหน้ามีความสูงต้นไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 76.0-81.1 ซม.

องค์ประกอบผลผลิต พันธุ์เปรียบเทียบเกือบทุกพันธุ์ให้จำนวนรวง 14-15 รวงต่อต้น ยกเว้นพันธุ์แม่ก่าดอยสะเก็ดมี 8 รวงต่อต้น สายพันธุ์ก่าหน้า K1 K2 และ K4 มีจำนวนรวงไม่ต่างจากพันธุ์พ่อพุ่มธานี 1 มีค่าระหว่าง 12-15 รวงต่อต้น ขณะที่สายพันธุ์ก่าหน้า K3 และ K5 มีจำนวนรวงน้อยกว่า เท่ากับ 11 รวงต่อต้น ลักษณะจำนวนช่อดอกต่อรวงพบว่า พันธุ์เปรียบเทียบมีจำนวนช่อดอกต่อรวง 109-148 ดอกต่อรวง สายพันธุ์ก่าหน้ามีจำนวนช่อดอกมากกว่าพันธุ์พ่อแม่มีค่าระหว่าง 144-175 ดอกต่อรวง โดยสายพันธุ์ก่าหน้า K4 และ K5 มีจำนวนช่อดอกมากที่สุด สำหรับการติดเมล็ดพบว่าพันธุ์พ่อพุ่มธานี 1 ติดเมล็ดสูงสุดที่ 92.3% สายพันธุ์ก่าหน้า K3 และ K4 ติดเมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์พ่อ ที่เหลือติดเมล็ดน้อยกว่า มีค่าระหว่าง 80.2-85.0% ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดพันธุ์

พ่อบุญชานี 1 และพันธุ์กำเจ้า มช 107 มีค่าสูงสุดที่ 31 ก. สายพันธุ์กำหัวหน้า K1 K2 และ K5 มีน้ำหนักเมล็ดใกล้เคียงพันธุ์หอมนิลระหว่าง 24-26 ก. ที่เหลืออีกสองสายพันธุ์มีค่าน้อยกว่า (Table 3)

ผลผลิต สายพันธุ์กำหัวหน้า K2 K4 และพันธุ์พ่อบุญชานี 1 ให้ผลผลิตสูงสุด ระหว่าง 649.3-727.3 กก./ไร่ สายพันธุ์ที่เหลือมีผลผลิตระหว่าง 484.2-569.1 กก./ไร่ ไม่แตกต่างจากพันธุ์หอมนิลและพันธุ์กำเจ้า มช 107 (Table 3)

แอนโทไซยานินในเมล็ด พันธุ์แม่กำดอยสะเก็ดและพันธุ์กำเจ้า มช 107 มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าทุกพันธุ์ มีค่าเท่ากับ 31.1 และ 28.7 มก./100 ก. ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์หอมนิลมีค่าเท่ากับ 1.3 มก./100 ก. ไม่พบสารนี้ในพันธุ์พ่อบุญชานี 1 ในกลุ่มสายพันธุ์กำหัวหน้า K2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 23.8 มก./100 ก. รองลงมาได้แก่สายพันธุ์กำหัวหน้า K4 มีค่า 12.6 มก./100 ก. อีกสามสายพันธุ์ที่เหลือมีค่าน้อยกว่า 10 มก./100 ก. (Table 3)

ฤดูกาล

อายุออกดอก พันธุ์หอมนิลออกดอกเร็วที่สุด 93 วัน พันธุ์แม่กำดอยสะเก็ดและพันธุ์กำเจ้า มช 107 ไม่ออกดอก พันธุ์พ่อบุญชานี 1 และสายพันธุ์กำหัวหน้าเกือบทุกสายพันธุ์ออกดอกไม่แตกต่างกันที่ 122-127 วัน ยกเว้นสายพันธุ์กำหัวหน้า K5 ออกดอกเร็วกว่าที่ 120 วัน

ความสูงต้น พันธุ์พ่อบุญชานี 1 และสายพันธุ์กำหัวหน้า K3 K4 และ K5 อยู่ในกลุ่มต้นสูงที่สุด ระหว่าง 85.9-88.1 ซม. สายพันธุ์ที่เหลือและพันธุ์หอมนิลมีต้นเตี้ยกว่า มีค่าระหว่าง 75.3-80.7 ซม.

องค์ประกอบผลผลิต สายพันธุ์กำหัวหน้า K1 และ K2 มีจำนวนรวงมากที่สุดเท่ากับ 23 รวงต่อต้น สายพันธุ์ที่เหลือและพันธุ์พ่อบุญชานี 1 และพันธุ์หอมนิลมีจำนวนรวงไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 12-16 รวงต่อต้น ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในลักษณะช่อดอกต่อรวง พันธุ์เปรียบเทียบและสายพันธุ์กำหัวหน้ามีค่าระหว่าง 114-136 ช่อดอกต่อรวง สำหรับการติดเมล็ดพบว่าพันธุ์พ่อบุญชานี 1 และพันธุ์หอมนิลติดเมล็ด 93.1% และ 79.4% ตามลำดับ สายพันธุ์กำหัวหน้าติดเมล็ดระหว่าง 79.7-90.1% โดยสายพันธุ์กำหัวหน้า K4 และ K5 ติดเมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์ที่เหลือ ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดพันธุ์พ่อบุญชานี 1 สายพันธุ์กำหัวหน้า K1 และ K2 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์อื่น มีค่าระหว่าง 28-31 กรัม ที่เหลืออีกสามสายพันธุ์มีค่าน้อยกว่า

ผลผลิต พันธุ์พ่อบุญชานี 1 สายพันธุ์กำหัวหน้า K1 และ K2 ให้ผลผลิตสูงสุดระหว่าง 750.7-807.3 กก./ไร่ สายพันธุ์ที่เหลือให้ผลผลิตระหว่าง 453.6-548.8 กก./ไร่ ไม่แตกต่างจากพันธุ์หอมนิล (Table 3)

แอนโทไซยานิน ไม่พบสารนี้ในพันธุ์พ่อบุญชานี 1 พันธุ์หอมนิลมีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 1.2 มก./100 ก. ในกลุ่มสายพันธุ์กำหัวหน้า K2 และ K4 มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดเท่ากับ 36.6 และ 29.4 มก./100 ก. ตามลำดับ อีกสามสายพันธุ์ที่เหลือมีปริมาณแอนโทไซยานินระหว่าง 12.6-16.7 มก./100 ก. (Table 3)

ขนาด รูปร่างเมล็ดและปริมาณอะไมโลส

ฤดูกาล

พบความแตกต่างในความกว้างและความยาวเมล็ดข้าวเปลือก สายพันธุ์กำหัวหน้า K1-K3 มีความยาวเมล็ดใกล้เคียงพันธุ์แม่กำดอยสะเก็ด ขณะที่สายพันธุ์กำหัวหน้า K4-K5 มีค่าใกล้เคียงพันธุ์พ่อบุญชานี 1 ความกว้างเมล็ดพบว่าพันธุ์แม่กำดอยสะเก็ดและพันธุ์กำเจ้า มช 107 มีเมล็ดกว้างที่สุด สายพันธุ์กำหัวหน้ามีความกว้างเมล็ดใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อบุญชานี 1 ในเมล็ดข้าวกล้องไม่พบความแตกต่างความยาวเมล็ด พันธุ์แม่กำดอยสะเก็ดมีเมล็ดข้าวกล้องกว้างที่สุดเท่ากับ 2.9 มม. ขณะที่พันธุ์พ่อบุญชานี 1 กว้างเพียง 2.1 มม. สายพันธุ์กำหัวหน้ามีค่าระหว่าง 2.0-2.3 มม. มีสัดส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดมากกว่า 3.0 เช่นเดียวกับพันธุ์พ่อบุญชานี 1 จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดเรียวยาว

สำหรับปริมาณอะมิโลสพันธุ์พ่อบุญชานี 1 เป็นข้าวเจ้ามีปริมาณอะมิโลสเท่ากับ 13.4% พันธุ์แม่กำดอยสะเก็ดเป็นข้าวเหนียววัดปริมาณอะมิโลสได้ 3.5% สายพันธุ์กำหัวหน้ามีค่าระหว่าง 11.2-13.9% โดยสายพันธุ์กำหัวหน้า K1 มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์กำหัวหน้า K2 และ K5 (Table 4)

ถดถอย

พบความแตกต่างในความกว้างและความยาวเมล็ดข้าวเปลือก พันธุ์พ่อปทุมธานี 1 และสายพันธุ์ก้าวหน้า K5 มีเมล็ดข้าวเปลือกยาวที่สุด สายพันธุ์ที่เหลือมีค่าระหว่าง 10.0-10.3 มม. ส่วนความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกสายพันธุ์ก้าวหน้า K1 และ K2 กว้างมากกว่าพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 และสายพันธุ์ที่เหลือ พบความแตกต่างในความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง พันธุ์พ่อปทุมธานี 1 มีเมล็ดยาวที่สุดเท่ากับ 7.9 มม. สายพันธุ์ก้าวหน้ามีความยาวเมล็ดระหว่าง 6.9-7.4 มม. สายพันธุ์ก้าวหน้า K1 และ K2 มีความกว้างเมล็ดข้าวกล้องมากกว่าสายพันธุ์ที่เหลือ ทุกสายพันธุ์ยกเว้นสายพันธุ์ก้าวหน้า K1 มีค่าสัดส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดระหว่าง 3.1-3.7 โดยสายพันธุ์ก้าวหน้า K5 มีค่าสูงสุดจัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดเรียวย สำหรับปริมาณอะมิโลสพบว่าพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 14.9% สายพันธุ์ก้าวหน้า K1 และ K2 มีค่าไม่แตกต่างจากพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 เท่ากับ 14.0 และ 13.4% ตามลำดับ สายพันธุ์ที่เหลือมีปริมาณอะมิโลสต่ำกว่า ระหว่าง 10.9-12.9% (Table 5)

Table 2 Morphological characteristics of 5 advanced lines (K1-K5) and 4 check varieties (KDK, PTT1, KJ107 and HN)

Lines/ Varieties	Leaf sheath color	Leaf blade color	Ligule color	Auricle color	Node color	Apiculus color	Stigma color	Sterile lemmas color	Awning	Husk color	Pericarp color
K1	Green	Green	White	White	Green	White	White	White	Absent	Brown spot on straw	Black
K2	Green	Green	White	White	Green	White	White	White	Absent	Brown spot on straw	Black
K3	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Absent	Purple spot on straw	Black
K4	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Absent	Purple spot on straw	Black
K5	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Absent	Purple spot on straw	Black
KDK	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Absent	Purple	Black
PTT1	Green	Green	White	White	Green	White	White	White	Partial	Straw	White
KJ107	Green	Green	White	White	Green	White	White	White	Absent	Straw	Black
HN	Purple margins	Purple margins	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Absent	Brown	Black

Table 3 Evaluation of agronomical characteristics and anthocyanin content of 5 advanced lines and 4 check varieties in wet season, 2016

Lines/ Varieties	Days to flowering (days)	Plant height (cm)	Number of panicles/plant	Number of spikelets/panicle	Filled grains (%)	1,000 grain weight (g)	Yield (kg/rai)	Anthocyanin (mg/100g)
Advanced lines								
K1	102 d	76.0 c	15 a	144 b	85.0 bc	26 bc	569.1 bc	7.0 d
K2	114 b	80.5 c	15 a	157 b	80.2 cde	25 c	727.3 a	23.8 b
K3	101 d	78.3 c	11 b	151 b	87.0 ab	21 e	484.2 c	8.0 d
K4	102 d	81.1 c	12 ab	175 a	86.0 abc	22 de	649.3 ab	12.6 c
K5	101 d	77.1 c	11 b	161 ab	83.2 bcd	24 cd	547.9 bc	3.4 e
Check varieties								
KDK	124 a	123.2 b	8 c	109 c	75.6 e	27 b	288.3 d	31.1 a
PTT1	110 c	70.5 d	15 a	123 c	92.3 a	31 a	673.0 ab	not detected
KJ107	125 a	150.5 a	14 ab	148 b	83.7 bcd	31 a	571.8 bc	28.7 a
HN	96 e	85.2 d	15 a	110 c	84.9 bc	25 c	508.7 c	1.3 e
F-test	***	***	***	***	**	***	***	***
LSD _{0.05}	3.3	5.2	3.1	17.3	6.9	2	128.8	2.2
CV (%)	2.1	4	16.3	8.5	5.7	5.2	15.8	12.6

** , *** significantly difference at $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively

Table 4 Evaluation of agronomical characteristics and anthocyanin content of 5 advanced lines and check varieties in dry season, 2017

Lines/ Varieties	Days to flowering (days)	Plant height (cm)	Number of panicles/plant	Number of spikelets/panicle	Filled grains (%)	1,000 grain weight (g)	Yield (kg/rai)	Anthocyanin (mg/100g)
Advanced lines								
K1	127 a	78.4 c	23 a	130	85.7 abc	28 ab	729.4 ab	16.7 b
K2	122 ab	80.7 bc	23 a	136	79.7 c	29 a	750.7 ab	36.6 a
K3	123 ab	88.0 a	15 b	114	83.0 bc	22 c	548.8 bc	14.9 b
K4	122 ab	88.1 a	14 b	121	89.6 ab	22 c	453.6 c	29.4 a
K5	120 b	85.9 ab	15 b	133	90.1 ab	24 c	485.6 c	12.6 b
Check varieties								
KDK	-	-	-	-	-	-	-	-
PTT1	126 a	86.9 a	16 b	132	93.1 a	31 a	807.3 a	not detected
KJ107	-	-	-	-	-	-	-	-
HN	93 c	75.3 c	12 b	115	79.4 c	25 bc	502.4 c	1.2 c
F-test	***	**	**	ns	*	**	*	**
LSD _{0.05}	6.3	5.8	4.6	-	8.9	0.4	218.3	9.9
CV (%)	2.2	2.8	11.2	9.5	4.2	5.7	14.6	20.7

ns, *, **, *** non-significantly difference, significantly difference at P < 0.05, P < 0.01 and P < 0.001, respectively

Table 5 Grain characteristics, amylose content of 5 advanced lines and 4 check varieties (PTT1, KDK, KJ107 and HN) in wet season, 2016

Lines/Varieties	Paddy rice (mm)			Brown rice (mm)			Shape ^a	Amylose (%)
	Length	Width	Length/Width ratio	Length	Width	Length/Width ratio		
Advanced lines								
K1	10.0 cd	2.8 b	3.6 e	7.1	2.3 b	3.1 d	slender	13.9 a
K2	10.1 cd	2.5 bc	3.9 de	8.3	2.2 c	3.8 ab	slender	12.3 b
K3	9.9 cd	2.4 e	4.2 bc	7.5	2.0 d	3.8 ab	slender	11.6 c
K4	10.2 bc	2.6 cd	4.0 cd	7.1	2.2 c	3.3 cd	slender	11.2 c
K5	10.8 a	2.3 e	4.6 a	7.4	2.0 d	3.8 ab	slender	12.4 b
Check varieties								
KDK	10.0 cd	3.6 a	2.8 f	6.9	2.9 a	2.4 e	medium	3.5 d
PTT1	10.6 ab	2.4 de	4.4 ab	7.6	2.1 c	3.6 bc	slender	13.4 a
KJ107	9.7 d	3.6 a	2.7 f	6.8	1.9 d	3.6 bc	slender	14.0 a
HN	10.1 c	2.6 bc	3.9 de	6.8	1.7 e	4.0 a	slender	11.5 c
F-test	***	***	***	ns	***	***		***
LSD _{0.05}	0.5	0.1	0.3	-	0.1	0.5		0.6
CV (%)	3.5	4	6.2	9.6	3.8	10.1		3.8

ns, *** non-significantly difference and significantly difference at $P < 0.001$, respectively

^aBrown rice shape by length-to-width ratio: slender (>3), medium (2–3) and bold (1–2) (Juliano, 1993)

Table 6 Grain characteristics, amylose content of 5 advanced lines and 4 check varieties (PTT1, KDK, KJ107 and HN) in dry season, 2017

Lines/ Varieties	Paddy rice (mm)			Brown rice (mm)			Shape ^a	Amylose (%)							
	Length	Width	Length/Width ratio	Length	Width	Length/Width ratio									
Advanced lines															
K1	10.2	b	2.9	a	3.6	c	7.1	bcd	2.4	a	3.0	d	slender	14.0	ab
K2	10.3	b	2.9	a	3.6	c	7.3	bc	2.3	ab	3.2	c	slender	13.4	ab
K3	10.1	b	2.5	bc	4.1	b	7.0	cd	2.0	c	3.5	b	slender	10.9	d
K4	10.0	b	2.4	c	4.1	b	6.9	d	2.0	c	3.5	b	slender	11.5	cd
K5	10.8	a	2.4	c	4.4	a	7.4	b	2.0	c	3.7	a	slender	12.9	bc
Check varieties															
KDK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PTT1	10.9	a	2.5	bc	4.4	a	7.9	a	2.2	b	3.6	ab	slender	14.9	a
KJ107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HN	10.2	b	2.6	b	4.0	b	6.9	d	2.2	b	3.1	cd	slender	11.6	cd
F-test	**		***		***		**		***		***			**	
LSD _{0.05}	0.4		0.1		0.1		0.3		0.1		0.1			5.0	
CV (%)	1.5		1.1		0.9		1.6		1.4		1.5			1.6	

** , *** significantly difference at P < 0.01 and P < 0.001, respectively.

^aBrown rice shape by length-to-width ratio: slender (>3), medium (2–3) and bold (1–2) (Juliano, 1993).

วิจารณ์

จากการประเมินสายพันธุ์ข้าวหน้า 5 สายพันธุ์ พบว่าทุกสายพันธุ์สามารถยืนยันลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง มีต้นเตี้ย เยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์แม่ก่ำตอยสะเกิดในฤดูนาปี สายพันธุ์ข้าวหน้าออกดอกเร็วกว่า 1-2 อาทิตย์ ให้ผลผลิตสูงกว่าประมาณสองเท่า ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต พบว่ามีจำนวนรวงต่อต้น จำนวนช่อดอกต่อรวงและการติดเมล็ดสูงกว่าพันธุ์แม่แต่มีน้ำหนักรวม 1,000 เมล็ด และปริมาณสารแอนโทไซยานินน้อยกว่าพันธุ์แม่ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อทั้งในฤดูนาปีและนาปรัง สายพันธุ์ข้าวหน้ามีความสูงอายุออกดอกใกล้เคียงกัน มีผลผลิตเท่ากันหรือน้อยกว่า มีรูปร่างเมล็ดเรียวยาวและปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกันหรือน้อยกว่า ลักษณะความสูงต้นมีค่าน้อยกว่า 110 ซม. จัดอยู่กลุ่มต้นเตี้ย (IRRI, 2002) ซึ่งทำให้ช่วยลดการสูญเสียผลผลิตจากการหักล้มมากกว่าชนิดต้นสูงได้ ถ้าเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ข้าวหน้าระหว่างฤดูปลูกนาปีและนาปรังพบว่าการปลูกนาปรังมีผลผลิตมากกว่านาปี ทั้งนี้เนื่องจากการมีอายุยาวกว่าและมีจำนวนรวงมากกว่าการปลูกในฤดูนาปี บ่งชี้ว่าผลผลิตสามารถแปรผันได้ตามฤดูกาล ที่มีความแตกต่างในเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ซึ่งมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการสร้างผลผลิตของข้าว เป็นต้น (Laenoi et al. 2018) นอกจากนี้ยังรวมถึงผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่อาจแปรผันไปตามฤดูกาล เช่น การเข้าทำลายของโรคและแมลงในแต่ละฤดูกาล ในขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่าไม่มีการแปรผันไปตามฤดูกาล พันธุ์ที่มีปริมาณสูงจะพบปริมาณสูงในทุกฤดูปลูก แสดงให้เห็นว่าพันธุ์กรรมควบคุมการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในเมล็ดมากกว่าสภาพแวดล้อมและฤดูกาล แม้ว่าบางครั้งจะพบว่า การปลูกในพื้นที่สูงและที่มีความเข้มแสงพอที่จะสามารถส่งเสริมการสังเคราะห์แอนโทไซยานินได้ (Rerkasem et al., 2015) อย่างไรก็ตาม การที่สายพันธุ์ข้าวหน้าข้าวก่ำเจ้าที่คัดเลือกได้สามารถปลูกได้ทั้งในฤดูและนอกฤดูได้จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการปลูกข้าวคุณภาพพิเศษ

สายพันธุ์ข้าวหน้าได้มาจากคัดเลือกต้นที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำและปริมาณแอนโทไซยานินสูงในช่วงที่ 2 และ 3 (พีรพันธ์ และคณะ 2557) ในช่วงที่ 4-7 คัดเลือกต้นที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ ต้นเตี้ยและผลผลิตสูง 4 สายพันธุ์ที่คัดเลือกที่ประเมินพบความคงตัวของลักษณะสีเยื่อหุ้มเมล็ดและสีตามส่วนอื่น ๆ ภายในสายพันธุ์ ทุกสายพันธุ์มีต้นเตี้ย ไม่ไวต่อช่วงแสงแสดงให้เห็นว่าลักษณะเหล่านี้ถูกควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ ตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ พบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ในลักษณะสีตามส่วนต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการกระจายตัวของพันธุ์กรรมของยีนที่สร้างสีแต่ละส่วน (สุณิสสา และดำเนิน 2545) ถึงแม้ทุกสายพันธุ์ที่คัดเลือกจะมีเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีดำแต่พบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ในปริมาณแอนโทไซยานิน พิทวัส และคณะ (2560) รายงานว่าความแตกต่างระหว่างสีเยื่อหุ้มเมล็ดระหว่างข้าวก่ำกับข้าวขาวพันธุ์พุมธานี 1 ถูกควบคุมด้วยยีนอย่างน้อยสองคู่แสดงออกแบบ complementary อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารแอนโทไซยานินแสดงออกแบบพันธุ์กรรมเชิงปริมาณและตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมสูง (ช่อแก้ว และคณะ 2557 พีรพันธ์ และคณะ 2557) เช่นเดียวกับผลผลิต การทดสอบพันธุ์ในช่วงหลังจึงมีประสิทธิภาพในการคัดเลือกลักษณะเหล่านี้ จากผลการเปรียบเทียบสายพันธุ์พบว่าสายพันธุ์ข้าวหน้า K2 ให้ผลผลิตสูงที่สุดในฤดูนาปีมีผลผลิตเท่ากับ 727.3 และ 750.7 กก./ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ปริมาณแอนโทไซยานินเฉลี่ยเท่ากับ 23.8 และ 36.6 มก./100 ก. ในฤดูนาปีและนาปรัง ตามลำดับ สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงรองลงมาได้แก่สายพันธุ์ข้าวหน้า K4 (649.3 กก./ไร่) ในฤดูนาปี และสายพันธุ์ข้าวหน้า K1 (729.4 กก./ไร่) ในฤดูนาปรัง แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานินพบว่าสายพันธุ์ข้าวหน้า K4 มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าสายพันธุ์ข้าวหน้า K1 ทั้งสองสายพันธุ์ควรมีการเปรียบเทียบผลผลิตเพิ่มเติมในนาปีและนาปรังอีกครั้งเพื่อยืนยันผลในหลายๆ ฤดูปลูก การศึกษาครั้งนี้ใช้แปลงทดลองค่อนข้างเล็กเมื่อเทียบกับงานเปรียบเทียบผลผลิตทั่วไป อย่างไรก็ตามผลการทดลองให้ผลสอดคล้องกันทั้งสองฤดูปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่หรือพันธุ์ตรวจสอบ จากผลการทดลองครั้งนี้จะได้คัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีที่สุดคือสายพันธุ์ข้าวหน้า K2 การปลูกเปรียบเทียบสายพันธุ์ในขั้นต่อไปในแปลงทดลองขนาดใหญ่ขึ้นทั้งในสถานีและแปลงเกษตรกรจะช่วยยืนยันความสามารถของสายพันธุ์ที่คัดเลือกในครั้งนี้ได้

สำหรับการจำแนกขนาดและรูปร่างเมล็ด พันธุ์พ่อพุมธานี 1 และสายพันธุ์ข้าวหน้าทั้งหมดเมื่อปลูกในฤดูนาปีมีความยาวเมล็ดข้าวกล้อง 7.1-8.3 มม. ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดยาวชั้น 1 (extra long) และในฤดูนาปรังสายพันธุ์ข้าวหน้า K1 K2 และ K5 อยู่ในกลุ่มเมล็ดยาวชั้น 1 ขณะที่สายพันธุ์ข้าวหน้า K3 และ K4 มีความยาวเมล็ดข้าวกล้องเท่ากับ 7.0 และ 6.9 มม. ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดยาวชั้น 2 (long) (Juliano, 1993) สำหรับรูปร่างเมล็ดเมื่อประเมินจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างหากมากกว่า 3.0 จะจัด

อยู่ในกลุ่มเมล็ดรียาว หากน้อยกว่า 2.0 จัดในกลุ่มเมล็ดป้อม ระหว่าง 2.0-3.0 อยู่ในกลุ่มปานกลาง สายพันธุ์ก้าน้ำทุกสายพันธุ์มีค่ามากกว่า 3.0 จัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดรียาวยกเว้นสายพันธุ์ก้าน้ำ K1 ในฤดูนาปรังมีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดข้าวกล้องเท่ากับ 3.0 จัดในกลุ่มปานกลาง (Juliano, 1993) ทุกสายพันธุ์มีปริมาณอะมิโลสระหว่าง 10.9-14.0% จัดอยู่ในกลุ่มข้าวหุงสุกเหนียวนุ่ม

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวไร้ดำจากที่สูง ข้าวก้าน้ำพื้นราบและข้าวสีด้า มักพบข้าวจากที่สูงมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ข้าวก้าน้ำ ขณะที่ข้าวสีด้าหรือข้าวสีนิลมีค่าต่ำสุด Suwannalert and Rattanachitthawat (2011) เปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานินระหว่างข้าวไร้พันธุ์ลิ้มผิว ข้าวเหนียวเก่า และข้าวเจ้าดำพันธุ์หอมนิลพบค่าสูงสุดในลิ้มผิว 3.7 มก./100 ก. รองลงมาในข้าวก้าน้ำและต่ำที่สุดในข้าวหอมนิล 0.1 มก./100 ในกลุ่มข้าวก้าน้ำที่ราบปริมาณแอนโทไซยานิน พันธุ์ก้าน้ำดอยสะเก็ด ก้าน้ำเจ้ามข 107 เหนียวดำข่อไม้ไผ่ 49 มะลินิลสุรินทร์ มีปริมาณแอนโทไซยานินระหว่าง 5.5-25.6 มก./100 ก. ผลผลิตประมาณ 300-400 กก./ไร่ (รณชัย และสุรพล, 2552) สายพันธุ์ก้าน้ำที่ศึกษาครั้งนี้จัดอยู่ในกลุ่มข้าวก้าน้ำพื้นราบมีปริมาณแอนโทไซยานิน 3.4-23.8 มก./100 ก. มีค่าน้อยกว่าก้าน้ำดอยสะเก็ดที่มีค่า 31.1 มก./100 ก. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวก้าน้ำพันธุ์ลิ้มผิวหรือพันธุ์ป้อชูกับพันธุ์ก้าน้ำดอยสะเก็ดพบว่าข้าวก้าน้ำทั้งสองพันธุ์มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าพันธุ์ก้าน้ำดอยสะเก็ดประมาณสองเท่า (Rerkasem et al., 2015; อภิรัตน์ และคณะ, 2563) อย่างไรก็ตาม การนำพันธุ์ข้าวก้าน้ำมาใช้ประโยชน์ในงานปรับปรุงพันธุ์ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไร้จากที่สูงกับข้าวนามักเกิดปัญหาผสมไม่ติดหรือติดน้อยรวมทั้งลูกผสมเป็นหมัน (เทวา และคณะ, 2563) ดังนั้นสายพันธุ์ก้าน้ำ K2 จึงเป็นสายพันธุ์ก้าน้ำที่ได้รวมลักษณะเด่นของพ่อและแม่ไว้ตามวัตถุประสงค์ในขณะนี้ คือ ไร่ไวต่อช่วงแสง ผลผลิตสูงและมีปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์ที่เหลือ เป็นข้าวเจ้า มีเมล็ดรียาวยาว มีปริมาณอะมิโลสต่ำแสดงว่าเป็นข้าวหุงสุกอ่อนนุ่ม จึงน่าจะใช้เป็นฐานพันธุ์กรรมในการปรับปรุงพันธุ์ หรือทดสอบขยายผล ขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์และแนะนำให้แก่เกษตรกรเพื่อเป็นตัวเลือกอีกทางหนึ่งในการผลิตข้าวสีด้า เพิ่มเติมไปจากพันธุ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดแล้ว

สรุป

สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ก้าน้ำข้าวก้าน้ำเจ้าได้ 1 สายพันธุ์คือสายพันธุ์ก้าน้ำ K2 มีลักษณะที่ต้องการโดยพิจารณาจากลักษณะทางพืชไร่ ผลผลิต และคุณภาพพิเศษเมล็ด สายพันธุ์ K2 ไร่ไวต่อช่วงแสง ต้นเตี้ย มีอายุออกดอกและให้ผลผลิตสูงสุดไม่แตกต่างจากพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 แต่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีด้าเหมือนพันธุ์แม่ก้าน้ำดอยสะเก็ดและมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 727.3 และ 750.7 กก./ไร่ ปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 23.8 และ 36.6 มก./100 ก. ในฤดูนาปีและฤดูนาปรัง ตามลำดับ มีเมล็ดรียาวยาวและปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 สายพันธุ์ก้าน้ำที่คัดเลือกได้จากการทดลองนี้จะนำไปปลูกทดสอบขยายผลในแปลงเกษตรกรต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการมหาวิทยาลัยแห่งชาติ ภายใต้สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)

เอกสารอ้างอิง

- ดำเนิน กาละดี, ศันสนีย์ จำจด, แสงทิวา สุริยงค์, กนกวรรณ ศรีงาม, ปณิตา บุญสิทธิ์, และสมทบ นันทะเสน. 2552. สารแกมมาโอโรโซโนลและแอนโทไซยานินในความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวก้าน้ำพื้นเมืองไทยและความเป็นไปได้ในการสร้างพันธุ์ใหม่เพื่อเพิ่มคุณค่าความเป็นข้าวเพื่อสุขภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ดำเนิน กาละดี และศันสนีย์ จำจด. 2543. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องพันธุศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์และโภชนศาสตร์เกษตรของข้าวเหนียวดำ. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ธรรมบุญ หัตยานันท์, ชนาภานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย, และศันสนีย์ จำจด. 2559. การคัดเลือกสายพันธุ์ก้าน้ำพันธุ์ข้าวเจ้าก้าน้ำไร่ไวต่อช่วงแสงและมีปริมาณแอนโทไซยานินสูง. วารสารเกษตร. 33(1): 81-90.

- พรพาศน์ ชูเชิด, ศิริพร เรียบร้อย คิม, และอัญชัญ อุทัยพัฒนาชีพ. 2017. การเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญในข้าวเหนียวดำ 6 สายพันธุ์. *Science and Technology RMUTT*. 7(2): 271-279.
- เบญจวรรณ พลโคตร. 2553. การประเมินสายพันธุ์ข้าวหน้าในประชากรลูกผสมชั่วที่ 8 ระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดเพื่อคัดเลือกลักษณะข้าวเจ้าก่ำ. *วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่*.
- เทวา ขอดเรือนแก้ว, ชนาภานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย, ต่อนภา ผุสดี, และศันสนีย์ จำจด. 2563. การประเมินประชากรลูกผสมระหว่างข้าวไร่พันธุ์ก่ำหอม มข. กับข้าวพันธุ์ไม่วิโตช่วงแสง. *แก่นเกษตร*. 48: 535-546.
- พีรพันธ์ มาป็น, สุพรรณนิภา ตี๋ขันธ์, ชนาภานต์ พรหมอุทัย, ดำเนิน กาละดี, และศันสนีย์ จำจด. 2557. การคัดเลือกในช่วงต้นเพื่อลักษณะแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงและไม่ไวต่อช่วงแสงในลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่างข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดและปทุมธานี 1. *วารสารนเรศวรพะเยา*. 7(2): 160-171.
- ยุพเยาว์ คบพิมาย, ช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์, และวราภรณ์ แสงทอง. 2561. การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อใช้ตรวจสอบสายพันธุ์ของยีน SSIIa ที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิแป้งสุกในข้าวไทย. *Thai Journal of Science and Technology*. 7(3): 282-292.
- รณชัย ช่างศรี และสุรพล ใจดี. 2552. มะลิโกเมนสุรินทร์และมะลินิลสุรินทร์. เอกสารแผ่นพับเผยแพร่. ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์. กรมการข้าว.
- สุณิสา สุนะรินทร์ และดำเนิน กาละดี. 2545. พฤติกรรมของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์สีม่วงในข้าวเหนียวดำ. *วารสารวิชาการเกษตร*. 21: 34-44.
- สมใจ สาลีโท, นันทิดา สีนสายไทย, เรณู จำปาเกตุ, พุชชาติ ศรีพนม, ชรินทร์ แก้วคำแจ้ง, รุ่งฤดี ทัดทะรักษ์, นกสร แก้ววิเศษ, กวรวรรณ ม่วงศรี, รุจิรัตน์ วงษ์จันทร์แดง, ชลณีภา นวลทอง, วิทยา ทีโสตา, ชาญชัย ประดับศรี, มนัส อ้นทะริก, สุวิทย์ กุลสุข, ดุจดาว แสงอิ, วีระศักดิ์ หอมสมบัติ, ธัญวราภรณ์ ประจักษ์, สุพัฒนา บุรีรัตน์, รณชัย ช่างศรี, สำเร็จ สุนทรธา, ชนะ ศรีสมภาร, สุขวิทยา ภาโสภะ, ยศพร ต้นสมรส, อลงกต สีนารถ, ปัญญา คำแสนพันธ์, เอกสิทธิ์ สกุลคุ, ธานี ชื่นบาน, อภิชาติ สายยศ, รัฐธิภา ธนารักษ์, ฌราวุฒิ ปิยโชติสกุลชัย, สุรเชษฐ์ ชามนตรี, จิรวิมล ภาสตา, อรสา วงษ์เกษม, พัชราภรณ์ รักชุม, อังคณา กันทาจันทร์, ยุพดี รัตนพันธ์, ปิยะนุช เทียงดีฤทธิ์, คณินิจ ศรีวิสัย, ชินนุชา บุคตาบุญ, จงใจ มะปะเข, อัฒพล สุวรรณวงศ์, ธีระวัช สุวรรณนวล, จริญญา พิธีรัตน์, กิตติพงศ์ พิธีรัตน์, พิบูลวัฒน์ ยังสุข, อนุชาติ คชสถิตย์, วิรงค์รัตน์ พิมพ์แสน, อุไรวรรณ คชสถิตย์, กฤษณา สุตทะสาร, ธนาภา สมใจ, จิรพงศ์ ไกรรินทร์, พัฒน์ชิตา เวชสาร, วราภรณ์ วงศ์บุญ, กฤษณา สัตยากุล, ธานี เมตตาจิตร, ศุภลักษณ์ หล้าจันทัก, พิสิฐ พรหมนารถ, ปรีชาติ คงสุวรรณ, พิษณุ หินตั้ง, อิศระพงศ์ บุตรจันทร์, สมหมาย เลิศนา, ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์, อรชุนร์ สารพินิจ, รัฐพงศ์ มีกุล, สมลักษณ์ มอญขาม, สุนันทา วงศ์ปิยชน, กัญญา เชื้อพันธุ์, วชิรี สุขวิวัฒน์, ปราณี มณีนิล, รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร, กาญจนา กล้าแข็ง, สุนิยม ตาปราบ, พยอม โคเบลล์, วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, อังศุธรย์ วสุสันต์, มณฑนา นครเรียบ, และจิราภรณ์ กระแสเทพ. 2563. ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 83 (มะลิดำหนองคาย 62). *วารสารวิชาการข้าว*. 11(1): 22-43.
- อภิชาติ วรรณวิจิตร, ธีรยุทธ ตู๋จินดา, และสมวงศ์ ตระกูลรุ่ง. 2558. เกษตรนวัตกรรม รวบรวมผลงานนวัตกรรมทางการค้นคว้าวิจัยในวาระครบรอบ 72 ปี แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อภิชาติ เนินพลับ, อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ, สุรีย์ ศรีวันทนิยกุล, นลินี เจียงวรรณนะ, สุพัตรา สุวรรณธาดา, สอง ไชยรินทร์, ดวง ออริยพุกษ์, พงศา สุขเสริม, ภูมิ ปัตตาวะตั้ง, ควพร พุ่มเขย, พรสุรีย์ กาญจนา, เจตน์ คชฤกษ์, พจน์ วัจนภูมิ, เยาวลักษณ์ กันยะมี, สุธีรา มุลศรี, ศิลาวัน จันทร์บุตร, ธิติมา ชันติวิชัย, จริญญา พิธีรัตน์, และสุภาณี จงดี. 2559. ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผิว (Leum Pua Glutinous Rice Variety). *วารสารวิชาการข้าว*. 7(2): 47-62.
- อภิรัตน์ โตลำดับ, ชนาภานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย, ต่อนภา ผุสดี, และศันสนีย์ จำจด. 2563. การคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ข้าวเหนียวดำที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงจากประชากรข้าวพื้นเมืองภาคเหนือของประเทศไทย. *แก่นเกษตร*. 48: 1042-1055.
- Abdel-Aal, E.S.M., and P. A. Hucl. 1999. Rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chemistry*. 76: 350-354.

- Blando, F., C. Gerardi, and I. Nicoletti. 2004. Sour cherry (*Prunus cerasus L.*) anthocyanins as ingredients for functional foods. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2004 (5): 253-258.
- Hui, C., Y. Bin, Y. Xiaoping, Y. Long, C. Chunye, M. Mantian, and L. Wenhua. 2010. Anticancer activities of an IRRI. 2002. Standard Evaluation System for Rice (SES). International Rice Research Institute, Los Baños. Philippines.
- Juliano, B.O., 1993. Rice in human nutrition. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Italy.
- Laenoi, S., B. Rerkasem, S. Lordkaew, and C. Prom-u-thai. 2018. Seasonal variation in grain yield and quality in different rice varieties. *Field Crop Research*. 221: 350-357.
- Rerkasem, B., S. Jumrus, N. Yimyam, and C. Prom-u-thai. 2015. Variation of grain nutritional quality among Thai purple rice genotypes grown at two different altitudes. *Science Asia*. 41: 377-385.
- Suwannalert, S. and T. Rattanachitthawat. 2011. High levels of phytophenolics and antioxidant activities in *Oryza Sativa* – unpolished Thai rice strain of Leum Phua. *Tropical Journal of Pharmacuetical Research*. 10(4): 431-436.
- Tananuwong, K., and W. Tewaruth. 2010. Extraction and application of antioxidants from black glutinous rice. *Food Science and Technology*. 43: 476-481.
- Xia, M., W. H. Ling, J. Ma, D. D. Kitts, and J. Zawistowski. 2003. Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in apolipoprotein E deficient mice. *Journal of Nutrition*. 133: 744-751.