หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกระจายตัวทางพันธุกรรมของปริมาณแอนโทไซยานินในประชากรลูกผสมระหว่างข้าวเหนียวดำพื้นเมืองจากที่สูงกับข้าวพันธุ์สมัยใหม่ปทุมธานี 1

ผู้เขียน นาย พิทวัส สมบูรณ์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

คณะกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ศันสนีย์ จำจด อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รองศาสตราจารย์ ดร. ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
อาจารย์ ดร. ต่อนภา ผุสดี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ข้าวก่ำพื้นเมืองมีลักษณะเฉพาะคือมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วง ซึ่งเป็นแหล่งสะสมแอนโทไซยานินที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ข้าวพันธุ์พื้นเมือง จะให้ปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงในแหล่งปลูกที่มีความเฉพาะเจาะจง การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองที่ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงในพื้นที่ปลูกที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันนั้น นักปรับปรุงพันธุ์ต้องเข้าใจถึงการแสดงออกทางพันธุกรรมที่ควบคุมปริมาณแอนโทไซยานิน และอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินที่สะสมในเมล็ด ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแสดงออกทางพันธุกรรมของการสะสมปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดในลูกผสมชั่วที่ 1 และชั่วที่ 2 และประเมินปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมต่อปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าว ทดลองที่แปลงทดลองสาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และแปลงปลูกของเกษตรกร บ้านทุ่งหลวง ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนพฤษภาคม 2557 ถึง มีนาคม 2559

การทดลองที่ 1 ประเมินลักษณะทางสัณฐานของลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างข้าวก่ำพื้นเมืองจากที่สูงที่มีค่าแอนโทไซยานินสูง 7 พันธุ์กับข้าวพันธุ์สมัยใหม่ปทุมธานี 1 เปรียบเทียบพันธุ์พ่อแม่ ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาพบว่าสีเยื่อหุ้มเมล็ดมีการแสดงออกของยีนแบบข่มไม่สมบูรณ์ ลักษณะชนิดแป้งแสดงออกแบบข่มสมบูรณ์โดยข้าวเจ้าข่มข้าวเหนียว ในลักษณะจำนวนวันออกดอกพบว่าลูกผสมออกดอกเร็วกว่าพันธุ์พ่อแม่ สำหรับลักษณะความสูงต้นและจำนวนหน่อต่อต้นของลูกผสมมีค่าอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ ในส่วนของน้ำหนักเมล็ดต่อต้นของลูกผสมมีค่าน้อยกว่าพันธุ์พ่อแม่ โดยที่พันธุ์พ่อมีน้ำหนัก 18.7 กรัมต่อต้น พันธุ์แม่ทั้ง 7 พันธุ์มีน้ำหนัก อยู่ในช่วง 4.9-12.0 กรัมต่อต้น วัดความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ดโดยนำเมล็ดข้าวกล้องไปต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร พบว่าเมล็ดลูกผสมมีค่าอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ เมื่อเปรียบเทียบลูกผสมทุกคู่ผสมพบว่าลูกผสมระหว่างพันธุ์ปิอิซูกับปทุมธานี 1 มีค่าการดูดกลืนแสงและน้ำหนักเมล็ดต่อต้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 0.2513 และ 5.303 กรัม ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ประเมินปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมต่อปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวในประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่างข้าวก่ำพื้นเมืองพันธุ์ปิอิซูและปทุมธานี 1 โดยปลูกทดลองในฤดูนาปี เพาะเมล็ดลูกผสมทั้งหมด 265 ต้น และพันธุ์พ่อแม่ แยกต้นกล้าเป็นสองส่วนแล้วปลูกลงกระถางบรรจุดิน นำไปปลูกทดลอง 2 พื้นที่ คือ ที่ลุ่มที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และที่สูงที่บ้านทุ่งหลวง ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ เมื่อถึงระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดแยกต้น บันทึกสีเยื่อหุ้มเมล็ดจำนวน 10 เมล็ดต่อต้น วัดขนาดเมล็ดข้าวเปลือก ทดสอบการเป็นชนิดข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวด้วยวิธีทดสอบการติดสีสารละลายไอโอดีนและวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ด พบว่าลักษณะสีเยื่อหุ้มเมล็ดมีการกระจายตัวของสีทั้งหมด 3 แบบ คือ สีม่วง : สีน้ำตาล : สีขาว เท่ากับ 9:3:4 โดยถูกควบคุมด้วย 2 ยีน คัดเลือกเมล็ดจากต้นที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วง 100 ต้น นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าว เปรียบเทียบระหว่าง 2 พื้นที่ปลูก และทดสอบการเป็นชนิดข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียว

พบความแตกต่างในการตอบสนองต่อแหล่งปลูกในลักษณะสีเยื่อหุ้มเมล็ดและปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ด พันธุ์พ่อปทุมธานี 1 ที่เป็นพันธุ์ข้าวขาวและไม่พบแอนโทไซยานินในเมล็ด พันธุ์แม่ปิอิซูเมื่อปลูกในที่ลุ่มมีค่าปริมาณแอนโทไซยานิน 147.10 mg/100g ขณะที่การปลูกในที่สูงมีค่า 312.31 mg/100g ลูกผสมชั่วที่ 2 มีการกระจายตัวของปริมาณแอนโทไซยานินเป็นแบบต่อเนื่องมีค่าระหว่างพันธุ์พ่อแม่ โดยการปลูกในที่สูงมีสีเยื่อหุ้มเมล็ดเข้มกว่าและมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงเป็นสองเท่าของข้าวที่ปลูกในที่ลุ่ม เมื่อปลูกในที่ลุ่มมีปริมาณแอนโทไซยานินเฉลี่ย 24.87 mg/100g และปลูกบนที่สูงมีค่าเฉลี่ย 58.89 mg/100g ลูกผสมส่วนใหญ่มีการกระจายตัวค่อนข้างไปในทิศทางของพันธุ์พ่อ ปทุมธานี 1 พบจำนวน 4 ต้นที่ถูกจัดกลุ่มอยู่ในระดับเดียวกับพันธุ์แม่ปิอิซู พบความสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในทางบวกระหว่างแหล่งปลูกมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองแหล่งเท่ากับ 0.788** ในลักษณะชนิดแป้งพบว่ามีการกระจายตัว 3 แบบ คือ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว และทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวในต้นเดียวกัน ในสัดส่วนเท่ากับ 58% 13% และ 29 % ตามลำดับ

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเมื่อปลูกต่างแหล่งปลูก ในส่วนของลักษณะสีเยื่อหุ้มเมล็ด พบว่าการปลูกในที่สูงภายในกลุ่มระดับความเข้มสีเดียวกัน เมื่อปลูกในที่ลุ่มมีการกระจายตัวของระดับความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ดลดลงและยังพบว่าปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ด ในขณะเดียวกันยังพบว่าน้ำหนักเมล็ดต่อต้นของสองพื้นที่ ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ปลูก และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเมล็ดต่อต้นและปริมาณแอนโทไซยานินในแต่ละต้นของทั้งสองพื้นที่ปลูก พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่น้ำหนักเมล็ดต่อต้นจะมากหรือน้อยก็ไม่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินที่สะสมให้เมล็ด

จากการศึกษานี้ได้ประเมินลักษณะทางสัณฐานของลูกผสมเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ แสดงให้เห็นว่ามีการแสดงออกแบบข่มสมบูรณ์ ข่มไม่สมบูรณ์ และการข่มข้ามคู่ของลักษณะต่าง ๆ และยังแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลต่อการสะสมปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ด ซึ่งความรู้และความเข้าใจที่ได้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ และการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงได้ โดยการเพิ่มจำนวนประชากรในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มโอกาสในการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะแอนโทไซยานินสูง และในการปลูกคัดเลือกควรมีการทดสอบในพื้นที่สภาพแวดล้อมเป้าหมายในการคัดเลือกและส่งเสริม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Genetic Segregation of Anthocyanin Contents in Progeny Populations Between Black Glutinous Local Rice Varieties from Highland and Modern Variety, Pathumthani 1	
Author	Mr. Pittawat Somboon	
Degree	Master of Science (Agronomy)	
Advisory Committee	Assoc. Prof. Dr. Sansanee Jumjod	Advisor
	Assoc. Prof. Dr. Chanakarn Thebault Prom-u-thai	Co-advisor
	Lect. Dr. Tonapa Pusadee	Co-advisor

