บทที่ 5

จารณ์ผลการทดลอง

ข้าวเหนียวก่ำทั้ง 24 พันธุ์ ที่ทำการศึกษา มีลักษณะการแสดงสีบนส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า สีของแผ่นใบ กาบใบ เยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง ข้อ ปล้อง กลีบดอกชั้นในยอดดอก เกสรตัวเมีย เยื่อหุ้มเมล็ด และสีเปลือก จะแตกต่างกัน แม้ว่าจะอยู่บนต้นเดียวกัน จากการตรวจสอบลักษณะสีของส่วนต่างๆ พบความหลากหลายในการแสดงสี ตั้งแต่ สีเขียวจนถึงสีม่วงเข้ม ส่วนของลำต้น โดยส่วนของกาบใบ และแผ่นใบ จะปรากฏสีเขียวปนม่วงมากกว่าสีอื่น แต่พบข้าวเหนียวก่ำบ้างสายพันธุ์ เช่น ก่ำ หกสาลี, ก่ำ 87046 และ ก่ำ 11875 ที่มีลักษณะของลำต้น กาบใบ และแผ่นใบเหมือนข้าวขาวที่นิยมปลูกโดยทั่วไป ตรงกันข้ามกับ เยื่อกันน้ำฝนที่มีสีม่วง เป็นส่วนมาก การแสดงสีของเยื่อกันน้ำฝน จะเป็นไปอย่างอิสระจากการแสดงสีของกาบใบ แผ่นใบ และสีเขี้ยวกันแมลง ส่วนสีของข้อแสดงสีเขียว และสีเหลือง ส่วนสีของปล้องมีทั้งสีม่วง และสีเขียว ส่วนของสีบนปลายกลีบดอก ของข้าวเหนียวก่ำส่วนใหญ่พบว่ามีทั้งสีม่วง สีม่วงแดง สีน้ำตาล และไม่ปรากฏสี ซึ่งสอดคล้องกับ ธนพัฒน์และคณะ (2554) กล่าวว่าความแตกต่างทางฟีโนไทป์นั้น พบว่าความต่างของสีลำต้น ใบ ดอก และเมล็ด แสดงลักษณะเฉพาะประจำพันธุ์ แต่ความแตกต่างทางฟีโนไทป์ของสีเยื่อหุ้มเมล็ดเท่านั้น ที่แสดงความสัมพันธ์ กับความแตกต่างของปริมาณสารฟีโนลิก โดยรวม ซึ่งอาจเชื่อมโยงถึงสารอื่นๆในกลุ่ม phenol compound ที่มีคุณสมบัติทางสุขภาพ ซึ่งพันธุ์ข้าวเหนียวก่ำที่ปลูกในประเทศไทยทั้งในอดีต และปัจจุบันนั้น มีมากมายจนกลายเป็นข้าวเหนียวก่ำเฉพาะถิ่น ที่มีลักษณะของลำต้น และใบแตกต่างกัน ของขบวนการยอมรับ (Domestication) การเลือกสรร (Selection) ของถิ่นนั้นๆ รวมทั้งผลที่เกิดจากการปรับตัว (Adaptation) ของข้าวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของถิ่นนั้นๆ (ดำเนิน, 2554) ซึ่งข้าวเหนียวก่ำมีลักษณะทางฟีโนไทป์ ที่สังเกตได้ชัด คือ ลักษณะของลำต้น เมล็ดข้าวเปลือก และคุณลักษณะเด่นพิเศษของข้าวเหนียวก่ำ สารแอนโธไซยานิน ที่เป็นอยู่ในเฉพาะของเยื่อหุ้มเมล็ด ของเมล็ดข้าวเหนียวก่ำ (ธิดารักษ์ และดำเนิน, 2553) ซึ่งยังไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพของสี อันอาจนำไปใช้เป็นประโยชน์ในด้านโภชนาการและที่สำคัญคือ การวิเคราะห์คุณภาพ ซึ่งอาจนำไปใช้เป็นประโยชน์ในเชิงโภชนาการอาหารของมนุษย์ Misro *et al.,* (1960) ได้ทำการศึกษาการปรากฏของสีในข้าว และสรุปรูปแบบของการปรากฏของสีไว้ว่า เมื่อมีการปรากฏของสีบนส่วนใดส่วนหนึ่งของข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้ว สีนั้นจะต้องปรากฏที่ปลายกลีบดอกเสมอ และการไม่พบ บนกลีบดอกใหญ่ แต่พบสีม่วงของยอดเกสรตัวเมีย (stigma) บางพันธุ์ แสดงถึงความไม่สมบูรณ์ลักษณะการเป็นพันธุ์ปลูก (cultivated variety) ของพันธุ์ข้าวเหนียวก่ำเหล่านี้ เพราะลักษณะนี้ควบคุมโดย dominant gene An (Chang *et al.,* 1965) ซึ่งจะหายไปหากเกิด artificial selection ในขบวนการ domestication ของข้าวปลูก ซึ่งลักษณะนี้มักพบในข้าวป่า (wild rice) เป็นลักษณะหนึ่งที่เกื้อกูลความอยู่รอด (fitness) ในสภาพ natural selection ในส่วนของเมล็ดอันได้แก่เปลือกหุ้มเมล็ด ที่พัฒนามาจากกลีบดอกชั้นใน และเยื่อหุ้มเมล็ด ที่พัฒนามาจากผนังรังไข่ ไม่มีความสัมพันธ์กันแต่อย่างใดโดยส่วนของเปลือกจะแสดงสีสรรทั้งสีม่วงแก่ สีม่วง และสีเหลืองฟาง ในขณะที่เยื่อหุ้มเมล็ดจะแสดงเฉพาะสีม่วงแก่และสีม่วง ซึ่งสีม่วงของเยื่อหุ้มเมล็ด เป็นลักษณะเฉพาะ (unique characteristic) ของข้าวเหนียวก่ำ และการแสดงของลักษณะนี้จะเป็นอิสระไม่มีความสัมพันธ์ใดๆกับสีของลักษณะอื่นๆของต้นข้าวแต่อย่างใด สอดคล้องกับ ดำเนิน และศันสนีย์ (2543); ธนพัฒน์ และคณะ (2553) ความแตกต่างของลักษณะความเข้มของสีบนส่วนของต้นข้าว เนื่องมาจากสารแอนโธไซยานินนั้นสามารถสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นต่อไป เนื่องจากมีการควบคุมการเกิดสีโดยยีนน้อยคู่ (สุณิสา, 2542) ซึ่งปริมาณของสารแอนโธไซยานินมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์นั้นๆ (Nagao and Takahashi, 1947) สุณิสา และดำเนิน (2546) ศึกษาเรื่องพฤติกรรมของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์สีม่วงในข้าวเหนียวดำ โดยใช้ข้าวเหนียวก่ำพันธุ์ที่ปรับปรุงใหม่ที่สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งปรับปรุงโดยผ่านขบวนการคัดเลือกแบบ pure line selection คือ พันธุ์ก่ำ ดอยสะเก็ด เป็นแม่พันธุ์ และข้าวขาว (พันธุ์เหนียวสันป่าตอง) เป็นพันธุ์พ่อ พบว่ามียีน 2 คู่ คือ Cc และ Aa รับผิดชอบต่อการเกิดสีในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวในลูกผสมชั่วที่ 1 ยีนที่ควบคุมการเกิดสีม่วงจะแสดงพฤติกรรมเป็นตัวข่มสมบูรณ์ (complete dominant) ต่อสีขาวในลักษณะ เยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง สีข้อ สีปลายยอดดอก และยอดเกสรตัวเมีย สำหรับลักษณะของ ต้นกล้า (seedling) กาบใบ และแผ่นใบ พฤติกรรมของยีนที่ควบคุมการเกิดสีม่วงเป็นแบบข่มไม่สมบูรณ์ (incomplete dominant) โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ของลักษณะเหล่านี้ปรากฏเป็นสีเขียวปนม่วง ในลูกผสมชั่วที่ 2 พบอัตราส่วนของสีเป็น 9 ม่วง : 7 เขียว ของลักษณะเยื่อกันน้ำฝน, เขี้ยวกันแมลง, ข้อ และสีปลายยอดดอก ส่วนยอดเกสรตัวเมียนั้นอัตราส่วนกลับผลิกกลับเป็น 9 เขียว : 7 ม่วง แสดงความเป็น mutate ratio อย่างไรก็ตามอัตราส่วนของลักษณะเหล่านี้ยืนยันว่ายีนที่ควบคุมมีพฤติกรรมเป็นแบบ complementary action ของ epistasis โดย ยีนด้อยคือ c และ a แสดงบทบาทเป็น epistatic genes สำหรับลักษณะต้นกล้า กาบใบ และแผ่นใบ พบอัตราส่วน 1 ม่วง : 8 เขียวปนม่วง : 7 เขียว แตกต่างออกไป เพราะแสดงว่าพฤติกรรมของยีนดังกล่าวกลับแสดงบทบาทเป็นแบบ semi-epistatic action ของ semi-epistatic genes โดย genotype ของสีม่วงเป็น dominant gene ทั้ง 2 loci (CCAA) และ genotype (C-A-) สร้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สีเขียวปนม่วง ส่วน genotype (C-aa, ccA- และ ccaa) สร้างสีเขียว อย่างไรก็ตามอัตราส่วนที่วิเคราะห์ได้ในลักษณะ เปลือกเมล็ด และเยื่อหุ้มเมล็ดกลับแตกต่างออกไปจากที่กล่าวมาคือยีนทั้งคู่แสดงบทบาทเป็นแบบ complete dominance ของ Dihybrid ในลูกชั่วที่ 1 แต่ในลูกชั่วที่ 2 อัตราส่วนที่ได้กลับไม่สอดคล้องกับอัตราส่วนใดๆ ของ Dihybrid แสดงว่าการกระจายตัวของ phenotype ของลูกชั่วที่ 2 เป็นแบบต่อเนื่องซึ่งเกิดจากยีนทั้งสองแสดงพฤติกรรมการถ่ายทอดเป็น polygenic inheritance (ดำเนิน, 2554; สุนิสา และคณะ, 2543)

การศึกษาขนาดเมล็ดของข้าวเหนียวก่ำที่รวบรวมได้พบว่าลักษณะของขนาดเมล็ดส่วนมากเป็นเมล็ดเรียว (C Type) มี 3 พันธุ์ ที่เมล็ดมีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะค่อนข้างป้อม (B Type) เช่น พันธุ์ก่ำหกสาลี, ก่ำ 87090 และก่ำ 88069 ส่วนใหญ่ได้เกาะกลุ่มกันอย่างใกล้ชิดในเมล็ดเรียว แต่มี 2 พันธุ์ เช่น พันธุ์ก่ำ พะเยา และ ก่ำ 88083 ที่แม้ว่าจะเป็นกลุ่มเมล็ดเรียว แต่มีความกว้างมากกว่ากลุ่มเล็กน้อย อย่างไรก็ตามไม่พบข้าวเหนียวก่ำที่เมล็ดเป็นขนาดเมล็ดป้อม (A Type) ซึ่งจากงานวิจัยวิชุตา (2551) ศึกษาข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่บ้านอาโยะใหม่ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงใหม่ พบประชากรที่เป็นชนิด japonica type และ indica type ซึ่งเป็นข้าวที่ปลูกบนที่สูงเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากบนที่สูงมีสภาพของภูมิประเทศที่แตกต่างจากพื้นที่ราบ จึงมีพันธุ์ข้าวที่มีทั้งลักษณะและการปรับตัวต่างๆ แตกต่างกันมาก ในขณะพื้นที่ราบส่วนใหญ่จะพบข้าวที่เป็น indica type และความหลากหลายที่แตกต่างกันของลักษณะเมล็ด อาจเป็นผลจากการแลกเปลี่ยนพันธุ์ระหว่างเกษตรกร ระหว่างหมู่บ้านในแต่ละท้องถิ่น เกษตรกรแต่ละรายหรือแต่ละท้องถิ่นจะมีการคัดเลือกพันธุ์ (domestication) การปลูก และการเก็บรักษาพันธุ์ของตนเองที่แตกต่างกันไป พันธุกรรมเมล็ดสั้นกว่าแสดงลักษณะเด่น หรือแสดงข่มไม่สมบูรณ์ต่อเมล็ดยาวกว่า แม้ว่าความยาวเมล็ดจะสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ดีแต่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกความยาวเมล็ดสูง (Kamijuma and Watanabe, 1984)

เมื่อพิจารณารูปร่างเมล็ดตามวิธีของ Matsuo (1997) โดยพิจารณาจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด ที่มากกว่าและน้อยกว่า 2.5 เป็น indica type และ japonica type ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าทั้ง 24 พันธุ์ มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดมากกว่า 2.5 ลักษณะเมล็ดเรียว (slender) จัดเป็น indica type ซึ่งเป็นข้าวที่ปลูกในเขตร้อนโดยเฉพาะประเทศอินเดีย ศรีลังกา ไทย และประเทศใกล้เคียง (Watanabe, 1997) พันธุกรรมเมล็ดสั้นกว่าแสดงลักษณะเด่น หรือแสดงข่มไม่สมบูรณ์ต่อเมล็ดยาวกว่า แม้ว่าความยาวเมล็ดจะสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ดี แต่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกความยาวเมล็ดสูง (Kamijuma and Watanabe, 1984)

การแบ่งขนาดเมล็ดจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดการศึกษานี้สามารถแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือ 1) ขนาด 2.41-2.50 มี 1 พันธุ์ (พันธุ์ก่ำ 88061) 2) ขนาด 2.51-2.60 มี 5 พันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ได้แก่ พันธุ์ กำนา, กำ 89038, กำ 88083, กำ 11875 และกำ 19104) 3) ขนาด 2.61-2.70 มี 5 พันธุ์ (ได้แก่ พันธุ์ กำพะเยา, กำ 7677, กำ 89057, กำ 99151 และกำสุพรรณ) 4) ขนาด 2.71-2.80 มี 7 พันธุ์ (ได้แก่ พันธุ์กำ เวียงสา, กำ หกสาลี, กำ ฝาง, กำ 5153, กำ 87061, กำ 87046 และกำ 19959 5) ขนาด 2.81-2.90 มี 5 พันธุ์ (ได้แก่ พันธุ์กำ น่าน, กำ ดอยสะเก็ด, กำ ดอยมูเซอ, กำ 88069 และกำเวียดนาม) 6) ขนาด 2.91-3.00 มี 1 พันธุ์ (พันธุ์กำ 87090) ในภาพรวมขนาดเมล็ดใน กลุ่ม 1 ขนาด 2.41-2.50 มีค่าไขมันโดยรวมและปริมาณวิตามินอีในรำข้าว (16.30% และ131.42 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ) ซึ่งน้อยกว่า กลุ่ม 2 ขนาด 2.51-2.60 มีค่าไขมันโดยรวมและปริมาณวิตามินอี (17.32% และ156.01 ไมโครกรัม/กรัม โดยเฉลี่ย ตามลำดับ) ส่วนกลุ่ม 3 ขนาด 2.61-2.70 มีค่าไขมันโดยรวมและปริมาณวิตามินอีในรำข้าว (15.26% และ139.17 ไมโครกรัม/กรัม โดยเฉลี่ย ตามลำดับ) ซึ่งค่าไขมันโดยรวมน้อยกว่า กลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 ปริมาณวิตามินอีในเมล็ดมากกว่ากลุ่ม 1 แต่น้อยกว่ากลุ่ม 2 แสดงว่าค่าไขมันโดยรวมในรำข้าว ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดเมล็ด (Damian, 1998) ส่วนกลุ่ม 4 กลุ่ม 5 และกลุ่ม 6 มีค่าไขมันโดยรวมและปริมาณวิตามินอี (16.74%; 133.10 ไมโครกรัม/กรัม, 17.93%; 127.88 ไมโครกรัม/กรัม และ18.85%; 161.89 ไมโครกรัม/กรัม โดยเฉลี่ย ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าปริมาณวิตามินอี ก็ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าไขมันโดยรวม และขนาดของเมล็ด ซึ่งไขมันโดยรวมที่สกัดได้จากรำข้าวดิบ (crude rice brand oil) นั้น จะประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ ประมาณ 80% ของน้ำมัน (Nicolosi *et al*., 1994) แล้วยังมีสารประกอบอื่นๆ ได้แก่ ฟอสฟอลิพิด ไกลโคลิพิด สเตอรอล แวกซ์ ไขมันอิสระ โอรีซานอล และวิตามินอี เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าปริมาณวิตามินอีนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของปริมาณไขมันโดยรวมทั้งหมด Ausmam *et al*., 2005 กล่าวว่าน้ำมันที่ผ่านกระบวนการรีไฟน์แล้วสามารถพบโอรีซานอลและวิตามินอี มากกว่าน้ำมันจากพืชชนิดอื่น และหากรำข้าวชนิดนั้นมีคุณสมบัติของสารแอนโธไซยานินที่พบในข้าวเหนียวกำ (ธนพัฒน์, 2554) ก็จะเป็นการเพิ่มคุณค่าในการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

วิตามินอีในรำข้าวชนิด Gamma-γ มากที่สุด รองลงมาคือ Beta-β และ Alpha-α ตามลำดับ แตกต่างจากการทดลองของ Suhyun and Junsoo (2010) ที่พบปริมาณวิตามินอี ในรำข้าว ชนิด Alpha-α มากที่สุด รองมาคือ Gamma- γ และBeta-β แต่ไม่พบชนิด Delta-δ ในรำข้าวเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม Alpha- α จะมี activity สูงที่สุด (Theriault *et al*., 1999) ซึ่งฤทธิ์ของ Gamma- γ นั้นมีเพียง 6-16% เท่าของ Alpha-α (Yamashita *et al*., 1995) จากการทดลองพบความสัมพันธ์ระหว่าง Alpha- α กับ Gamma- γ ($r=0.7147$: $p<0.01$) ดังนั้นชนิดพันธุ์ที่มีปริมาณ Gamma- γ สูง ปริมาณ Alpha- α ก็จะสูงตามไปด้วย และพันธุ์ที่มีปริมาณ Alpha- α activity จะสูงตามไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved