ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่ พืชไร่นา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพจากคู่ผสมระหว่างข้าว Tropical Japonica และ Indica

Selection of Rice (*Oryza sativa* L.) for Higher Yield and Quality from Crosses between Tropical Japonica and Indica

นามผู้วิจัย นางสาวนงเยาว์ แก้ววิเศษ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ประภา ศรีพิจิตต์, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ธานี ศรีวงศ์ชัย, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์สุภาพร จันทร์บัวทอง, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพจากคู่ผสมระหว่างข้าว Tropical Japonica และ Indica

Selection of Rice (*Oryza sativa* L.) for Higher Yield and Quality from Crosses between Tropical Japonica and Indica

โดย

นางสาวนงเยาว์ แก้ววิเศษ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นงเยาว์ แก้ววิเศษ 2553: การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพจากคู่ผสมระหว่างข้าว Tropical Japonica และ Indica ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ประภา ศรีพิจิตต์, D.Agr. 71 หน้า

การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพทำโดยการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica กับข้าว indica จำนวน 12 คู่ผสม ซึ่งข้าว tropical japonica จะมีลักษณะแตกกอน้อย รวงมีขนาดใหญ่และมีจำนวนเมล็ดมาก ส่วนข้าว indica มีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพที่ดี กล่าวคือ เมล็ดยาว เรียว และใส นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้ไปปลูกในเรือนปลูกพืชทดลอง ลูกชั่วที่ 2 และสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 3 ปลูกในแปลงนาทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี คัดเลือกต้นลูกชั่วที่ 2 และสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 3 ที่ให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีโดยวิธีสืบประวัติ (pedigree method) จากนั้นทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่คัดเลือกไว้ได้ทั้งหมดจำนวน 33 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์แม่และพ่อจำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปทุมธานี1 ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 สุพรรณบุรี2 และ กข31 โดยวางแผนการทดลองแบบ augmented design ใน randomized complete block ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในฤดูฝน ปี 2552

ผลการทดสอบพบว่า สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุดมีจำนวน 15 สายพันธุ์จากทั้งหมด 33 สายพันธุ์ที่ทดสอบ โดยให้ผลผลิตผันแปรอยู่ระหว่าง 621 ถึง 1,035 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ให้ผลผลิต 615 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ PTT07288-20-1 PTT07288-11-4 PTT07288-20-3 และ PTT07288-14-2 โดยให้ผลผลิต 1035, 974, 968 และ 939 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์แม่และพ่อให้ผลผลิตผันแปรอยู่ระหว่าง 127 ถึง 573 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 จากการทดสอบคุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพหุงต้มและรับประทานของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 15 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ที่เมล็ดมีคุณภาพทางกายภาพที่ดี กล่าวคือ เมล็ดยาว เรียว ใสหรือมีท้องไข่น้อย มีจำนวน 4 สายพันธุ์ได้แก่ PTT07288-11-4 PTT07285-21-2 PTT07266-8-6 และ PTT07266-7-1 แต่สายพันธุ์เหล่านี้เมล็ดมีคุณภาพหุงต้มและรับประทานแตกต่างกัน กล่าวคือ เมล็ดมีปริมาณอะมิโลสปานกลาง (20-25%) ถึงสูง (25-33%) เมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีลักษณะนุ่ม ค่อนข้างเหนียวจนถึงร่วนแข็ง ดังนั้นจึงควรคัดเลือกเพื่อปรับปรุงคุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nongyao Kaewwiset 2010: Selection of Rice (*Oryza sativa* L.) for Higher Yield and Quality from Crosses between Tropical Japonica and Indica. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Prapa Sripichitt, D.Agr. 71 pages.

Selection of rice (*Oryza sativa* L.) for higher yield and quality was conducted by hybridization between tropical japonica rice and indica rice for 12 crosses. Tropical japonica rice had low tillering capacity, large panicles with high number of grains while indica rice possessed good grain quality including long, slender and translucent grain. The F_1 plants produced were grown in the greenhouse and the F_2 to F_3 progenies were planted in the experimental field at Pathum Thani Rice Research Center, Pathum Thani province. Selection was done in each succeeding generation from F_2 to F_3 using pedigree method for plants/lines which had high yield and good agronomic characters. Preliminary yield test of the 33 selected F_4 lines, 7 parental lines and 5 check varieties (PTT1, CNT1, SPR1, SPR2 and RD31) were conducted using augmented design in randomized complete block at Pathum Thani Rice Research Center in rainy season 2009.

The results showed that there were 15 from 33 tested F_4 lines which gave higher yield than the highest yielding check variety SPR1. They showed the yield varying from 621 to 1,035 kg/rai while the check variety SPR1 gave the yield of 615 kg/rai. However, there were 4 lines which gave significantly higher yield than the check variety SPR1, These lines were PTT07288-20-1, PTT07288-11-4, PTT07288-20-3 and PTT07288-14-2 which gave the yield of 1035, 974, 968 and 939 kg/rai, respectively. The 6 parental lines manifested the yield ranging from 127 to 573 kg/rai which were lower than the check variety SPR1. Grain physical quality and cooking and eating quality of the 15 F_4 lines were determined. It was found that there were 4 lines including PTT07288-11-4, PTT07285-21-2, PTT07266-8-6 and PTT07266-7-1 which exhibited good physical grain quality by having long, slender and clear grains or slightly chalkiness grain. However, these lines manifested variable cooking and eating quality by having medium (20 -25%) to high (25-33%) amylose content. Consequently, the texture of cooked rice varied from soft and slightly sticky to hard and loose. Selection will be done further for improving cooking and eating quality in order to meet the requirement of customers.

_____ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประภา ศรีพิจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์สุภาพร จันทร์บัวทอง และอาจารย์ธานี ศรีวงศ์ชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ในการศึกษาการทดลอง ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้ให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ ในการสอบสัมภาษณ์ครั้งสุดท้ายให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และวัสดุอุปกรณ์ ตลอดระยะเวลาทำการวิจัย และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีให้ความสนับสนุนช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้วิชาการในด้านต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งที่ผู้วิจัยจะนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับการดำเนินการวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณเจ้าของผลงานวิจัยทุกท่านที่นำผลงานวิจัยของท่านมาใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณกรมส่งเสริมการเกษตรที่ให้โอกาสลาศึกษาต่อ และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรอำเภอวังชิ้นที่ปฏิบัติราชการแทนในช่วงเวลาที่ลาศึกษาต่อ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุก ๆ คน ที่ให้กำลังใจ อุปการะและสนับสนุนด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

นงเยาว์ แก้ววิเศษ

สิงหาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	33
สรุปและข้อเสนอแนะ	48
สรุป	48
ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	50
ภาคผนวก	57
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 (F_4) ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรก ข้าว tropical japonica และ ข้าว indica จำนวน 6 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ 35

2 สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางเกษตรบางอย่างของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 39

3 คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพหุงต้มและรับประทานสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 15 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 สายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ 43

ตารางผนวกที่

1 จำนวนสายพันธุ์ที่ปลูก จำนวนต้นลูกในแต่ละสายพันธุ์ และจำนวนต้นที่คัดเลือกไว้ในประชากรลูกชั่วที่ 2 58

2 จำนวนสายพันธุ์ที่ปลูก จำนวนต้นลูกในแต่ละสายพันธุ์ และจำนวนต้นที่คัดเลือกไว้ในสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 3 58

3 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 33 สายพันธุ์ สายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ 59

4 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพหุงต้มและรับประทานของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 33 สายพันธุ์ สายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ 64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ทรงต้นของสายพันธุ์ข้าว tropical japonica ที่ใช้เป็นพันธุ์แม่ซึ่งมีลักษณะลำต้นหนาแข็ง แตกกอน้อย ทุกหน่อสามารถสร้างรวง รวงมีขนาดใหญ่และมีเมล็ดจำนวนมาก	68
2	ต้นของสายพันธุ์ข้าว indica ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อซึ่งมีลักษณะแตกกอจำนวนมาก เมล็ดมีขนาดยาว รูปร่างเมล็ดเรียว	68
3	สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 (F_4) ที่ปลูกในแปลงทดสอบผลผลิตในฤดูฝน ปี 2552	69
4	เมล็ดข้าวของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 (F_4) ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้	69
5	การสลายเมล็ดข้าวสารในด่างของเมล็ดสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้	69
6	การวิเคราะห์หาปริมาณอะมิโลสในเมล็ดของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ โดยวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากอะมิโลส	70
7	กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะมิโลส(กรัมต่อแป้งข้าว 100 กรัม) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร	70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพจากคู่ผสมระหว่างข้าว Tropical Japonica และ Indica

Selection of Rice (*Oryza sativa* L.) for Higher Yield and Quality from Crosses between Tropical Japonica and Indica

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่งของโลก การผลิตและบริโภคข้าวทั่วโลกมากกว่าร้อยละ 90 อยู่ในประเทศในทวีปเอเชีย โดยประเทศจีนเป็นผู้ผลิตข้าวมากที่สุดอันดับหนึ่งของโลก ตามด้วยอินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ เวียตนาม พม่าและไทย โดยมีปริมาณผลผลิตข้าวตามลำดับดังนี้ 193.4 148.3 60.3 46.9 38.7 30.5 และ 30.5 ล้านตัน (FAO, 2008) อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวส่วนใหญ่ของประเทศอื่นๆ ในเอเชียจะถูกใช้บริโภคในประเทศและมีเหลือส่งออกไม่มากนัก นอกจากนี้ยังอาจนำเข้าข้าวจากประเทศไทยด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับไทยซึ่งมีข้าวเหลือส่งออกประมาณร้อยละ 40 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด

การผลิตข้าวของโลกจะต้องเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1% เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการอาหารของประชากรโลกซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของประชากรและการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ (Rosegrant *et al*., 1995) ดังนั้น เพื่อให้การผลิตเพียงพอต่อการบริโภคข้าวของประชากรโลก ในปี ค.ศ. 2025 ผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยของโลกในเขตชลประทานจะต้องเพิ่มขึ้นจาก 5 ตัน เป็น 8.5 ตันต่อเฮกตาร์ (Peng *et al*., 1999) Khush (2005) ได้เสนอว่า กลยุทธ์การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีปกติและวิธีการคัดเลือก (conventional breeding and selection) การปรับปรุงรูปทรงของต้นข้าว (ideotype breeding) การปรับปรุงพันธุ์ลูกผสม (hybrid breeding) การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมข้ามระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูก (wide hybridization) และการนำพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์

การปรับปรุงรูปทรงของต้นข้าวเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มสูงขึ้นได้ ในปี 1989 IRRI ได้เสนอให้มีการปรับปรุงรูปทรงของต้นข้าวเป็นแบบ new plant type หรือ NPT เพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นกว่าเดิม รูปทรงของต้นข้าวแบบ NPT มีลักษณะที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำคัญคือ แตกกอน้อย มีจำนวนหน่อประมาณ 3-4 หน่อต่อต้น แต่ทุกหน่อสามารถให้รวงได้ รวงมีขนาดใหญ่และมีเมล็ดมากประมาณ 200-250 เมล็ด ต้นเตี้ย สูงประมาณ 90-100 เซนติเมตร ลำต้นแข็งแรงไม่หักล้ม (Peng *et al*., 1994)

ในปี 1989 IRRI ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีรูปทรงของต้นข้าวเป็นแบบ NPT โดยการนำเชื้อพันธุ์ข้าวจากธนาคารเชื้อพันธุ์ข้าว (germplasm bank) ของ IRRI มาปลูกทดสอบเพื่อหาต้นข้าวที่มีลักษณะ NPT และพบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวพวก javanica หรือ bulu จากประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่มีลักษณะ NPT กล่าวคือ แตกกอน้อย รวงใหญ่ ลำต้นหนา และระบบรากแข็งแรง แต่ลำต้นสูง เชื้อพันธุ์ข้าวเหล่านี้ปัจจุบันเรียกว่า tropical japonica ต่อมาในปี 1990 IRRI ได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าว bulu ซึ่งเป็นข้าวต้นสูงโดยการผสมพันธุ์กับข้าวต้นเตี้ย (semidwarf) จากประเทศจีนและคัดเลือกลูกที่ได้โดยวิธีสืบประวัติ (pedigree method) จนได้สายพันธุ์ข้าว NPT-TJ จำนวนมาก ซึ่งมีลักษณะแตกกอน้อย ลำต้นหนา รวงใหญ่ แต่รวงมีอัตราการติดเมล็ดต่ำ (poor grain filling) จึงทำให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ IR 72 (Cheng *et al*., 2007)

ในปี 1995 IRRI ได้เริ่มปรับปรุงสายพันธุ์ NPT-TJ ให้มีลักษณะดีขึ้นโดยการผสมข้ามกับพันธุ์/สายพันธุ์ดีเด่น (elite line) ของข้าว indica ที่ให้ผลผลิตสูง ภายหลังการผสมพันธุ์ได้สายพันธุ์ NPT-IJ จำนวนหลายสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ IR72 ทั้งนี้เนื่องมาจากสายพันธุ์ NPT-IJ เหล่านี้ให้จำนวนรวงต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น อัตราการติดเมล็ดสูงขึ้น รวงใหญ่ขึ้นและมีเมล็ดมากขึ้น ผลิตชีวมวลมากขึ้นและดัชนีเก็บเกี่ยวสูงขึ้น (Cheng *et al*., 2007)

ในปี พ.ศ.2550 ประเทศไทยผลิตข้าวได้ในปริมาณ 32.10 ล้านตัน ซึ่งจัดว่ามีปริมาณการผลิตสูงเป็นอันดับที่ 7 ของโลก อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวทั้งนาปีและนาปรังของประเทศไทยเฉลี่ยเพียง 475 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าผลผลิตเฉลี่ยของโลก 690 กิโลกรัมต่อไร่ (FAO, 2008) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยรักษาคุณภาพเมล็ดที่ดีซึ่งเป็นเอกลักษณ์ที่โดดเด่นของข้าวไทยไว้ด้วย การปรับปรุงรูปทรงของต้นข้าวแบบ NPT โดยการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica ซึ่งแตกกอน้อย รวงมีขนาดใหญ่และมีเมล็ดมากกับข้าว indica ซึ่งมีคุณภาพเมล็ดที่ดี (เมล็ดยาวเรียว) จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาศักยภาพของข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อรวมลักษณะดีของข้าว tropical japonica กับข้าว indica เข้าด้วยกัน

2. เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและเมล็ดมีคุณภาพดีโดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ข้าว Tropical Japonica กับ Indica และคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีโดยวิธีสืบประวัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ชนิด (species) และ subspecies ของข้าว

ข้าว (rice) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. ข้าวเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Gramineae หรือ Paoceae พืชในสกุล *Oryza* มีทั้งหมด 23 ชนิด แบ่งออกเป็น ข้าวปลูก 2 ชนิด และข้าวป่า 21 ชนิด ข้าวปลูก 2 ชนิดคือ ชนิด *O. sativa* ซึ่งปลูกมากในเอเชีย และ *O. glaberrima* ปลูกมากในแอฟริกา (Eizenga and Rutger, 2003)

Kato (1928) ได้แบ่งข้าวปลูก *O. sativa* L. ออกเป็น 2 subspecies คือ indica และ japonica ส่วนข้าว javanica bulu และ gundil ถูกจัดให้อยู่ใน subspecies japonica ปัจจุบันเรียกว่า tropical japonica (Oka, 1991) ตามการจำแนกโดยใช้ isozyme (Glazmann, 1987) และข้าว japonica ที่ปลูกในเขตอบอุ่น เรียกว่า temperate japonica ข้าวทั้ง 3 กลุ่มดังกล่าวมีลักษณะต่างๆ (Chang, 1976) ดังนี้

1. ข้าว indica หรือ tropical type เป็นข้าวที่มีทรงต้นสูง แต่ลำต้นไม่แข็งแรง ใบยาวและห้อยลง ไวต่อช่วงแสงและอุณหภูมิที่ต่ำ เมล็ดมีรูปร่างยาวเรียว ร่วงหล่นง่าย เมล็ดมีการพักตัวที่ยาวนาน ข้าวกลุ่มนี้นิยมปลูกมากในประเทศแถบร้อน เช่น ไทย พม่า ปากีสถาน

2. ข้าว japonica หรือ sinica หรือ temperate type เป็นข้าวที่มีทรงต้นเตี้ย ทำให้แสงส่องผ่านทรงพุ่ม (canopy) ของต้นได้ และต้นเตี้ย (short straw) ช่วยป้องกันการหักล้มของต้นได้ ใบสั้นและตั้งตรง แตกกอปานกลาง ทนทานต่อสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ เมล็ดสั้นและกลม มีปริมาณแป้งอะมิโลสต่ำ ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะเหนียวเกาะติดกัน ข้าวกลุ่มนี้นิยมปลูกมากในเขตอบอุ่น เช่น ประเทศญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน

3. ข้าว javanica หรือ bulu หรือ intermediate type หรือปัจจุบัน เรียกว่า tropical japonica เป็นข้าวที่มีทรงต้นสูง ลำต้นใหญ่และแข็งแรง ใบกว้างแข็ง แตกกอน้อย รวงยาว เมล็ดเหนียวไม่ร่วงหล่น เมล็ดมีรูปร่างป้อม (bold grain) ขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่นิยมปลูกในอินโดนีเซีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การผสมพันธุ์ระหว่างพืชต่างชนิด

ในการปรับปรุงพันธุ์พืช พ่อแม่พันธุ์ที่ดีมักมาจากสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีภายในพืชชนิดเดียวกัน แต่ในหลายกรณีลักษณะที่ต้องการไม่สามารถหาได้ในพืชชนิดเดียวกัน เช่น ลักษณะต้านทานโรคบางชนิด คุณภาพของผลิตผลบางอย่าง ความแปลกใหม่ของลักษณะที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชชนิดที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ เช่น พืชผัก ไม้ผล ไม้ดอก และไม้ประดับต่างๆ และถึงแม้จะเป็นพืชที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง ก็อาจขาดลักษณะทางเศรษฐกิจบางอย่าง ซึ่งหาไม่ได้ภายในพืชชนิดเดียวกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงมีความจำเป็นต้องหาลักษณะที่ต้องการจากพืชในเครือญาติที่ต่างชนิด (species) กันหรือต่างสกุล (genus) กัน (กฤษฎา, 2551)

การถ่ายทอดยีนระหว่างพืชต่างชนิดเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ แต่การผสมข้ามระหว่างพืชต่างชนิดเกิดขึ้นได้ไม่บ่อยนัก ด้วยเหตุผลหลายประการ คือ การปิดกั้นทางภูมิประเทศเป็นเหตุให้พืชเครือญาติแยกกันอยู่โดดเดี่ยว และเหตุผลทางพันธุกรรม เช่น ลักษณะของดอกและช่วงเวลาของการออกดอกที่ต่างกัน จำนวนโครโมโซมที่ต่างกันทำให้ละอองเกสรไม่มีโอกาสเข้าผสมพันธุ์หรือละอองเกสรของลูกผสมไม่สามารถงอกได้หรืองอกได้ช้า เหล่านี้จัดเป็นอุปสรรคก่อนการผสมพันธุ์ (presyngamic barrier) ถ้าหากมีการผสมพันธุ์เกิดขึ้นไข่หลังการผสมอาจไม่สามารถพัฒนาต่อไปเป็นต้นอ่อนได้หรือพัฒนาการของเอนโดสเปิร์มล้มเหลว สิ่งต่างๆ เหล่านี้จัดเป็นอุปสรรคหลังการผสมพันธุ์ (postsyngamic barrier) ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกควบคุมด้วยพันธุกรรมและมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง (กฤษฎา, 2551)

สภาพทางพันธุกรรมของลูกผสมข้ามชนิด

ลูกผสมของพืชต่างชนิดส่วนมากจะมีระดับความเป็นหมันสูง เนื่องจากลูกผสมมีโครโมโซมต่างชุดกันส่งผลให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างยีโนม ปฏิสัมพันธ์ของไซโตปลาสซึมกับยีนแปลกปลอม ตลอดจนผลกระทบในการทำงานของเซลล์ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนทำให้เกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์และการอยู่รอดของลูกผสมซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เชื้อสืบพันธุ์เป็นหมัน และมีผลกระทบต่อการอยู่รอดของลูกผสม (กฤษฎา, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแตกต่างของโครโมโซมจากต้นพ่อและแม่อาจแตกต่างกันมากจนกระทั่งโครโมโซมของทั้งสองชุดไม่สามารถจับคู่กันได้เลย หรืออาจแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและสามารถจับคู่กันได้อย่างปกติและแยกตัวออกจากกันอย่างปกติในระยะโครโมโซมแยกตัวของการแบ่งเซลล์แบบลดรูปทางพันธุกรรม (meiosis) แต่เชื้อสืบพันธุ์ที่ได้ก็ยังเป็นหมันทั้งหมดเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า cryptic structural hybridity โดยทั่วไปหากมีการจับคู่กันของโครโมโซมอย่างปกติความเป็นหมันที่เกิดขึ้นมักจะมีสาเหตุเนื่องจากการควบคุมของยีน (กฤษฎา, 2551)

การผสมพันธุ์ระหว่างข้าวต่าง subspecies

Oka (1955) ได้ผสมพันธุ์ข้าว 2 subspecies คือ indica และ japonica พบว่า ลูกผสมที่ได้มีความเป็นหมันซึ่งอาจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ การผสมพันธุ์ระหว่างข้าว 2 subspecies ไม่มีความยุ่งยากแต่อย่างใด ลูกผสมที่ได้เจริญเติบโตตามปกติ การจับคู่กันของโครโมโซมในการแบ่งเซลล์แบบลดรูปทางพันธุกรรมเป็นไปอย่างปกติ จากการศึกษาอัตราความเป็นหมันในการกระจายตัวของลูกชั่วต่างๆ พบว่า ความเป็นหมันของลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าว 2 subspecies เป็นผลมาจากกลุ่มของยีนซึ่งมีปฏิสัมพันธ์เสริมซึ่งกันและกัน ถ้าหากมียีนแฝง 2 ตัวจากแต่ละ subspecies อยู่ในสปอร์เพศเมียหรือเพศผู้เดียวกัน ก็จะป้องกันไม่ให้เชื้อสืบพันธุ์เจริญได้อย่างสมบูรณ์ และจากการเพิ่มจำนวนของชุดโครโมโซมของลูกผสมให้เป็น 4 ชุด พบว่ามีการจับคู่กันของโครโมโซมมากกว่าการเพิ่มชุดโครโมโซมของ subspecies ใด subspecies หนึ่ง จึงแสดงให้เห็นว่าโครโมโซมของข้าว japonica และ indica มีรูปร่างลักษณะ (morphology) ที่แตกต่างกัน ความเป็นหมันของลูกผสมจึงน่าจะมาจากการเรียงตัวที่ผิดกันในบางส่วนของโครโมโซมที่สั้นมากจึงไม่สามารถสังเกตได้ ดังนั้นความเป็นหมันของลูกผสมควรจะเนื่องมาจากโครโมโซมที่แตกต่างกัน (chromosomal sterility) (กฤษฎา, 2551)

Kitamura (1961) พบว่า ความเป็นหมันของลูกผสมระหว่างข้าว indica และ japonica เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างไซโตพลาสซึมของข้าว indica และยีนจากข้าว japonica เปอร์เซ็นต์ของความเป็นหมันจะแตกต่างกันแล้วแต่พันธุ์ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ และได้เสนอแนะว่าควรใช้ข้าว japonica เป็นต้นแม่ และใช้ข้าว indica เป็นต้นพ่อ เพื่อลดระดับความเป็นหมันของลูกผสมเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ในทางลบของพันธุกรรมฝ่ายแม่ (unilateral incompatability)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Xiao *et al*. (1995) ได้ศึกษาอิทธิพลของ heterosis ของลูกผสมระหว่างข้าว indica และ japonica ที่ให้ผลผลิตสูงสุด พบว่า ยีนข่มเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิด heterosis ในข้าวลูกผสม และพันธุกรรมของลูกผสมในสภาพที่เป็น heterozygous ไม่มีความสัมพันธ์กับการแสดงออกของลักษณะต่างๆ รวมทั้งผลผลิตของลูกผสม นอกจากนี้สายพันธุ์ข้าวชั่วที่ 8 (F_8) ที่ได้จากคู่ผสมดังกล่าว ยังให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) อีกด้วย แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวที่เด่นชัดเกินขีดจำกัดของพ่อแม่ (transgressive segregation)

Yang *et al*. (2002) ได้ศึกษาหาสาเหตุของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าวลูกผสมระหว่างข้าว japonica และ indica ที่ยังอยู่ในระดับต่ำ โดยนำข้าวลูกผสมระหว่าง subspecies (japonica / indica) สายพันธุ์พ่อแม่ และข้าวลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์ภายใน subspecies เดียวกัน จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ Shanyou63 (indica / indica) และ Liuyou1 (japonica / japonica) ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ นำมาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง source และ sink พบว่า ลูกผสมระหว่างข้าว japonica และ indica ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบเนื่องจากความสามารถในการเคลื่อนย้ายสารอาหารและการแบ่งปันสารอาหารไปให้ส่วนรับของข้าวลูกผสมระหว่าง subspecies ยังต่ำกว่าข้าวลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์ภายใน subspecies

การกระจายตัวของลูกชั่วที่ 2 ของลูกผสมระหว่างชนิด

โดยทฤษฎีในการผสมพันธุ์ระหว่างพืชคนละชนิดลูกผสมที่ได้มียีนจำนวนมาก ดังนั้น ต้นพืชในชั่วที่ 2 (F_2) และหลังจากชั่วที่ 2 จะมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง พืชแต่ละต้นจะมีลักษณะต่างๆ แตกต่างกันไปอย่างมาก นอกจากนี้ยังอาจจะได้ลักษณะใหม่ๆ ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนทั้งในพ่อและแม่เนื่องจากปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ของยีนจากพืชทั้งสองชนิด การกระจายตัวของลูกชั่วที่ 2 และหลังจากชั่วที่ 2 ของลูกผสมระหว่างชนิด ควรจะคาดคะเนได้ลำบากเพราะไม่สามารถดูได้จากลักษณะของพ่อและแม่ แต่ในความเป็นจริงการแบ่งตัวแบบลดรูปทางพันธุกรรมของลูกผสมระหว่างชนิด ถึงแม้ว่าโครโมโซมจะมีการจับคู่กันอย่างปกติ การแยกตัวของโครโมโซมในระยะโครโมโซมแยกตัว (anaphase) และการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซมที่จับคู่กัน (crossing over) จะน้อยกว่าปกติเพราะการจับคู่กันของโครโมโซมไม่แนบสนิทเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นการจับคู่กันของโครโมโซมที่คล้ายกัน (homeologues หรือ homeologous chromosome) ไม่ใช่เป็นการจับคู่ระหว่างโครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologues หรือ homologous chromosome) (กฤษฎา, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถึงแม้ว่าการสร้างเชื้อสืบพันธุ์ในลูกชั่วที่ 2 และชั่วหลังๆ จะเป็นไปตามปกติ เชื้อสืบพันธุ์ที่มียีนของพ่อและแม่ก็อาจไม่มีโอกาสเข้าผสมพันธุ์ได้ จากการวิเคราะห์ลูกในชั่วที่ 2 ที่ได้จากลูกผสมระหว่าง *Nicotiana alata* และ *N. longsdorffi* พบว่า ลูกชั่วที่ 2 ที่มีลักษณะของทั้งพ่อและแม่มีน้อยกว่าที่ควรจะเป็นมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก 1) เชื้อสืบพันธุ์ที่มียีนจากพ่อแม่ไม่มีโอกาสเข้าผสมพันธุ์ 2)หลังการผสมพันธุ์เซลล์กำเนิดต้นอ่อนจากเชื้อสืบพันธุ์ที่มียีนของพ่อและแม่ไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ เนื่องจากปฏิสัมพันธ์ข้ามชุดของยีน (pleiotropy หรือ epistasis) ในทางลบ (Kalloo, 1988; กฤษฎา, 2551)

ข้าวลูกผสมกับการเพิ่มผลผลิต

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักในประเทศจีน เป็นแหล่งพลังงานเกือบร้อยละ 40 ของพลังงานทั้งหมดที่บริโภค และหล่อเลี้ยงประชากรมากกว่าร้อยละ 60 ของประเทศ ประเทศจีนเป็นผู้นำในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในช่วง 5 ทศวรรษที่ผ่านมา โดยการนำพันธุ์ข้าวต้นเตี้ย (semidwarf) มาใช้ตั้งแต่ช่วงปลายทศวรรษ 1950 ทำให้ผลผลิตข้าวในประเทศจีนเพิ่มจาก 2 ตันต่อเฮกตาร์ ในช่วงทศวรรษ 1960 ไปเป็น 3.5 ตันต่อเฮกตาร์ ในช่วงทศวรรษ 1970 ต่อมาในปี 1973 ได้มีการพัฒนาข้าวลูกผสมซึ่งสามารถให้ผลผลิตได้สูงกว่าพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยที่ใช้อยู่ในขณะนั้นกว่าร้อยละ 10-20 และมีการใช้ปลูกเป็นการค้าในปี 1976 เมื่อผสมผสานกับการใช้เทคโนโลยีการเขตกรรมที่ทันสมัยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นถึง 6 ตันต่อเฮกตาร์ (Cheng *et al*., 2007)

พื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมในประเทศจีนได้เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี โดยเพิ่มปริมาณจาก 1.4 แสนเฮกตาร์ ในปี 1976 เป็นกว่า 15 ล้านเฮกตาร์ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา คิดเป็นพื้นที่กว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด จากการประมาณการข้าวลูกผสมถูกปลูกในประเทศจีนไปแล้วกว่า 370 ล้านเฮกตาร์ ตั้งแต่ปี 1976 ถึง 2005 และช่วยเพิ่มผลผลิตเกือบถึง 450 ล้านตัน ซึ่งเป็นส่วนช่วยอย่างมากให้ประเทศจีนมีอาหารอย่างพอเพียง อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปี 1990 การผลิตข้าวก็พบปัญหาในการเพิ่มผลผลิตเช่นเดียวกับที่พบในพืชชนิดอื่นๆ ในขณะที่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวกลับลดลงในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมา โดยพื้นที่ปลูกข้าวลดลงจาก 36.2 ล้านเฮกตาร์ ในปี 1976 เหลือเพียง 26.5 ล้านเฮกตาร์ ในปี 2003 ซึ่งผลที่ตามมาทำให้การผลิตข้าวในประเทศจีน มีสถิติลดลงจาก 200.7 ล้านตัน ในปี 1997 เหลือ 160.7 ล้านตัน ในปี 2003 (Cheng *et al*., 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเพิ่มระดับเพดานผลผลิตข้าวยังคงเป็นเรื่องสำคัญในประเทศจีน โดยถ้าอ้างอิงจากการบริโภคข้าว 150 กิโลกรัมต่อคนต่อปี และพื้นที่ปลูกข้าว 31.57 ล้านเฮกตาร์ ผลผลิตข้าวควรเพิ่มเป็น 6.885 และ 7.845 ตันต่อเฮกตาร์ ในปี 2010 และ 2030 ตามลำดับ ในขณะที่การเพิ่มผลผลิตข้าวก็เป็นเรื่องที่ทำได้ยากขึ้นเรื่อยๆ (Cheng *et al*., 2005) เพื่อเป็นการยกระดับเพดานผลผลิตและป้องกันสภาวะขาดแคลนอาหารสำหรับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นประเทศจีนจึงได้เสนอรูปทรง (plant type) ของข้าวลูกผสมพิเศษที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ต่างๆ เช่น รูปทรงของข้าวลูกผสม indica ในลุ่มน้ำแยงซี ควรมีลักษณะ (Cheng *et al*., 2007) ดังนี้

- ความสามารถในการแตกกอปานกลาง จำนวนรวง 12-15 รวงต่อต้น
- ความสูง 115-125 เซนติเมตร
- มีรวงที่โน้มลง ในขณะที่ใบธงตั้งขึ้น ใบยาวและม้วนเล็กน้อย
- จำนวนเมล็ด 190-220 เมล็ดต่อรวง
- ระบบรากแข็งแรง
- ต้านทานต่อโรคและแมลงหลายชนิด
- อายุ 135-140 วัน
- ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) ประมาณ 0.55
- ผลผลิต 12-15 ตันต่อเฮกตาร์

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมพิเศษโดยการผสมข้ามระหว่างข้าว indica และ tropical japonica

จากการวิเคราะห์พันธุ์ประวัติ ทำให้ทราบว่าข้าวพันธุ์แท้ และลูกผสมส่วนใหญ่ที่ปลูกในประเทศจีน นั้นสืบเชื้อสายมาจากบรรพบุรุษเพียงไม่กี่สายพันธุ์ เช่นเดียวกับผลที่ได้จากการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอเป็นตัวชี้วัดแสดงอย่างชัดเจนว่าข้าวพันธุ์ต้นเตี้ย (modern semidwarf) และสายพันธุ์พ่อแม่มีฐานความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ไม่เพียงพอนี้เป็นสาเหตุหลักของปัญหาเพดานผลผลิต (ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ) ในข้าวลูกผสมซึ่งเกิดขึ้นมานานเกือบ 20 ปีแล้ว (Cheng *et al*., 2007)

ความดีเด่นของลูกผสมระหว่าง subspecies ได้รับการศึกษามาเป็นเวลานาน แต่ก็เป็นการยากที่หลีกเลี่ยงความไม่เข้ากันระหว่างพื้นฐานทางพันธุกรรมของทั้ง 2 subspecies เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง subspecies ที่แตกต่างกันของพ่อแม่และการให้ผลผลิตของลูกผสมชั่วที่ 1 จึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีการพัฒนาประชากร doubled haploid จากคู่ผสมระหว่าง subspecies คือ Teqing(indica)/02428(japonica) สายพันธุ์ doubled haploid ที่มีความแตกต่างกันระหว่าง subspecies ต่างๆ ถูกนำมาใช้เป็นสายพันธุ์แก้ความเป็นหมันในการผสมทดสอบ (testcross) กับข้าว indica สายพันธุ์รักษาความเป็นหมันของเพศผู้ที่เกิดจากยีนในไซโตปลาสซึม 2 สายพันธุ์คือ สายพันธุ์ XieqingzaoB และ 064B จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความแตกต่างระหว่าง subspecies ของสายพันธุ์ doubled haploid กับผลผลิตของลูกผสมทดสอบชั่วที่ 1 ชี้ให้เห็นว่าลูกผสมที่ได้จากสายพันธุ์ doubled haploid ที่มีเชื้อพันธุกรรมจากข้าว indica หรือ japonica ที่มีดัชนีความแตกต่าง 11-15 ซึ่งอยู่ตรงกลางระหว่างข้าว 2 subspecies ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมทดสอบชั่วที่ 1 อื่นๆ ที่ได้จากสายพันธุ์ doubled haploid ที่มีเชื้อพันธุกรรมจากข้าว indica หรือ japonica อย่างใดอย่างหนึ่งสูงๆ เพราะฉะนั้นการเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่อยู่ตรงกลาง จากประชากรที่ได้จากการผสมข้าม subspecies จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมพิเศษในประเทศจีน (Cheng *et al*., 2007)

ในระยะเวลา 10 ที่ผ่านมา การพัฒนาสายพันธุ์แก้ความเป็นหมันของเพศผู้ซึ่งมีพันธุกรรมอยู่ตรงกลางระหว่าง subspecies ที่ต่างกัน ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมมากขึ้นเรื่อยๆ ของประเทศจีน นักปรับปรุงพันธุ์ได้นำวิธีการถ่ายทอดลักษณะจากข้าว japonica เข้าสู่ข้าว indica เพื่อสร้างเชื้อพันธุกรรมข้าว indicalinous ในทางกลับกันในพื้นที่ปลูกข้าว japonica ก็ถ่ายทอดลักษณะของข้าว indica ไปสู่ข้าว japonica เพื่อสร้างเชื้อพันธุกรรมข้าว japonicalinous ชุดพันธุกรรมข้าว indicalinous และ japonicalinous ได้ถูกพัฒนาอย่างรอบคอบ และบางสายพันธุ์ก็ประสบความสำเร็จในการนำไปใช้สำหรับปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมพิเศษ เช่น ข้าวพันธุ์ R9308 ซึ่งเป็นข้าว indica สายพันธุ์แก้ความเป็นหมันที่เกิดจากการผสมระหว่าง subspecies ได้ถูกคัดเลือกและนำมาใช้ในการพัฒนาข้าวลูกผสมพิเศษพันธุ์ Xieyou9308 โดย China National Rice Research Institute (CNRRI) ข้าวพันธุ์ R9308 นี้มีสัดส่วนพันธุกรรมจากข้าว japonica ประมาณร้อยละ 25 ในขณะที่ข้าวลูกผสมพันธุ์ Xieyou9308 มีสัดส่วนพันธุกรรมจากข้าว japonica ประมาณร้อยละ 12.5 และมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตสูงด้วยรูปทรงของต้นข้าวที่เหมาะสม จึงได้แนะนำเป็นพันธุ์การค้าในมณฑล Zhejiang ในปี 1999 และมีพื้นที่ปลูกมากกว่า 1 ล้านเฮกตาร์ อีกตัวอย่างหนึ่งคือ ข้าว indica ลูกผสมพิเศษสองสายพันธุ์ (two-line super hybrid) ชื่อพันธุ์ Liangyou Pei 9 ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Jiangsu Academy of Agricultural Science ภายใต้ความร่วมมือกับ Hunan Hybrid Rice Research Institute ซึ่งมีสายพันธุ์พ่อแม่คือ Peiai64S ซึ่งเป็นสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากการตอบสนองต่ออุณหภูมิ (temperature sensitive genic male sterility หรือ TGMS) ที่มีบรรพบุรุษประกอบด้วยข้าว indica ข้าว japonica ในเขตอบอุ่น (temperate japonica) และในเขตร้อน (tropical japonica) (Cheng *et al*., 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปทรงของต้นข้าว

รูปทรงของต้นข้าว (plant type หรือ ideotype) มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของต้นข้าว ถ้ารูปทรงของต้นข้าวดีต้นข้าวก็จะให้ผลผลิตสูง นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้ปรับปรุงพันธุ์เพื่อเปลี่ยนแปลงรูปทรงของต้นข้าวให้ดีขึ้นเป็นลำดับเพื่อยกระดับผลผลิตต้นข้าวให้สูงขึ้น รูปทรงของต้นข้าวแบ่งได้เป็น 3 แบบ (Virk *et al*., 2004) ดังนี้

1. รูปทรงของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง (traditional plant type) เป็นรูปทรงของต้นข้าวที่มีลักษณะต้นสูง ลำต้นอ่อนหรือฟางอ่อน ล้มง่าย ใบยาว มุมใบกว้าง แตกกอน้อย เป็นลักษณะที่พบได้ในข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั่วไป ซึ่งลักษณะต้นสูง ฟางอ่อน และล้มง่าย เป็นลักษณะที่ไม่ดีทำให้ข้าวมีผลผลิตต่ำ พันธุ์ข้าวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์และมีรูปทรงของต้นข้าวลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ข้าวที่ได้จากการคัดเลือกจากพันธุ์พื้นเมืองทั้งหมด แต่จะมีบางพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ที่มีลักษณะต้นสูงด้วยกัน เช่น กข13 กข 27 และพันธุ์ปทุมธานี60 นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ กข6 กข8 และกข15 ที่มีลักษณะลำต้นสูง

2. รูปทรงของต้นข้าวพันธุ์มหัศจรรย์ (miracle rice หรือ modern rice) เป็นรูปทรงที่แตกต่างจากรูปทรงของพันธุ์พื้นเมือง คือ มีลักษณะต้นเตี้ย ลำต้นแข็งแรง หรือฟางแข็ง (stiff culm) ใบตั้ง แตกกอมาก (high tillering) รูปทรงของต้นข้าวลักษณะดังกล่าวนี้ถูกเสนอขึ้นมาโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) และสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์จนได้พันธุ์ข้าวที่มีรูปทรงของต้นข้าวดังกล่าวในปี 1966 คือ พันธุ์ IR8 ซึ่งมีลักษณะต้นเตี้ย แตกกอดี ไม่ไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตสูง สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติได้แนะนำให้เกษตรกรใช้เป็นพันธุ์ปลูกอย่างแพร่หลาย ทำให้ผลผลิตข้าวในเขตร้อนเพิ่มขึ้นอย่างมาก อย่างไรก็ตามรูปทรงของต้นข้าวมหัศจรรย์ก็ยังมีข้อด้อย กล่าวคือ ถึงแม้ว่าจะแตกกอดีให้จำนวนหน่อ (tiller) สูงถึง 20 – 25 หน่อต่อต้น แต่มีหน่อที่สามารถให้รวงได้เพียง 60% ส่วนหน่อที่เหลืออีก 40% ไม่สามารถให้รวงได้

3. รูปทรงของต้นข้าวแบบใหม่ (new plant type) สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ได้เสนอรูปทรงของต้นข้าวแบบใหม่เพื่อจะเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นกว่าเดิมอีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้เสนอรูปทรงของต้นข้าวที่เหมาะสมสำหรับการปลูกจากเมล็ดโดยตรงหรือการปลูกโดยวิธีหว่าน (broadcasting) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมของเกษตรกร รูปทรงแบบใหม่ของต้นข้าวที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสนอโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติจะแตกต่างค่อนข้างมากกับรูปทรงทรงต้นข้าวมหัศจรรย์ โดยมีลักษณะที่สำคัญ (Peng *et al*., 1994; Khush, 1995) ดังนี้

1. แตกกอน้อย ในกรณีที่ปลูกแบบหว่านให้จำนวนต้นต่อกอประมาณ 3-4 ต้น และปลูกแบบปักดำให้จำนวนต้นต่อกอประมาณ 8-10 ต้น แต่ทุกหน่อสามารถให้รวงได้ในปัจจุบันพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงส่วนใหญ่จะแตกกอดี มีจำนวนหน่อประมาณ 20 - 25 ต้นต่อกอ แต่มีต้นที่สามารถให้รวงได้เพียง 60% เท่านั้น
2. รวงมีขนาดใหญ่ มีเมล็ดมากประมาณ 200 – 250 เมล็ด
3. ต้นเตี้ย สูงประมาณ 90 – 100 เซนติเมตร
4. ลำต้นแข็งแรงหรือฟางแข็ง ไม่หักล้ม
5. ระบบรากแข็งแรงสมบูรณ์ สามารถดูดธาตุอาหารจากดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. ต้านทานต่อโรคและแมลงหลายๆ ชนิด (multiple resistance)
7. มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110 – 130 วัน
8. มีดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index หรือ HI) สูงประมาณ 0.6 (ข้าวผลผลิตสูงในปัจจุบันมีค่า HI ประมาณ 0.4)
9. มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงประมาณ 13 – 15 ตันต่อเฮกตาร์ สูงกว่าข้าวที่ให้ผลผลิตสูงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถึง 25%

การที่ต้นข้าวรูปทรงแบบใหม่มีการแตกกอน้อยจัดว่าเป็นลักษณะที่ดีเนื่องจากทำให้สามารถปลูกข้าวได้ในระยะชิดกันมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้จำนวนต้นหรือจำนวนรวงต่อหน่วยพื้นที่สูงขึ้นด้วย จึงเหมาะสมกับวิธีปลูกแบบหว่าน (broadcasting) แต่อย่างไรก็ตามจะปลูกแบบปักดำก็สามารถทำได้ ซึ่งการปลูกข้าวแบบหว่านจะใช้แรงงานน้อยกว่าแบบปักดำและปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกข้าวแบบหว่าน เนื่องจากการขาดแคลนแรงงาน นอกจากนี้ต้นข้าวรูปทรงแบบใหม่ยังใช้น้ำน้อยกว่าเนื่องจากมีจำนวนหน่อน้อยจึงต้องการน้ำในการเจริญเติบโตน้อยกว่า

การปรับปรุงรูปทรงของต้นข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิต

สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ได้พยายามปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีรูปทรงต้นข้าวแบบใหม่ ถ้าประสบความสำเร็จในการสร้างพันธุ์ข้าวรูปทรงแบบใหม่และสามารถแนะนำให้เกษตรกรใช้เป็นพันธุ์ปลูกได้อย่างกว้างขวางและทั่วถึงจะมีผลให้ปริมาณข้าวที่ผลิตได้เพิ่มสูงขึ้นอีก 100 ล้านตันต่อปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และในระดับเกษตรกรจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีก 1.25 ตันต่อเฮกตาร์สำหรับนาในเขตชลประทาน ข้าวพันธุ์ดีในปัจจุบันให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 10 ตันต่อเฮกตาร์

Peng *et al*. (2008) ได้รายงานความก้าวหน้าการดำเนินงานโครงการปรับปรุงรูปทรงของต้นข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตไว้ดังนี้

ในปี 1989 สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีรูปทรงของต้นข้าวแบบใหม่ (new plant type หรือ NPT) เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงกว่าเพดานผลผลิตในปัจจุบัน (ประมาณ 10 ตันต่อเฮกตาร์) ซึ่งคงที่เป็นเวลานานแล้ว โดยการนำเชื้อพันธุ์ข้าวจำนวน 2000 entries จากธนาคารพันธุกรรมข้าวของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI germplasm bank) มาปลูกทดสอบเพื่อหาข้าวที่มีลักษณะ NPT ที่ต้องการ พบว่า ข้าวพวก javanica หรือ bulu จากประเทศอินโดนีเซีย ส่วนใหญ่มีลักษณะ NPT กล่าวคือ แตกกอน้อย รวงใหญ่ ลำต้นหนา และระบบรากแข็งแรง แต่ลำต้นสูง เชื้อพันธุ์ข้าวเหล่านี้ปัจจุบันเรียกว่า tropical japonica

ในปีต่อมา 1990 IRRI ได้ดำเนินการผสมพันธุ์ระหว่างเชื้อพันธุกรรมข้าวพวก bulu ซึ่งเป็นข้าวต้นสูงกับสายพันธุ์ข้าวต้นเตี้ย (semidwarf) จากประเทศจีน จำนวนมากกว่า 2,000 คู่ผสมและได้สายพันธุ์ข้าว (pedigree line) จำนวนถึง 100,000 สายพันธุ์ แล้วคัดเลือกได้สายพันธุ์ NPT-TJ (new plant type – tropical japonica) ที่มีลักษณะที่ต้องการจำนวน 500 สายพันธุ์สำหรับนำไปทดสอบผลผลิตเบื้องต้น

จากการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์ NPT-TJ ทั้ง 500 สายพันธุ์ในปี 1993 – 1996 พบว่า สายพันธุ์เหล่านี้มีการแตกกอน้อย ลำต้นหนา ใบธงใหญ่มีสีเขียวเข้ม รวงใหญ่ แต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ IR 72 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ทั้งนี้เนื่องมาจากสายพันธุ์ NPT-TJ ผลิต biomass ได้น้อยร่วมกับรวงมีการติดเมล็ดต่ำ (poor grain filling) สายพันธุ์ NPT-TJ มีอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage) ต่ำกว่าพันธุ์ข้าวพวก indica ทำให้แตกกอน้อยซึ่งส่งผลให้ผลิตชีวมวล (biomass) ได้น้อย จึงทำให้รวงติดเมล็ดต่ำไปด้วย นอกจากนี้สายพันธุ์ NPT-TJ ยังอ่อนแอต่อโรคและแมลงหลายชนิดและเมล็ดมีคุณภาพต่ำ อย่างไรก็ตามนักวิจัยสามารถสืบย้อนกลับไปว่าลักษณะการติดเมล็ดต่ำมาจากพ่อแม่พันธุ์ใดบ้าง จึงแก้ปัญหาได้โดยการเลือกใช้พันธุ์พ่อแม่ที่ให้เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงในการผสมพันธุ์ภายหลัง ซึ่งส่งผลให้สายพันธุ์ NPT-TJ รุ่นต่อๆ มาให้ผลผลิตสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กว่าสายพันธุ์ NPT-TJ รุ่นแรกๆ และพันธุ์เปรียบเทียบ ตัวอย่างเช่น สายพันธุ์ NPT ที่ดีที่สุดให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ IR 72 ถึง 9.5% ในแปลงทดสอบผลผลิตที่ IRRI ในปี 1998

IRRI ได้ส่งสายพันธุ์ NPT-TJ จำนวนหลายสายพันธุ์ไปให้ Yunnan Academy of Agricultural Science ของประเทศจีน ภายหลังการประเมินสายพันธุ์ภายใต้สภาพแวดล้อมของมณฑลยูนานในระหว่างปี 2000-2003 นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวชาวจีนสามารถแนะนำพันธุ์ข้าวจำนวน 3 พันธุ์ให้กับเกษตรกรนำไปปลูก ได้แก่พันธุ์ Dianchao1, 2 และ 3 ซึ่งได้มาจากสายพันธุ์ NPT-TJ ของ IRRI จำนวน 4 สายพันธุ์ (Virk *et al*., 2004)

นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวของหลายประเทศในเขตร้อนได้นำสายพันธุ์ NPT-TJ ไปใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เช่น ประเทศอินโดนีเซีย นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้ใช้สายพันธุ์ IR 66154-521-2-2 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ NPT-TJ ของ IRRI เป็นพันธุ์พ่อแม่พันธุ์หนึ่งในการผสมพันธุ์จนได้ข้าวพันธุ์ใหม่ที่มีชื่อว่า Ciapus ในปี 2003 ในประเทศจีนและเวียตนาม นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวสามารถสร้างสายพันธุ์ข้าวที่ดีเด่น (promising line) หลายสายพันธุ์ซึ่งมีกำเนิดมาจากคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ NPT-TJ และได้ทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์เหล่านี้ในแปลงเกษตรกร (Virk *et al*., 2004)

การปรับปรุงสายพันธุ์ NPT-TJ ยังคงต้องดำเนินการต่อไปเพื่อเพิ่มความสามารถในการแตกกอ (tillering capacity) ซึ่งจะทำให้ข้าวผลิตชีวมวลได้มากขึ้นและทำให้รวงติดเมล็ดสูงขึ้น นอกจากนี้ยังต้องปรับปรุงสายพันธุ์ NPT-TJ ให้ต้านทานต่อโรคและแมลงในเขตร้อน เช่น โรคไหม้ (blast) โรคขอบใบแห้ง (bacteria blight) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper) และเพลี้ยจั๊กจั่นสีเขียว (green leafhopper) ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของสายพันธุ์ NPT-TJ ก็คือ เมล็ดมีลักษณะสั้นป้อม ข้าวสุกนุ่มเหนียวคล้ายกับข้าว japonica ซึ่งเกษตรกรและผู้บริโภคในทวีปเอเชียเขตร้อนไม่นิยมรับประทาน จึงควรปรับปรุงสายพันธุ์ NPT-TJ ให้เมล็ดมีลักษณะเรียวยาว มีปริมาณแป้งอะมิโลสปานกลางซึ่งจะทำให้ข้าวสุกไม่นุ่มมากจนเกินไป (Virk *et al*., 2004)

การปรับปรุงรูปทรงของต้นข้าวโดยการผสมพันธุ์ระหว่างข้าว indica และ tropical japonica

การปรับปรุงสายพันธุ์ NPT-TJ ให้มีลักษณะดีขึ้น ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 1995 โดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ NPT-TJ กับพันธุ์หรือสายพันธุ์ดีเด่น (elite line) ของข้าว indica ที่ให้ผลผลิตสูงเพื่อเพิ่มการผลิตทางชีวมวล ถ่ายทอดยีนต้านทานต่อโรคและแมลงในเขตร้อน และปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเมล็ดให้เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรและผู้บริโภคในทวีปเอเชียเขตร้อน ภายหลังการผสมพันธุ์ได้สายพันธุ์ NPT-IJ จำนวนมากกว่า 400 สายพันธุ์ จากการทดสอบผลผลิตสายพันธุ์เหล่านี้พบว่า สายพันธุ์ NPT-IJ จำนวนหลายสายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ IR72 และบางสายพันธุ์ให้ผลผลิตเกือบทะลุเพดาน 10 ตันต่อเฮกตาร์ ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากสายพันธุ์ NPT-IJ เหล่านี้ให้จำนวนรวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตรเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงขึ้น รวงใหญ่ขึ้นและมีเมล็ดมากขึ้น ผลิตชีวมวลมากขึ้น และดัชนีเก็บเกี่ยวสูงขึ้น อายุเก็บเกี่ยว 115-125 วัน ซึ่งจัดว่าเป็นข้าวที่มีอายุสั้นถึงปานกลางและสามารถใช้ในระบบปลูกพืช (cropping system) ในเขตร้อนได้ ในปี 2007 ประเทศฟิลิปปินส์ได้ประกาศแนะนำพันธุ์ NSICRc158 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica และทำการปลูกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ IR77186-122-2-2-3 ที่มีอายุวันเก็บเกี่ยว 113 วัน ต้านทานโรคยอดเหี่ยวและโรคข้าวหัวงอกซึ่งมีสาเหตุมาจากหนอนกอในระดับปานกลาง สามารถปลูกแบบปักดำและแบบหว่าน โดยให้ผลผลิตสูงถึง 7,036 และ 7,115 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Peng *et al.*,2008)

นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ IRRI ยังต้องการปรับปรุงสายพันธุ์ NPT-TJ ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตของข้าวนาชลประทานในเขตร้อนอีก 10% โดยมีเป้าหมายให้สายพันธุ์ NPT-TJ มีลักษณะดังนี้ มีจำนวนรวง 330 รวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ด 150 เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากกว่า 80% น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (อบแห้ง) 25 กรัม น้ำหนักของส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่อยู่เหนือดิน (ที่ความชื้น 14%) (biomass) 22 ตันต่อเฮกตาร์ และ ดัชนีเก็บเกี่ยว 50% ในปี 2004 จึงได้เริ่มโครงการปรับปรุงสายพันธุ์ NPT-TJ เพื่อลักษณะเหล่านี้ และคาดว่าสายพันธุ์ NPT-TJ ที่ดีเด่นจะให้ผลผลิตสูงขึ้น ต้านทานต่อโรคและแมลงมากขึ้น และเมล็ดมีคุณภาพดีขึ้น (Peng *et al.,* 2008)

การคัดเลือกพันธุ์ในข้าว

การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองนั้น การคัดเลือกนับเป็นขั้นตอนสำคัญอันดับแรก อย่างไรก็ตามการคัดเลือกจะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความผันแปรในพันธุ์พืชที่ใช้ในการคัดเลือก ถ้าความผันแปรภายในพันธุ์มีน้อย นั่นก็หมายความว่าพืชแต่ละต้นภายในพันธุ์นั้นเกือบจะเหมือนกันหมด โอกาสที่จะคัดเลือกต้นพืชที่มีลักษณะตรงตามความต้องการก็มีน้อย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาพันธุ์อื่นๆ ซึ่งมีลักษณะที่ต้องการมาผสมพันธุ์เพื่อสร้างความผันแปร จากนั้นจึงนำวิธีการคัดเลือกต่างๆ มาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ดีต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคัดเลือกพันธุ์แบบสืบประวัติ

การคัดเลือกพันธุ์แบบสืบประวัติ (pedigree method) เป็นแนวคิดของ Love (1927) และเป็นวิธีที่นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวจะนิยมใช้กันมาก ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญคือ การคัดเลือกต้นพืชที่มีลักษณะตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ จากประชากรในชั่วที่ 2 (F_2) ซึ่งเป็นชั่วที่พืชมีการกระจายตัวของลักษณะต่างๆ สูงสุด และนำต้นที่ถูกคัดเลือกไปปลูกในชั่วต่อๆ ไป ทำเช่นนี้จนกว่าพืชจะมีความคงตัวทางพันธุกรรม (homozygosity) จากนั้นนำสายพันธุ์ที่ได้จากหลายๆ ต้นมารวมกันแล้วนำไปทดสอบผลผลิตและคุณภาพของเมล็ด

วิธีการคัดเลือกพันธุ์แบบสืบประวัติ เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการบันทึกประวัติของสายพันธุ์ในทุกขั้นตอนของการคัดเลือกจากชั่วต่อชั่ว เป็นวิธีที่สามารถติดตามรายละเอียดของสายพันธุ์ในแต่ละขั้นตอนได้อย่างต่อเนื่อง นักวิจัยสามารถเข้าใจและทราบถึงการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของแต่ละสายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี ช่วยฝึกทักษะในการคัดเลือกด้วยสายตา ช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ถึงลักษณะแปลกใหม่ (กฤษฎา, 2551)

Brim (1973) กล่าวว่า ในระหว่างปี 1951 ถึง 1960 และ ปี 1961 ถึง 1974 มีพันธุ์พืชที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากแผนการผสมพันธุ์แบบต่างๆ และวิธีการผสมกลับประมาณ 95% และเกือบ 100% ตามลำดับ โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบสืบประวัติ (pedigree method) การคัดรวม (bulk method) และการเลือกแบบสืบประวัติประยุกต์ (modified pedigree) แล้วคัดเลือกจากสายพันธุ์ที่มีการกระจายตัวในชั่วหลังๆ (advanced segregation generations) อย่างไรก็ตามพันธุ์ที่ถูกพัฒนาในระยะเริ่มแรกเกือบทั้งหมดมาจากการวิธีการคัดพันธุ์แบบสืบประวัติ หลังจากนั้นก็ได้นำวิธีการคัดพันธุ์แบบสืบประวัติมาประยุกต์ใช้กับพืชอื่นๆ Hargrove (1978) รายงานว่า มีนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวคิดเป็น 68% จากทั้งหมด 31 คน จากศูนย์วิจัย 21 แห่งของ 10 ประเทศในเอเชียใช้วิธีการคัดพันธุ์แบบสืบประวัติและพันธุ์พืชที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจำนวน 94% ถูกคัดเลือกโดยวิธีการคัดพันธุ์แบบสืบประวัติร่วมกับวิธีการอื่นๆ

ในประเทศไทยพันธุ์ข้าวที่แนะนำให้เกษตรกรปลูกส่วนใหญ่ได้มาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีคัดพันธุ์แบบสืบประวัติ เช่น พันธุ์ข้าวเจ้าหอมปทุมธานี1 โดยกรมวิชาการเกษตรได้ประกาศรับรองพันธุ์ เมื่อปี 2543 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ข้าวหอม BKNA6-18-3-2 กับสายพันธุ์ PTT85061-86-3-2-1 ดำเนินการวิจัยที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในฤดูนาปรัง พ.ศ.2533

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แล้วทำการปลูกคัดเลือกข้าวลูกผสมชั่วที่ 2 ถึง 6 โดยวิธีบันทึกประวัติหรือสืบประวัติจนได้สายพันธุ์ PTT90071-93-8-1-1 ซึ่งเป็นข้าวหอมไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุนับจากวันตกกล้าถึงเก็บเกี่ยว 104 – 126 วัน ลำต้นค่อนข้างเตี้ย คุณภาพในการหุงต้มและรับประทานคล้ายข้าวขาวดอกมะลิ105 และให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 650-774 กิโลกรัมต่อไร่ (สถาบันวิจัยข้าว, 2543)

กรมวิชาการเกษตร (2546) กรมวิชาการเกษตรได้ประกาศแนะนำพันธุ์ข้าวเจ้าพัทลุง ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี90 กับสายพันธุ์ IR52280-117-1-1-3 ดำเนินการที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท ในปี พ.ศ.2535 แล้วทำการปลูกคัดเลือกข้าวแบบสืบประวัติจนได้สายพันธุ์ CNT92024-4-2-1-1-PTL-2 เป็นพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุนับจากวันตกกล้าถึงเก็บเกี่ยว 112 วัน (ปลูกแบบปักดำ) และ 103 วัน (ปลูกแบบหวานน้ำตม) ลำต้นค่อนข้างเตี้ย (104 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 714 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร (2546) กรมวิชาการเกษตรได้ประกาศรับรองพันธุ์ข้าวเจ้าพิษณุโลก 3 ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ กข 27 กับสายพันธุ์ LA29W/73-NF$_1$U-14-3-1-1ซึ่งได้จากการนำพันธุ์เหลืองอ่อน29 ไปอาบรังสี ได้ดำเนินการที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ในปี 2525 นำไปคัดเลือกโดยวิธีสืบประวัติ ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกจนได้สายพันธุ์ SPRLR82129-PSL-148-3-2 เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ลำต้นค่อนข้างสูง (167 เซนติเมตร) คุณภาพข้าวสุกค่อนข้างอ่อนนุ่ม ให้ผลผลิตเฉลี่ย 604 กิโลกรัมต่อไร่

คุณภาพของเมล็ดข้าว

การปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตเป็นวัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์พืช ถึงแม้ว่าจะไม่สำคัญเท่ากับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต หรือการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ต้านทานต่อโรคและแมลง แต่โครงการปรับปรุงพันธุ์พืชส่วนมากมักจะทำการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตควบคู่ไปกับการปรับปรุงผลผลิตด้วย เนื่องจากคุณภาพของเมล็ดข้าวจะเป็นตัวกำหนดราคาและคนส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวคุณภาพดี ดังนั้นข้าวพันธุ์ดีนอกจากจะให้ผลผลิตสูงแล้วยังต้องมีคุณภาพเมล็ดดีด้วย คุณภาพของเมล็ดข้าวแบ่งออกเป็น 2 ด้านใหญ่ๆ (ประภาส, 2520) ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. คุณภาพทางกายภาพ

คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ (physical quality) หมายถึง คุณสมบัติต่างๆ ของเมล็ดที่สามารถมองเห็นหรือชั่งตวงวัดได้ เช่น น้ำหนักเมล็ด สีของข้าวเปลือก สีของข้าวกล้อง ขนาดและรูปร่างของเมล็ด ความใสขุ่นของข้าวสาร ความแกร่งของเมล็ด ความขาวของข้าวสาร และคุณภาพการสี เป็นต้น

น้ำหนักเมล็ด (grain weight) คือ น้ำหนักข้าวเปลือก 100 หรือ 1,000 เมล็ด ที่ความชื้นของเมล็ด 14% ข้าวพันธุ์ดีของไทยที่รัฐบาลส่งเสริมให้ปลูกมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.25-3.67 กรัม

สีของเมล็ดข้าวเปลือก (hull color) เมื่อเมล็ดข้าวสุกแก่ สีของเปลือกจะมีทั้งสีขาว (white) ฟาง(straw) น้ำตาลอ่อนถึงเข้ม (light to dark brown) ทอง (gold) ร่องน้ำตาล (brown furrows) กระน้ำตาล (brown spots) น้ำตาลแดง (reddish brown) ม่วงหรือดำ (purple or sooty black) เป็นต้น สำหรับข้าวไทยส่วนใหญ่เมล็ดข้าวเปลือกมีสีฟาง และน้ำตาล สีอื่นๆ เช่น ดำ น้ำตาลแดง เขียวแกมเทาก็มีบ้าง ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีเปลือกสีฟาง

สีข้าวกล้อง (pericarp color) ในเมล็ดข้าวสีของข้าวกล้องจะแสดงออกที่เยื่อหุ้มผล (pericarp) ส่วน endosperm ของข้าวทุกชนิดมีสีขาวเสมอถึงแม้ข้าวกล้องจะเป็นสีอื่นๆ ก็ตาม ข้าวกล้องมีสีต่างๆ กัน ตั้งแต่ขาว แดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา และม่วงถึงเกือบดำ ส่วนข้าวกล้องที่เป็นที่นิยมคือ พวกที่มีสีอ่อน เช่น ขาวหรือน้ำตาล

ขนาดรูปร่างเมล็ด (grain dimension) หมายถึง ความยาว (length) ความกว้าง (width) ความหนา (thickness) และรูปร่าง (shape)

ความยาวของเมล็ด หมายถึง ระยะจากปลายยอดสุดถึงโคนเมล็ด

ความกว้างของเมล็ด หมายถึง ระยะที่กว้างที่สุดระหว่างเปลือกใหญ่ (lemma) ถึงเปลือกเล็ก (palea)

ความหนาของเมล็ด หมายถึง ระยะที่กว้างที่สุดระหว่างเปลือกใหญ่ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปร่างเมล็ด (shape) เป็นลักษณะแรกทางด้านคุณภาพของเมล็ดที่นักปรับปรุงพันธุ์ใช้ในการจำแนกพันธุ์ข้าว ซึ่งจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์และสภาพพื้นที่ปลูก เช่น ข้าวพวก indica จะมีเมล็ดยาว รูปร่างเรียว พวก japonica มีเมล็ดสั้น รูปร่างป้อม

ลักษณะท้องไข่ (chalkiness) ท้องไข่ในเมล็ดข้าว หมายถึง จุดสีขาวขุ่นคล้ายชอล์กที่เกิดขึ้นใน endosperm ของเมล็ด เกิดจากการอัดตัวกันอย่างหลวมๆ ของเม็ดแป้ง (starch granule) กับโปรตีน (protein body) ลักษณะท้องไข่ในเมล็ดข้าวไม่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน แต่เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เนื่องจากข้าวที่เป็นท้องไข่มาก เมื่อนำไปสีจะมีข้าวหักมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวน้อย

ความเลื่อมมันของเมล็ด (vitrecus) ข้าวกล้องที่มีความเลื่อมมันดี เมื่อนำไปสีจะได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง ข้าวหักน้อย เนื้อข้าวใส ทำให้ขายได้ราคาดี

ความขาวของข้าวสาร (whiteness of milled rice) ข้าวที่ผ่านการสีแล้วจะมีสีขาวเสมอเพราะเหลือแต่ส่วนที่เป็นแป้ง (endosperm) ของเมล็ด แต่ข้าวสารอาจมีความขาวแตกต่างกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่าง เช่น ระดับการสี ข้าวที่ขัดเบาๆ หรือขัดด้วยการสีต่ำจะได้ข้าวสารสีขาวน้อยกว่าข้าวที่ขัดหนัก หรือขัดด้วยระดับการสีสูงเพราะยังมีชิ้นรำติดอยู่บ้าง ข้าวที่เก็บไว้นานๆ เมื่อนำไปสีจะได้ข้าวสารสีคล้ำลงกว่าข้าวใหม่

ความใสของข้าวสาร (grain translucency) หมายถึง ความทึบแสง (opaque) หรือความใส (translucency) ของเนื้อข้าวสารทั้งเมล็ด สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้ในข้าวเจ้า ปัจจุบันยังไม่พบสาเหตุของความใสขุ่นของข้าวสาร แต่คาดว่าเนื่องมาจากทั้งพันธุ์ข้าวและสภาพพื้นที่ปลูก เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีเมล็ดใสกว่าข้าวที่ปลูกในภาคกลาง

2. คุณภาพทางเคมี หรือคุณภาพหุงต้มและรับประทาน

จากการศึกษาหลายทศวรรษที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าคุณภาพการหุงต้มและรับประทานจะดีหรือไม่ขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพและเคมีของแป้งที่อยู่ในเอนโดสเปอร์ม คุณสมบัติทางเคมีของข้าวจะขึ้นกับพันธุ์ข้าวและคุณภาพแป้งซึ่งจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพการหุงต้ม (Juliano, 1985) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณ amylose ของเมล็ดข้าว (แป้งข้าว) จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพการรับประทานและหุงต้ม (Tan and Corke, 2002) ซึ่งไม่สามารถประเมินดูได้จากลักษณะภายนอกจะต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณอะมิโลส (amylose content) เมล็ดข้าวสารประกอบด้วยแป้ง 2 ชนิด คือ อะมิโลส และอะมิโลเพกติน อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ข้าวมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่นแป้งข้าวเหนียวจะมีแต่อะมิโลเพกตินหรือมีอะมิโลสปนอยู่เล็กน้อย ในขณะที่แป้งข้าวเจ้ามีอะมิโลสสูงส่วนอะมิโลเพกตินต่ำ ข้าวที่มีอะมิโลสสูงเมื่อหุงสุกแล้วจะร่วน แข็งกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ เนื่องจากอะมิโลสทำให้เมล็ดข้าวสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ดีกว่าอะมิโลเพกตินจึงทำให้ข้าวสุกไม่แฉะง่าย ปริมาณอะมิโลสจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับการขยายปริมาตรและการดูดน้ำในระหว่างการหุงต้ม แต่เป็นปฏิภาคผกผันกับความนุ่ม และความเหนียวของข้าวสุก แต่อย่างไรก็ตามข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสเท่ากันหรือใกล้เคียงกันก็ยังมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะความนุ่มของข้าวสุกซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับค่าการสลายเมล็ดในด่าง (alkali spreading value) หรือค่าความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) (Webb 1980; Juliano 1985; Unnevehr *et al*., 1992, Tan *et al*., 1999)

ปริมาณอะมิโลสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวพันธุ์เดียวกันในฤดูปลูกที่ต่างกันอาจเกิดความแปรปรวนได้ถึง 6% (Resurreccion *et al*., 1977; Mackill *et al*., 1996) เช่นเดียวกับงามชื่นและคณะ (2545) รายงานว่า เมื่อปลูกข้าวพันธุ์เดียวกันในพื้นที่ต่างกันอาจมีความแปรปรวนของปริมาณอะมิโลสได้ถึง 6%

ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) นอกจากปริมาณอะมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพการหุงต้มแล้ว ในระหว่างข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสเท่ากัน อาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากันทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนต่างกัน การทดสอบความคงตัวของแป้งสุกสามารถทำได้โดยการอ่านระยะทางการไหลของแป้งในสารละลายด่าง KOH ในการพิจารณาคุณภาพข้าวโดยใช้ความคงตัวของแป้งสุกนั้นจะต้องพิจารณาบนพื้นฐานของข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสอยู่ในประเภทเดียวกัน เช่น หากมีข้าว 2 พันธุ์ที่มีปริมาณอะมิโลสสูงใกล้เคียงกัน ข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกอ่อนเมื่อหุงเป็นข้าวสุกจะได้ข้าวที่แข็งกระด้างน้อยกว่าข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกแข็ง (Cagampang *et al*., 1973; Tan *et al*., 1999)

อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) (Little *et al*., 1958 ; Tan *et al*., 1999) เป็นอุณหภูมิที่ทำให้แป้งกลายเป็นเจล (gel) และเปลี่ยนจากลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งแสง อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการหุงต้ม โดยทั่วไปการต้มข้าวให้สุกต้องใช้เวลา 13-24 นาที ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงต้องใช้เวลาหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ข้าวที่มีปริมาณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อะมิโลสต่ำ (10-19%) ควรจะมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำด้วย ถ้าอุณหภูมิแป้งสุกสูงเมื่อหุงเป็นข้าวสุกจะแฉะเนื่องจากเมล็ดมีการดูดซับน้ำไว้มาก การวิเคราะห์หาอุณหภูมิแป้งสุกสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการหาอุณหภูมิที่ทำให้เม็ดแป้งสูญเสีย birefringence วิธีการประมาณจากค่าความหนืด (viscosity) โดยใช้เครื่อง Brabender visco/amylograph และ สามารถประเมินได้จากการสลายเมล็ดข้าวสารในด่าง (alkali test)

อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio) ในระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวจะขยายตัวโดยรอบโดยเฉพาะด้านยาว ในข้าวบางพันธุ์เมล็ดสามารถยืดตัวได้มาก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษที่เป็นที่นิยม การที่เมล็ดยืดตัวได้มากหากข้าวสุกไม่เหนียวติดกัน คุณสมบัตินี้ช่วยเสริมให้ข้าวขึ้นหม้อได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การที่เมล็ดขยายตัวได้มากทำให้เนื้อภายในโปร่งไม่อัดแน่นและช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น พันธุ์ข้าวที่มีอัตราการยืดตัวดี ได้แก่ พันธุ์ Basmati370 ซึ่งสามารถยืดตัวได้มากกว่า 2 เท่าของความยาวเมล็ดข้าวสารและเป็นที่นิยมของประชากรในประเทศตะวันออกกลาง อินเดีย และปากีสถาน นอกจากนี้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ก็มีอัตราการยืดตัวดีเช่นกัน (งามชื่น, 2539)

กลิ่นหอม (aroma) เป็นลักษณะพิเศษซึ่งเป็นที่นิยมของคนไทยและผู้บริโภคบางกลุ่ม ข้าวที่มีกลิ่นหอมจะมีสาร 2-acetyl-1-pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไป ซึ่งสารดังกล่าวนี้พบในข้าวสารหอมพันธุ์ต่างๆ เป็นปริมาณ 0.04-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม และในข้าวกล้องประมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม ในการทดสอบความหอมของข้าวนั้นทำได้โดยแช่เมล็ดข้าวในน้ำเกลือเข้มข้น 10% ปิดฝาให้สนิทเพื่อให้สารหอมระเหยออกมา (งามชื่นและคณะ, 2545)

ยีน (gene) ที่ควบคุมคุณภาพข้าว

Tan *et al.* (1999) ได้ศึกษายีนที่ควบคุมลักษณะคุณภาพหุงต้มและรับประทานของข้าว 3 ลักษณะ คือ ปริมาณอะมิโลส (amylose content) ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) และอุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) จากประชากร recombinant inbred line 3 กลุ่ม ที่มาจากพ่อแม่เดียวกัน คือ F_2, $F_{2:3}$ และ F_9 โดยการวิเคราะห์การกระจายตัวของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า แต่ละลักษณะที่ศึกษาถูกควบคุมด้วยยีนตำแหน่งเดียว Ahn *et al.* (1992) และ Garland *et al.* (2002) พบว่า ยีนที่ควบคุมความหอมอยู่บนโครโมโซม 8 ส่วนปริมาณอะมิโลสถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซม 6 และ 7 (Lanceras *et al.*, 2002) Shi *et al.* (1997) พบว่า คุณภาพหุงต้มถูกควบคุมโดยอิทธิพลจากพันธุกรรมเป็นหลักและอีกส่วนหนึ่งมาจากอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมด้วยแต่มีผลเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะปริมาณอะมิโลสและค่าการสลายเมล็ดในด่าง (alkali spreading score) Tang *et al.* (1991) พบว่าความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) ถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่ โดยอาศัยค่าความคงตัวของแป้งสุก 3 ประเภท คือ แข็ง ปานกลาง อ่อนนุ่ม ส่วนการถ่ายทอดลักษณะของอุณหภูมิแป้งสุกยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ Shen *et al.* (1987) พบว่า ลักษณะนี้ถูกควบคุมด้วยยีนหลักเพียง 1 หรือ 2 ตัว และมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ (heritability) สูง แต่ภายในพันธุ์เดียวกันจะมีความแปรปรวนของลักษณะถึง 10% ขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงหลังจากที่ออกดอกจะทำให้อุณหภูมิแป้งสุกสูงด้วย แต่ถ้าอุณหภูมิของอากาศต่ำก็จะทำให้อุณหภูมิแป้งสุกต่ำด้วย เช่นเดียวกับลักษณะท้องไข่ที่ถูกควบคุมโดยอิทธิพลของพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ซึ่งสภาพแวดล้อมจะมีผลต่อลักษณะนี้เป็นอย่างมาก เช่น ถ้าอุณหภูมิสูงในช่วงหลังจากที่ดอกบานแล้วจะทำให้เกิดท้องไข่มากขึ้นด้วย (Resurreccion *et al*., 1977)

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มคุณภาพของเมล็ดข้าว

การปรับปรุงคุณภาพของข้าวเป็นวัตถุประสงค์อีกอย่างหนึ่งของนักปรับปรุงพันธุ์เนื่องจากคุณภาพของข้าวจะเป็นตัวกำหนดราคาข้าว การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยได้ให้ความสำคัญกับลักษณะคุณภาพควบคู่ไปกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิต โดยที่คุณภาพเมล็ดเป็นหนึ่งในวัตถุประสงค์หลักในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของกรมการข้าว แต่การปรับปรุงคุณภาพให้อยู่ในระดับที่แน่นอนยังเป็นไปได้ยาก เนื่องจาก คุณภาพของเมล็ดข้าวเป็นผลรวมของหลายๆ ลักษณะ ซึ่งมีผลกระทบต่อราคาในตลาด และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ คุณภาพของเมล็ดข้าวนอกจากจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมแล้ว สภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกข้าวก็มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดด้วยเช่นกัน

Wu *et al*. (2001) ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวอินดิกาให้มีคุณภาพที่ดี โดยการคัดเลือกในชั่วหลังๆ (ชั่วที่ 5 เป็นต้นไป) ร่วมกับการใช้ pasting viscoamylograph วิธีการนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีผลผลิตสูงและมีคุณภาพที่ดีด้วย โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงก่อนในชั่วแรกๆ และคัดเลือกลักษณะคุณภาพในชั่วสุดท้ายของรอบ (cycle) การปรับปรุงพันธุ์

ดวงใจและคณะ (2550) ได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนเค็มและมีคุณภาพการหุงต้มดี โดยวิธีการผสมกลับ (backcross) และนำวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพหรือเครื่องหมายโมเลกุลมาใช้ในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มความแม่นยำ โดยการผสมข้ามระหว่างข้าวพันธุ์ IR29 และ Pokkili ได้ลูกชั่วที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ทนเค็มจากนั้นนำไปผสมกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้ลูกผสมกลับ BC_1F_1 นำเครื่องหมายโมเลกุลมาใช้ในการติดตามลักษณะทนเค็ม ลักษณะความนุ่มและความหอมจนได้ลูกผสมกลับ BC_2F_2 และ BC_2F_3 นำไปตรวจสอบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าลูกผสมกลับ BC_2F_2 มีพันธุกรรมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตั้งแต่ 72.45 – 95.92% และมีคุณภาพหุงต้มเหมือนข้าวขาวดอกมะลิ 105

ศิลปชัย (2544) ได้ผสมพันธุ์ข้าวระหว่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 กับพันธุ์สุพรรณบุรี1 สุพรรณบุรี2 และ สุพรรณบุรี90 โดยวิธีการผสมกลับ จนได้ลูกผสมกลับ BC_1F_4 จำนวน 39 สายพันธุ์ นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานของเมล็ดที่คัดเลือกได้ พบว่า สายพันธุ์ที่มาจากคู่ผสมกลับ KDML105^2/SPR1 จำนวน 2 สายพันธุ์ มีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพใกล้เคียงกับข้าวขาวดอกมะลิ105 และสายพันธุ์ที่ได้จากคู่ผสมกลับ KDML105^2/SPR90 มีคุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดใกล้เคียงกับพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์หอมคลองหลวง 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลอง

1.1 สายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งมีลักษณะแตกกอน้อย รวงมีขนาดใหญ่ และมีเมล็ดจำนวนมาก (Virk *et al*., 2004) จำนวน 5 สายพันธุ์(ภาพผนวกที่ 1) ได้แก่

1.1.1 IR66738-118-1-2

1.1.2 IR67966-188-2-2-1

1.1.3 IR68544-29-2-1

1.1.4 IR68552-100-1-2-2

1.1.5 IR70491-33-2-2

1.2 สายพันธุ์ข้าว indica ซึ่งเมล็ดมีคุณภาพทางกายภาพที่ดี (เมล็ดยาวเรียว) (Virk *et al*., 2004) จำนวน 4 สายพันธุ์(ภาพผนวกที่ 2) ได้แก่

1.2.1 IR80151B

1.2.2 IR80154B

1.2.3 IR80156B

1.2.4 IR79128B

1.3 พันธุ์แนะนำจากทางราชการ จำนวน 5 พันธุ์ เพื่อใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่

1.3.1 พันธุ์ปทุมธานี 1

1.3.2 พันธุ์สุพรรณบุรี1

1.3.3 พันธุ์สุพรรณบุรี2

1.3.4 พันธุ์ชัยนาท1

1.3.5 พันธุ์ กข31

2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ข้าว ได้แก่ กรรไกร ถุงกระดาษไข ถุงพลาสติก ปากคีบ ป้ายชื่อ และดินสอ

3. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกข้าว ได้แก่ กระถาง ไม้ปักแปลง ป้ายชื่อ ปุ๋ยเคมี และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ด เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดความชื้น เครื่องวัดความยาว ความกว้างของเมล็ดข้าว และเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

5. สารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ด เช่น สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) กรดเกลเซียลอะซิติก (glacial acetic acid) ไอโอดีน (iodine) และโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การปลูก การผสมพันธุ์ และการคัดเลือกพันธุ์

ฤดูที่ 1 ปลูกข้าวสายพันธุ์แม่ (tropical japonica) และสายพันธุ์พ่อ (indica) ทั้ง 9 สายพันธุ์ ในกระถางๆ ละ 4 ต้น โดยปลูกสายพันธุ์ละ 8 ต้น ผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อ เก็บเกี่ยวเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 จากคู่ผสมจำนวนทั้งหมด 12 คู่ ดังนี้

IR66738-118-1-2 x IR80154B

IR66738-118-1-2 x IR80156B

IR66738-118-1-2 x IR 79128B

IR67966-188-2-2-1 x IR80156B

IR67966-188-2-2-1 x IR79128B

IR68544-29-2-1 x IR80154B

IR68544-29-2-1 x IR80156B

IR68552-100-1-2-2 x IR80151B

IR68552-100-1-2-2 x IR80156B

IR68552-100-1-2-2 x IR79128B

IR70491-33-2-2 x IR80154B

IR70491-33-2-2 x IR79128B

ฤดูที่ 2 นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์แม่ (tropical japonica) และ สายพันธุ์พ่อ (indica) จำนวน 12 คู่ มาปลูกในกระถางๆ ละ 4 ต้น โดยปลูกคู่ผสมละ 8 ต้น แล้วปล่อยให้ผสมตัวเอง เมื่อแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดลูกชั่วที่ 2 โดยเก็บแยกกันในแต่ละคู่ผสม

ฤดูที่ 3 นำเมล็ดลูกชั่วที่ 2 (F_2) ที่ได้จากฤดูที่ 2 มาปลูกในแปลงนาทดลอง โดยปลูกคู่ผสมละ 500 ต้น ปลูกแบบปักดำระยะระหว่างแถวและกอเท่ากับ 25 x 25 เซนติเมตร ปักดำจับละ 1 ต้น คัดเลือกต้นข้าวชั่วที่ 2 ที่มีลักษณะแตกกอปานกลาง รวงมีขนาดใหญ่ มีเมล็ดจำนวนมากและต้านทานต่อโรคแมลง เมื่อแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดลูกชั่วที่ 3 โดยเก็บแยกแต่ละต้นในแต่ละคู่ผสม

ฤดูที่ 4 นำเมล็ดลูกชั่วที่ 3 (F_3) ที่คัดเลือกได้จากฤดูที่ 3 มาปลูกในแปลงนาทดลองแบบรวงต่อแถว จำนวน 2 แถวต่อสายพันธุ์ แถวละ 26 ต้น คัดเลือกต้นของสายพันธุ์ข้าวชั่วที่ 3 ที่มีลักษณะตามที่ต้องการดังกล่าวข้างต้น เมื่อแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดจากต้นที่คัดเลือกไว้ในแต่ละสายพันธุ์โดยแยกแต่ละต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฤดูที่ 5 นำสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 (F_4)ที่ได้จากการคัดเลือกจำนวน 83 สายพันธุ์มาปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้น (preliminary yield test) ร่วมกับสายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์แม่จำนวน 4 สายพันธุ์ สายพันธุ์ข้าว indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อจำนวน 3 สายพันธุ์ และพันธุ์แนะนำจากทางราชการจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุพรรณบุรี1 สุพรรณบุรี2 ชัยนาท1 ปทุมธานี1 และ กข31 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ในแปลงนาทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ในฤดูฝน ปี 2552 โดยวางแผนการทดลองแบบ augmented design ใน randomized complete block (RCB) จำนวน 6 ซ้ำ 95 สิ่งทดลอง 6 บลอคๆ ละ 20 แปลงย่อยๆ ละ 80 ต้น ปลูกแบบปักดำ ระยะระหว่างแถวและกอเป็น 25 x 25 ซม. ปักดำจับละ 1 ต้น บันทึกข้อมูลลักษณะทางเกษตรต่างๆ โดยคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ดี คือ รวงมีขนาดใหญ่ มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมาก แตกกอปานกลาง จำนวน 8 ต้น เมื่อสุกแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์นำไปชั่งน้ำหนักผลผลิตที่ความชื้น 14% จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ด

แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ฤดูปลูกที่ 1 (กรกฎาคม – พฤศจิกายน 2550) Tropical Japonica x Indica

↓

ฤดูปลูกที่ 2 (ธันวาคม 2550 – เมษายน 2551) F_1

↓ ⊗

ฤดูปลูกที่ 3 (กรกฎาคม – พฤศจิกายน 2551) F_2

↓ ⊗

ฤดูปลูกที่ 4 (ธันวาคม 2551 – เมษายน 2552) F_3

↓ ⊗

ฤดูปลูกที่ 5 (มิถุนายน – กันยายน 2552) F_4 ทดสอบผลผลิตเบื้องต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การบันทึกลักษณะทางเกษตร

บันทึกข้อมูลลักษณะทางเกษตรรวมทั้งผลผลิตของข้าวแต่ละสายพันธุ์ ดังนี้

1. อายุวันออกดอก 50% นับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มตกกล้าจนถึงวันที่ต้นข้าวออกดอกครึ่งหนึ่งในละแต่แปลงย่อยโดยช่อดอกต้องโผล่พ้นคอรวง

2. ความสูงต้น วัดความสูงเฉลี่ยเป็นเซนติเมตรของต้นข้าวในแต่ละแปลงย่อย จำนวน 8 ต้นต่อแปลงย่อย โดยวัดจากพื้นดินถึงปลายรวงข้าวที่สูงที่สุดก่อนเก็บเกี่ยว

3. การแตกกอ นับจำนวนหน่อ (tiller) ของต้นข้าวในแต่ละแปลงย่อย จำนวน 8 ต้นต่อแปลงย่อย

4. จำนวนเมล็ดต่อรวง นับจำนวนเมล็ดดีของรวงข้าวในแต่ละแปลงย่อย จำนวน 8 รวงต่อแปลงย่อย

5. น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยการสุ่มเมล็ดจาก 8 ต้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย จำนวน 100 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนักเป็นกรัม

6. ผลผลิต ชั่งน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดจาก 8 ต้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย เป็นกรัม แล้วปรับเป็นกิโลกรัมต่อไร่ที่ความชื้น 14%

การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ด

การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ดังนี้

นำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 มาวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ ซึ่งได้แก่

1. น้ำหนัก 100 เมล็ด (100 grain weight) ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ด แล้วปรับเป็นน้ำหนักที่ความชื้นของเมล็ด 14%

2. ขนาดและรูปร่างเมล็ดข้าวกล้อง (grain size and shape) การกำหนดมาตรฐานขนาดของเมล็ดข้าวกล้องแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ การศึกษาครั้งนี้ใช้มาตรฐานของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ IRRI (1988) ซึ่งได้กำหนดความยาวเมล็ดออกเป็น 4 ระดับดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขนาด	ความยาว
ยาวมาก	ยาวกว่า 7.50 มม.
ยาว	6.61-7.50 มม.
ปานกลาง	5.51- 6.60 มม.
สั้น	สั้นกว่า 5.51 มม.

การจำแนกรูปร่างเมล็ดข้าวกล้องสามารถจำแนกรูปร่างเมล็ดข้าวกล้องออกเป็น 4 แบบตามอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ดข้าวกล้อง ดังนี้

รูปร่าง	อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง
เรียว	มากกว่า 3.0
ปานกลาง	2.0-3.0
ป้อม	น้อยกว่า 2.0

3. ลักษณะท้องไข่ (chalkiness) ประเมินจากจุดสีขาวคล้ายชอล์คที่เกิดขึ้นในเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ของเมล็ดข้าวสารตามวิธีการของเครือวัลย์ (2534) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าท้องไข่	ลักษณะ
0	เมล็ดใส (clear grain)
น้อยกว่า 1	ท้องไข่เล็กน้อย
1.0 - 1.5	ท้องไข่ปานกลาง
1.6 – 2.0	ท้องไข่ค่อนข้างมาก
มากกว่า 2	ท้องไข่มาก

การวิเคราะห์คุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ดังนี้

1. ปริมาณอะมิโลส (amylose content) วิเคราะห์ตามวิธีการของ Juliano (1971) ดังนี้

1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานอะมิโลส ชั่งอะมิโลส 0.04 กรัม ใส่ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมเอทธานอล 95% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ไม่ควรให้อะมิโลสเกาะผนังขวด แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมลาร์ปริมาตร 9 มิลลิลิตร กวนของเหลวในขวดโดยใช้แท่งแม่เหล็กกวนนาน 10 นาที นำแท่งแม่เหล็กออกและล้างส่วนที่ติดมาให้กลับไปในขวดด้วยน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายเข้ากันดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การเตรียมตัวอย่าง ทำเช่นเดียวกับการเตรียมสารละลายมาตรฐานอะมิโลสยกเว้นการชั่งตัวอย่างโดยชั่งแป้งข้าวเพียง 0.1 กรัม แทนอะมิโลสบริสุทธิ์

1.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน ดูดสารละลายมาตรฐานจากข้อ 1.1 ปริมาตร 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร ลงไปก่อนแล้วจึงเติมกรดอะซิติก 1 โมลาร์ ปริมาตร 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วที่มีสารละลายมาตรฐานตามลำดับ และเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร จากนั้นจึงเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 100 มิลลิลิตร และเขย่าให้สารละลายเข้ากัน วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร และเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอะมิโลส(กรัม/แป้งข้าว 100 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 8 16 24 32 และ 40) กับค่าการดูดแสง (ภาพผนวกที่ 7)

1.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง นำสารละลายจากข้อ 1.2 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร ลงไปก่อนแล้วจึงเติมกรดอะซิติก 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตรตามลงไป จากนั้นจึงเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที และทำเช่นเดียวกันนี้แต่ไม่ใส่สารตัวอย่างเพื่อใช้เป็นแบลงก์ (blank) วัดความเข้มสีของสารละลาย (ภาพผนวกที่ 6) โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

1.5 การเปลี่ยนค่าการดูดกลืนแสงเป็นปริมาณอะมิโลส นำค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละตัวอย่างซึ่งมีน้ำหนัก 0.1 กรัม เทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วอ่านค่าเป็นร้อยละของปริมาณอะมิโลสต่อแป้งข้าว 100 กรัม แล้วจำแนกประเภทของข้าวตามปริมาณอะมิโลส (Juliano, 1971) ดังนี้

ประเภทของข้าว	แป้งอะมิโลส(%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	1-2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำมาก	2-9	เหนียว
ข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำ	9-20	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะมิโลสปานกลาง	21-25	นุ่ม ค่อนข้างเหนียว
ข้าวเจ้าอะมิโลสสูง	มากกว่า 25-33	ร่วน แข็ง

2. ค่าการสลายเมล็ดข้าวสารในด่าง (alkaline test) วิเคราะห์ตามวิธีการของ Little *et al.* (1958) ดังนี้ สุ่มเมล็ดข้าวสาร 10 เมล็ด เรียงลงบนจานแก้วที่วางบนพื้นกระดาษสีเข้มเพื่อช่วยให้อ่านผลได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยให้ข้าวสารทั้งเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย แล้วปิดฝาตั้งทิ้งไว้ 23 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง (ห้ามขยับจานหรือทำให้ข้าวสารขยับเขยื้อน) แล้วอ่านค่าการกระจายของเมล็ดที่ปรากฏซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ระดับ ตามวิธีการของ งามชื่น (2536) ดังนี้

ระดับคะแนน	ลักษณะการสลายเมล็ดในด่าง
1	เมล็ดไม่เปลี่ยนแปลง
2	เมล็ดพองตัว
3	เมล็ดพองตัว มีแป้งกระจายออกจากเมล็ด โดยรอบแต่วงแคบ
4	เมล็ดพองตัว มีแป้งกระจายออกจากเมล็ด โดยรอบแต่วงกว้าง
5	เมล็ดแตกปริ ทางขวางหรือทางยาว แป้งกระจายออกโดยรอบและกว้าง
6	เมล็ดสลายรวมกับแป้งที่กระจายออกมา
7	เมล็ดสลายจนหมด แป้งใส

3. อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) ประเมินได้จากค่าการสลายเมล็ดในด่าง ตามวิธีการของ Bernetti *et al.* (1990) ดังนี้

ประเภท	อุณหภูมิแป้งสุก	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง
ต่ำ	ต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส	6-7
ปานกลาง	70-74 องศาเซลเซียส	4-5
สูง	มากกว่า 74 องศาเซลเซียส	1-3

การจัดแปลงทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบ augmented design ใน RCB และวิเคราะห์ผลการทดลองตามวิธีการของ Petersen (1985) ซึ่งประกอบด้วยวิธีการจัดแปลงทดลองและวิธีการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ดังนี้

การจัดแปลงทดลอง

1. จำนวนบลอค สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$(b-1)(c-1) \geq 10$$

$$b-1 \geq \frac{10}{(c-1)}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$b \geq \frac{10}{(c-1)} + 1$$

เมื่อ b = จำนวนบลอค (block)

c = จำนวนพันธุ์เปรียบเทียบต่อบลอค

2. จำนวนแปลงย่อยทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$N = b\,(c+n)$$

$$= bc + v$$

เมื่อ N= จำนวนแปลงย่อยทั้งหมด

b = จำนวนบลอค

c = จำนวนพันธุ์เปรียบเทียบต่อบลอค

v = จำนวนสายพันธุ์ทดสอบ

n = จำนวนสายพันธุ์ทดสอบต่อบลอค

3. จำนวนพันธุ์ทดสอบต่อบลอค สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$n = \frac{v}{b}$$

เมื่อ n = จำนวนสายพันธุ์ทดสอบต่อบลอค

v = จำนวนสายพันธุ์ทดสอบทั้งหมด

b = จำนวนบลอค

4. จำนวนแปลงย่อยต่อบลอค สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$p = c + n$$

เมื่อ p = จำนวนแปลงย่อยต่อบลอค

c = จำนวนพันธุ์เปรียบเทียบต่อบลอค

n = จำนวนสายพันธุ์ทดสอบต่อบลอค

5. การสุ่มสายพันธุ์ในแปลงย่อย ทำโดยการสุ่มพันธุ์เปรียบเทียบทุกพันธุ์ลงในแปลงย่อยของแต่ละบลอค และสายพันธุ์ทดสอบจัดลงในแปลงย่อยที่เหลือของทุกบลอคโดยการสุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. การปรับข้อมูลของสายพันธุ์ทดสอบ คำนวณตามสูตรการหาค่า r เพื่อใช้ปรับข้อมูลของสายพันธุ์ทดสอบของแต่ละบลอคโดยใช้ค่าของพันธุ์เปรียบเทียบของบลอคนั้น ๆ ดังนี้

$r_j = (1 / C_i) (B_j - M)$

เมื่อ Bj = ผลรวมของพันธุ์เปรียบเทียบในบลอคที่ j

M = ผลรวมค่าเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบที่ i

X_{ij} = ข้อมูลของพันธุ์เปรียบเทียบที่ i ของบลอคที่ j

B_j = ผลรวมของพันธุ์เปรียบเทียบทุกพันธุ์ในบลอคที่ j = $\sum_i x_{ij}$

C_i = ผลรวมทุกบลอคของพันธุ์เปรียบเทียบที่ j = $\sum_i x_{ij}$

X_i = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ i = $\frac{C_i}{b}$

M = ผลรวมค่าเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบที่ i = $\sum_i x_i = \frac{G}{b}$

ซึ่งผลรวมของค่า r_j จะเท่ากับ O; $\sum_j r_j$

2. การปรับค่าผลผลิตของสายพันธุ์ทดสอบ ($\hat{y}$) โดยใช้ค่า r_j ที่คำนวณได้ไปหักลบจากค่าผลผลิตในแต่ละบลอค ดังนี้

$$\hat{y} = y_{ij} - r_j$$

สถานที่ทำการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
2. ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

1. การทดลองในแปลงปลูก ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2550
ถึงเดือนตุลาคม 2552

2. การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดข้าว ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพโดยวิธีการคัดเลือกแบบสืบประวัติ

การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ ทำโดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งมีลักษณะแตกกอน้อย รวงมีขนาดใหญ่และมีเมล็ดจำนวนมาก (ภาพผนวกที่ 1) และข้าวindica ซึ่งเมล็ดมีคุณภาพทางกายภาพที่ดี (เมล็ดยาวเรียว) (ภาพผนวกที่ 2) จำนวน 12 คู่ผสม (ตารางผนวกที่ 1) ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 ในเรือนปลูกพืชทดลอง ส่วนลูกชั่วที่ 2 และลูกชั่วที่ 3 ปลูกในแปลงนาทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี คัดเลือกต้น/สายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกชั่วที่ 2 และลูกชั่วที่ 3 (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) ที่มีลักษณะแตกกอปานกลาง รวงมีขนาดใหญ่ มีเมล็ดจำนวนมาก และเมล็ดมีลักษณะยาวเรียวโดยวิธีสืบประวัติ (pedigree method) ทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่คัดเลือกได้ทั้งหมดจำนวน 83 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อและแม่จำนวน 7 สายพันธุ์ และพันธุ์แนะนำจากทางราชการจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปทุมธานี1 ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 สุพรรณบุรี2 และ กข31 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยวางแผนการทดลองแบบ augmented design ใน RCB ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในฤดูฝน ปี 2552 พบว่าในระหว่างการทดสอบมีการระบาดของโรคและแมลงหลายชนิด เช่น โรคใบสีส้ม โรคเขียวเตี้ย เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และแมลงหล่า ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จากคู่ผสม IR66738-118-1-2/IR80156B จำนวน 4 สายพันธุ์ คู่ผสม IR67966-188-2-2-1/IR79128B จำนวน 8 สายพันธุ์ คู่ผสม IR68552-100-1-2-2/IR80151B จำนวน 4 สายพันธุ์ คู่ผสม IR68552-100-1-2-2/IR79128B จำนวน 8 สายพันธุ์ และคู่ผสม IR68552-100-1-2-2/IR80156B จำนวน 9 สายพันธุ์ รวม 33 สายพันธุ์ สายพันธุ์ข้าว tropical japonica ที่ใช้เป็นพันธุ์แม่จำนวน 3 สายพันธุ์ สายพันธุ์ข้าว indica ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อจำนวน 3 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ รวมทั้งหมด 44 สายพันธุ์/พันธุ์

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4

จากการทดสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่คัดเลือกไว้จำนวน 33 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์แม่และพ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ได้แก่ สุพรรณบุรี1 สุพรรณบุรี2 ชัยนาท1 ปทุมธานี1 และ กข31 รวมเป็น 44 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

ผลผลิต สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ให้ผลผลิตผันแปรตั้งแต่ 255 ถึง 1,035 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 3)โดยสายพันธุ์ PTT07288-20-1 ให้ผลผลิตสูงสุด 1,035 กิโลกรัมต่อไร่ และสายพันธุ์ PTT07266-6-2 ให้ผลผลิตต่ำสุด 255 กิโลกรัมต่อไร่ สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุด มีจำนวน 15 สายพันธุ์จากทั้งหมด 33 สายพันธุ์ (ตารางที่ 1) โดยให้ผลผลิตผันแปรตั้งแต่ 621 ถึง 1,035 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1ให้ผลผลิต 615 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบอื่นๆ ได้แก่ พันธุ์ กข31 ปทุมธานี1 ชัยนาท1 และสุพรรณบุรี2 ให้ผลผลิต 586 515 473 และ 428 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีจำนวน 4 สายพันธุ์ได้แก่ สายพันธุ์ PTT07288-20-1 PTT07288-11-4 PTT07288-20-3 และPTT07288-14-2 โดยให้ผลผลิต 1,035 974 968 และ 939 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์พ่อแม่ให้ผลผลิตผันแปรตั้งแต่ 127 ถึง 573 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 และสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 15 สายพันธุ์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการผสมข้ามระหว่างพันธุ์แม่และพ่อซึ่งเป็นข้าว tropical japonica และ indica ร่วมกับการคัดเลือกแบบสืบประวัติสามารถสร้างสายพันธุ์ข้าวชั่วลูกที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากข้าว tropical japonica และ indica เป็นข้าวต่าง subspecies กัน หรือมีพื้นฐานทางพันธุกรรม (genetic background) ที่แตกต่างกัน เมื่อผสมข้ามพันธุ์กันลูกที่ได้จึงมีความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) ทำให้สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ชั่วลูกที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพ่อแม่และพันธุ์เปรียบเทียบ (กฤษฎา, 2551)

จำนวนรวงต่อกอ สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์มีจำนวนรวงต่อกอผันแปรตั้งแต่ 5 ถึง 18 รวง (ตารางผนวกที่ 3) ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุด ทั้ง 15 สายพันธุ์มีจำนวนรวงต่อกอผันแปรตั้งแต่ 8 ถึง 18 รวง (ตารางที่ 1) โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่จำนวน 9 สายพันธุ์มีจำนวนรวงต่อกอตั้งแต่ 13 ถึง 18 รวง ซึ่งมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีจำนวนรวงต่อกอเท่ากับ 12 รวง สายพันธุ์แม่ซึ่งเป็นข้าว tropical japonica มีจำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 3 ถึง 5 รวง ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 15 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 สายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 5 พันธุ์

	สายพันธุ์	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	อายุวันออกดอก 50%	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนต้นที่สร้างรวงในกอ(%)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด
1	PTT07288-20-1	IR68552-100-1-2-2/IR80156B	1,035	89	95	13	97.77	13	191	82.87	2.96
2	PTT07288-11-4	IR68552-100-1-2-2/IR80156B	974	82	107	11	93.33	11	204	88.22	2.59
3	PTT07288-20-3	IR68552-100-1-2-2/IR80156B	968	93	104	17	78.19	13	170	89.61	2.72
4	PTT07288-14-2	IR68552-100-1-2-2/IR80156B	939	96	108	13	85.76	12	209	71.86	2.93
5	PTT07278-8-4	IR68552-100-1-2-2/IR80151B	831	105	114	20	75.12	15	202	82.02	2.24
6	PTT07268-26-2	IR68552-100-1-2-2/IR79128B	787	85	87	18	78.70	14	174	69.87	2.59
7	PTT07285-21-2	IR66738-118-1-2/IR80156B	725	89	98	23	70.83	16	129	74.37	2.77
8	PTT07266-6-3	IR67966-188-2-2-1/IR79128B	725	82	79	20	86.70	18	155	68.74	2.40
9	PTT07266-8-5	IR67966-188-2-2-1/IR79128B	688	93	101	22	67.12	15	137	66.55	2.83
10	PTT07268-16-1	IR68552-100-1-2-2/IR79128B	685	94	112	12	70.27	8	179	80.40	2.70
11	PTT07266-8-6	IR67966-188-2-2-1 / IR79128B	661	84	96	14	88.80	13	166	70.52	2.62
12	PTT07268-1-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	661	89	98	16	83.81	13	208	80.08	2.10
13	PTT07278-23-5	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	661	98	133	10	80.34	8	269	67.74	2.60
14	PTT07266-7-1	IR67966-188-2-2-1 / IR79128B	655	88	91	14	86.40	12	211	76.08	2.18
15	PTT07288-24-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	621	82	102	12	86.07	11	201	79.52	2.23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	อายุวันออกดอก 50%	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนต้นที่สร้างรวงในกอ(%)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด
IR66738-118-1-2[1/]	-	455	113	89	8	63.32	5	233	76.77	2.26
IR67966-188-2-2-1[1/]	-	216	94	83	5	80.32	5	62	42.40	3.27
IR68552-100-1-2-2[1/]	-	127	104	96	5	58.89	3	216	47.11	2.57
IR79128B[2/]	-	573	91	90	21	71.38	15	132	74.21	1.94
IR80151B[2/]	-	351	91	93	19	79.27	16	171	54.45	1.76
IR80156B[2/]	-	416	92	89	12	71.03	9	141	71.67	1.92
SPR1	-	615	99	129	16	71.70	12	141	79.62	2.52
RD31	-	586	96	119	18	73.28	13	117	77.26	2.71
PTT1	-	515	100	111	17	73.13	13	122	74.21	2.52
CNT1	-	473	102	110	16	50.40	8	125	83.84	2.57
SPR2	-	428	99	104	14	54.99	8	152	81.17	2.19
LSD0.05	-	237.17	8.36	5.08	4.02	18.92	3.62	20.30	13.70	0.15
C.V.%	-	18.37	3.41	1.80	10.00	11.84	13.86	6.24	7.01	2.43

[1/] ข้าว tropical japonica ใช้เป็นพันธุ์แม่

[2/] ข้าว indica ใช้เป็นพันธุ์พ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์พ่อซึ่งเป็นข้าว indica ที่มีจำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 9 ถึง 16 รวง จะเห็นได้ว่าในการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica และ indica สามารถถ่ายทอดลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่สูงจากข้าว indica ให้กับสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ได้ ซึ่งส่วนใหญ่ (9 สายพันธุ์) มีจำนวนรวงต่อกอสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1

จำนวนเมล็ดต่อรวง สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้งหมด 33 สายพันธุ์มีจำนวนเมล็ดต่อรวงผันแปรตั้งแต่ 70 ถึง 269 เมล็ด (ตารางผนวกที่ 3) ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุด ทั้ง 15 สายพันธุ์มีจำนวนเมล็ดต่อรวงผันแปรตั้งแต่ 129 ถึง 269 เมล็ด (ตารางที่ 1) โดยสายพันธุ์เกือบทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์มีจำนวนเมล็ดต่อรวงผันแปรตั้งแต่ 155 ถึง 269 เมล็ด ซึ่งมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 141 เมล็ด สายพันธุ์แม่ซึ่งเป็นข้าว tropical japonica มีจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 62 ถึง 233 เมล็ด ส่วนสายพันธุ์พ่อซึ่งเป็นข้าว indica ที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 132 ถึง 171 เมล็ด จะเห็นได้ว่าในการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica และ indica สามารถถ่ายทอดลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวงที่สูงจากข้าว tropical japonica ให้กับสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ซึ่งเกือบทั้งหมด (13 สายพันธุ์) มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 นอกจากนี้จำนวนเมล็ดต่อรวงยังมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะได้สูง

เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรตั้งแต่ 55.84 ถึง 89.61 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 3) ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ทั้ง 15 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรตั้งแต่ 66.55 ถึง 89.61 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) โดยมีสายพันธุ์จำนวน 6 สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีตั้งแต่ 80.08 ถึง 89.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเท่ากับ 79.62 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ข้าว tropical japonica มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรตั้งแต่ 42.40 ถึง 76.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์ indica ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีผันแปรตั้งแต่ 54.54 ถึง 74.21 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนดอกข้าว (spikelet) และความสามารถในการส่งอาหารจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งรับอาหารของพันธุ์นั้นๆ สภาวะเครียดที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น ความแห้งแล้ง ความเค็ม อุณหภูมิที่ต่ำหรือสูงเกินไป และพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในระดับที่ต่ำ สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดลีบมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น การหักล้มก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดลีบเพิ่มมากขึ้นด้วย ทั้งๆ ที่ในสภาพแวดล้อมปกติจะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูง แต่ลักษณะนี้ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต (Mackill *et al.*,1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำหนัก 100 เมล็ด สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์มีน้ำหนัก 100 เมล็ดผันแปรตั้งแต่ 1.99 ถึง 3.08 กรัม (ตารางผนวกที่ 1) ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ทั้ง 15 สายพันธุ์ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดผันแปรตั้งแต่ 2.10 ถึง 2.96 กรัม (ตารางที่ 1) โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่จำนวน 10 สายพันธุ์มีน้ำหนัก 100 เมล็ดผันแปรตั้งแต่ 2.59 ถึง 2.96 กรัม ซึ่งมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 2.52 กรัม สายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์แม่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.26 ถึง 3.27 กรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ข้าว indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 1.76 ถึง 1.94 กรัม จะเห็นได้ว่าในการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica และ indica สามารถถ่ายทอดลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ดที่สูงจากข้าว tropical japonica ให้กับสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 เกือบทั้งหมด (10 สายพันธุ์) ซึ่งมีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าผลผลิตที่เพิ่มขึ้นของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์เปรียบเทียบเป็นผลมาจากการที่ต้นข้าวมีจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดดี และน้ำหนัก 100 เมล็ดเพิ่มขึ้น ซึ่งยืนยันได้จากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตที่พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนรวงต่อกอ (0.5379) จำนวนเมล็ดต่อรวง (0.1716) เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดดี (0.3501) และน้ำหนัก 100 เมล็ด (0.1357) (ตารางที่ 2) กล่าวคือถ้าลักษณะต่างๆ เหล่านี้เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุภาวิณี (2548) ที่รายงานว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนรวงต่อกอและจำนวนเมล็ดดีต่อรวง และการทดลองของดวงใจและคณะ (2550) ที่พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนัก 100 เมล็ด

อย่างไรก็ตามลูกชั่วที่ 4 บางสายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าบางสายพันธุ์ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนรวงต่อกอน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะนี้ถูกชดเชยได้โดยจำนวนเมล็ดต่อรวงที่เพิ่มขึ้นซึ่งยืนยันได้จากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตที่พบว่า ลักษณะจำนวนรวงต่อกอและจำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์กันในทางลบ (-0.2618) (ตารางที่ 2) แสดงว่าถ้าลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นอีกลักษณะหนึ่งจะลดลง ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวเพื่อให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นนั้นจะต้องพิจารณาลักษณะที่เป็นองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ เหล่านี้ประกอบกันในการคัดเลือก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางเกษตรบางอย่างของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4

	ผลผลิต	จำนวนรวงต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด	เปอร์เซ็นต์ต้นที่สร้างรวงในกอ
ผลผลิต	1					
จำนวนรวงต่อกอ	0.5379**	1				
จำนวนเมล็ดต่อรวง	0.1716**	-0.2618**	1			
เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	0.3501**	-0.0922*	0.1182^{ns}	1		
น้ำหนัก 100 เมล็ด	0.1357*	-0.1179^{ns}	-0.1397*	0.2083**	1	
เปอร์เซ็นต์ต้นที่สร้างรวงในกอ	0.2892**	-0.1787**	-0.0038^{ns}	0.0119^{ns}	-0.0758*	1

n = 258 ; df = 255

*, ** = ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, 0.01 ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4

จากการศึกษาลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 (ภาพผนวกที่ 3) ที่คัดเลือกไว้จำนวน 33 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อและแม่จำนวน 6 สายพันธุ์และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่คัดเลือกไว้ทั้ง 33 สายพันธุ์มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ผันแปรตั้งแต่ 76 ถึง 107 วัน (ตารางผนวกที่ 1) ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุด ทั้ง 15 สายพันธุ์มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ผันแปรตั้งแต่ 82 ถึง 105 วัน (ตารางที่ 1) โดยสายพันธุ์เกือบทั้งหมดจำนวน 14 สายพันธุ์มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 82 ถึง 98 วัน ซึ่งสั้นกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ซึ่งมีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 99 วัน โดยทั่วไปข้าวที่มีอายุวันออกดอกสั้นหรือออกดอกเร็วจะทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้นจึงประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าว ส่วนสายพันธุ์แม่ซึ่งเป็นข้าว tropical japonica มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 94 ถึง 113 วัน ซึ่งยาวกว่าสายพันธุ์พ่อที่เป็นข้าว indica ซึ่งมีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 91 ถึง 92 วัน จะเห็นได้ว่าการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica และ indica สามารถถ่ายทอดลักษณะอายุวันออกดอกที่สั้นจากข้าว indica ไปยังสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 เกือบทั้งหมด (14 สายพันธุ์) ที่ให้ผลผลิตสูงและมีอายุวันออกดอกสั้น

ความสูงต้น สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีความสูงต้นผันแปรตั้งแต่ 79 ถึง 133 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 1) ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ทั้ง 15 สายพันธุ์ มีความสูงต้นผันแปรตั้งแต่ 79 ถึง 133 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) โดยสายพันธุ์เกือบทั้งหมด 14 สายพันธุ์ มีความสูงต้นตั้งแต่ 79 ถึง 114 เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีความสูงเท่ากับ 129 เซนติเมตร สายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งเป็นพันธุ์แม่มีความสูงอยู่ระหว่าง 83 ถึง 96 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับสายพันธุ์ข้าว indica ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อซึ่งมีความสูงอยู่ระหว่าง 89 ถึง 93 เซนติเมตร ความสูงต้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อศักยภาพการให้ผลผลิตของพืช พันธุ์ข้าวที่มีความสูงค่อนข้างเตี้ย (semi-dwarf) จะมีความต้านทานการหักล้มที่เกิดจากลมพัดหรือฝนตกได้มากกว่าพันธุ์ข้าวที่มีต้นสูง และให้ผลผลิตสูงกว่าเนื่องจากมีแหล่งผลิตอาหารที่ส่งไปยังเมล็ดได้มากกว่าข้าวที่มีลำต้นสูง ทั้งนี้เนื่องจากข้าวที่มีลำต้นสูงอาหารที่ผลิตได้จะต้องแบ่งไปให้ทั้งเมล็ดและเนื้อเยื่อเจริญ (Zou *et al*., 2003)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวนต้นต่อกอ สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ให้จำนวนต้นต่อกอผันแปรตั้งแต่ 8 ถึง 24 ต้น (ตารางผนวกที่ 1) ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ทั้ง 15 สายพันธุ์มีจำนวนต้นต่อกอผันแปรตั้งแต่ 10 ถึง 23 ต้น (ตารางที่ 1) โดยมีเพียง 6 สายพันธุ์ที่มีจำนวนต้นต่อกอตั้งแต่ 17 ถึง 23 ต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีจำนวนต้นต่อกอ เท่ากับ 16 ต้น สายพันธุ์แม่ซึ่งเป็นข้าว tropical japonica มีจำนวนต้นต่อกออยู่ระหว่าง 5 ถึง 8 ต้น ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อซึ่งเป็นข้าว indica ที่มีจำนวนต้นต่อกออยู่ระหว่าง 12 ถึง 21 ต้น จะเห็นได้ว่าในการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica และ indica สามารถถ่ายทอดลักษณะจำนวนต้นต่อกอที่สูงจากข้าว indica ให้กับสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 15 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Peng *et al. (*2008) ที่กล่าวว่า ยีนที่ควบคุมลักษณะขนาดของรวงและความสามารถในการแตกกอของสายพันธุ์ข้าว indica ที่ถ่ายทอดไปยังข้าว tropica japonica จะแสดงออกได้ดี กล่าวคือ สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 มีขนาดของรวงลดลงและความสามารถในการแตกกอเพิ่มมากขึ้น การแตกกอของต้นข้าวเป็นลักษณะทางเกษตรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตข้าว การแตกกอของข้าวที่เพิ่มขึ้นนอกจากจะทำให้จำนวนรวงต่อกอเพิ่มขึ้นแล้วยังส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามการแตกกอของข้าวที่มากเกินไปไม่ได้หมายความว่าจะให้ผลผลิตสูงเสมอไป ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับต้นข้าวที่สามารถให้รวงได้ รวงมีขนาดใหญ่และติดเมล็ดดี ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวมักจะคัดเลือกข้าวที่มีความสามารถในการแตกกอปานกลางแต่ละต้นสามารถให้รวงได้ รวงมีขนาดใหญ่และติดเมล็ดดี (Yang and Hwa, 2008)

จำนวนต้น (หน่อ) ที่สร้างรวงในกอ สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีจำนวนต้นที่สร้างรวงในกอผันแปรตั้งแต่ 45.19 ถึง 97.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ทั้ง 15 สายพันธุ์ มีจำนวนต้นที่สร้างรวงได้ในกอผันแปรตั้งแต่ 67.12 ถึง 97.77 เปอร์เซ็นต์ โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่จำนวน 13 สายพันธุ์มีจำนวนต้นที่สร้างรวงได้ในกอตั้งแต่ 75.12 ถึง 97.77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีจำนวนต้นที่สร้างรวงได้ในกอเท่ากับ 71.70 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่มีจำนวนต้นที่สร้างรวงได้ในกอผันแปรตั้งแต่ 58.89 ถึง 80.32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์ indica ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อมีจำนวนต้นที่สามารถสร้างรวงผันแปรตั้งแต่ 71.03 ถึง 79.27 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ลูกที่ 4 (F_4)

จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดทางกายภาพของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 33 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อและแม่จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

ความยาวของเมล็ดข้าวกล้อง สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์มีความยาวเมล็ดผันแปรตั้งแต่ปานกลาง (5.77 มิลลิเมตร) จนถึงยาวพิเศษ (7.71 มิลลิเมตร) (ตารางผนวกที่ 4) สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุดทั้ง 15 สายพันธุ์มีความยาวเมล็ดผันแปรตั้งแต่ปานกลาง (5.77 มิลลิเมตร) ถึงยาวพิเศษ (7.57 มิลลิเมตร) เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 3) ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีเมล็ดยาวปานกลาง (5.77 - 6.56) มีจำนวน 8 สายพันธุ์ กลุ่มที่มีเมล็ดยาว (6.73 - 7.34 มิลลิเมตร) จำนวน 6 สายพันธุ์ และกลุ่มที่มีเมล็ดยาวพิเศษ (7.57 มิลลิเมตร) มีจำนวน 1 สายพันธุ์ จะเห็นได้ว่าสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 เพียง 7 สายพันธุ์ มีเมล็ดยาวจนถึงยาวพิเศษ ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่มีคุณภาพเมล็ดดีใกล้เคียงกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความยาวเมล็ดแบบยาวพิเศษ (7.59 มิลลิเมตร) ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบอื่นๆ มีความยาวเมล็ดแบบยาว (6.87 มิลลิเมตร) จนถึง ยาวพิเศษ (7.57 มิลลิเมตร) ข้าวที่มีเมล็ดมาตรฐานดีต้องมีความยาวเฉลี่ยมากกว่า 7.0 มิลลิเมตร(งามชื่น, 2547) จึงอาจกล่าวได้ว่า สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 จำนวนน้อย (3 สายพันธุ์) มีเมล็ดมาตรฐานดี ส่วนสายพันธุ์แม่ซึ่งเป็นข้าว tropical japonica มีความยาวเมล็ดแบบสั้น (5.31 มิลลิเมตร) ถึงปานกลาง (5.62 - 5.87 มิลลิเมตร) ในขณะที่สายพันธุ์พ่อซึ่งเป็นข้าว indica ทั้ง 3 สายพันธุ์มีความยาวเมล็ดแบบยาว (6.69 ถึง 6.92 มิลลิเมตร) จะเห็นได้ว่าการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica ที่มีความยาวเมล็ดแบบสั้นถึงปานกลางกับข้าว indica ที่มีเมล็ดยาว จะให้สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่มีเมล็ดปานกลางและยาวเหมือนแม่และพ่อ นอกจากนี้ยังให้สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่มีเมล็ดยาวพิเศษหรือยาวกว่าพ่อแม่ทั้งนี้อาจเกิดการกระจายตัวของลูกที่มีลักษณะเหนือพ่อแม่ (transgressive segregation) ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อคุณภาพนักปรับปรุงพันธุ์ควรทราบว่าผู้ผลิตและบริโภคในพื้นที่เป้าหมายต้องการเมล็ดข้าวที่มีความยาวขนาดใดเพื่อจะได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้เมล็ดมีความยาวตรงตามความต้องการของผู้ผลิตและบริโภคในพื้นที่นั้นๆ สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวส่วนใหญ่ในเอเชียนิยมปลูกข้าวที่มีเมล็ดยาวปานกลางถึงยาว และมีเพียงประเทศไทยเท่านั้นที่นิยมบริโภคข้าวที่เมล็ดมีความยาวพิเศษ (Mackill *et at.*, 1996) สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 และมีเมล็ดยาวพิเศษ (7.57 มิลลิเมตร) ได้แก่ สายพันธุ์ PTT07266-8-5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพหุงต้มและรับประทานสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 15 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 สายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์

	สายพันธุ์	คู่ผสม	ความยาวเมล็ด (มม.)	ความกว้างเมล็ด (มม.)	อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด	รูปร่างเมล็ด	ค่าท้องไข่	ปริมาณอะมิโลส(%)	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	อุณหภูมิแป้งสุก
1	PTT072 88-20-1	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.41	2.61	2.49	ปานกลาง	1.78	11.4	3.13	สูง
2	PTT07288-11-4	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.87	2.09	3.29	เรียว	0.98	20.5	4.48	ปานกลาง
3	PTT07288-20-3	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.12	2.36	2.62	ปานกลาง	0.22	22.0	4.5	ปานกลาง
4	PTT07288-14-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.42	2.53	2.51	ปานกลาง	0.8	7.8	4.25	ปานกลาง
5	PTT07278-8-4	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	6.56	2.02	3.25	เรียว	0	12.9	3.97	ปานกลาง
6	PTT07268-26-2	IR68552-100-1-2-2 / IR79128 B	6.96	2.25	3.08	เรียว	1.64	22.2	5.97	ต่ำ
7	PTT07266-6-3	IR66738-118-1-2 / IR80156 B	6.81	2.08	3.30	เรียว	1.02	23.4	6.54	ต่ำ
8	PTT07285-21-2	IR67966-188-2-2-1 / IR79128B	7.23	2.06	3.48	เรียว	0	20.5	6.07	ต่ำ
9	PTT07266-8-5	IR67966-188-2-2-1 / IR79128B	7.57	2.18	3.47	เรียว	1.39	26.1	6.3	ต่ำ
10	PTT07268-16-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	6.49	2.33	2.81	ปานกลาง	0.61	7.9	3.84	ปานกลาง
11	PTT07266-8-6	IR67966-188-2-2-1 / IR79128B	7.34	2.06	3.56	เรียว	0.74	26.6	5.97	ต่ำ
12	PTT07268-1-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	5.77	2.18	2.67	ปานกลาง	0.73	6.1	2.97	สูง
13	PTT07278-23-5	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	5.93	2.43	2.43	ปานกลาง	0.64	12.4	3.97	ปานกลาง
14	PTT07266-7-1	IR67966-188-2-2-1 / IR79128B	6.73	2.09	3.21	เรียว	0.04	21.9	5.86	ต่ำ
15	PTT07288-24-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.00	2.11	2.85	ปานกลาง	0.3	25.4	3.58	ปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ความยาวเมล็ด (มม.)	ความกว้างเมล็ด (มม.)	อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด	รูปร่างเมล็ด	ค่าท้องไข่	ปริมาณอะมิโลส(%)	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	อุณหภูมิแป้งสุก
IR66738-118-1-2[1/]	-	5.31	2.53	2.10	ปานกลาง	0.04	7.9	5.83	ต่ำ
IR67966-188-2-2-1[1/]	-	5.87	2.89	2.03	ปานกลาง	2.44	10.2	3.93	ปานกลาง
IR68552-100-1-2-2[1/]	-	5.62	2.58	2.18	ปานกลาง	1.44	15.2	3.93	ปานกลาง
IR79128B[2/]	-	6.92	1.81	3.84	เรียว	0.04	16.0	3.43	สูง
IR80151B[2/]	-	6.78	1.79	3.79	เรียว	0.04	16.4	3.43	สูง
IR80156B[2/]	-	6.69	1.98	3.39	เรียว	0.52	22.6	5.93	ต่ำ
SPR1	-	6.95	2.07	3.37	เรียว	0.45	31.4	3	สูง
RD31	-	7.24	2.09	3.46	เรียว	0.24	27.5	3	สูง
PTT1	-	7.59	2.04	3.73	เรียว	0.20	13.1	4.03	ปานกลาง
CNT1	-	7.57	2.08	3.65	เรียว	0.15	30.5	3	สูง
SPR2	-	6.87	2.02	3.41	เรียว	0.22	21.3	3	สูง
$LSD_{0.05}$	**-**	**0.35**	**0.09**	**0.19**	**-**	**0.31**	**9.94**	**0.47**	**-**
C.V.%	**-**	**1.96**	**1.85**	**2.17**	**-**	**48.94**	**16.35**	**5.96**	**-**

[1/] ข้าว tropical japonica ใช้เป็นพันธุ์แม่
[2/] ข้าว indica ใช้เป็นพันธุ์พ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปร่างของเมล็ด จากการวัดความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้องของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 แล้วหาอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด ทำให้สามารถจัดจำแนกรูปร่างของเมล็ดข้าวได้ โดยสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดผันแปรตั้งแต่ 2.23 ถึง 3.68 (ตารางผนวกที่ 4) ซึ่งสามารถจำแนกรูปร่างของเมล็ดออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีรูปร่างเมล็ดปานกลางจำนวน 12 สายพันธุ์ และกลุ่มที่มีรูปร่างเมล็ดเรียวจำนวน 21 สายพันธุ์ส่วนสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ทั้ง 15 สายพันธุ์มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดผันแปรตั้งแต่ 2.43 ถึง 3.56 ซึ่งสามารถจำแนกรูปร่างออกได้เป็น 2 กลุ่มเช่นเดียวกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีรูปร่างเมล็ดปานกลาง (ภาพผนวกที่ 4(ก)) จำนวน 7 สายพันธุ์ และกลุ่มที่มีรูปร่างเมล็ดเรียว (ภาพผนวกที่ 4(ข)) จำนวน 8 สายพันธุ์ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบทั้งหมดมีรูปร่างเมล็ดเรียว ส่วนสายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งเป็นพันธุ์แม่มีรูปร่างเมล็ดปานกลาง สายพันธุ์ข้าว indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อมีรูปร่างเมล็ดเรียว

ลักษณะท้องไข่ สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีลักษณะท้องไข่ผันแปรตั้งแต่ เมล็ดใส (0) จนถึงมีท้องไข่มาก (2.31) (ตารางผนวกที่ 4) ทำให้สามารถจำแนกเมล็ดข้าวตามลักษณะท้องไข่ได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่ไม่มีท้องไข่หรือเมล็ดใส (0) จำนวน 7 สายพันธุ์ 2) กลุ่มที่มีค่าท้องไข่เล็กน้อย (0.04-0.98) จำนวน 22 สายพันธุ์ 3) กลุ่มที่มีค่าท้องไข่ค่อนข้างมาก (1.64-1.78) จำนวน 3 สายพันธุ์ และ 4) กลุ่มที่มีค่าท้องไข่มาก (2.31) จำนวน 1 สายพันธุ์ ส่วนสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ทั้ง 15 สายพันธุ์มีค่าท้องไข่ผันแปรตั้งแต่เมล็ดใส (0) จนถึงมีค่าท้องไข่ค่อนข้างมาก (1.78) (ตารางที่ 3)ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มเช่นเดียวกัน ได้แก่ 1) กลุ่มที่ไม่มีท้องไข่หรือเมล็ดใส (0) จำนวน 2 สายพันธุ์ 2) กลุ่มที่มีท้องไข่เล็กน้อย (0.04-0.98) จำนวน 9 สายพันธุ์ 3) กลุ่มที่มีท้องไข่ปานกลาง (1.02 - 1.39) จำนวน 2 สายพันธุ์ และ 4) กลุ่มที่มีท้องไข่ค่อนข้างมาก (1.64 – 1.78) จำนวน 2 สายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่จำนวน 10 สายพันธุ์มีค่าท้องไข่ตั้งแต่ 0.61 ถึง 1.78 ซึ่งมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 ที่มีค่าท้องไข่เท่ากับ 0.45 ข้าวที่มีคุณภาพดีควรมีค่าท้องไข่ไม่เกิน 0.5 (เครือวัลย์, 2534) ลักษณะท้องไข่ถึงแม้จะไม่มีผลต่อคุณภาพการหุงต้มหรือรับประทานแต่มีผลต่อราคา เมล็ดข้าวที่ใสหรือมีท้องไข่น้อยเมื่อนำไปสีจะได้ข้าวเต็มเมล็ดหรือต้นข้าวมาก ส่วนข้าวหักจะน้อยจึงขายได้ราคาดี ส่วนข้าว indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อมีท้องไข่อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.52 และข้าว tropical japonica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์แม่มีค่าท้องไข่อยู่ในช่วง 0.04 ถึง 2.44 จะเห็นได้ว่าข้าว tropical japonica เป็นข้าวที่มีท้องไข่มากกว่าข้าว indica ลักษณะท้องไข่เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยพันธุกรรม แต่สภาพแวดล้อมก็มีผลต่อลักษณะนี้ด้วยเช่นกัน ลักษณะท้องไข่สามารถประเมินและคัดทิ้งได้ตั้งแต่เมล็ดที่ได้จากต้นลูกชั่วที่ 2 (Mackill *et al*. ,1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4

จากการตรวจสอบคุณภาพหุงต้มและรับประทานของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 33 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

ปริมาณอะมิโลส สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีปริมาณอะมิโลสผันแปรตั้งแต่ 6.1 ถึง 31.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 4) สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุดทั้ง 15 สายพันธุ์มีปริมาณอะมิโลสผันแปรตั้งแต่ 6.1 ถึง 26.6 (ตารางที่ 3) ทำให้สามารถจำแนกสายพันธุ์ตามปริมาณอะมิโลสได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำมาก (6.1–7.9 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 3 สายพันธุ์ 2) กลุ่มที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (11.4–12.9 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 3 สายพันธุ์ 3) กลุ่มที่มีปริมาณอะมิโลสปานกลาง (20.5-23.4 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 6 สายพันธุ์ และ 4) กลุ่มที่มีปริมาณอะมิโลสสูง (25.4–26.6 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 3 สายพันธุ์ จะเห็นว่ามีสายพันธุ์เพียง 6 สายพันธุ์มีปริมาณอะมิโลสต่ำถึงต่ำมาก (6.1–12.9 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่มีคุณภาพหุงต้มและรับประทานดีใกล้เคียงกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (13.1 เปอร์เซ็นต์) สายพันธุ์ข้าว indica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อมีปริมาณอะมิโลสผันแปรตั้งแต่ต่ำถึงปานกลาง (16.0 - 22.6 เปอร์เซ็นต์) ส่วนสายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่มีปริมาณอะมิโลสผันแปรตั้งแต่ต่ำถึงต่ำมาก (7.9 ถึง 15.2 เปอร์เซ็นต์) โดยปกติเมล็ดข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงเมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีความเหนียวลดน้อยลงหรือร่วนมากขึ้นและยังมีความนุ่มลดน้อยลงด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (งามชื่น, 2531)

ค่าการสลายเมล็ดข้าวสารในด่าง สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีค่าการสลายเมล็ดในด่างผันแปรตั้งแต่ 1.97 ถึง 6.73 (ตารางผนวกที่ 4) สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุดทั้ง 15 สายพันธุ์มีค่าการสลายเมล็ดข้าวสารในด่างผันแปรตั้งแต่ 2.97 ถึง 6.54 (ตารางที่ 3)ทำให้สามารถจำแนกสายพันธุ์ตามค่าการสลายเมล็ดในด่างได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1) กลุ่มที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างอยู่ในช่วง 1-3 (ภาพผนวกที่ 5(ก)) มีจำนวน 2 สายพันธุ์ 2) กลุ่มที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างอยู่ในช่วง 4-5 (ภาพผนวกที่ 5(ข)) มีจำนวน 7 สายพันธุ์ และ 3) กลุ่มที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างอยู่ในช่วง 6-7 (ภาพผนวกที่ 5(ค)) จำนวน 6 สายพันธุ์ ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ส่วนสายพันธุ์ข้าว tropical japonica ทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าการสลายเมล็ดในด่างอยู่ในช่วง 4-5 และ 6-7 สายพันธุ์ข้าว indica มีค่าการสลายเมล็ดในด่างอยู่ในช่วง 1-3 และ 6-7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิแป้งสุก ประเมินได้จากค่าการสลายเมล็ดในด่าง สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 33 สายพันธุ์ มีอุณหภูมิแป้งสุกผันแปรตั้งแต่ต่ำจนถึงสูงและสามารถจำแนกสายพันธุ์ข้าวได้เป็น 3 กลุ่มตามอุณหภูมิแป้งสุก ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (ต่ำกว่า 70 ^{0}ซ) มีจำนวน 13 สายพันธุ์ 2) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งปานกลาง (70-74 ^{0}ซ) มีจำนวน 14 สายพันธุ์ และ 3) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูง (สูงกว่า 74 ^{0}ซ) มีจำนวน 6 สายพันธุ์ สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุดทั้ง 15 สายพันธุ์ มีอุณหภูมิแป้งสุกผันแปรตั้งแต่ต่ำจนถึงสูง โดยจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (ต่ำกว่า 70 ^{0}ซ) มีจำนวน 6 สายพันธุ์ 2) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง (70-74 ^{0}ซ) จำนวน 7 สายพันธุ์ และ 3) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูง (สูงกว่า 74 ^{0}ซ) จำนวน 2 สายพันธุ์ สำหรับข้าวพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 5 พันธุ์ มีเพียงพันธุ์ปทุมธานี1 เท่านั้นที่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง ส่วนอีก 4 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ชัยนาท1 กข31 สุพรรณบุรี1 และสุพรรณบุรี2 มีอุณหภูมิแป้งสุกสูง สำหรับสายพันธุ์ข้าวtropical japonica จำนวน 3 สายพันธุ์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (ต่ำกว่า 70 ^{0}ซ) จำนวน 1 พันธุ์ และ 2) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง (70-74 ^{0}ซ) จำนวน 2 พันธุ์ ข้าวindica จำนวน 3 สายพันธุ์ จำแนกได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (ต่ำกว่า 70 ^{0}ซ) จำนวน 1 พันธุ์ และ 2) กลุ่มที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูง (สูงกว่า 74 ^{0}ซ) จำนวน 1 พันธุ์ ซึ่งอุณหภูมิแป้งสุกจะมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาหุงต้ม ถ้าข้าวมีอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะต้องการระยะเวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ อย่างไรก็ตามข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำควรมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำด้วย ถ้ามีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลางหรือสูง เมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วปริมาณความชื้นในเมล็ดอาจสูงเกินไปทำให้ข้าวสุกมีลักษณะแฉะ (งามชื่น, 2531)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวจากคู่ผสมระหว่างข้าว tropical japonica และ indica โดยวิธีการคัดเลือกแบบสืบประวัติสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนเมล็ดต่อรวง และเปอร์เซ็นต์ต้น (หน่อ) ที่สามารถสร้างรวงในกอ ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีที่ถูกถ่ายทอดมาจากข้าว tropical japonica และสายพันธุ์ที่ได้ยังมีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพที่ดีด้วย ได้แก่ เมล็ดยาว เรียว ใสหรือมีท้องไข่น้อย ซึ่งได้รับการถ่ายทอดมาจากข้าว indica

2. จากการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 33 สายพันธุ์ พบว่ามีสายพันธุ์จำนวน 15 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตสูงสุด แต่มีเพียง 4 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ PTT07288-20-1 PTT07288-11-4 PTT07288-20-3 และ PTT07288-14-2 โดยสายพันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิต 1035 974 968 และ 939 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

3. จากการประเมินคุณภาพเมล็ดของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ทั้ง 15 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ที่มีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพดี กล่าวคือ เมล็ดยาว เรียว ใสหรือมีท้องไข่น้อย มีจำนวน 4 สายพันธุ์ได้แก่ PTT07288-11-4 PTT07285-21-2 PTT07266-8-6 และ PTT07266-7-1 แต่สายพันธุ์เหล่านี้มีคุณภาพหุงต้มและรับประทานแตกต่างกัน กล่าวคือ มีปริมาณอะมิโลสปานกลาง (20-25%) ถึงสูง (25-33%) เมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีลักษณะนุ่มและค่อนข้างเหนียวจนถึงร่วนแข็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 4 สายพันธุ์ มีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคกล่าวคือ เมล็ดมีความยาวปานกลางถึงยาว รูปร่างปานกลางถึงเรียว และมีท้องไข่อยู่ในระดับเล็กน้อยถึงค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคัดเลือกเพื่อปรับปรุงคุณภาพเมล็ดทางกายภาพให้ตรงกับมาตรฐานข้าวไทย กล่าวคือ มีลักษณะเมล็ดยาวกว่า 7.50 มิลลิลิตร รูปร่างเรียว ใสหรือมีค่าท้องไข่น้อยกว่า 1 และปรับปรุงคุณภาพหุงต้มและรับประทานให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

โครงการปรับปรุงพันธุ์พืชส่วนมากจะทำการปรับปรุงผลผลิตควบคู่ไปกับการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตด้วย จากการทดลองนี้สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 4 สายพันธุ์ แต่สายพันธุ์ทั้ง 4 นี้มีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพไม่ว่าจะเป็นความยาวและรูปร่างเมล็ด ลักษณะท้องไข่ และคุณภาพหุงต้มและรับประทานยังไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคข้าวในประเทศไทย ดังนั้นควรจะนำสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงเหล่านี้ไปใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มคุณภาพเมล็ดให้ดีขึ้นต่อไป

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมพิเศษของประเทศจีน นิยมผสมข้ามระหว่าง subspecies โดยการผสมข้ามระหว่างข้าว tropical japonica และ indica เพื่อสร้างลูกที่มีความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะทางเกษตรที่ดีจากการทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อให้เป็นสายพันธุ์แท้ จากนั้นนำไปทดสอบความสามารถในการผสม (combining ability) เพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมต่อไป

สายพันธุ์ข้าว tropical japonica ซึ่งใช้เป็นพันธุ์แม่จำนวน 4 สายพันธุ์ เมื่อนำไปทดสอบผลผลิตในแปลงนา ได้แสดงอาการอ่อนแอต่อโรคหลายชนิด เช่น โรคเขียวเตี้ย บางสายพันธุ์ให้ผลผลิตต่ำมากและบางสายพันธุ์ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เนื่องจากไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ที่จะนำมาเป็นพันธุ์พ่อแม่ควรพิจารณาเรื่องการปรับตัวด้วย กฤษฎา (2551)ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การปรับตัวของเชื้อพันธุกรรมมีความสำคัญมากกว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมที่เกินขีดจำกัด ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้พ่อแม่ที่แตกต่างทางพันธุกรรมกันมากจนขาดสมดุล ควรจะต้องทำอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อขจัดยีนที่ไม่พึงประสงค์ออกไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2546. **ข้าวและธัญพืชเมืองหนาวพันธุ์ดี 30 ปี กรมวิชาการเกษตร.** เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 9. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. **ปรับปรุงพันธุ์พืช : พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2534. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด.** ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

งามชื่น คงเสรี. 2531. **คุณภาพการหุงต้มและรับประทานและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง**, น. 94-105. *ใน* การปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี**.** สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

_____. 2539. **คุณภาพข้าวสารและข้าวสุก**, น. 233. *ใน* ข้าวกับคน. สมาคมโรงสีข้าวไทย ดำเนินธุรกิจโรงสี**.** โรงแรมรีเจ้นท์ ชะอำ เพชรบุรี.

_____, กัญญา เชื้อพันธุ์, กิตติยา กิจควรดี และกุสุมา นวลวัฒน์. 2545. **คุณภาพและการตรวจสอบการปลอมปนในข้าวหอมมะลิไทย**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **คุณภาพข้าวสวย**, น.41-61. *ใน* คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

_____. 2536. **คุณภาพเมล็ดทางเคมี.** น. 57-70. *ใน* เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมวิทยาการหลังเก็บเกี่ยว, 20-23 กันยายน 2536. ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยข้าว, พัทลุง.

ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์, อภิชาติ วรรณวิจิต, สมวงศ์ ตระกูลรุ่ง และธีรยุทธ์ ตู้จินดา. 2550. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนเค็มและมีคุณภาพการหุงต้มดี. **ว.วิชาการข้าว** 1: 29-43.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประภาส วีระแพทย์. 2520. ลักษณะของข้าวที่สำคัญทางการเกษตร. **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน** เล่มที่ 3 : 16-21.

ศิลปชัย ก่อเจริญ. 2544. **การปรับปรุงข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงโดยใช้วิธีการผสมกลับ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยข้าว. 2543. **ข้าวเจ้าหอมปทุมธานี1**. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. (เอกสารอัดสำเนา)

สุภาวิณี แสงโชติ. 2548. **การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวโดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ahn, S.N., C.N. Bollich and S.D. Tanksley. 1992. RFLP tagging of a gene for aroma in rice. **Theor. Appl. Genet**. 84:825-828.

Bernetti, R., D.A. Kochan, V.W. Trost and S.N. Young. 1990. Modern methods of analysis for food starches. **Cereal Food World** 35: 1100-1104.

Brim, C.A. 1973. Quantitative genetics and breeding, pp. 155-183. *In* B.E. Caldwell, ed. **The Soybean: Improvement, Production and Use**. American Society of Agronomy, Inc., Adison.

Cagampang, G.B., C.M. Perez and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. **J. Sci. Food Agric**. 23: 1589–1594.

Chang, T.T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversification of Asian and African rices. **Euphytica** 25: 425-441.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Cheng, S.H., L. Y. Cao, J. Y. Zhuang, S. G. Chen, X. D. Zhan, Y. Y. Fan, D. F. Zhu and S. K. Min. 2007. Super hybrid rice breeding in China: Achievements and prospects. **J. Integrative Plant Biology** 49: 805-810.

_____., L.Y. Cao, S.G. Chen, D.F. Zhu, X. Wang and S.K. Min. 2005. Conception of late-stage vigor super hybrid rice and its biological significance. **Chin. J. Rice Sci**. 19: 280–284.

Eizenga, G.C. and J.N. Rutger. 2003. Genetics, cytogenetics, mutation, and beyond, pp. 153-175. *In* C.W. Smith and R.H. Dilday, eds. **Rice: Origin, History, Technology, and Production.** John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

FAO. 2008. FAOSTAT Database. FAO. Available source: http://www.faostat.fao.org, December 16, 2009.

Garland, S., L. Lewin, A. Blakeney and R. Reinke. 2002. PCR-based molecular markers for the fragrance gene in rice (*Oryza sativa* L.). **Theor. Appl. Genet**. 101: 364–371.

Glaszmann, J.C., 1987. Isozyme and classification of Asian rice varieties. **Theor. Appl. Genet**. 74: 21–30.

Hargrove, T. R. 1978. Breeding methods used in 10 Asian nations**. IRRN** 3 : 2-3.

IRRI. 1988. **Standard Evaluation System for Rice**. 3rd ed. International Rice Research Institute, Los Banos.

Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities, pp. 443—524. *In* B. O. Juliano, *ed*. **Rice Chemistry and Technology**. The American Association of Cereal Chemists, St. Paul.

_____. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. **Cereal Sci. Today** 16:334-340.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kalloo, G. 1988. **Vegetable Breeding Vol. I**. CRC Press, Inc., Boca Raton.

Kato S., H. Kosaka and S. Hara. 1928. On the affinity of rice varieties as shown by fertility of hybrid plants. **Bull. Sci. Fac. Agric**. 3:132-147.

Khush, G.S. 1995. Breaking the yield frontier of rice. **Geo. J.** 35:329–332.

_____. 2005. What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. **Plant Mol. Bio.** 59:1 - 6.

Kitamura, E. 1961. Genetic studies on sterility of hybrids between Japonica and indica type of rice varieties. **Recent Adv. Breed**. 2: 53-62.

Lanceras, J.C., Z.L. Huang, O. Naivikul, A. Vanavichit, V. Ruanjaichon and S. Tragoonrung. 2002. Mapping of genes for cooking and eating qualities in Thai jasmine rice (KDML105). **DNA Research** 7:93-101.

Little, R. R., G. B. Hilder and E. H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. **Cereal Chem**. 35:111—126.

Love, H.H. 1927. A program selection and testing of small grain in successive generations following hybridization. **J. Amer. Soc. Agron.** 19 : 705-721.

Mackill, D.J., W.R Coffman and D.P. Garrity. 1996. **Rainfed lowland rice improvement**. International Rice Research Institute, Los Banos.

Oka H.I. 1955. Population genetics of rice and barley. **Ann. Rep. Nat. Inst. Genet. (Japan)** 5: 40-50.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____. 1991. Genetic diversity of wild rice and cultivated rice, pp. 55-81. *In* G.S. Khush and G.H. Toenniessen, eds. **Rice Biotechnology.** IRRI, Los Banos.

Peng, S., G.S. Khush and K.G. Cassman. 1994. Evaluation of a new plant ideotype for increased yield potential. In breaking the yield barrier, pp. 5-20. *In* K.G. Cassman, ed. **Proc. Workshop on Rice Yield Potential in Favourable Environments**. International Rice Research Institute, Los Banos.

_____., G.S. Khush, P. Virk, Q. Tang and Y. Zou. 2008. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. **Field Crops Res**. 108: 32-38.

_____., K.G. Cassman, S.S. Virmani, J. Sheehy and G.S. Khush. 1999. Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential. **Crop Sci.** 39:1552–1559.

Petersen, R. G. 1985. Augmented designs for preliminary yield trials. **RACHIS** 4 : 29-35.

Resurreccion, A.P., T. Hara, B.O. Juliano and S. Yoshida. 1977. Effect of temperature during ripening on grain quality of rice. **Soil Sci. Plant Nutr**. 23:109 – 112.

Rosegrant, M.W., M.A. Sombilla and N. Perez. 1995. **Global food projections to 2020: implications for investment**. Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper No. 5. IFPRI, Washington, DC.

Shen G., K. Fan and Q. Chu. 1987. Genetic analysis of gelatinization temperature in rice cross combination. **Acta Agric**. 3(3) : 14.

Shi C. H., J. Zhu, R.C. Zang and G.L. Chen. 1997. Genetic and heterosis analysis for cooking quality traits of indica rice in different environments. **Theor. Appl. Genet**. 95:294 – 300.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tan, Y. and H. Corke. 2002. Factor analysis of physiochemical properties of 63 rice varieties. **J. Sci. Food Agric**. 82:745—752.

Tan, Y.F., J.X. Li, S.B. Yu, Y.Z. Xing C.G. Xu and Q. Zhang. 1999. The three important traits for cooking and eating quality of rice grains are controlled by a single locus in an elite rice hybrid, Shanyou 63. **Theor. Appl. Genet**. 99:642-648.

Tang S.X., Khush G.S. and Juliano B.S. 1991. Genetics of gel consistency in rice (*Oryza sativa* L.) **J. Genet**. 70: 69-78.

Unnevehr, L. J., B. Duff, and B. O. Juliano. 1992. **Consumer Demand for Rice Grain Quality**. International Rice Research Institute, Manila, The Philippines and International Development Research Centre, Ottawa.

Virk, P., G.S. Khush and S. Peng. 2004. Breeding to enhance yield potential of rice at IRRI: the ideotype approach. IRRN 29 :5-9.

Webb, B. D. 1980. Rice quality and grades, pp. 543—565. *In* B. S. Luh, ed. **Rice:Production and Utilization**. Westport.

Wu, D. X., Q. Y. Shu, and Y. W. Xia. 2001. Assisted – selection for early indica rice with good eating quality by RVA profile. **Acta Agron.** 27:165—172.

Xiao, J., J. Li, Y. Longping and S. D. Tanksley. 1995. Dominance is the major genetic basis of heterosis in rice as revealed by QTL analysis using molecular markers. **Genetics** 140:745-754.

Yang J., S. Peng, Z. Zhang, Z. Wang, R. M. Visperas and Q. Zhu. 2002. Grain and dry matter yields and partitioning of assimilates in japonica/indica hybrid rice. **Crop Sci**. 42:766–772.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yang, X.C. and C.M. Hwa. 2008. Genetic control of rice plant architecture. **Heredity** 101: 396-404.

Zou, J. S., K. M. Yao, C.G. Lu and X.Q. Hu. 2003. Study on individual plant type character of Liangyoupeijiu rice. **Acta Agron. Sin.** 29: 652-657.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนสายพันธุ์ที่ปลูก จำนวนต้นลูกในแต่ละสายพันธุ์ และจำนวนต้นที่คัดเลือกไว้ในประชากรลูกชั่วที่ 2

สายพันธุ์	ประวัติพันธุ์	จำนวนต้น	
		ทั้งหมดที่ปลูก	ที่คัดเลือกไว้
PTT07265	IR66738-118-1-2 / IR79128B	500	3
PTT07266	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	500	21
PTT07268	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	500	27
PTT07269	IR 70491-33-2-2/ IR79128B	500	16
PTT07278	IR66738-118-1-2 / IR80151B	500	32
PTT07280	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	500	4
PTT07282	IR 68554-29-2-1 / IR80154B	500	12
PTT07284	IR 70491-33-2-2 / IR80154B	500	-
PTT07285	IR66738-118-1-2 / IR80156B	500	36
PTT07286	IR67966-118-2-2-1 / IR80156B	500	-
PTT07287	IR 68554-29-2-1 / IR80156B	500	11
PTT07288	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	500	26

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนสายพันธุ์ที่ปลูก จำนวนต้นลูกในแต่ละสายพันธุ์ และจำนวนต้นที่คัดเลือกไว้ในสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 3

สายพันธุ์	ประวัติพันธุ์	จำนวนต้น	
		ทั้งหมดที่ปลูก	ที่คัดเลือกไว้
PTT07265	IR66738-118-1-2 / IR79128B	3	-
PTT07266	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	21	8
PTT07268	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	27	8
PTT07269	IR 70491-33-2-2 / IR79128B	16	-
PTT07278	IR66738-118-1-2 / IR80151B	32	4
PTT07280	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	4	-
PTT07282	IR 68554-29-2-1 / IR80154B	12	4
PTT07285	IR66738-118-1-2 / IR80156B	36	
PTT07287	IR 68554-29-2-1 / IR80156B	11	
PTT07288	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	26	9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 33 สายพันธุ์ สายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์

สายพันธุ์	คู่ผสม	ผลผลิต (กก/ไร่)	อายุวันออกดอก 50 %	ความสูงต้น (ซม)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนต้นที่สร้างรวงในกอ (%)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด
PTT07288-20-1	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	1,035	89	95	13	97.77	13	191	82.87	2.96
PTT07288-11-4	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	974	82	107	11	93.33	11	204	88.22	2.59
PTT07288-20-3	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	968	93	104	17	78.19	13	170	89.61	2.72
PTT07288-14-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	939	96	108	13	85.76	12	209	71.86	2.93
PTT07278-8-4	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	831	105	114	20	75.12	15	202	82.02	2.24
PTT07268-26-2	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	787	85	87	18	78.70	14	174	69.87	2.59
PTT07285-21-2	IR66738-118-1-2 / IR80156B	725	89	98	23	70.83	16	129	74.37	2.77
PTT07266-6-3	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	725	69	79	20	86.70	18	155	68.74	2.40
PTT07266-8-5	IR67966-118-2-2-1/ IR79128B	688	67	101	22	67.12	15	137	66.55	2.83
PTT07268-16-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	685	80	112	12	70.27	8	179	80.39	2.70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ผลผลิต (กก/ไร่)	อายุวันออกดอก 50 %	ความสูงต้น (ซม)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนต้นที่สร้างรวงในกอ (%)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด
PTT07266-8-6	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	661	84	96	14	88.80	13	166	70.52	2.62
PTT07268-1-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	661	89	98	16	83.81	13	208	80.08	2.10
PTT07278-23-5	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	661	98	133	10	80.34	8	269	67.74	2.60
PTT07266-7-1	IR67966-118-2-2-1 /IR79128B	655	88	91	14	86.40	12	211	76.08	2.18
PTT07288-24-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	621	82	102	12	86.07	11	201	79.52	2.23
PTT07266-8-1	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	580	93	109	15	82.82	12	174	67.10	2.68
PTT07285-21-1	IR66738-118-1-2 / IR80156 B	570	92	99	24	62.60	15	105	64.07	2.80
PTT07278-18-3	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	568	96	106	16	90.16	14	137	70.27	2.47
PTT07288-26-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	566	93	93	17	76.85	13	135	72.82	1.99
PTT07288-1-3	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	539	93	106	12	84.02	9	178	81.11	2.53
PTT07285-21-4	IR66738-118-1-2 / IR80156B	535	78	93	19	85.37	16	136	77.11	2.24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ผลผลิต (กก/ไร่)	อายุวันออกดอก 50 %	ความสูงต้น (ซม)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนต้นที่สร้างรวงในกอ (%)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด
PTT07266-14-2	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	509	88	84	10	87.14	9	158	67.59	2.91
PTT07268-17-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	501	99	100	17	88.17	15	126	62.52	2.40
PTT07278-11-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	494	107	106	11	85.92	9	181	73.29	2.76
PTT07285-20-3	IR66738-118-1-2 / IR80156B	470	82	98	9	75.28	7	145	83.30	3.00
PTT07288-15-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	467	84	90	14	85.46	12	113	87.10	2.47
PTT07268-18-2	IR68552-100-1-2-2/ IR79128B	445	76	93	17	83.31	14	117	65.25	2.48
PTT07268-16-4	IR68552-100-1-2-2/ IR79128B	426	96	109	8	65.60	5	191	86.69	2.66
PTT07268-17-2	IR68552-100-1-2-2/ IR79128B	387	92	89	16	84.65	14	156	55.84	2.37
PTT07266-8-4	IR67966-118-2-2-1/ IR 79128B	356	91	99	13	75.57	10	70	57.83	3.08
PTT07288-8-4	IR68552-100-1-2-2/ IR80156B	324	86	91	17	45.19	8	128	74.67	2.75
PTT07268-18-3	IR68552-100-1-2-2/ IR79128B	321	80	94	11	92.16	10	108	68.33	2.68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ผลผลิต (กก/ไร่)	อายุวันออกดอก 50 %	ความสูงต้น (ซม)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนต้นที่สร้างรวงในกอ (%)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด
PTT07266-6-2	IR67966-118-2-2-1/ IR 79128B	255	93	92	10	72.19	7	195	60.78	2.14
IR66738-118-1-2 [1/]		455	113	89	8	63.32	5	233	76.77	2.26
IR68552-100-1-2-2[1/]		127	94	83	5	80.32	5	62	42.40	3.27
IR67966-118-2-2-1[1/]		216	104	96	5	58.89	3	216	47.11	2.56
IR79128B[2/]		573	91	90	21	71.38	15	132	74.21	1.94
IR80151B[2/]		351	91	93	19	79.27	16	171	54.45	1.76
IR80156B[2/]		416	92	87	12	71.03	9	141	71.67	1.92
SPR1		615	99	129	16	71.70	12	141	79.62	2.52
RD31		586	96	119	18	73.28	13	117	77.26	2.71
PTT1		515	100	111	17	73.13	13	122	74.21	2.52
CNT1		473	102	110	16	50.40	8	125	83.84	2.57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ผลผลิต (กก/ไร่)	อายุวันออกดอก 50 %	ความสูงต้น (ซม)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนต้นที่สร้างรวงในกอ (%)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	น้ำหนัก 100 เมล็ด
SPR2		428	99	104	14	54.99	8	152	81.17	2.19
LSD0.05		237.17	8.36	5.08	4.02	18.92	3.62	20.30	13.70	0.15
C.V.%		18.37	3.41	1.80	10.00	11.84	13.86	6.24	7.01	2.43

[1/] ข้าว tropical japonica ใช้เป็นพันธุ์แม่
[2/] ข้าว indica ใช้เป็นพันธุ์พ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพหุงต้มและรับประทานของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 จำนวน 33 สายพันธุ์ สายพันธุ์ข้าว tropical japonica และ indica จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์

สายพันธุ์	คู่ผสม	ความยาวเมล็ด (มม)	ความกว้างเมล็ด (มม)	อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด	รูปร่างเมล็ด	ค่าท้องไข่	ปริมาณอะมิโลส (%)	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	อุณหภูมิแป้งสุก
PTT07266-14-2	IR67966-118-2-2-1/ IR79128B	6.55	2.62	2.48	ปานกลาง	1.74	16.8	3.97	ปานกลาง
PTT 07266-6-2	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	7.04	1.91	3.68	เรียว	0.04	15.2	6.47	ต่ำ
PTT 07266-6-3	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	6.81	2.06	3.30	เรียว	1.02	23.4	6.54	ต่ำ
PTT 07266-7-1	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	6.73	2.09	3.21	เรียว	0.04	21.9	5.86	ต่ำ
PTT 07266-8-1	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	7.71	2.11	3.65	เรียว	0.34	14.0	6.03	ต่ำ
IPTT07266-8-4	IR67966-118-2-2-1 / IR 79128B	7.60	2.16	3.53	เรียว	0.35	31.3	4.36	ปานกลาง
PTT 07266-8-5	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	7.57	2.18	3.47	เรียว	1.39	26.1	6.30	ต่ำ
PTT 07266-8-6	IR67966-118-2-2-1 / IR79128B	7.34	2.06	3.56	เรียว	0.74	26.6	5.97	ต่ำ
PTT 07268-1-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	5.77	2.18	2.67	ปานกลาง	0.73	6.1	2.97	สูง
PTT07268-16-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	6.49	2.33	2.81	ปานกลาง	0.61	7.9	3.84	ปานกลาง
PTT07268-16-4	IR68552-100-1-2-2 /IR79128B	6.68	2.23	3.01	เรียว	0	13.9	3.97	ปานกลาง
PTT07268-17-1	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	6.27	2.20	2.83	ปานกลาง	0.49	6.9	1.97	สูง
PTT07268-17-2	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	7.09	2.06	3.44	เรียว	0.37	11.4	4.86	ปานกลาง
PTT07268-18-2	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	6.22	2.11	2.96	ปานกลาง	0.04	12.1	1.93	สูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ความยาวเมล็ด (มม)	ความกว้างเมล็ด (มม)	อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด	รูปร่างเมล็ด	ค่าท้องไข่	ปริมาณอะมิโลส (%)	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	อุณหภูมิแป้งสุก
PTT07268-18-3	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	6.81	2.25	3.03	เรียว	1.17	16.3	2.93	สูง
PTT07268-26-2	IR68552-100-1-2-2 / IR79128B	6.96	2.25	3.08	เรียว	1.64	22.2	5.97	ต่ำ
PTT07278-11-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	6.98	2.16	3.23	เรียว	0	14.1	2.09	สูง
PTT07278-18-3	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	6.56	2.16	3.03	เรียว	0.76	8.1	3.8	ปานกลาง
PTT07278-23-5	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	5.93	2.43	2.43	ปานกลาง	0.64	12.4	3.97	ปานกลาง
PTT07278-8-4	IR68552-100-1-2-2 / IR80151B	6.56	2.02	3.25	เรียว	0	12.9	3.97	ปานกลาง
PTT07285-20-3	IR66738-118-1-2 / IR80156B	6.30	2.47	2.57	ปานกลาง	0	10.8	4.31	ปานกลาง
PTT07285-21-1	IR66738-118-1-2 / IR80156B	7.05	2.12	3.33	เรียว	0	22.1	5.22	ปานกลาง
PTT07285-21-2	IR66738-118-1-2 / IR80156B	7.23	2.08	3.48	เรียว	0	20.5	6.07	ต่ำ
PTT07285-21-4	IR66738-118-1-2 / IR80156B	6.55	1.91	3.43	เรียว	0	27.7	6.09	ต่ำ
PTT07288-11-4	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.87	2.09	3.29	เรียว	0.98	20.5	4.48	ปานกลาง
PTT07288-1-3	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.46	2.12	3.05	เรียว	0.68	23.1	6.73	ต่ำ
PTT07288-14-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.42	2.53	2.51	ปานกลาง	0.8	7.8	4.25	ปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ความยาวเมล็ด (มม)	ความกว้างเมล็ด (มม)	อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด	รูปร่างเมล็ด	ค่าท้องไข่	ปริมาณอะมิโลส (%)	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	อุณหภูมิแป้งสุก
PTT07288-15-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.90	2.07	3.34	เรียว	0.63	17.4	5.8	ต่ำ
PTT07288-20-1	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.41	2.61	2.49	ปานกลาง	1.78	11.4	3.13	สูง
PTT07288-20-3	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.12	2.36	2.62	ปานกลาง	0.22	22.0	4.50	ปานกลาง
PTT07288-24-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.00	2.11	2.85	ปานกลาง	0.3	25.4	3.58	ปานกลาง
PTT07288-26-2	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.33	1.99	3.19	เรียว	0.43	15.1	6.13	ต่ำ
PTT07288-8-4	IR68552-100-1-2-2 / IR80156B	6.35	2.83	2.23	ปานกลาง	2.31	19.4	5.84	ต่ำ
IR66738-118-1-2[1/]		5.31	2.53	2.10	ปานกลาง	0.04	7.9	5.83	ต่ำ
IR67966-118-2-2-1[1/]		5.87	2.89	2.03	ปานกลาง	2.44	10.2	3.93	ปานกลาง
IR68552-100-1-2-2[1/]		5.62	2.58	2.18	ปานกลาง	1.44	15.2	3.93	ปานกลาง
IR79128B[2/]		6.92	1.81	3.84	เรียว	0.04	16.0	3.43	สูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	คู่ผสม	ความยาวเมล็ด (มม)	ความกว้างเมล็ด (มม)	อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด	รูปร่างเมล็ด	ค่าท้องไข่	ปริมาณอะมิโลส (%)	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	อุณหภูมิแป้งสุก
IR80151B[2/]		6.78	1.79	3.79	เรียว	0.04	16.4	3.43	สูง
IR80156B[2/]	-	6.69	1.98	3.39	เรียว	0.52	22.6	5.93	ต่ำ
CNT1	-	7.57	2.08	3.65	เรียว	0.15	30.5	3	สูง
PTT1	-	7.59	2.04	3.73	เรียว	0.2	13.1	4.03	ปานกลาง
RD31	-	7.24	2.09	3.46	เรียว	0.24	27.5	3	สูง
SPR1	-	6.95	2.07	3.37	เรียว	0.45	31.4	3	สูง
SPR2	-	6.87	2.02	3.41	เรียว	0.22	21.3	3	สูง
LSD0.05	-	0.35	0.09	0.19	-	0.31	9.94	0.47	-
C.V.%	-	1.96	1.85	2.17	-	48.94	16.28	5.96	-

[1/] ข้าว tropical japonica ที่ใช้เป็นพันธุ์แม่
[2/] ข้าว indica ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพผนวกที่ 1 ทรงต้นของสายพันธุ์ข้าว tropical japonica ที่ใช้เป็นพันธุ์แม่ซึ่งมีลักษณะลำต้นหนาแข็ง แตกกอน้อย ทุกหน่อสามารถสร้างรวง รวงมีขนาดใหญ่และมีเมล็ดจำนวนมาก

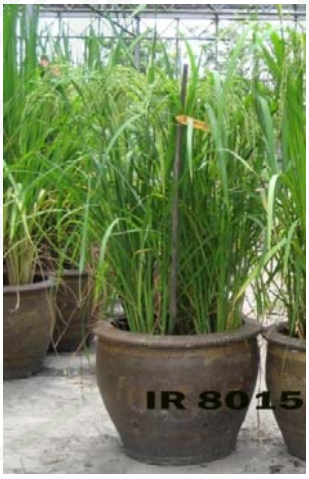
(ก) สายพันธุ์ IR66738-118-1-2

(ข) สายพันธุ์ IR67966-188-2-2-1

(ค) สายพันธุ์ IR68552-100-1-2-2

(ก)

(ข)



(ค)

ภาพผนวกที่ 2 ต้นของสายพันธุ์ข้าว indica ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อซึ่งมีลักษณะแตกกอจำนวนมาก เมล็ดมีขนาดยาว รูปร่างเมล็ดเรียว

(ก) สายพันธุ์ IR79128B

(ข) สายพันธุ์ IR80151B

(ค) สายพันธุ์ IR80156B

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 3 สายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 (F_4) ที่ปลูกในแปลงทดสอบผลผลิตในฤดูฝน ปี 2552

(ก)

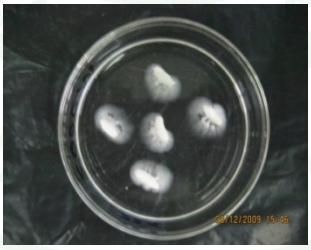
(ข)

ภาพผนวกที่ 4 เมล็ดข้าวของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 (F_4) ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้

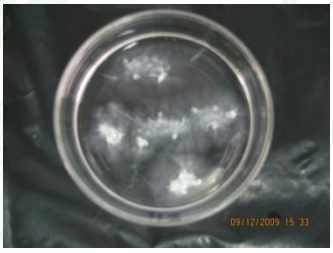
(ก)สายพันธุ์ที่มีเมล็ดปานกลาง

(ข)สายพันธุ์ที่มีเมล็ดยาวเรียว

(ก)



(ข)



(ข)

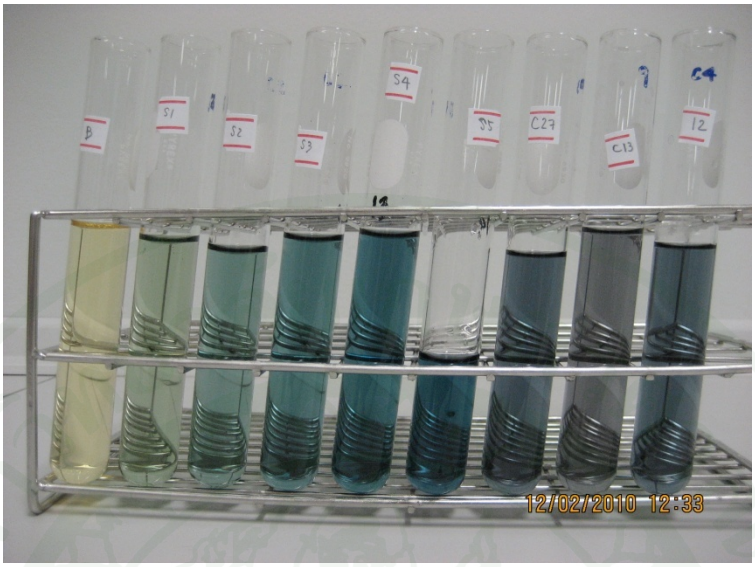
ภาพผนวกที่ 5 การสลายเมล็ดข้าวสารในด่างของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้

(ก) สายพันธุ์ที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างเป็น 1-3

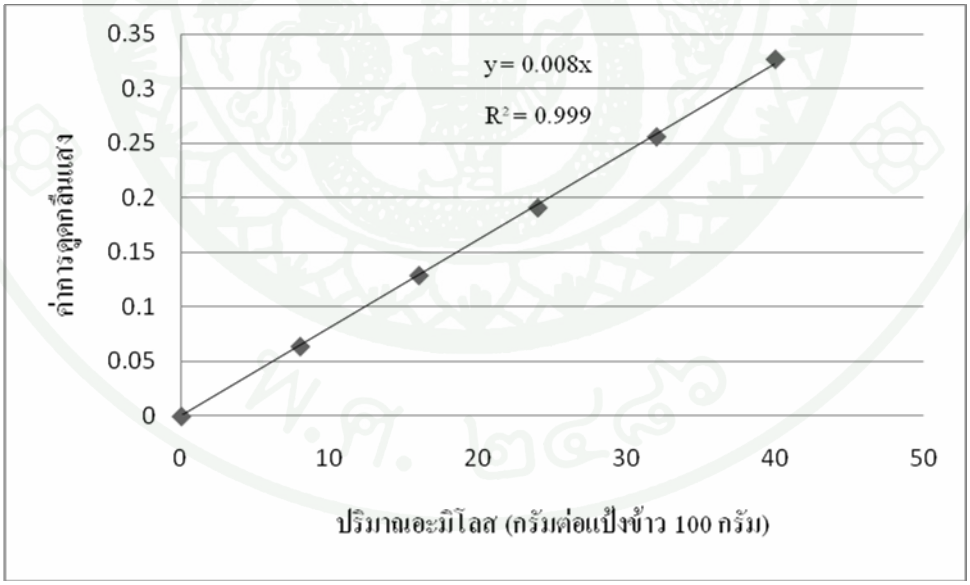
(ข) สายพันธุ์ที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างเป็น 4-5

(ค) สายพันธุ์ที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างเป็น 6-7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 6 การวิเคราะห์หาปริมาณอะมิโลสในเมล็ดของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ โดยวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากอะมิโลส



ภาพผนวกที่ 7 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะมิโลส (กรัมต่อแป้งข้าว 100 กรัม) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวนงเยาว์ แก้ววิเศษ
วัน เดือน ปี	22 พฤศจิกายน 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานเกษตรอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์