ABSTRACT

Local purple rice has a unique characteristic of purple pericarp where it stores anthocyanin, a health beneficial substance with antioxidant property. Anthocyanin content in the pericarp is highly dependent on the environment of cultivation. Thus, to be able to grow this local purple rice with high anthocyanin content in cultivating area with differed environment, it is essential that we understand the genetic control of anthocyanin and genotype by environment interaction effect on grain anthocyanin content. The objectives of this study were to evaluate gene action of grain anthocyanin content in F_1 and F_2 populations and evaluate genotype by environment interaction on grain anthocyanin content. The research was conducted at the experimental plot of the Division of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University and Thung Luang Village, Mae win Sub-district, Mae Wang District, Chiang Mai during May 2014 – 2016.

In the first experiment, morphological traits of F_1 hybrids, 7 local purple rice varieties from highland with high anthocyanin and improved white rice variety (Pathumthani 1) were evaluated and compared with the parents. Incomplete dominant of purple color was found in pericarp, while

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

endosperm type was complete dominant to non-glutinous type. For days of flowering, F_1 hybrids were earlier than the parents. Plant height and the number tillers per plant of the F_1 were in the range of their parents. The grain yield of the male and female parents were 18.7 and 4.9-12.0 g/plant, respectively. The highest grain yield among the hybrids was from Bieisu and Pathumthani 1 with the weight of 5.303 g/plant. This hybrid also exhibited darker purple color than the others. Therefore, the cross was used selected and used in next experiment.

In the second experiment, the genotype by environment interaction on grain anthocyanin content in rice seeds of the F_2 population between Bieisu and Pathumthani 1 was studied during wet season. Parents and 265 F_2 plants were grown in the plastic pots and then each plant was separated into two plants at seedling stage, forming two sets of F_2 plants. The first set was kept at the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University as low land condition. The other was transferred to the highland at Thung Luang Village, Mae win Sub-District, Mae Wang District, Chiang Mai. At maturity, seeds from each plant were harvested. The data were recorded for grain yield, pericarp color seed size endosperm type were and grain anthocyanin content. The pericarp colors of the F_2 population were segregated at the ratio of 9 purple: 3 brown: 4 white which was fitted into 2 complementary genes controlling model. Grain anthocyanin content from 100 of purple pericarp plants were compared between the two locations.

Difference response to location in pericarp color and anthocyanin content was found in this study. The modern variety Patumthani 1 had white pericarp without anthocyanin. Anthocyanin contents in the grain of local rice variety Bieisu parent were 147.10 and 312.31 mg/100 g when grown in lowland and highland, respectively. The F_2 population showed continuous distribution of anthocyanin content within the range of the parents. The F_2 plants grown on highland had darker pericarp and higher anthocyanin content than those of the lowland, with the average of 24.87 mg/100g for lowland and 58.89 mg/100g for highland. Most of F_2 skewed toward the Patumthani 1 parent in both locations. Four plants had anthocyanin content close to the Bieisu parent. There was

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

positive correlation between grain anthocyanin content in F2 population at lowland and highland (r = 0.788**). For endosperm type, three types were found, including all non-glutinous, all glutinous and glutinous mixed with non-glutinous in the same plant with the ratio of 58% : 13% : 29% , respectively.

When compared between locations, on the plants with dark purple pericarp segregated into several lighter purple shades when grown on lowland with lower anthocyanin contents. There was no relationship of grain yield between locations and between grain yield and anthocyanin content.

Inconclusion, this study evaluates the morphological characters of the hybrids and compared them to the parents, showing modes of inheritance of color and endosperm type as complete dominance, incomplete dominance and epistasis. It indicates the genotype by environment effect on anthocyanin content. This finding could be used in making plans for breeding and the selection of the variety with high anthocyanin content. As small number of F_2 plants with the same level as high anthocyanin parent found, increasing in population size will provide more opportunity for selection of plants with desirable traits and high grain anthocyanin content. The selection should also be done in the targeted environment to ensure the success of the selection.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved