ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์พืช)

ปริญญา

การปรับปรุงพันธุ์พืช — **สาขา**

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา — **ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อศึกษาลักษณะความดีเด่นของข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์

Evaluation and Selection of Parental Lines for Study on Heterosis of Two Line Hybrid in Rice

นามผู้วิจัย นางสาวปิยวดี นาสารีย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์ธีรยุทธ ตู้จินดา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ปัทมา ศิริธัญญา, วท.ด.)

ประธานสาขาวิชา .....

(รองศาสตราจารย์วรวิทย์ สิริพลวัฒน์, D.Agr.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อศึกษาลักษณะความดีเด่นของข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์

Evaluation and Selection of Parental Lines for Study on Heterosis of Two Line Hybrid in Rice

โดย

นางสาวปิยวดี นาสารีย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์พืช)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยวดี นาสารีย์ 2554: การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อศึกษาลักษณะความดีเด่นของข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์พืช) สาขาการปรับปรุงพันธุ์พืช โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ธีรยุทธ ตู้จินดา, Ph.D. 103 หน้า

เทคโนโลยีพันธุ์ข้าวลูกผสม เป็นการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อศึกษาลักษณะความดีเด่นของข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์ จัดว่าเป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมแบบสองทางของประเทศไทย โดยคัดเลือกข้าวสายพันธุ์แม่จากประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม NorinPL12/KDML105*3 และ ประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง NorinPL12/KDML105*3//DHL279/3//DHL279/3/23-215//NorinPL12/KDML105*3 จำนวน 252 สายพันธุ์ ได้สายพันธุ์แม่ที่มีลักษณะเกสรตัวผู้เป็นหมันตอบสนองต่ออุณหภูมิ (thermo genetic male sterile) และลักษณะทางการเกษตรที่ดี จำนวน 2 สายพันธุ์คือ T6-4 และ T6-6 การประเมินและคัดเลือกข้าวสายพันธุ์พ่อจากสายพันธุ์แท้จำนวน 205 สายพันธุ์ ที่จำแนกกลุ่มจากแหล่งพันธุกรรมได้เป็น 6 กลุ่มพันธุ์ พบว่าข้าวสายพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6 จากกลุ่มพันธุ์ข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด (962 กิโลกรัมต่อไร่) การสร้างคู่ผสมชั่วที่1 จำนวน 235 คู่ผสม ด้วยการผสมด้วยมือ ปลูกทดสอบเปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตรฐานจำนวน 10 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ augmented พบว่าข้าวลูกผสมจำนวน 10 คู่ผสมให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด ให้ผลผลิตมีค่าระหว่าง 2,394 - 2,963 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ คู่ผสม T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 (2,963 กิโลกรัมต่อไร่) ข้าวลูกผสมที่ให้ค่าความดีเด่นของลักษณะผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อที่ดีที่สุด (heterobeltiosis) คือ คู่ผสม T6-6/PSBRC44 (459 เปอร์เซ็นต์) ข้าวลูกผสมที่ให้ค่าความดีเด่นของลักษณะผลผลิตมากกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุดคือ คู่ผสม T6-4/PSL 96028-21-7-PSL-1-1 (145 เปอร์เซ็นต์) ข้าวลูกผสมที่แสดงความดีเด่นของลักษณะผลผลิตเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด (standard heterosis) จำนวน 10 คู่ผสมคือ T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1, T6-4/(NSICRC122), T6-4/PSBRc54, T6-4/(8)3-1-22-9-1, T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2, T6-4/PSBRc70, T6-4/IR71701-28-1-4, T6-4/IR72158-68-6-3, T6-6/F7Nipon/hompamaNo.64 และ T6-4/IR38 ให้ค่าความดีเด่นอยู่ระหว่าง 98 – 145 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ข้าวลูกผสมทั้ง 10 คู่ผสมสามารถนำไปใช้สำหรับพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมไทยให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Piyavadee Nasaree 2011: Evaluation and Selection of Parental Lines for Study on Heterosis of Two Line Hybrid in Rice. Master of Science (Plant Breeding), Major Field: Plant Breeding, Interdisciplinary Graduate Program.
Thesis Advisor: Mr. Theerayut Toojinda, Ph.D. 103 pages.

Hybrid rice technology is an effective approach to greatly increase rice yield per area. Evaluation and selection of parental line to study on heterosis are important for developing two-line hybrid rice system in Thailand. A total of 252 lines from two populations; BC_3F_3 of a cross of Norin PL12/KDML105*3 and F_3 of a three-way cross of NorinPL12/KDML105*3// DHL279/3/23-215//Norin PL12/KDML105*3, were screened for pollen viability under field and sunlit-chamber conditions. Two lines, T6-4 and T6-6, showing thermo genetic male sterility and good agronomic characteristics were selected to use as female parents. To evaluate and select male parents, 205 rice varieties from six different genetic sources were manipulated in field and it was found that a rice variety, PSL01195-66-1-3-6, had the highest yield (962 kg/rai). After crossing by hand pollination method, a total of 235 F_1 populations and ten standard checks were conducted in an augmented design. Grain yield of ten F_1 populations ranged from 2,394 to 2,963 kg/rai were higher than parents and standard checks and a population from a cross between T6-4 and PSL96028-21-7-PSL-1-1 showed the highest yield (2,963 kg/rai). It was found that best-parent heterosis (heterobeltiosis) on grain yield of a cross between T6-6 and PSBRC44 was highest (459%) and a cross of T6-4 and PSL96028-21-7-PSL-1-1 showed the highest standard heterosis (145%). It was found standard heterosis on grain yield over standard check variety of the best ten hybrid such as the crosses of T6-4/PSL96028-21-7-1-1, T6-4/(NSICRC122), T6-4/PSBRc54, T6-4/(8)3-1-22-9-1, T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2, T6-4/PSBRc70, T6-4/IR71701-28-1-4, T6-4/IR72158-68-6-3, T6-6/F7Nipon/hompama No.64 and T6-4/IR38 were ranged from 98 to 145%. Therefore, ten crosses were suggested for improving the potential of two-line hybrid rice production in Thailand.

/ /

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่ให้กำลังใจ คำแนะนำ การสนับสนุน และอยู่เคียงข้างเสมอ แม้ในยามที่ท้อแท้ หมดกำลังใจในการทำงานใดๆ จนกลับมามีกำลังที่จะสู้กับอุปสรรคที่เกิดขึ้น และทำให้สำเร็จลุล่วงในที่สุด

ขอกราบขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ ด้านต่างๆ ให้แก่ข้าพเจ้าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำเรื่องการเรียน การวางแผนงานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณ กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชารอง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางแก้ปัญหาในการทดลอง ตลอดจนตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณหน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์จากยีนข้าวและภาควิชาคณะเกษตรกำแพงแสน และที่อนุเคราะห์สถานที่ รวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ และขอขอบคุณเจ้าของตำราและบทความทุกเล่มที่ให้ความรู้ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ท้ายที่สุดขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือในการทำแปลงทดลอง และแนะนำปัญหาต่างๆ ตลอดจนคอยให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมาช่วยเหลือในการทำวิจัย ทั้งให้การช่วยเหลือทางงานเอกสาร และงานในห้องทดลองและแปลงทดสอบ ซึ่งให้ทั้งคำแนะนำต่างๆ และคอยผลักดันกระตุ้น และเป็นกำลังใจ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ปิยวดี นาสารีย์

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	25
อุปกรณ์	25
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	37
สรุป	65
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	68
ภาคผนวก	76
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	103

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระดับความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้	18
2	จำนวนพันธุ์ข้าวในแต่ละกลุ่ม และแหล่งที่มาของข้าวสายพันธุ์พ่อ	37
3	ลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์	40
4	ลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของข้าวสายพันธุ์พ่อที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุด จำนวน 10 สายพันธุ์	41
5	ลักษณะทางกายภาพของข้าวสายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์	43
6	ลักษณะทางกายภาพของข้าวสายพันธุ์พ่อที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุดจำนวน 10 พันธุ์	44
7	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของข้าวสายพันธุ์แม่ จากการประเมินความเป็นหมันด้วยวิธีคลุมช่อ และการย้อมติดสี I-KI	46
8	ลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6	47
9	เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของข้าวสายพันธุ์ T6-4 และ T6-6 ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 3 สภาพ	49
10	จุลภูมิอากาศของแต่สภาพการปลูก	49
11	จำนวนคู่ผสมของข้าวลูกผสมจากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6	50
12	ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสาย-พันธุ์แม่ T6-4 จำนวน 10 คู่ผสมที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุดและมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่ดีที่สุด (standard best check)	52
13	ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 จำนวน 10 คู่ผสมที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุดและมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่ดีที่สุด (standard best check)	53

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 จำนวน 10 คู่ผสมที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุดและมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่ดีที่สุด (standard best check)	56
15	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวลูกผสม	57
16	เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐาน (standard heterosis)	59
17	เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐาน (standard heterosis)	61
18	เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพันธุ์พ่อ (heterobeltiosis, BP)	62
19	เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ (heterobeltiosis, BP)	64

ตารางผนวกที่

1	ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสายพันธุ์พ่อ 200 สายพันธุ์	77
2	ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของข้าวสายพันธุ์พ่อ 200 สายพันธุ์	85
3	เปอร์เซ็นต์ละอองเกสรปกติ เปอร์เซ็นต์ละอองเกสรเป็นหมันของข้าวประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม Norin PL12/KDML105*3 และ พันธุ์แม่ประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง Norin PL12/KDML105*3//DHL279/3/23-215// Norin PL12/KDML105*3	93
4	ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4	94
5	ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบ 3 สายพันธุ์	10
2	ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบ 2 สายพันธุ์	11
3	ลักษณะของละอองเกสรตัวผู้ของสายพันธุ์เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม แบบ WA type Hong-Lien type และ BT type	16
4	ลักษณะของ pollen grains จากต้น genetic male sterile plant ที่เป็น distorted pollen grain (DP) และ empty pollen grain (EP) (ก) เมื่อเปรียบเทียบกับ plump pollen grain (PP) (ข) (1500x) จากต้นปกติ	17
5	ผังประเมินลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์พ่อ	28
6	ผังการประเมินลักษณะความเป็นหมันที่เกิดจากอุณหภูมิเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แม่	31
7	ผังการสร้างคู่ผสมระบบสองสายพันธุ์	33
8	ผังการปลูกทดสอบความดีเด่นผลผลิตข้าวลูกผสม	34
9	แสดงลักษณะละอองเกสร 3 แบบ คือ (ก) ละอองเกสรปกติที่ติดสีย้อมปกติและมีลักษณะกลมนูน (PP) (ข) ละอองเกสรเป็นหมันที่ละอองเกสรไม่ติดสีมีลักษณะกลม (DP) และ (ค) ละอองเกสรที่ไม่ติดสีมีลักษณะไม่กลม (EP)	47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ml	=	milliliter
TGMS	=	Thermo Genetic Male Sterile
CMS	=	cytoplasmic male sterility
EGMS	=	environmental sensitive genic
IRRI	=	International Rice Research Institute
CARI	=	Central Agricultural Research Institute
BRRI	=	Bangladesh Rice Research Institute

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อศึกษาลักษณะความดีเด่นของข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์

Evaluation and Selection of Parental Lines for Studying Heterosis of Two Line Hybrid in Rice

คำนำ

จากอัตราการขยายตัวของประชากรที่มีแนวโน้มสูงขึ้น และการใช้ทรัพยากรที่ดินเพื่อที่อยู่อาศัย ทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง ส่งผลให้ผลผลิตข้าวซึ่งเป็นพืชอาหารที่สำคัญของประชากรโลกรวมถึงประเทศไทย ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ประกอบกับปัญหาภัยธรรมชาติ อาทิ อุทกภัย และภัยแล้งที่รุนแรงมากขึ้น ซึ่งประเทศผู้ปลูกข้าวรายสำคัญต่างประสบปัญหาภัยธรรมชาติ อาทิ ไทย เวียดนาม จีน และอินโดนีเซีย ส่งผลให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหายเป็นอย่างมาก ทำให้มีภาวะการณ์ขาดแคลนข้าว และราคาสูงขึ้นในบางประเทศ เมื่อความต้องการข้าวในตลาดโลกมีมากขึ้น การแสวงหาแนวทางในการพัฒนาศักยภาพการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ จึงมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตข้าวที่เพียงพอต่อความต้องการในการบริโภค

ประเทศไทยส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลกเฉลี่ยมากกว่า 5 ล้านตันต่อปี อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวต่อพื้นที่กลับอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศผู้ส่งออกข้าวรายอื่น โดยประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวในปี พ.ศ. 2553 รวมทั้งสิ้น 57.04 ล้านไร่ แต่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวเฉลี่ยทั้งประเทศเพียง 402 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) นอกจากนี้ การผลิตข้าวของไทยยังประสบปัญหา และอุปสรรคอีกหลายประการ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ความไม่เหมาะสมของพื้นที่ ความแห้งแล้งหรือน้ำท่วม ปัญหาเรื่องการจัดการด้านการปลูกและการดูแล ปัญหาโรคและแมงศัตรูพืช รวมทั้งพันธุ์ข้าว ซึ่งปัจจุบันให้ผลผลิตต่อพื้นที่ค่อนข้างต่ำ รวมทั้งอ่อนแอต่อโรค และแมลงบางชนิด ดังนั้นในการเพิ่มศักยภาพของผลผลิตข้าว และลดปัญหาที่เกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ โดยเฉพาะการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยการใช้เทคโนโลยีข้าวลูกผสม ในการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น เพื่อสร้างโอกาสการแข่งขันข้าวไทยในตลาดโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวลูกผสม (hybrid rice) เป็นเทคโนโลยีที่นำเอาความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือสายพันธุ์พ่อแม่ (heterosis) มาใช้ประโยชน์ โดยสายพันธุ์ข้าวลูกผสมจะให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวสายพันธุ์แท้ (inbred variety) หรือพันธุ์ข้าวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีปกติ (conventional breeding) ถึงร้อยละ 20 - 30 (บริบูรณ์ และ ปัทมา, 2550) ข้าวลูกผสม เป็นข้าวชั่วแรกที่ได้จากการผสมพันธุ์ข้าวต่างพันธุกรรมกัน เมื่อนำเมล็ดชั่วแรก (F_1) ไปปลูก ลูกผสมจะแสดงความแข็งแรง การใช้ประโยชน์ในชั่วนี้จึงได้ผลดีที่สุดเพราะในชั่วต่อ ๆ ไปของลูกผสมจะมีการกระจายตัวของลักษณะต่าง ๆ ข้าวลูกผสมจึงเป็นการใช้ความดีเด่น และความแข็งแรงของลูกชั่วแรกที่เหนือกว่าสายพันธุ์พ่อ และแม่ (สงกรานต์ และคณะ, 2529) การผลิตข้าวลูกผสมที่นิยมใช้ในปัจุบันมี 2 ระบบ ระบบแรก คือ ระบบ 3 สายพันธุ์ (three-line sterility) หรือระบบ CMS (cytoplasmic male sterility) ประกอบด้วย สายพันธุ์ A (A line) หรือสายพันธุ์แม่ที่มีเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม (cytoplasmic male sterile line หรือ CMS line) สายพันธุ์ B (B line) หรือสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (maintainer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝด (isogenic line) กับสายพันธุ์ A แต่มีเกสรตัวผู้ปกติ และสายพันธุ์ R (R line) หรือสายพันธุ์แก้ความเป็นหมันของเพศผู้ (fertility restorer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อที่มีเกสรตัวผู้ปกติ และอีกระบบ คือ ระบบ 2 สายพันธุ์ หรือระบบ EGMS (environmental sensitive genic male sterility) ประกอบด้วย สายพันธุ์แม่ (s line หรือ EGMS line) ที่มีเพศผู้เป็นหมันซึ่งเกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิหรือช่วงแสง และการสสายพันธุ์พ่อที่มีเกสรตัวผู้ปกติ (Yuan and Fu 1996; Virmani, 2003)

การพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น ทำให้มีข้าวเพียงพอต่อการบริโภค และการส่งออกในอนาคต ซึ่งการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยมิต้องขยายพื้นที่ปลูกข้าว แต่ใช้เทคโนโลยีข้าวลูกผสมนี้เป็นการช่วยป้องกัน และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ดังนั้น การศึกษา การประเมิน และคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ/แม่ เพื่อศึกษาลักษณะความดีเด่นของข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์ จะสามารถพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมไทยให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง อีกทั้งสร้างโอกาสในการแข่งขันกับประเทศผู้ส่งออกข้าวรายอื่นในตลาดโลกได้สูงขึ้นในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินและคัดเลือกหาสายพันธุ์ข้าวที่จะใช้เป็นพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่

2. เพื่อศึกษาลักษณะความดีเด่นของข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรวจเอกสาร

ข้าวลูกผสม (Hybrid rice)

ข้าวลูกผสม (hybrid rice) คือ ข้าวชั่วแรกที่ได้จากการผสมพันธุ์ข้าวต่างพันธุกรรมกันเมื่อนำเมล็ดชั่วแรกไปปลูก ลูกผสมจะแสดงความแข็งแรง การใช้ประโยชน์ในชั่วนี้จะได้ผลดีที่สุด เพราะในชั่วต่อ ๆ ไปของลูกผสมจะมีการกระจายตัวของลักษณะต่างๆ การใช้ประโยชน์ข้าวลูกผสมจึงเป็นการใช้ความดีเด่นและความแข็งแรงของลูกชั่วแรกที่ดีเด่นเหนือสายพันธุ์พ่อและแม่ (สงกรานต์ และคณะ, 2529) การผลิตข้าวลูกผสมจึงจำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ใหม่ที่มาจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อทุกปี แตกต่างจากการทำนาโดยทั่วไป ที่ปลูกข้าวโดยใช้เมล็ดพันธุ์แท้ที่สามารถใช้เมล็ดพันธุ์จากแปลงปลูกในฤดูก่อนมาทำพันธุ์ต่อไปได้ (บริบูรณ์ และปัทมา, 2550)

การผลิตข้าวลูกผสมเป็นเทคโนโลยีที่นำเอาหลักการของความดีเด่นของลูกผสม (hybrid vigor หรือ heterosis) มาใช้ และลูกผสมที่ได้จะต้องมีความดีเด่นในการให้ผลผลิตเหนือกว่าพันธุ์พ่อ–แม่ หรือข้าวพันธุ์อื่นที่สามารถให้ผลผลิตได้สูงกว่าที่มาจากการปรับปรุงโดยวิธีปกติ แต่เนื่องจากข้าวเป็นพืชผสมตัวเอง โอกาสที่มีการผสมข้ามต้นมีน้อยมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการที่ทำให้พันธุ์ข้าวที่นำมาใช้เป็นสายพันธุ์แม่ มีละอองเกสรหรือเรณูเป็นหมัน การผลิตข้าวลูกผสมเป็นการผลิตเมล็ดชั่วที่1 (F_1) จากการผสมพันธุ์ ระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ ที่มีลักษณะเรณูเป็นหมัน กับพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวที่ปกติที่ดีและเหมาะสมกัน โดยเมล็ดลูกผสมชั่วที่1 นี้เมื่อนำไปปลูกแล้วจะต้องแสดงออกในด้านความแข็งแรง และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงจากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีปกติประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป และเมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวจากต้นข้าวลูกผสมไม่สามารถนำไปปลูกในฤดูกาลต่อไปได้ เนื่องจากจะมีการกระจายตัวเกิดขึ้นของลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมใหม่ๆทุกครั้งที่ปลูก (บริบูรณ์, 2546ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม

ประเทศจีนเป็นประเทศแรกที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาข้าวลูกผสมโดยใช้พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันแบบ cms และสามารถนำออกปลูกเป็นการค้าได้ตั้งแต่ ค.ศ. 1975 จนถึง ค.ศ. 1990 มีพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมประมาณ 110 ล้านไร่ ความสำเร็จของประเทศจีนในการผลิตข้าวลูกผสม และรัฐบาลประเทศจีนตระหนักถึงศักยภาพของข้าวลูกผสม จึงได้จัดตั้งโครงการวิจัยข้าวลูกผสมขึ้นในปี ค.ศ. 1964 และได้พัฒนาข้าวลูกผสมภายใต้การนำของศาสตราจารย์ Yuan Longping ที่ศูนย์วิจัยข้าวลูกผสม Changsa จังหวัด Hunan งานวิจัยเป็นความร่วมมือระหว่างนักวิจัยจากศูนย์วิจัย และสถาบันวิจัยอื่นๆ และเทคโนโลยีที่จำเป็นในการพัฒนาข้าวลูกผสมได้รับการพัฒนาขึ้นมาและได้ข้าวลูกผสมชุดแรกออกมาใน ค.ศ. 1974 ใช้เวลาในการพัฒนาข้าวลูกผสมนานถึง 11 ปี นับตั้งแต่เริ่มตั้งสถาบันวิจัยข้าว หลังจากประเทศจีนประสบความสำเร็จในการผลิตข้าวลูกผสมสถาบัน วิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) จึงได้เริ่มงานวิจัยข้าวลูกผสมขึ้นในปี ค.ศ.1979 จากนั้นประเทศอื่นๆ ในเอเชียได้ให้ความสนใจเรื่องข้าวลูกผสม ในประเทศไทยเริ่มให้ความสนใจข้าวลูกผสมตั้งแต่ปี ค.ศ.1979 แต่เป็นเพียงทดสอบผลผลิตของคู่ผสมที่กำลังนิยมในประเทศจีนเท่านั้น (อรพิน, 2539)

ในปัจจุบันประเทศจีนได้มีการปลูกข้าวลูกผสมมากกว่าร้อยละ 66 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 6.7 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวลูกผสมชนิดแบบสามทาง (three line hybrid rice) และในศตวรรษที่ 21 นี้ประเทศจีนมีการใช้พันธุ์ข้าวลูกผสมชนิดข้าวลูกผสมแบบสองทาง ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่า ร้อยละ 5-10 และมีคุณภาพหุงต้มที่ดีกว่าด้วย ซึ่งจัดเป็นพันธุ์ Super High Yield Rice โดยเกิดจากคู่ผสม Pei ai 64S/E 32 โดยมีลักษณะทางกายภาพ (morphological) ที่ให้ผลผลิตสูงซึ่งเป็นความก้าวหน้าของการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมในประเทศจีน (Yuan, 1999)

การพัฒนาข้าวลูกผสมในประเทศต่างๆ

จากข้อมูลพัฒนาการข้าวลูกผสมในประเทศต่างๆจากหนังสือข้าวลูกผสมและสถานภาพข้าวในนานาประเทศโดยบริบูรณ์ และปัทมา (2550) มีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

ฟิลิปินส์: จากความสำเร็จของเทคโนโลยีข้าวลูกผสมในหลายประเทศ เดือนมกราคม 2541 รัฐบาลฟิลิปินส์ได้ทำโครงการข้าวลูกผสมแห่งชาติ คือโครงการ กินตอง แอนนิไรซ์ (Gintong AniRice) ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมวิชาการเกษตร โดยมีเป้าหมายที่จะใช้เทคโนโลยีข้าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลูกผสมในการเพิ่มผลผลิตข้าว ตั้งแต่ปี 2541 ถึงปี 2543 เป็นต้นมา โครงการข้าวลูกผสมแห่งชาติ การประเมินลักษณะพันธุกรรม และการอนุรักษ์ การพัฒนาพันธุ์ เทคโนโลยีชีวภาพ การจัดการเขตกรรม การจัดการศัตรูพืช เศรษฐศาสตร์เครื่องจักรกลการเกษตร และการผลิตเมล็ดพันธุ์ มีการทดสอบข้าวลูกผสมพันธุ์ท้องถิ่น Mestizo พบว่าให้ผลผลิตสูงสุด 1,633 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับแปลงที่ใช้ข้าวพันธุ์ดีที่สุด ซึ่งให้ผลผลิต 1,072 กิโลกรัมต่อไร่ ลูกผสม Mestizo จัดว่าเป็นข้าวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงมาก มีคุณภาพในการหุงต้มดี และขายได้ราคาสูง ภายหลังจากการจัดตั้งโครงการ รัฐบาลได้ร่วมมือกับภาคเอกชนมากขึ้น และภาคเอกชนให้การสนับสนุนมากขึ้น โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงพันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์ และการถ่ายทอดเทคโนโลยี รัฐบาลฟิลิปปินส์ ได้กำหนดพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมเป้าหมายในปี 2547 ไว้ 1,875,000 ไร่

มาเลเซีย: งานวิจัยข้าวลูกผสมที่สำคัญในมาเลเซียเป็นงานวิจัยข้าวลูกผสมของสถาบันวิจัยและพัฒนาการเกษตรมาเลเซีย (Malaysian Agricultural Research and Development Institute - MARDI) ซึ่งเริ่มดำเนินการเมื่อปี 2527 ด้วยความร่วมมือจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) โดยการวิจัยข้าวลูกผสมแบบ 3 สายพันธุ์ (A, B และ R-lines) สายพันธุ์เรณูเป็นหมันมีต้นกำเนิดจากประเทศจีนถูกนำเข้าโดย IRRI เพื่อใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ การวิจัยมีเป้าหมายหาเฮทเทอโรซิสในคู่ผสมที่ต่างๆ ซึ่งมาจากสายพันธุ์ข้าวในท้องถิ่น ในปี 2527 - 2528 ข้าวลูกผสม 18 สายพันธุ์ได้รับการประเมินในการทดลองเปรียบเทียบผลผลิต สายพันธุ์ข้าวลูกผสมดีเด่น 2 สายพันธุ์ คือ IR62829A/IR29723-143-2-1R ในปี 2538 มีการประเมินข้าวลูกผสมกว่า 500 สายพันธุ์ พบว่า พันธุ์ข้าวที่มาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีปกติเป็นโรคใบขาว (Leaf bronzing) อย่างรุนแรง ในขณะที่ข้าวลูกผสมส่วนมากไม่เป็นและยังให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ MR84 ร้อยละ 87 อย่างไรก็ตาม ข้าวลูกผสมที่ใช้ในการทดลองไม่สามารถปล่อยพันธุ์สู่เกษตรกรได้ เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของลักษณะเรณูเป็นหมันในสายพันธุ์ CMS

สหภาพพม่า: การวิจัยและพัฒนาข้าวลูกผสมได้เริ่มดำเนินการที่สถาบันวิจัยการเกษตรกลาง (Central Agricultural Research Institute - CARI) เมื่อปี 2534 โดยความร่วมมือกับ IRRI นอกจากนี้พม่ายังได้รับความร่วมมือจากบริษัทเมล็ดพันธุ์จากประเทศจีน และญี่ปุ่น และการสนับสนุนทางด้านวิชาการจากองค์การอาหารและเกษตร (FAO) แห่งสหประชาชาติ สายพันธุ์เรณูเป็นหมัน 2 สายพันธุ์ IR58025A และ IR62829A ถูกนำเข้าเป็นครั้งแรกจาก IRRI และพบว่าสายพันธุ์ IR58025A สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพท้องถิ่นได้ดี สายพันธุ์รักษาเรณูเป็นหมัน (maintainers) และสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน (restorers) ถูกค้นพบและบางสายพันธุ์ถูกนำมาใช้ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การผสมกลับ ในปัจจุบัน การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมเชิงการค้าได้ดำเนินการโดยหน่วยบริการการเกษตรสหภาพพม่า และบริษัทเมล็ดพันธุ์ของประเทศจีนเป็นหลัก

อินเดีย: เริ่มวิจัยข้าวลูกผสมในปี 2523 โดย ดร. ที เอส พาราช (Dr. T.S. Bharaj) และ สินธุ (Sindhu) ได้นำเมล็ดพันธุ์แม่ CMS จากประเทศจีนและ IRRI เข้าไปปลูกทดลองที่สถานีทดลองข้าวกาปูร์ธาลา (Kapurthala) รัฐปัญจาบ พบว่า สายพันธุ์ที่นำเข้าไปเหล่านั้นไม่ต้านทานโรคไหม้ และเพลี้ยกระโดดหลังขาวรวมทั้งคุณภาพเมล็ดไม่ดี จึงถูกคัดทิ้งทั้งหมด หลังจากนั้นก็ได้พัฒนาสายพันธุ์ CMS ขึ้นมาใหม่จำนวนหนึ่งจากข้าวสายพันธุ์ดีที่ปลูกในรัฐปัญจาบ และข้าว CMS เหล่านี้ได้ใช้เป็นพันธุ์แม่ในการผลิตข้าวลูกผสมในระยะต่อมา รัฐบาลอินเดียจึงได้จัดทำวาระแห่งชาติขึ้นในปี 2532 เพื่อพัฒนาการปลูกข้าวลูกผสมในพื้นที่ผืนใหญ่เพื่อรักษาความเพียงพอ และเสถียรภาพในการผลิตข้าวของประเทศอย่างยั่งยืน ผลจากความพยายามในการพัฒนาและประเมินข้าวลูกผสมทำให้ข้าวลูกผสม 16 พันธุ์ ได้รับการปล่อยพันธุ์เพื่อปลูกเป็นการค้า ในปัจจุบัน อินเดียมีพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมปีหนึ่งๆ ในราว 1,250,000 ไร่

บังคลาเทศ: งานวิจัยและพัฒนาข้าวลูกผสมในบังคลาเทศได้เริ่มตั้งแต่พ.ศ. 2536 โดยการนำเข้าข้าวลูกผสมและสายพันธุ์พ่อ/แม่จากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) มาทดสอบโดยการเปรียบเทียบผลผลิตตั้งแต่ขั้นต้นถึงขั้นสูงในท้องถิ่นต่างๆ ในบังคลาเทศแล้วเลือกลูกผสมที่ดีที่สุดสำหรับบังคลาเทศ ซึ่งจากการทดสอบพบว่ามีข้าวลูกผสม 2 พันธุ์ คือ IR69690H และ IR68877H แสดงความโดดเด่นเหนือกว่าพันธุ์อื่นๆ สถาบันวิจัยข้าวบังคลาเทศ (Bangladesh Rice Research Institute - BRRI) ได้รักษาความร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับ IRRI และได้รับการสนับสนุนทางวิชาการรวมทั้งเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม ตลอดจนการฝึกอบรมเพื่อสร้างโครงการข้าวลูกผสมที่มีประสิทธิภาพในบังคลาเทศ

ศรีลังกา: ได้เริ่มขึ้นในช่วงปลายปี 2537 มีเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตข้าว ต่อมาในปี 2539 โครงการวิจัยและพัฒนาข้าวลูกผสมได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) จึงได้รับการทบทวนให้เป็นโครงการที่มีเป้าหมายหลัก 3 ส่วน คือ การพัฒนาและการประเมินลูกผสมชั่วที่1 (F_1 hybrids) การพัฒนาและการปรับวิธีการจัดการผลิตเมล็ดพันธุ์ในท้องถิ่น และการพัฒนาการปรับวิธีการจัดการผลิตข้าวลูกผสมในท้องถิ่น ในปี 2544 ศรีลังกาได้ประเมินผลผลิตข้าวลูกผสม 21 การทดลองนอกฤดูปลูก พบว่า มีข้าวลูกผสม 8 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ (Bg 359 และ Bg 403) อยู่มากกว่า 160 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวลูกผสมจาก IRRI 2 พันธุ์ คือ IR69686H และ IR75217H ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบท้องถิ่นและนานาชาติที่มีอายุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เท่ากัน ในขณะที่คุณภาพของเมล็ดมีลักษณะใกล้เคียงกัน ปัจจุบันเทคโนโลยีข้าวลูกผสมจัดว่าเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการเพิ่มผลผลิตข้าวในประเทศศรีลังกา (บริบูรณ์ และปัทมา, 2550)

การพัฒนาข้าวลูกผสมในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการวิจัยและการพัฒนาข้าวลูกผสมมาตั้งแต่ พ.ศ. 2522 จนถึงปัจจุบัน โดยนำพันธุ์ข้าวลูกผสมจากประเทศจีนเข้ามาปลูกทดสอบ แต่ข้าวลูกผสมจากจีนไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย จึงได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมที่เหมาะกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ.2537-2538 (Amornsilpa *et al*., 1994; Chitrakon *et al*., 1986) สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาข้าวลูกผสมแบบ 3 สายพันธุ์ และสามารถปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน สายพันธุ์แก้ความป็นหมัน และสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันจากพันธุ์ข้าวไทย สร้างลูกผสมที่สามารถให้ผลผลิตประมาณ 1,264 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวมาตรฐานที่ให้ผลผลิตสูง เช่น ชัยนาท1 และ สุพรรณบุรี1 เท่ากับ 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการทดสอบผลผลิตของข้าวลูกผสมที่ภาคเอกชนได้นำเข้ามาจากประเทศจีน พบว่า ข้าวลูกผสมพันธุ์ดีของจีนให้ผลผลิตสูงถึง 1,143 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าผลผลิตที่ได้จากพันธุ์ข้าวปทุมธานี1 และพิษณุโลก2 ประมาณ 27 และ 59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตที่ได้รับจากพันธุ์ข้าวลูกผสมของไทยและที่นำเข้ามาจากประเทศจีน ถึงแม้ว่าจะเป็นผลผลิตที่ไม่สูงเช่นที่ปลูกในประเทศจีน แต่ก็เป็นผลผลิตระดับเดียวกับที่ประเทศเวียดนาม แสดงว่าประเทศไทยมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยใช้ข้าวลูกผสมเช่นเดียวกับประเทศผู้ผลิตข้าวอื่นๆ ในภูมิภาคนี้ (บริบูรณ์ และปัทมา, 2550)

ปัทมา และคณะ (2550) ศึกษาการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์ ทำการรวบรวมพันธุ์ข้าวจากแหล่งต่างๆ 200 สายพันธุ์ ปลูกประเมินและคัดเลือกให้ได้สายพันธุ์ที่มีเรณูเป็นหมันและสายพันธุ์ที่มีลักษณะแก้การเป็นหมัน จากนั้นสร้างคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์พ่อและแม่ได้ที่ให้ข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มาตรฐานคือพันธุ์ T6-4 x SPR1 มีลักษณะเป็นข้าวเจ้าและมีลักษณะคุณภาพเมล็ดที่ดีทั้งทางกายภาพและเคมี เหมาะสมต่อการใช้เป็นพันธุ์ลูกผสม ทดสอบการผลิตเมล็ดพันธุ์ สามารถให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์มากกว่า 250 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูกที่เหมาะสมต่อการผลิตคือ อัตราแถวพ่อแม่เท่ากับ 2 : 8

ปัทมา และคณะ (2554) พัฒนาข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์ โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่มียีน tms2 ที่มีลักษณะเกสรตัวผู้เป็นหมันที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิ (thermo genic male sterile)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และคัดเลือกพันธุ์พ่อจากข้าวสายพันธุ์แท้จำนวน 205 สายพันธุ์ สร้างพันธุ์ลูกผสม ได้ข้าวลูกผสมลักษณะดีเด่นจำนวน 8 คู่ผสมได้แก่ Hybrid1, Hybrid2, Hybrid3, Hybrid4, Hybrid5, Hybrid6, Hybrid7 และ Hybrid8 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 2.80, 2.87, 2.45, 2.65, 2.46, 2.81, 2.59, และ 2.92 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

Piyavadee *et al*. (2007) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะการผสมของข้าวลูกผสมในประเทศไทย โดยได้ศึกษาลักษณะที่สำคัญทางพืชไร่ต่างๆ และองค์ประกอบผลผลิตพบว่า ข้าวสายพันธุ์ T6-4 (CMS line) มีสมรรถนะการผสมทั่วไปที่สูงและให้ผลผลิตที่มากขึ้น เมื่อนำไปผสมกับ restorer lines อื่นๆ ในขณะที่ สายพันธุ์ T6-6 (CMS line) มีสมรรถนะการผสมเฉพาะที่ดี และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในเกณฑ์ที่ดีเมื่อนำไปผสมกับ restorer line บางสายพันธุ์เท่านั้น

นเรศ (2551) ประเมินข้าวลูกผสมระบบสองทางและการพัฒนาเครื่องหมายยีนที่ลิงค์กับยีน *tms3* โดยเข้าข้าวสายพันธุ์ TGMS 7 สายพันธุ์จาก IRRI มาผสมกับข้าวไทยพันธุ์ดี 7 สายพันธุ์เพื่อประเมิน heterosis ของข้าวลูกผสม 49 สายพันธุ์และ ถ่ายยีน *tms3* จากข้าวสายพันธุ์ B2 (IR683015) เข้าสู่ข้าวไทยพันธุ์ดี 2 พันธุ์ ได้แก่ ปทุมธานี1 และ สุพรรณบุรี91260 ได้ข้าวรุ่น BC_3F_1 และ BC_2F_1

สุภาพร และคณะ (2554) ทดลองเทคนิคการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม PTT06001H ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ฤดูนาปี 2552 และฤดูนาปรัง 2553 เพื่อวัดผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมชั่วที่1 มีการทดลองที่ไม่มีตัดใบธงและพ่น GA3 เมื่อต้นข้าวออกดอก 10 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์และ มีตัดใบธงและพ่น GA3 เมื่อต้นข้าวออกดอก 10 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์

ประนอม (2553) ศึกษาผลกระทบของสภาพอากาศเย็นต่อการผลิตข้าวลูกผสม โดยปลูกข้าวลูกผสมภายใต้สภาพอากาศเย็น ในช่วงเดือนตุลาคม พบว่า ข้าวให้ผลผลิตลดลงจากช่วงเดือนกันยายน (35-44 กิโลกรัมต่อไร่) คิดเป็น 5-6 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การผลิตข้าวลูกผสม

การผลิตข้าวลูกผสมที่นิยมใช้ในปัจุบันมี 2 ระบบ ระบบแรก คือ ระบบสามสายพันธุ์ (three-line sterility) หรือเรียกว่าระบบ CMS (cytoplasmic male sterility) ประกอบด้วยสายพันธุ์ A (A line) หรือสายพันธุ์แม่ที่มีเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม (cytoplasmic male sterile line หรือ CMS line) สายพันธุ์ B (B line) หรือสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (maintainer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝด (isogenic line) กับสายพันธุ์ A แต่มีเกสรตัวผู้ปกติ และสายพันธุ์ R (R line) หรือสายพันธุ์แก้ความเป็นหมันของเพศผู้ (fertility restorer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อที่มีเกสรตัวผู้ปกติ ส่วนอีกระบบหนึ่งคือ ระบบสองสายพันธุ์ หรือเรียกว่าระบบ EGMS (environmental sensitive genic male sterility) ประกอบด้วยสายพันธุ์แม่ (s line หรือ EGMS line) ที่มีเพศผู้เป็นหมันซึ่งเกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิหรือช่วงแสง และสสายพันธุ์พ่อที่มีเกสรตัวผู้ปกติ (Yuan and Fu 1996; Virmani, 2003)

ระบบสามสายพันธุ์

การผลิตข้าวลูกผสมสามสายพันธุ์ (three line hybrid rice) ประกอบด้วยสายพันธุ์เรณูเป็นหมัน (cytoplasmic genetic male sterile line – CMS หรือ A line) สายพันธุ์รักษาสายพันธุ์เรณูเป็นหมัน (maintainer line หรือ B line) และสายพันธุ์แก้การเป็นหมัน (restorer line หรือ R line) โดยที่สายพันธุ์เรณูเป็นหมัน เมื่อผสมพันธุ์กับสายพันธุ์แก้การเป็นหมัน จะได้ลูกผสมชั่วแรก (F_1) ที่เรียกว่าข้าวลูกผสม (F_1 hybrid rice) แต่สายพันธุ์เรณูเป็นหมัน ไม่สามารถผลิตเมล็ดด้วยตัวเองได้ จึงต้องผสมพันธุ์กับสายพันธุ์รักษาสายพันธุ์เรณูเป็นหมัน ซึ่งมีลักษณะทุกอย่างเหมือนสายพันธุ์เรณูเป็นหมัน ยกเว้นการไม่เป็นหมัน สามารถผสมตัวเองได้ (Yin, 1999)

A line X B line (การขยายเมล็ดพันธุ์แม่ A line)

↓

A line X R line (การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม F_1)

↓

F_1 (สำหรับปลูกเป็นการค้า)

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบ 3 สายพันธุ์

ที่มา: บริบูรณ์ และปัทมา (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์

การผลิตลูกผสมสองสายพันธุ์ (two line hybrid rice) การผลิตลูกผสมแบบนี้ ประกอบด้วยสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อที่ให้ละอองเกสร สายพันธุ์แม่เป็นสายพันธุ์ที่ละอองเรณูเป็นหมันถูกควบคุมโดยสภาพแวดล้อม (enviroment sensitive genic male sterility) ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ความยาวของช่วงแสง (photoperiod sensitive genic male sterility – PGMS) และอุณหภูมิ (thermosensitive genic male sterility – TGMS) ในระบบ PGMS ข้าวที่มียีนดังกล่าวจะเป็นหมันในช่วงวันยาวมากกว่า 13.75 ชั่วโมงต่อวัน และติดเมล็ดในช่วงวันสั้น ส่วนในระบบ TGMS ต้นที่เป็นหมันแบบ TGMS ละอองเรณูจะเป็นหมัน (complete sterility) เมื่ออุณหภูมิในระยะตั้งท้อง (15-25 วัน ก่อนออกรวง) สูงกว่าอุณหภูมิวิกฤต (23-29 องศาเซลเซียส) และจะปกติ (normal fertility) เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤต ซึ่งอุณหภูมิวิกฤตนี้จะแตกต่างไปตามสายพันธุ์ (Bai and Luo, 1999)

ขั้นตอนการผลิตเมล็ดข้าวลูกผสมแบบสองสายพันธุ์ มีดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ปลูกสายพันธุ์ S line ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่ในสภาพแวดล้อมที่เพศผู้สมบูรณ์ เพื่อการขยายเมล็ดพันธุ์ของสายพันธุ์แม่ เช่น สายพันธุ์ TGMS มีเกสรตัวผู้ที่สมบูรณ์เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤติ (อุณหภูมิกลางวัน/อุณหภูมิกลางคืน 27/21 องศาเซลเซียส) 1-3 องศาเซลเซียส ขั้นที่ 2 ปลูกสายพันธุ์ S line และ สายพันธุ์ R line ในสภาพแวดล้อมที่ทำให้เพศผู้เป็นหมันในสายพันธุ์แม่ เช่น สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ TGMS จะแสดงออกเมื่อปลูกในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติ ในระยะสืบพันธุ์ (1-2 สัปดาห์หลังจากต้นข้าวสร้างรวงอ่อน) ผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ S line และ สายพันธุ์ R line เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม (ภาพที่ 2) (บริบูรณ์ และปัทมา, 2550)

S line (การขยายเมล็ดพันธุ์แม่ S line ในสภาพแวดล้อมที่เพศผู้สมบูรณ์)

↓

S line X R line (การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม F_1 ในสภาพแวดล้อมที่เพศผู้พันธุ์แม่เป็นหมัน)

↓

F_1 (สำหรับปลูกเป็นการค้า)

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบ 2 สายพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบพันธุกรรมความเป็นหมันของเรณูที่เกิดจากอิทธิผลของอุณหภูมิ (TGMS) เป็นระบบที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่ามีประสิทธิภาพมากกว่า ระบบสามสายพันธุ์ (CMS) สำหรับพืชในเขตร้อน (Yuan, 1987; Lu *et al*., 1994) การแสดงความเป็นหมันของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ใน TGMS7 นั้นถูกควบคุมโดย single recessive nuclear gene ที่มีปฏิกิริยากับอุณหภูมิ (Borkakati and Virmani, 1996) ดังนั้นเมื่อนำสายพันธุ์แม่ที่เป็น TGMS ผสมกับพันธุ์พ่อที่มีเรณูปกติจะทำให้ลูกผสมที่ได้ไม่เป็นหมัน คือ สามารถผลิตเมล็ดเพื่อใช้ในการบริโภคหรือในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ ซึ่งในการปลูกเพื่อการผสมพันธุ์นั้นจะต้องปลูกในสภาพอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้เรณูเป็นหมัน เพื่อให้ต้นแม่แสดงลักษณะเรณูเป็นหมันได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และจะได้เมล็ดพันธุ์ที่เป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 อย่างแท้จริง และสำหรับการขยายเมล็ดพันธุ์ TGMS ทำได้โดยปล่อยให้พืชได้ผสมตัวเอง ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะทำให้เป็นต้นที่มีเรณูสมบูรณ์ ในช่วงวิกฤตของการเจริญเติบโตคือ 15-11 วัน ก่อนระยะแทงรวง (heading) (Wu, 1997) F_1 hybrid seed ทางการค้านั้นได้มาจากการผสมพันธุ์ของ TGMS line กับสายพันธุ์พ่อที่สมบูรณ์เพศ เรียกระบบนี้ได้อีกอย่างว่า ระบบสองสายพันธุ์ (Yuan, 1987)

สายพันธุ์ TGMS ต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตที่ดีมีรายงานหลายฉบับแสดงให้เห็นว่าลูกผสมที่ได้จากระบบ TGMS มีผลผลิตสูงกว่า 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับลูกผสมที่ได้จากระบบ CMS (Lu *et al*., 1994; Lopez and Virmani, 2000) และมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวปลูกที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถนำมาใช้เป็นต้นสายพันธุ์พ่อที่ให้เรณูปกติ สำหรับใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ในระบบสองสายพันธุ์ ซึ่งสายพันธุ์แม่มีเรณูเป็นหมันเนื่องมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิ (TGMS) ในขณะที่ระบบสามสายพันธุ์ (CMS system) มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวปลูกที่มีอยู่ที่สามารถนำมาใช้สำหรับเป็นต้นสายพันธุ์พ่อในระบบนี้ได้ (Yuan *et al*., 1994)

การผลิตข้าวลูกผสมแบบสองสายพันธุ์ เป็นโอกาสที่ดีในการหาสายพันธุ์ข้าวลูกผสมที่ดีเด่นที่มีทั้งความสามารถในการให้ผลผลิตที่สูง และอายุสั้นสำหรับการปลูกก่อนฤดู ในขณะเดียวกันก็สามารถพัฒนาข้าวลูกผสมที่แสดงความดีเด่นสูงกว่าในข้าวจาโปนิกา ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาระดับผลผลิตที่คงที่ (stagnant yield) (บริบูรณ์ และ ปัทมา, 2550) การใช้สายพันธุ์แม่ที่มีพันธุกรรมของเรณูเป็นหมันในการผลผลิตลูกผสมนั้น ก็เพื่อความสะดวกในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งไม่ต้องทำการตอนเกสรตัวผู้ (emasculation) อีกทั้งยังแน่ใจได้ว่าลูกผสมที่ได้เป็นลูกผสมอย่างแท้จริงไม่ได้เกิดจากการผสมตัวเอง ดังนั้น การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมโดยใช้ พันธุ์แม่ที่มีลักษณะเป็น TGMS จึงเป็นวิธีการที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะเพศผู้เป็นหมัน

เพศผู้เป็นหมัน (male sterility) ในพืช หมายถึง ดอกไม่สามารถสร้างอับเรณู ที่ทำหน้าที่ปกติได้ เช่น อับเรณูไม่แตกหรือไม่พัฒนาตามปกติ หรือ ละอองเกสรผู้เป็นหมัน (pollen sterility) หรือไม่มีการสร้างละอองเกสรผู้ แต่รังไข่ทำหน้าที่ปกติ การที่ละอองเกสรผู้ไม่พัฒนานั้น เนื่องจากการพัฒนาของ microspore ไม่ปกติ (วาสนา, 2547)

ลักษณะเพศผู้เป็นหมัน (male sterility) น่าจะมีอยู่ในพืชทุกชนิด และเกือบทั้งหมดถูกควบคุมด้วยยีนแฝง ทำให้พบได้ยากในสภาพธรรมชาติ พืชที่ไม่สร้างละอองเกสรหรือละอองเกสรผิดปกติ และไม่ทำงาน (pollen sterility) เช่นในข้าว ข้าวบาเลย์ ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ยาสูบ พริก ถั่วเหลือง พืชที่เกสรผู้ไม่พัฒนา (staminal sterility) เช่น มะเขือเทศ พืชตระกูลแตง และพืชที่มีละอองเกสรปกติแต่อับละอองเกสรไม่แตก (structural sterility หรือ functional sterility) ทำให้ละอองเกสรผู้ไม่สามารถเข้าผสมพันธุ์ได้ เช่น มะเขือเทศ ยาสูบ พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันมีอยู่ 2 แบบ คือ เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากยีนในนิวเคลียส และเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม (Briggs and Knowles, 1967)

พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากยีนในนิวเคลียส

การเป็นหมันเนื่องจากยีนในนิวเคลียส (genetic male sterility) คือ ลักษณะที่อับเรณู และละอองเกสรเป็นหมันเนื่องจากยีนในนิวเคลียส เพศผู้เป็นหมันแบบนี้ ส่วนมากควบคุมด้วยยีนแฝงเพียง 1 ตัว ใช้สัญลักษณ์ ms ซึ่งอาจพบได้ในธรรมชาติ แต่อาจพบยีนแฝงควบคุมความเป็นหมันของเกสรผู้หลายตัว เช่น ในยาสูบลักษณะเป็นหมันควบคุมด้วยยีนแฝง 2 ตัว ms1 และ ms2 การเป็นหมันของเกสรผู้เนื่องจากยีนในนิวเคลียสนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพืชผสมตัวเองตามธรรมชาติ (กฤษฎา, 2544)

พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม

พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม (cytoplasmic male sterility, cms) หมายถึง ความเป็นหมันของอับเรณู และละอองเกสรผู้ควบคุมด้วยไซโตพลาสซึม และยีนในนิวเคลียส ไซโตพลาสซึมที่เป็นสาเหตุให้เพศผู้เป็นหมัน เรียกว่า sterile cytoplasm ใช้สัญลักษณ์ S

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับไซโตพลาสซึมปกติ ใช้สัญลักษณ์ N ซึ่งให้ละอองเกสรผู้ปกติ ยีนที่ควบคุมความเป็นหมัน เป็นยีนแฝง ใช้สัญลักษณ์ rf อาจพบ 1 หรือ 2 อัลลีล หรือมากกว่าได้ เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมจะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ โดยผ่านทางไข่ (egg) เท่านั้น การทำงานของไซโตพลาสซึมที่เป็นหมัน จะเกี่ยวข้องกับอิทธิพลของ fertility restoring gene ที่อยู่บนโครโมโซมในนิวเคลียส ปฏิกิริยาร่วมกันของยีนในนิวเคลียส และไซโตพลาสซึม เพื่อสร้างเพศผู้เป็นหมัน และเพศผู้ปกติ มีดังนี้ cms, rfrf ให้เพศผู้เป็นหมัน N, RfRf และ Rfrf ให้เกสรผู้ปกติ พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันแบบนี้ส่วนมากจะนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมทั้งพืชผสมตัวเอง และพืชผสมข้าม เช่น ข้าว ข้าวฟ่าง หัวหอมใหญ่ ข้าวโพด และทานตะวัน เป็นต้น (วาสนา, 2547)

พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันในข้าว

การจำแนกสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันในข้าวระบบสามสายพันธุ์

สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันระบบสามสายพันธุ์ในข้าว แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามคุณสมบัติของพันธุกรรม (genetic properties) ตามลักษณะรูปร่างของละอองเกสรผู้ที่เป็นหมัน (morphology or sterile pollens) และความสัมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน และสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (relations between restorers and maintainers)

กลุ่มที่ 1 สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด wild abortive (WA type) สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิดนี้พัฒนาขึ้นโดยการผสมกลับโดยใช้ข้าวพันธุ์ป่าที่มีละอองเกสรเป็นหมันชนิด WA เป็นต้นแม่กับข้าว indica ที่อายุเก็บเกี่ยวสั้น เช่น สายพันธุ์ Er-Jiu-Nan1, Zhen-shan97, V20 และ V41 เป็นต้นพ่อ สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด WA จัดอยู่ในพวก sporophytic ซึ่งลักษณะความเป็นหมันของเกสรเพศผู้จะถูกกำหนดโดยจีโนไทป์ของต้น sporophyte (2n) โดยไม่คำนึงถึงจีโนไทป์ของละอองเกสร (gametophyte, n) ลักษณะความเป็นหมันถูกควบคุมด้วยยีนแฝง 2 คู่ ในนิวเคลียส และ ไซโตพลาสซึม (Hu and Li 1985) ลักษณะละอองเกสรของเพศผู้เป็นหมันชนิด WA มีรูปร่างเป็นแบบ typical abortion type คือ ละอองเกสรผู้มีรูปร่างผิดปกติ บางชนิดเป็นรูปสามเหลี่ยม บางชนิดเป็นรูปกระสวย และอื่นๆ ละอองเกสรผู้จะไม่ติดสี เมื่อย้อมในสารละลายไอโอดีนโปแตสเซียม ไอโอได (I-KI solution) ลักษณะละอองเกสรเพศผู้ที่ฝ่อจะเกิดขึ้นในระยะที่มีหนึ่งนิวเคลียส เพศผู้เป็นหมันชนิดนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า uninucleate abortion type (Xu, 1982)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

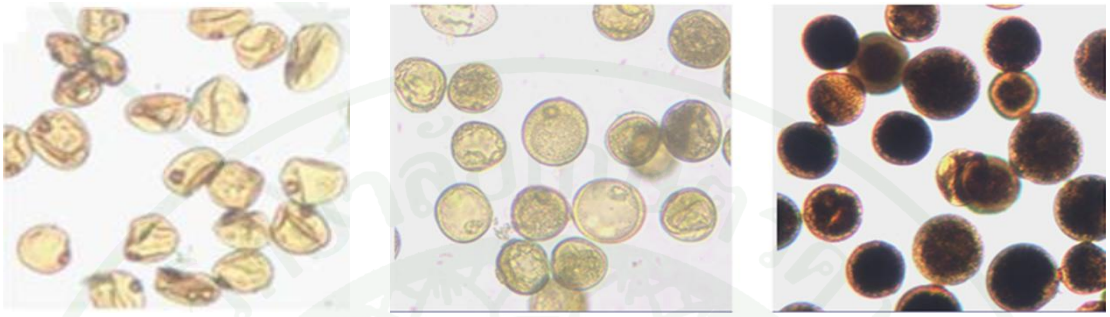
กลุ่มที่ 2 สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด Hong-Lien type สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิดนี้ได้จากการผสมกลับระหว่างข้าวป่าที่มีหางสีแดง (red-awned wild rice) เป็นต้นตัวเมียกับข้าว indica ต้นสูง อายุเก็บเกี่ยวสั้น เช่น สายพันธุ์ Lian-Tand-Zao ลักษณะเพศผู้เป็นหมันชนิดนี้ควบคุมด้วยยีนแฝง 1 คู่ ในนิวเคลียสและไซโตพลาสซึม (Zhu, 1985) สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิดนี้จัดเป็นพวก gametophytic คือ ความสมบูรณ์ของละอองเกสรผู้ ถูกกำหนดโดยจีโนไทป์ของละอองเกสร (pollen grain or gametiphyte) โดยไม่คำนึงถึงจีโนไทป์ของ sporophyte ลักษณะละอองเกสรของสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด Hong-Lien type มีรูปร่างแบบ spherical abortion คือ ลักษณะละอองเกสรผู้มีรูปร่างกลมไม่ติดสี หรือติดสีจาง ๆ เมื่อย้อมด้วยสารละลาย I-KI ละอองเกสรผู้ที่ฝ่อ จะเกิดขึ้นในระยะที่มีนิวเคลียส 2 นิวเคลียส การเป็นหมันชนิดนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า binucleate abortion type (Xu, 1982)

กลุ่มที่ 3 สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด BT (BT type) พัฒนาจากการผสมกลับระหว่างข้าว indica เป็นต้นแม่กับข้าว japonica เป็นต้นพ่อ ลักษณะสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด BT ควบคุมด้วยยีนแฝง 1 คู่ ในนิวเคลียส และในไซโตพลาสซึม (Hu and Li, 1985) สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิดนี้จัดอยู่ในพวก gametophytic ลักษณะละอองเกสรของสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด BT มีรูปร่างของละอองเกสรแบบ stained abortion คือ ละอองเกสรมีรูปร่างกลมขนาดเล็กกว่าปกติและมีบางส่วนติดสีเมื่อย้อมด้วยสารละลาย I-KI ละอองเกสรผู้ที่ฝ่อจะเกิดขึ้นในระยะที่มี 3 นิวเคลียสเป็นส่วนใหญ่ บางครั้งเรียกการเป็นหมันชนิดนี้ว่า trincleate abortion type (Xu, 1980) ในการผลิตพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในธัญพืชที่ผสมตัวเอง สิ่งที่จำเป็นอันดับแรกคือ ลักษณะเพศผู้เป็นหมันของต้นตัวเมีย มีการค้นพบความเป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมของข้าวมากกว่า 660 สายพันธุ์ มีไซโตพลาสซึม ที่เป็นหมันจากสายพันธุ์ต่างๆ 64 สายพันธุ์ มาจากข้าวป่า 22 สายพันธุ์ จากข้าว indica 38 สายพันธุ์ จากข้าว Janponica 3 สายพันธุ์ และจาก *Oryza glaberrima* 1 สายพันธุ์ (Sheng, 1994)

สายพันธุ์ A เกือบทั้งหมดของประเทศจีน พัฒนามาจากการถ่ายทอดไซโตพลาสซึมชนิด WA เข้าสู่สายพันธุ์ข้าวปลูกต้นเตี้ย (semidwarf cultivar) ของประเทศจีน (Lin and Yuan, 2000) และเมื่อใช้เป็นสายพันธุ์แม่สำหรับผลิตพันธุ์ลูกผสมโดยมีสายพันธุ์พ่อมาจากแหล่งปลูกที่แตกต่างกันและมีพันธุกรรมที่ผสมกันได้อย่างเหมาะสม จะได้พันธุ์ลูกผสมที่มีเฮทเทอโรซีสของผลผลิตสูง หลังจากนำข้าวพันธุ์ลูกผสมพันธุ์แรก Nan-You No.2 ออกให้เกษตรกรของประเทศจีนใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ.1974 และได้รับการยอมรับจากเกษตรกรอย่างกว้างขวาง ครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวของประเทศจีนถึง 15 ล้านเฮกตาร์ หรือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดของประเทศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จีนในปี ค.ศ.1996 ข้าวพันธุ์ลูกผสมให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์แท้โดยเฉลี่ย 20-30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตข้าวของประเทศจีนเพิ่มขึ้นถึงปีละกว่า 0.3 พันล้านตัน ซึ่งเพียงพอสำหรับการบริโภคของคนจีน 1,200 ล้านคนเป็นเวลา 1 ปี (Li and Xin, 2000)



WA type Hong-Lien type BT type

ภาพที่ 3 ลักษณะของละอองเกสรตัวผู้ของสายพันธุ์เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมแบบ WA type Hong-Lien type และ BT type

ที่มา: Shaoquing *et al*. (2007)

การประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้

การประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้มี 2 แบบ คือ

1. การประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการยอมติดสี I-KI

เมื่อต้นข้าวแต่ละสายพันธุ์เริ่มตั้งท้อง และประเมินได้ว่าจะเริ่มมีดอกบานในวันถัดไป ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดอกข้าวประมาณ 4-5 ดอก จากส่วนกลางของช่อดอก ใส่ในหลอด 1.5 มิลลิลิตร เขียนรายละเอียดต่างที่เป็น ชื่อพันธุ์ข้าว ต้นที่เก็บ และวันที่เก็บ จากนั้นนำหลอดที่มีตัวอย่างดอกข้าวมาเติมด้วย แอกอฮอลล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ให้เต็มหลอด (1.5 มิลลิลิตร) เพื่อเป็นการตรึงและหยุดการพัฒนาของละอองเกสร และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างดอกข้าวในสารละลายแอกอฮอลล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่เตรียมไว้แล้วนั้น สุ่มเลือกดอกข้าวมา 1 ดอกแล้วแยกเอาอับละอองเกสรมาใส่ในหลอด 1.5 มิลลิลิตร หลอดใหม่ จากนั้นขยี้ให้

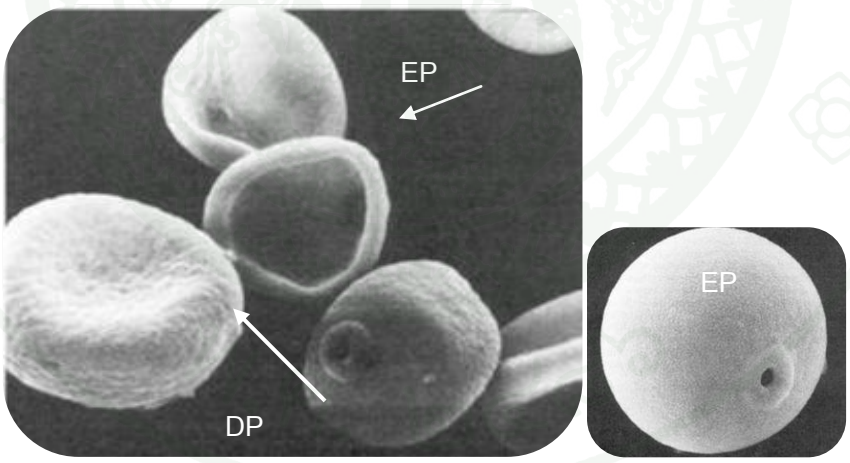
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผนังอับละอองเกสรแตกออก แล้วเติมสารละลาย 1 เปอร์เซ็นต์ I-KI (Iodine Potassium Iodide) ปริมาตร 25 ไมโครลิตร แล้วเขย่าเพื่อละอองเกสรหลุดออกมาจากอับละอองเกสร แล้วดูดสารละลายที่ได้หยดลงบน แผ่นสไลด์นับจำนวนเซลล์ (hemecytometer) แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าละอองเกสรตัวผู้ที่ไม่เป็นหมันจะพบว่ามีลักษณะกลมและติดสีน้ำเงินดำ แต่ถ้าละอองเกสรตัวผู้ที่เป็นหมันก็จะพบรูปทรงไม่แน่นอนและไม่ติดสี โดยแบ่งลักษณะการติดสีของละอองเกสรเป็น 3 แบบ (ภาพที่ 4) คือ

1. Plump pollen (PP) คือ ละอองเกสรที่กลม ติดสีเข้มเป็นละอองเกสรที่ปกติ (fertile pollen)

2. Distorted pollen (DP) คือ ละอองเกสรที่กลมไม่ติดสีเป็นละอองเกสรผิดปกติ (sterile pollen)

3. Empty pollen (EP) คือ ละอองเกสรที่ไม่กลมไม่ติดสีเป็นละอองเกสรผิดปกติ (sterile pollen)



(ก) (ข)

ภาพที่ 4 ลักษณะของ pollen grains จากต้น genetic male sterile plant ที่เป็น distorted pollen grain (DP) และ empty pollen grain (EP) (ก) เมื่อเปรียบเทียบกับ plump pollen grain (PP) (ข) (1500x) จากต้นปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นนำจำนวนละอองเกสรชนิดต่างๆ มาคำนวณหา จำนวนละอองเกสรต่ออับละออง-เกสร และเปอร์เซ็นต์ละอองเกสรที่เป็นหมันโดยแบ่งเป็นระดับดังนี้

ตารางที่ 1 ระดับความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้

Type	Description
Pollen free	No pollen grail
Completely sterile	100% pollen sterile
Sterile	91-99% pollen sterile
Partial sterile	71-90% pollen sterile
Partial fertile	31-70% pollen sterile
Fertile	0-30% pollen sterile

2. การประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการคลุมช่อ

การเก็บช่อดอกข้าวนั้น ได้ทำการคลุมช่อข้าว ช่อที่เก็บตัวอย่างดอก และเขียนรายละเอียดไว้สำหรับการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรและอัตราการการผสมติด ซึ่งหลังจากคลุมช่อข้าวแล้วประมาณ 1.5 เดือน จึงเก็บช่อข้าวดังกล่าวมาเก็บข้อมูล จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง

แนวความคิดของความดีเด่นในลูกผสม

คำว่า heterosis จะอ้างถึงปรากฏการณ์ที่ประชากรชั่วที่1 ที่ได้รับมาโดยการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พ่อแม่ 2 พันธุ์ ที่มีพันธุกรรมไม่เหมือนกัน จะแสดงความแข็งแรงในการเจริญเติบโต ความมีชีวิต ความสามารถในการให้ผลผลิต ความต้านทานต่อสภาพความบีบคั้น การปรับตัวเอง ผลผลิตของเมล็ด คุณภาพของเมล็ด และลักษณะอื่นๆ ที่ดีกว่าพ่อแม่ทั้งสอง

heterosis ในธัญพืชทั่วไป จะแสดงออกเกี่ยวกับลักษณะปริมาณ (quantitative characters) เช่น ผลผลิตของเมล็ด น้ำหนักของเมล็ด ความสูงของต้น จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวงและอื่นๆ ดังนั้น ขอบเขตของ Heterosis อาจจะประมาณค่าได้ในเทอมของตัววัดที่แน่นอน (certain parameters) โดยทั่วไปการแสดงออกของความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มากกว่าพ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แม่ของมัน ในบางลักษณะเรียกว่า heterosis ในทางบวก (positive heterosis) และความแข็งแรงน้อยกว่าเรียกว่า heterosis ในทางลบ (negative heterosis) การใช้ประโยชน์ของ heterosis ในการผลิตความสำคัญของมันอยู่ที่ว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ไม่เพียงแต่จะแสดงความสามารถเหนือพ่อแม่ของมัน แต่ยังต้องเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานด้วย คือพันธุ์ที่ดีที่สุดที่ปลูกเป็นการค้า ดังนั้น heterosis ที่เหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานจะเป็นประโยชน์มากกว่าสำหรับการใช้ประโยชน์จริงๆ

การแสดงออกของ heterosis ในข้าว (expression of heterosis in rice)

ในอดีตมีความเห็นต่างๆ กันเกี่ยวกับ heterosis ที่อาจมีอยู่ในข้าว ในปัจจุบันมีปรากฏการณ์ให้เห็นในการทดลองเป็นจำนวนมาก และการผลิตเป็นการค้าในประเทศจีนได้ยืนยันว่า ข้าวลูกผสมจะแสดง heterosis อย่างชัดเจนในหลายรูปแบบ ซึ่งจะแสดงออกในลักษณะต่างๆ ในทางรูปร่างในอาการทางสรีรวิทยาและผลผลิตของเมล็ด

ลักษณะต่างๆ ในทางรูปร่างที่ดีกว่าของลูกผสมชั่วที่ 1

1. ระบบรากที่แข็งแรง (vigorous root system) ปริมาณของรากและคุณภาพของข้าวลูกผสมจะดีกว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองอย่างเด่นชัดนั้นคือ ข้าวลูกผสมจะมีรากที่แข็งแรงมีความสามารถสูง รากของมันจะหนา วงรากกว้างและลึก

2. ความสามารถในการแตกกอสูง (high tillering ability) จากการศึกษา การแตกกอจากต้นข้าวที่ปักดำจับละ 1 ต้น ของมหาวิทยาลัยครู Human ข้าวลูกผสม Nan-You 2 จะแตกหน่อ 15.75 หน่อ โดยเฉลี่ยในเวลา 23 วัน หลังปักดำ ขณะที่ Gung-Xuan 3 พันธุ์พื้นเมืองจะมีเพียง 10.12 หน่อ ของข้าวลูกผสม Shan-You 2 จะให้หน่อ 11 หน่อต่อจับ ภายหลังปักดำ 37 วัน ขณะที่พันธุ์พื้นเมือง Gui-Zhao 2 จะให้ 8 หน่อต่อกอ

3. รวงใหญ่กว่าและน้ำหนักเมล็ดมากกว่า (larger panicles and heavier grains) โดยทั่วไปต้นข้าวลูกผสมจะมีประมาณ 150 ดอกต่อรวง (มากที่สุดมากกว่า 200 ดอกต่อรวง) ที่ความแน่นของประชากร 2.7-3 ล้านรวงต่อเฮคแตร์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ดประมาณ 28 กรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความดีเด่นในลูกผสม (heterosis หรือ hybrid vigor)

ความดีเด่นของลูกผสม หมายถึงความสามารถของลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามของพืชที่มีพันธุกรรมต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ความแข็งแรง อัตราการเจริญเติบโต ความต้านทานต่อโรคและแมลง หรือความสามารถในการทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม มีคุณสมบัติที่ดีและมีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ดีกว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อ-แม่ หรือดีกว่าสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี อย่างไรก็ตาม อาจพบลูกผสมที่ด้อยกว่าพ่อ-แม่ เนื่องจากความไม่สมดุลในระบบของยีน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อพืชนั้นๆ มีพันธุกรรมที่แตกต่างกันมากจนเกินขีดจำกัด แม้แต่การผสมในพืชชนิดเดียวกัน อาจเกิดการไม่สมดุลของยีนขึ้นได้

Shull (1952) แบ่งการวัดค่าความดีเด่นของลูกผสมได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ (midparent heterosis)

$$\text{Heteterosis} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสม } F_1 - \text{ค่าเฉลี่ยของพ่อแม่}}{\text{ค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่}} \times 100$$

2) ความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี (better-parent heterosis)

$$\text{Heteterosis} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสม } F_1 - \text{ค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี}}{\text{ค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี}} \times 100$$

3) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานหรือพันธุ์ปลูกเป็นการค้า (standard heterosis)

$$\text{Heteterosis} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสม } F_1 - \text{ค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี}}{\text{ค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี}} \times 100$$

ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมนิยมใช้ Better-parent heterosis และ Standard heterosis วัดค่าความดีเด่นของลูกผสมในการแสดงออกของลักษณะต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเทศจีนเป็นประเทศแรกที่นำประโยชน์จากความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ในข้าวมาใช้ในทางการค้า (Yuan and Virmani, 1988) โดยพัฒนาข้าวลูกผสมสามสายพันธุ์ที่ใช้ในการผลผลิตข้าวลูกผสมชั่วที่1 ซึ่งได้แก่สายพันธุ์เรณูเป็นหมัน (สายพันธุ์ A) สายพันธุ์รักษาแม่ (สายพันธุ์ B) และสายพันธุ์แก้การเป็นหมัน (สายพันธุ์ R) ข้าวลูกผสมแบบสามทาง (three line hybrid rice) ชุดแรกที่มีความดีเด่นของลูกผสมสูงมากและต่อมาพัฒนาเทคนิคการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมคู่แรกและปลูกในพื้นที่แปลงเกษตรกร ในปี 2519 ตั้งแต่นั้นมาพื้นที่การปลูกข้าวลูกผสมในประเทศจีนก็เพิ่มขึ้นทุกที โดยในปี พ.ศ. 2533 มีพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมร้อยละ 50.3 พ.ศ. 2534 ร้อยละ 54.0 และ พ.ศ. 2535 ร้อยละ 53.9 โดยมีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ปรับปรุงแบบปกติถึงร้อยละ 34.8 ข้าวลูกผสมทำให้ประเทศจีนประสบความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ทางด้านสังคมและเศรษฐกิจสามารถผลิตข้าวเพิ่มขึ้นถึง 250 ล้านตัน จาก พ.ศ. 2519 ถึง พ.ศ. 2535 (Mao, 1993)

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับความดีเด่นของข้าวลูกผสมนั้นได้ถูกรายงานโดย Jones ในปี ค.ศ.1926 (Kim and Rutger, 1988) และหลังจากนั้นก็ได้มีงานศึกษาต่าง ๆ อีกมากมายที่เกี่ยวกับข้าวลูกผสม Virmani *et al*. (1981) ได้เสนอข้อมูลเกี่ยวกับความแปรปรวนของ heterosis และ heterobeltiosis ของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ซึ่งพบว่า ค่า heterobeltiosis ของลักษณะผลผลิตอยู่ระหว่าง 396 ถึง -91 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 55 ถึง -70 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของน้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 14 ถึง -31 เปอร์เซ็นต์ และในลักษณะของจำนวนรวงต่อกอพบว่า มีค่าระหว่าง 505 ถึง -45 เปอร์เซ็นต์ และจากรายงานของ Deng (1980) ซึ่งกล่าวว่ามีงานทดลองข้าวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงถึง 16.5 ตันต่อเฮกตาร์ และจากงานทดลองของ Virmani (1981,1982) แสดงให้เห็นว่า ค่า heterosis มีค่าสูงถึง 73 เปอร์เซ็นต์ สำหรับค่า heterobeltiosis สูงถึง 57 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความดีเด่นสูงกว่าพันธุ์มาตรฐานถึง 34 เปอร์เซ็นต์

Zeng *et al*. (1979) รายงานว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวลูกผสมที่ศึกษาจำนวน 23 สายพันธุ์ ให้ลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มากกว่าพันธุ์พ่อแม่

Li *et al.* (1982) ได้ศึกษาความแข็งแรงของระบบรากของข้าวลูกผสมพันธุ์ Nan-You 3 พบว่า มีระบบรากที่แข็งแรง รากมีขนาดใหญ่ กระจายตัวได้ลึกลงไปในพื้นดิน ระบบรากมีประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารได้ดี และจำนวนรากต่อต้นของข้าวลูกผสมพันธุ์ Nan-You 3 มีจำนวนมากกว่าพันธุ์ Guang-Liu-Ai 4 ที่ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถึง 121.3 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sun and Cheng (1994) รายงานว่าระดับเฮตเทอโรซิส ของผลผลิตของข้าวลูกผสม อยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 157 เปอร์เซ็นต์ Yuan and Chen (1988) รายงานผลการศึกษาลักษณะการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสม ในวิทยาลัยการเกษตรเจียงซี พบว่าลักษณะการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมจำนวน 29 สายพันธุ์ พบว่า ข้าวลูกผสมจำนวน 28 สายพันธุ์แสดงลักษณะการให้ผลผลิตเหนือกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ และมีข้าวลูกผสมจำนวน 18 สายพันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์พ่อและลูกผสมทั้ง 29 สายพันธุ์แสดงความดีเด่นด้านผลผลิตเหนือกว่าพันธุ์เปรียบเทียบโดยเฉลี่ย 35.5 เปอร์เซ็นต์

Nguyen *et al.* (1995) รายงานว่าข้าวลูกผสมที่ได้จากสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) หลายสายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ดีที่สุดของประเทศเวียดนาม 18 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ข้าวลูกผสมสายพันธุ์ Shan-You3, Shan-You-Gui 99, Shan-You-Guang 12 และ Bo-You 64 ที่นำเข้าจากประเทศจีน เมื่อปลูกในภาคเหนือของประเทศเวียดนาม ให้ผลผลิต 6.5 ถึง 8.5 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ CR203 ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองของประเทศเวียดนาม

Xiao *et al.* (1995) ศึกษาผลของเฮตเทอโรซิส ในลูกผสมของข้าวระหว่าง indica x japonica ที่ให้ผลผลิตสูงสุด และสรุปว่ายีนข่มเป็นพื้นฐานหลัก ทำให้เกิดเฮตเทอโรซิสในข้าวลูกผสม ปริมาณของยีนคู่ผสม (heterozygosity) ไม่มีความสัมพันธุ์กับการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งผลผลิต นอกจากนี้สายพันธุ์ข้าวที่ได้จากคู่ผสมดังกล่าวยังให้ผลผลิตสูงกว่า F_1 อีกด้วย แสดงถึงการกระจายตัวที่เกินขีดจำกัดของพ่อ แม่ ซึ่งเป็นลักษณะของยีนบวกสะสม ข้าวลูกผสมมีการแสดงออกในการต้านทานต่อโรคและแมลง และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาวะแห้งแล้ง (Yab and Chang, 1976; Tian *et al*., 1980) สภาพอุณหภูมิต่ำดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และดินเค็ม (Akbar and Yabuno, 1975) ระดับน้ำลึก และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอื่น ๆ

Hung *et al*. (1984) ได้ทำงานทดลองและรายงานว่าข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (check variety) ถึง 27 เปอร์เซ็นต์ คือให้ผลผลิต 9.5 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่พันธุ์ตรวจสอบให้ผลผลิตเพียง 7.8 ตันต่อเฮกตาร์ Pham *et al*. (2004) ได้ศึกษาความดีเด่นของผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในข้าวลูกผสมระหว่าง ข้าวสายพันธุ์ thermo-sensitive genic male sterile (TGMS) T29s และ ข้าวในกลุ่มของ indica 7 สายพันธุ์ ได้แก่ D101, R68, Que99, CR203, Takanari, Dular and Dhaka พบว่า ลูกผสมทั้ง 7 คู่ผสม นั้นแสดงความดีเด่นในทางบวกในด้านผลผลิตต่อต้น และจำนวนดอกข้าว (spikeletes) ต่อรวงเหนือกว่าพ่อ-แม่ และนอกจากนั้นลูกผสมดังกล่าวยังให้ผลผลิตที่เหนือกว่าลูกผสมที่ได้จากระบบ CMS ในด้านการสะสมน้ำหนักแห้งต่อต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ระยะเริ่มแทงรวงนั้น ลูกผสมทั้งหมดยังเหนือกว่าพันธุ์พ่อ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่อีกด้วย ลูกผสมทั้งหมดยังให้จำนวนรวงต่อกอที่มากกว่าพันธุ์พ่อของในแต่ละคู่ผสม แต่จากการศึกษายังพบความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพันธุ์พ่อในทางลบในเรื่องของจำนวนวันของการออกรวงและความสูงของลำต้น

จากการศึกษาของ Vermani and Srivastava (2004) ในข้าว *Oryza sativa* L. พบความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดี ในคู่ผสมระหว่าง Mahsuri/IR24 สูงถึง 75.5 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือในคู่ผสมระหว่าง IR24/NS19 สูง 34.53 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าลูกผสมระหว่าง NDR 359/T21, Mahsuri/T21, Sarjoo52/NDR359, IR42/NDR359 และ NDR359/Jal Lahri มีความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ 1 (Mahsuri) สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และคู่ผสมดังกล่าวยังมีความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ 2 (Sarjoo) สูง 30 เปอร์เซ็นต์

Allahgholipour (2006) พบความดีเด่นของลูกผสมในข้าว ซึ่งลูกผสมทั้ง 6 คู่ผสมมีความดีเด่นเหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด (heterobeltiosis) ในทางบวกสำหรับผลผลิต โดยอยู่ในช่วง 4.1 ถึง 32.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Maruyama *et al*. (1983) รายงานว่า พันธุ์ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1 hybrid) แสดงความดีเด่นของการให้ผลผลิตและน้ำหนักแห้งของต้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ สูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมทั้งเขตร้อนและเขตอบอุ่น แต่ในด้านลักษณะที่เป็นพันธุ์เบาและลักษณะต้นเตี้ยจะมีค่าต่ำกว่าต้นพันธุ์พ่อ-แม่

Yuan and Chen (1988) พบว่า ข้าวลูกผสมแสดงออกเฮตเทอโรซิสอย่างชัดเจนในหลายรูปแบบซึ่งแสดงออกในลักษณะต่างๆ ในทางสรีรวิทยา และทางสัณฐานวิทยา โดยทั่วไปลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) มีความแข็งแรงและมีอัตราการเจริญเติบโตสูงในช่วงแรกของการเจริญเติบโต และมีความสามารถในการแตกกอดี ข้าวลูกผสมพันธุ์ Nan-You 2 และ Nan-You 6 จะเริ่มพัฒนาในระยะแรกของการเจริญเติบโตจะแตกกอภายหลังจากตกกล้า 12 วัน ซึ่งจะแตกอเร็วกว่าข้าวสายพันธุ์พ่อ 6 ถึง 8 วัน ได้ทำการวิจัยที่วิทยาลัยครูฮูนาน (Hunan Teacher's college) สายพันธุ์ Nan-You 2 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยให้จำนวนการแตกอ 4.24 ล้านหน่อต่อเฮกตาร์ ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์พ่อแม่คือ Er-Jiu-Nan1A และ IR24 และพันธุ์เปรียบเทียบ Guang Xuan 3 ที่ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวลูกผสมดีกว่าสายพันธุ์พ่อแม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yuan and Chen (1988) ได้ศึกษาระบบรากของข้าวลูกผสมพันธุ์ Shan-You 2 กับข้าวพันธุ์แท้ Yi-Chun-Ai 1 ที่ระยะสุกแก่ทางสรีระวิทยา พบว่า ระบบรากของข้าวลูกผสมพันธุ์ Shan-You 2 มีความยาวโดยเฉลี่ยของราก 22 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาวของรากมากกว่าข้าวพันธุ์พันธุ์ แท้ Yi-Chun-Ai 1 ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยของราก 9 เซนติเมตร

Xiao *et al.* (1995) ศึกษาผลของเฮตเทอโรซิส ในลูกผสมของข้าวระหว่าง indica x japonica ที่ให้ผลผลิตสูงสุด และสรุปว่ายีนข่มเป็นพื้นฐานหลัก ทำให้เกิดเฮตเทอโรซิสในข้าวลูกผสม ปริมาณของยีนคู่ผสม (heterozygosity) ไม่มีความสัมพันธุ์กับการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งผลผลิต นอกจากนี้สายพันธุ์ข้าวที่ได้จากคู่ผสมดังกล่าวยังให้ผลผลิตสูงกว่า F_1 อีกด้วย แสดงถึงการกระจายตัวที่เกินขีดจำกัดของพ่อแม่ ซึ่งเป็นลักษณะของยีนบวกสะสม

ผลการทดลองการผลิตข้าวลูกผสมที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี โดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผลิตในระบบ 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วยสายพันธุ์แม่ที่มีเรณูเป็นหมัน หรือ A line สายพันธุ์รักษาเรณูเป็นหมัน (maintainer) หรือ B line และสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน (restorer) หรือ R line ทั้งหมด 22 สายพันธุ์ แล้วปลูกเปรียบเทียบผลผลิตกับข้าวพันธุ์มาตรฐาน จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 และสายพันธุ์ข้าวดีเด่น SPR88096-17-3-2-2 พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่าง RD21A-23/IR85110-114-2-2-2R ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,121 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีความดีเด่นในด้านการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน พันธุ์ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 และสายพันธุ์ข้าวดีเด่น SPR88096-17-3-2-2 อยู่ 33, 32 และ16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สุภาพร และบังอร, 2549) และจากการทดสอบผลผลิตของข้าวลูกผสมที่ภาคเอกชนนำเข้ามาจากประเทศจีน พบว่า ข้าวลูกผสมพันธุ์ดีของประเทศจีนให้ผลผลิตสูงถึง 1,143 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าผลผลิตที่ได้จากพันธุ์ข้าวพิษณุโลก2 และปทุมธานี1 ประมาณ 59 เปอร์เซ็นต์ และ 27 เปอร์เซ็นต์ (บริบูรณ์, 2546ก)

การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์เกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิกับข้าวพันธุ์ดี 3 คู่ผสม ได้แก่ KDML105 TGMS-2 x SP1, KDML105 TGMS-2 x SP60 และ KDML105 TGMS-2 x PT1 พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 แสดงความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ คู่ผสมที่ให้ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตเมล็ดที่ดีของ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอสูงสุด ได้แก่คู่ผสม KDML105 TGMS-2 x SP60 คือมีค่าเท่ากับ 1.33 เปอร์เซ็นต์ และ49.36 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ตามลำดับ (เทพสุดา, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายพันธุ์พ่อ พันธุ์ข้าวที่ได้พัฒนาพันธุ์จากหน่วยงานต่างๆ จำนวน 205 สายพันธุ์ ได้รับความอนุเคราะห์ จากโครงการการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวลูกผสมสองสายพันธุ์โดยใช้ยีน *tms2* เพื่อใช้ประเมินคัดเลือกเป็นสายพันธุ์พ่อ จากแหล่งต่างๆ (ตารางภาคผนวก ที่ 1)

2. สายพันธุ์แม่ ประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม (Norin PL12/KDML105*3) จำนวน 100 สายพันธุ์ ที่ได้รับความอนุเคราะห์ จากโครงการการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวลูกผสมสองสายพันธุ์โดยใช้ยีน *tms2* เพื่อใช้ประเมินคัดเลือกเป็นสายพันธุ์แม่ (ตารางภาคผนวก ที่ 2)

3. เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการประเมินลักษณะความเป็นหมันที่เกิดจากอุณหภูมิ

4. เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการผสมพันธุ์ข้าววิธี cliping method

5. เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะทางการเกษตร

6. เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของข้าว

7. เรือนปลูกพืชทดลองสำหรับปลูกข้าวทดสอบ

8. โปรแกรม STATGRAPHICS 3.0 Statistical Analysis

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. ประเมินลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์พ่อ

การประเมินลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์พ่อ จำนวน 205 สายพันธุ์ และใช้เป็นพันธุ์มาตรฐาน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุพรรณบุรี1 (SPR1) ชัยนาท1 (CNT1) ปทุมธานี1 (PTT1) IR64 และ IR57514 ปลูกที่แปลงนา ของ หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วางแผนการทดลองแบบ Augmented Design ขนาดแปลง 2.5 ตารางเมตร ระยะปลูก 0.25 x 0.25 เมตร

1.1 การบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

1. จำนวนหน่อต่อกอ (หน่อ) นับและบันทึกการแตกกอของข้าว โดยสุ่มนับ 10 กอ (นับในระยะที่แตกกอสูงสุด) ในแต่ละแปลงย่อยเฉลี่ยเป็นจำนวนหน่อต่อกอ

2. จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) นับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มตกกล้าจนถึงวันที่ข้าวออกดอก (ดอกโผล่พ้นคอรวง) ครึ่งหนึ่งของในแต่ละแปลงย่อย

3. ความสูงต้น (ซม.) วัดความสูงของต้นข้าวจากโคนต้นข้าวจนถึงปลายรวงข้าวในแต่ละแปลงย่อยเฉลี่ยเป็นเซนติเมตร

4. จำนวนรวงต่อกอ (รวง) นับและบันทึกจำนวนรวงข้าว โดยสุ่มนับ 10 กอ ในแต่ละแปลงย่อยเฉลี่ยเป็นจำนวนรวงต่อกอ

5. จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (เมล็ด) นับจำนวนเมล็ดที่ติดเมล็ดสมบูรณ์ต่อรวง โดยสุ่มนับ 10 รวง ในแต่ละแปลงย่อย

6. จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง (เมล็ด) นับจำนวนเมล็ดที่ติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ต่อรวง โดยสุ่มนับ 10 รวงในแต่ละแปลงย่อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. น้ำหนักผลผลิตต่อแปลงย่อย (กก.) ชั่งน้ำหนักผลผลิตแต่ละแปลงย่อยที่ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์

8. น้ำหนัก 1000 เมล็ด (ก.) ชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกที่สุ่มมาจำนวน 1000 เมล็ด

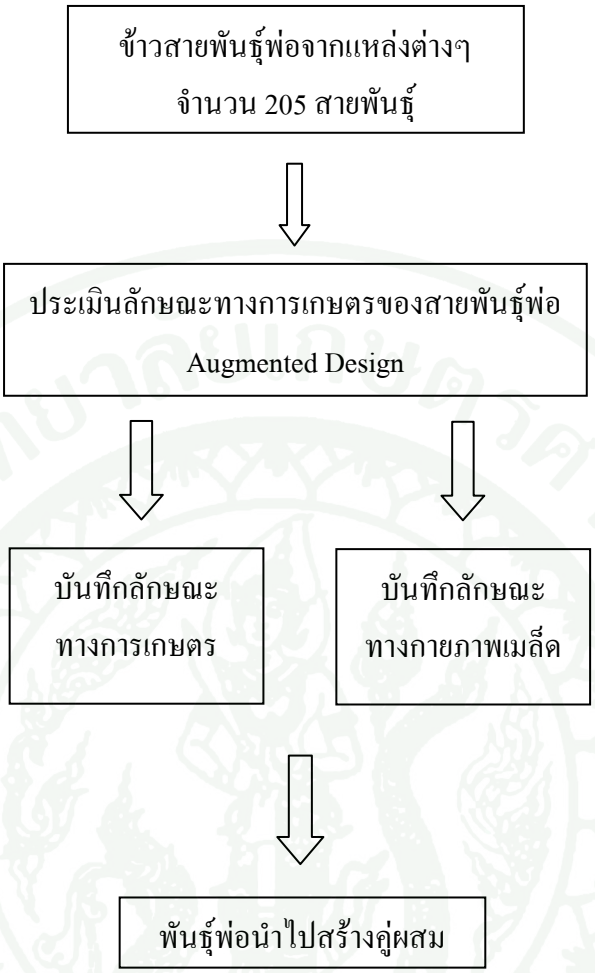
9. ผลผลิตต่อไร่ (กก.) คำนวณผลผลิตต่อไร่จากค่าน้ำหนักผลผลิตต่อแปลงย่อย

1.2 การบันทึกข้อมูลลักษณะคุณภาพทางกายภาพเมล็ด

1) ความกว้างและความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.) วัดขนาดความกว้างและความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกจากการสุ่ม 10 เมล็ด

2) ความกว้างและความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.) วัดขนาดความกว้างและความยาวของเมล็ดข้าวจากการสุ่ม 10 เมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ผังประเมินลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์พ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การประเมินลักษณะความเป็นหมันที่เกิดจากอุณหภูมิเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แม่

การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและการประเมินความเป็นหมัน ของสายพันธุ์แม่ประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม Norin PL12/KDML105*3 และพันธุ์แม่ประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง Norin PL12/KDML105*3//DHL279/3/23-215// Norin PL12/KDML105*3

ปลูกข้าวสายพันธุ์แม่ประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม Norin PL12/KDML105*3 จำนวน 3 สายพันธุ์ และพันธุ์แม่ประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง Norin PL12/KDML105*3//DHL279/3/23-215// Norin PL12/KDML105*3 จำนวน 249 สายพันธุ์ ที่แปลงนาทดลองของหน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สายพันธุ์ละ 40 ต้น ระยะปลูก 0.25 x 0.25 เมตร ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนเมษายน

การบันทึกข้อมูลลักษณะความเป็นหมันของละอองเกสรจากการคลุมช่อ

เมื่อต้นข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีดอกบานในวันต่อไป นำถุงคลุมช่อดอกข้าวที่จะเก็บตัวอย่างดอก เขียนรายละเอียด ชื่อพันธุ์ข้าว ต้นที่เก็บ และวันที่เก็บไว้สำหรับการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสร ซึ่งหลังจากคลุมช่อข้าวแล้วประมาณ 45 วัน จึงเก็บช่อข้าวดังกล่าวมาบันทึกข้อมูลจำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง

การบันทึกข้อมูลลักษณะความเป็นหมันของละอองเกสรจากการย้อมติดสี ด้วย iodine-potassium iodide (I-KI)

เมื่อต้นข้าวแต่ละสายพันธุ์เริ่มมีดอกบาน เก็บตัวอย่างดอกข้าวประมาณ 4-5 ดอก จากส่วนกลางของช่อดอก ใส่ในหลอด 1.5 มิลลิลิตร เขียนรายละเอียดต่างๆ ที่เป็น ชื่อพันธุ์ข้าว ต้นที่เก็บ และวันที่เก็บ จากนั้นนำหลอดที่มีตัวอย่างดอกข้าวมาเติมด้วย แอกอฮอลล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ให้เต็มหลอด (1.5 มิลลิลิตร) เพื่อเป็นการตรึงและหยุดการพัฒนาของละอองเกสร และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างดอกข้าวในสารละลายแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่เตรียมไว้สุ่มเลือกดอกข้าวมา 1 ดอก แล้วแยกเอาละอองเกสรมา 4 อัน (จากที่มีทั้งหมด 6 อัน) ใส่ในหลอด 1.5 มิลลิลิตร หลอดใหม่ จากนั้นขยี้ให้ผนังละอองเกสรแตกออก แล้วเติมสารละลาย 1 เปอร์เซ็นต์ I-KI ปริมาตร 25 ไมโครลิตร แล้วเขย่าเพื่อละอองเกสรหลุดออกมาจากอับละอองเกสร แล้วดูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารละลายที่ได้หยดลงบน แผ่นสไลด์นับจำนวนเซลล์ (hemecytometer) แล้วนำไปส่องนับจำนวนละอองเกสรตัวผู้ที่เป็นหมันและไม่เป็นหมันด้วยกล้องจุลทรรศน์

การบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

จำนวนหน่อต่อกอ วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง (วิธีการศึกษาเช่นเดียวกับการประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ)

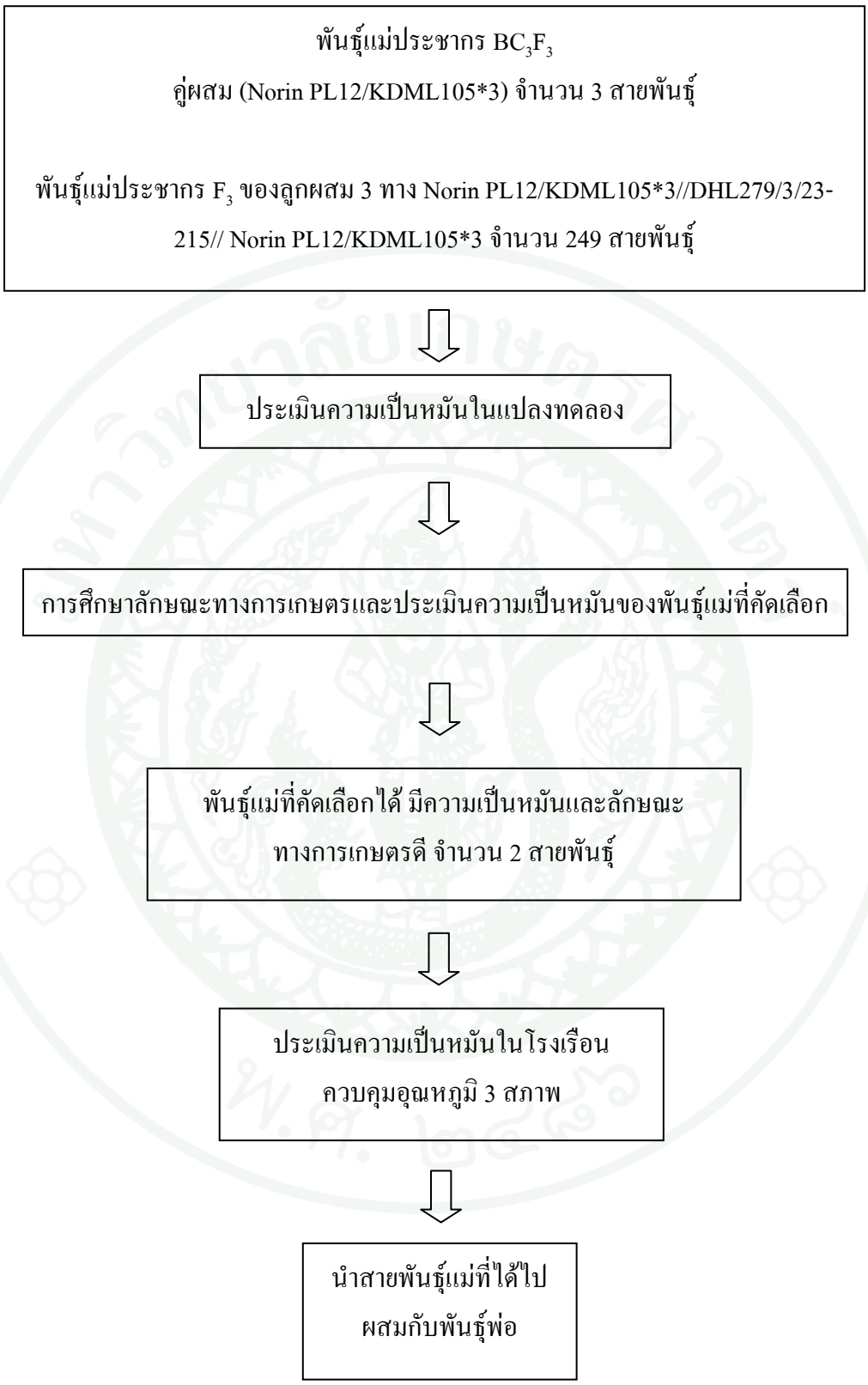
การทดสอบความเป็นหมัน สายพันธุ์แม่ในห้องควบคุมอุณหภูมิ

ปลูกข้าวสายพันธุ์แม่ในประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม Norin PL12/ KDML105*3 ที่คัดเลือกทั้งสองสายพันธุ์ที่โรงเรือนทดลองของหน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สายพันธุ์ละ 24 กระถาง นำต้นข้าวที่อยู่ในระยะ stem elongation จนกระทั่งถึงระยะเริ่มออกดอกคลุมช่อดอกดูการติดเมล็ด (bagging the panicle) ใน 3 สภาพอุณหภูมิ คือ

1. ห้องควบคุมอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส (ใช้แสงจากธรรมชาติ)
2. อุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิภายนอก)
3. อุณหภูมิร้อน (อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส)

การบันทึกข้อมูลลักษณะความเป็นหมันของละอองเกสร เมื่อต้นข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีดอกบานในวันต่อไป นำถุงคลุมช่อดอกข้าวที่จะเก็บตัวอย่างดอก เขียนรายละเอียด ชื่อพันธุ์ข้าว ต้นที่เก็บ และวันที่เก็บไว้สำหรับการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสร ซึ่งหลังจากคลุมช่อข้าวแล้วประมาณ 45 วัน จึงเก็บช่อข้าวดังกล่าวมาบันทึกข้อมูล จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 ผังการประเมินลักษณะความเป็นหมันที่เกิดจากอุณหภูมิเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสร้างคู่ผสมระบบสองสายพันธุ์

3.1 การเตรียมต้นสายพันธุ์พ่อเพื่อใช้ในการผสม

ปลูกสายพันธุ์พ่อจำนวน 205 สายพันธุ์ที่คัดเลือก แบ่งปลูกเป็น 3 วันปลูกที่ต่อเนื่อง ห่างกันวันปลูกละ 2 สัปดาห์ โดยปลูกสายพันธุ์ละ 10 ต้น ต้นกล้าอายุ 1 เดือนย้ายลงปักดำในแปลง

3.2 การเตรียมต้นสายพันธุ์แม่ที่ใช้ในการผสม

ปลูกสายพันธุ์แม่จำนวน 2 สายพันธุ์ แบ่งปลูกเป็น 3 วันปลูกที่ต่อเนื่อง ห่างกันวันปลูกละ 2 สัปดาห์ โดยปลูกสายพันธุ์ละ 120 ต้น

3.3 การผสมพันธุ์ข้าว

ปลูกข้าวที่จะใช้เป็นพันธุ์พ่อและแม่ในกระถาง โดยกะระยะเวลาการออกดอกของทั้ง 2 พันธุ์ให้ใกล้เคียงกัน เมื่อพันธุ์ข้าวออกรวงก็เตรียมรวงข้าวพันธุ์แม่ โดยตัดดอกข้าวออกให้เหลือประมาณ 30-50 ดอกต่อรวง โดยให้มีระยะห่างพอประมาณแล้วจึงทำการกำจัดเกสรตัวผู้ (emasculation) ในรวงแม่

3.3.1 การกำจัดเกสรตัวผู้

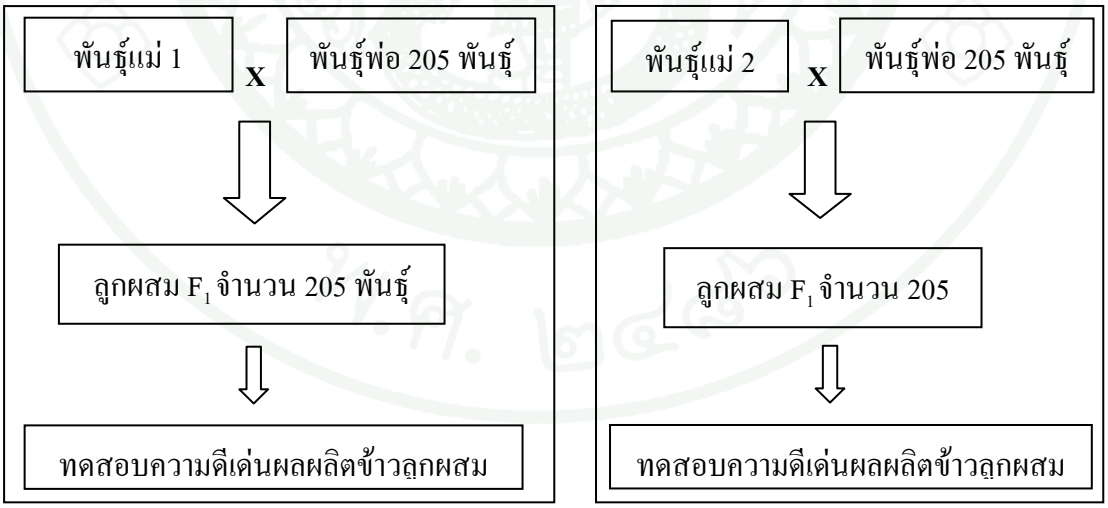
ต้นข้าวสายพันธุ์แม่ที่อยู่ในระยะ heading โดยมีช่อดอกโผล่พ้นกาบใบธงประมาณ 50 - 70 เปอร์เซ็นต์ ให้ดำเนินการกำจัดละอองเกสร จะต้องทำกับดอกที่จะบานในวันรุ่งขึ้น ก่อนทำให้ตัดดอกอื่นๆ ทิ้งก่อน คือ ดอกที่บานแล้วไม่มีอับเรณู ดอกที่จะบานวันนี้จะเห็นอับเรณูที่ปลายดอก และดอกอ่อนที่อับเรณูอยู่ที่โคนดอก จากนั้นใช้กรรไกรตัดปลายดอกที่เหลือออก 1/3 ของดอก แล้วใช้ปากคีบดึงอับเรณูออกหรือใช้เครื่องดูดอับละอองเกสร (air-suction) ดูดอับละอองเกสรทั้ง 6 อันออก จากนั้นใช้กระบอกฉีดน้ำ ฉีดพรมน้ำที่ช่อดอกให้ชุ่มแล้วปิดด้วยถุงคลุมช่อ ทำในช่วงเวลาเย็นของแต่ละวัน ในเช้าวันถัดมาให้ตรวจสอบช่อดอกต้นแม่อีกครั้งว่ายังมีอับละอองเกสรค้างอยู่หรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.2 การผสมพันธุ์หรือการถ่ายละอองเกสร

ปกติดอกข้าวจะบานและมีการถ่ายละอองเกสรช่วงเวลาประมาณ 8.00 - 12.00 น. ซึ่งจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ อุณหภูมิแสงแดด ดอกข้าวจะไม่บานในวันที่อากาศหนาวเย็นหรือวันที่มีฟ้ามืดครึ้ม

วิธีการผสม นำกระถางข้าวพ่อพันธุ์ที่ดอกกำลังบานหรือตัดช่อดอกพ่อพันธุ์ใส่ขวดแช่น้ำเตรียมรอไว้ เมื่อดอกข้าวเริ่มบานเกสรตัวผู้ทั้ง 6 อันจะเริ่มโผล่ชูอับละอองเกสรที่อยู่ส่วนบนก้านเกสรตัวผู้พร้อมที่จะแตก ซึ่งจะสังเกตลักษณะเป็นผงฝุ่นละอองสีเหลือง จากนั้นเปิดถุงคลุมรวงต้นแม่พันธุ์ออก แล้วนำช่อดอกตัวผู้ที่กำลังบานมาเคาะให้ฝุ่นละอองสีเหลืองตกใส่ดอกแม่พันธุ์ หรืออาจใช้ปากคีบ คีบดอกข้าวพ่อพันธุ์ที่กำลังบานนำมาเคาะใส่ในดอกต้นแม่พันธุ์ที่กำลังบาน การตรวจสอบหากสังเกตเห็นฝุ่นละอองสีเหลืองเกาะบนยอดเกสรตัวเมียของต้นแม่พันธุ์แสดงว่าการถ่ายละอองในครั้งนั้นเสร็จแล้ว หลังจากนั้นใช้ถุงกระดาษครอบรวงไว้เหมือนเดิม ผูกป้ายชื่อ พ่อแม่พันธุ์คู่ผสม วัน เดือน ปี ที่ทำการผสม หากเกสรตัวผู้ไม่เพียงพออาจผสมซ้ำอีก 1-2 วัน หลังการผสมแล้ว 1 สัปดาห์ สามารถตรวจสอบความสำเร็จได้ หากผสมติดรังไข่จะพัฒนาเป็นเมล็ดข้าว หลังจากนั้น 25-30 วันสามารถเก็บเกี่ยวได้ตามปกติ



ภาพที่ 7 ผังการสร้างคู่ผสมระบบสองสายพันธุ์

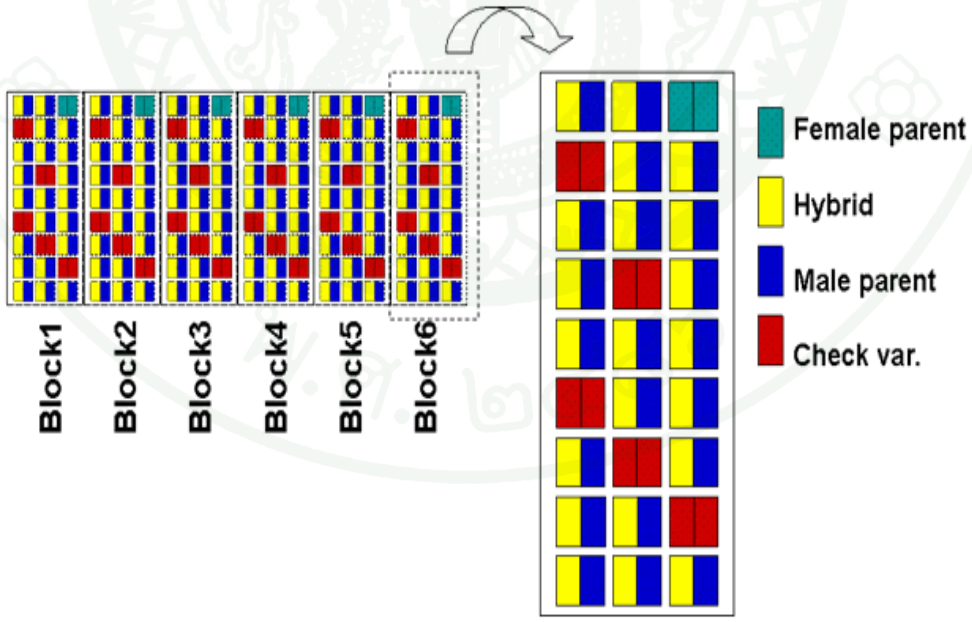
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การทดสอบความดีเด่นผลผลิตข้าวลูกผสม

การทดสอบความดีเด่นผลผลิตข้าวลูกผสม จำนวน 235 คู่ผสม แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ คู่ผสมที่มีสายพันธุ์ T6-4 และ T6-6 เป็นสายพันธุ์แม่ พันธุ์เปรียบเทียบ เป็นพันธุ์ข้าวที่มีผลผลิตสูงที่มีการเพาะปลูกทั่วไปที่ประกอบด้วย 10 พันธุ์คือ พิษณุโลก60-2 สุพรรณบุรี1 ปทุมธานี1 พิษณุโลก2 สุพรรณบุรี3 IR57514 IR64 สุพรรณบุรี2 23-215 ชัยนาท1 และ สายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6

แผนการทดลองแบ่งข้าวออกเป็น 2 แปลงทดลองคือ ชุดที่ 1 คือคู่ผสมที่มีสายพันธุ์ T6-4 เป็นสายพันธุ์แม่และชุดที่ 2 คือคู่ผสมที่มีสายพันธุ์ T6-6 เป็นสายพันธุ์แม่ โดยแต่ละชุดพันธุ์ทดสอบนั้น ใช้แผนการทดสอง แบบ augmented โดยมีการสุ่มพันธุ์เปรียบเทียบเป็นแบบ randomize completed block design (RCBD)

แปลงทดสอบแต่ละชุดประกอบด้วย 6 บล็อก บล็อกประกอบด้วย คู่ผสมที่ปลูกคู่กับพันธุ์พ่อจำนวน 21 ชุด และ พันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 10 สายพันธุ์ ที่จัดเป็น 5 คู่ และสายพันธุ์แม่อีก 1 คู่ แปลงย่อย ปลูก 3 แถว แถวละ 4 ต้น ที่ระยะปลูก 0.25 x 0.25 เมตร ดังแสดงในภาพที่



ภาพที่ 8 ผังการปลูกทดสอบความดีเด่นผลผลิตข้าวลูกผสม

การบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดดีลีบต่อรวง น้ำหนักผลผลิตต่อแปลงย่อย น้ำหนัก 1000 เมล็ด ผลผลิตต่อไร่ (วิธีการศึกษาเช่นเดียวกับการประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองการทดสอบผลผลิตของข้าว ที่ใช้แผนการทดลองแบบ augmented design ตามวิธีของ Petersen (1985) ดังนี้

5.1.1 จำนวนบล็อกขึ้นอยู่กับจำนวนพันธุ์มาตรฐาน ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วค่าองศาของความอิสระ (degree of freedom หรือ df ของ error) ไม่ควรน้อยกว่า 10

ให้ b = จำนวนบล็อก

c = จำนวนพันธุ์มาตรฐาน

df ของ error = (b-1)(c-1) ≥ 10

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

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

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

5.1.2 จำนวนแปลงย่อยในแต่ละบล็อก ขึ้นอยู่กับจำนวนสายพันธุ์ที่ทดสอบ ซึ่งจำนวนแปลงย่อยจะเท่าหรือไม่เท่ากันก็ ถ้ามีจำนวนแปลงย่อยเท่ากันทุกบล็อก การทดสอบจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคำนวณหาจำนวนแปลงย่อยทำได้ดังนี้

c	=	จำนวนพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานต่อบล็อก		
v	=	จำนวนสายพันธุ์ที่ทดสอบ		
b	=	จำนวนบล็อก		
n	=	จำนวนสายพันธุ์ที่ทดสอบต่อบล็อก	=	y/b
p	=	จำนวนแปลงย่อยต่อบล็อก	=	c+n
N	=	จำนวนแปลงย่อยทั้งหมด	=	b(c+n) = bc+v

5.2 การวิเคราะห์ความดีเด่นของข้าวลูกผสม

วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความดีเด่น heterosis analysis ดังนี้

5.2.1 Heterobeltiosis (BP)

$$\text{Heterobeltiosis}(\%) = \frac{F_1 - BP}{BP} \times 100$$

Heterobeltiosis = เปอร์เซ็นต์เหนือความดีเด่นของพ่อและแม่

F_1 = ค่าเฉลี่ยของลูกผสมคู่ใดคู่หนึ่ง

BP = ค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่เหนือกว่า (best parent)

5.2.2 Standard heterosis

$$\text{Standard heterosis}(\%) = \frac{F_1 - \text{check variety}}{\text{check variety}} \times 100$$

Standard heterosis = เปอร์เซ็นต์เหนือความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐาน

F_1 = ค่าเฉลี่ยของลูกผสมคู่ใดคู่หนึ่ง

check variety = ค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์มาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การประเมินลักษณะทางการเกษตรสายพันธุ์พ่อ

จากการประเมินลักษณะทางการเกษตรสายพันธุ์พ่อ พบว่า สายพันธุ์ ที่นำมาทดสอบได้มีการแบ่งกลุ่มพันธุ์ตามพื้นฐานทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ที่นำมาประเมินออกเป็น 6 กลุ่มพันธุ์ คือ ข้าวปรับปรุงพันธุ์จากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ข้าวพื้นเมืองประเทศฟิลิปปินส์ ข้าวพันธุ์ทรงใหม่ผลผลิตสูง (new plant type) ข้าวพันธุ์ปรับปรุงจากหน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้าวพันธุ์ปรับปรุงจากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ข้าวพันธุ์ปรับปรุงจากกรมการข้าว จำนวน 80 17 33 15 43 และ 17 สายพันธุ์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในการศึกษาความดีเด่นของลูกผสม ลูกผสมจะแสดงค่าออกมามากเมื่อสายพันธุ์พ่อ-แม่ ที่นำมาใช้สร้างลูกผสมมีความแตกต่างทางพันธุกรรม และความถี่ของ allele สูง โดยในแต่ละพันธุ์จะต้องมีความเป็นสายพันธุ์แท้ (inbred line) สูง (Brummer, 1999) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงรวบรวมสายพันธุ์พ่อที่มีฐานพันธุกรรม จากหลากหลายที่มา เพื่อสร้างคู่ผสมที่มีลักษณะความดีเด่นเหนือสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดี

ตารางที่ 2 จำนวนพันธุ์ข้าวในแต่ละกลุ่ม และแหล่งที่มาของข้าวสายพันธุ์พ่อ

.

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	แหล่งที่มา	จำนวน
1	IRRI	สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ	80
2	Philippine up land	สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ	17
3	IRRI New plant type	สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ	33
4	KU	หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	15
5	PSL	ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก	43
6	RD	กรมการข้าว	17
	รวม		205

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 การประเมินลักษณะทางการเกษตร

จากประเมินลักษณะทางการเกษตรพบว่า สายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์ จากการเปรียบเทียบความสูงในทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 100 – 117 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) กลุ่มพันธุ์ข้าวจากกรมการข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 117 เซนติเมตร ส่วนกลุ่มพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยความสูงต่ำสุดคือกลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (IRRI New plant type) ให้ความสูงเฉลี่ย 100 เซนติเมตร ความสูงของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 93 – 118 เซนติเมตร (ตารางที่ 4) ข้าวสายพันธุ์ (8)3-1-22-9-1 เป็นพันธุ์ที่ให้ความสูงสูงที่สุดคือมีค่า 118 เซนติเมตร และพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6 เป็นพันธุ์ให้ความสูงต่ำสุดคือ 93 เซนติเมตร (ตารางที่ 4) ลักษณะความสูงของลำต้นนั้น จะก่อให้เกิดปัญหาในด้านการหักล้มของลำต้น (lodging) ลักษณะความสูงของลำต้นเป็นข้อเสียอย่างหนึ่ง ที่จะทำให้ผลผลิตลดลงได้ (Chang *et al*., 1971) ดังนั้นลักษณะของความสูงจึงมีความสำคัญมากในการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ-แม่ในการสร้างลูกผสม ความสูงของพันธุ์พ่อที่คัดเลือกจะต้องไม่สูงมากกว่าสายพันธุ์แม่เกินไป ให้ควรมีความสูงในระดับที่ละอองเกสรสามารถผสมข้ามกับสายพันธุ์แม่ได้ง่าย การให้ข้าวลูกผสมชั่วที่1 มีความสูงเท่ากับหรือน้อยกว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่ เพราะลักษณะต้นเตี้ยจะมีความสัมพันธุ์กับการต้านทานต่อการหักล้มได้ (Virmani *et al*., 1982)

จากการเปรียบเทียบจำนวนรวงต่อกอในทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 11 – 14 หน่อ (ตารางที่ 3) กลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (International Rice Research Institute) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอสูงสุด คือ 14 หน่อ ส่วนกลุ่มพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอต่ำสุดคือกลุ่มพันธุ์ข้าวจาก จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสนและศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกจำนวน 11 หน่อ สำหรับจำนวนรวงต่อกอของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 10 – 14 หน่อ (ตารางที่ 4) ข้าวสายพันธุ์ PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 เป็นพันธุ์ที่ให้จำนวนหน่อรวงกอสูงที่สุดคือมีค่า 14 หน่อ และพันธุ์ (8) 3-1-22-9-1 ให้จำนวนหน่อต่ำสุด คือ 10 หน่อ (ตารางที่ 4) สุภาวิณี (2548) กล่าวว่า จำนวนรวงต่อกอของต้นข้าวเป็นลักษณะทางเกษตรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตข้าว ข้าวที่มีจำนวนรวงต่อกอมากผลผลิตย่อมเพิ่มมากขึ้น

จากการเปรียบเทียบจำนวนเมล็ดดีต่อรวงในทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวงอยู่ระหว่าง 107 – 130 เมล็ด (ตารางที่ 3) กลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (IRRI New plant type) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวงมากที่สุดคือ 130 เมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนข้าวสายพันธุ์พ่อที่มาจาก IRRI (Philippine upland) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำสุด คือ 107 เมล็ด (ตารางที่ 3) จำนวนเมล็ดดีต่อรวงของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 114 – 156 เมล็ด ข้าวสายพันธุ์ PSL2 เป็นพันธุ์ที่ให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงที่สุด คือ 156 เมล็ด และพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6 เป็นพันธุ์ที่ให้จำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำที่สุด คือ 114 เมล็ด (ตารางที่ 4)

จากการเปรียบเทียบน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ในทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25 – 28 กรัม (ตารางที่ 3) กลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (Philippine up land) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุดคือ 28 กรัมและกลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำที่สุดคือ 25 กรัม (ตารางที่ 3) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 26 – 31 กรัม ข้าวสายพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6 เป็นสายพันธุ์ที่ให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดสูงที่สุด คือ 31 กรัม และพันธุ์ CNT96024-61-1-PSL-1-1 เป็นพันธุ์ที่ให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดต่ำสุด คือ 26 กรัม (ตารางที่ 4)

จากการเปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ในทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 238 – 674 กิโลกรัม (ตารางที่ 3) กลุ่มพันธุ์ข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ก็ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงที่สุด คือ 674 กิโลกรัมต่อไร่ ของการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพันธุ์ ส่วนกลุ่มพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำที่สุด คือ IRRI (Philippine up land) โดยให้ค่าเฉลี่ย เพียง 238 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น ผลผลิตต่อไร่ของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 799 – 961 กิโลกรัม ข้าวสายพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6 ที่เป็นพันธุ์ที่ได้รับจากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกให้ค่าประมาณผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 961 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ผลผลิตรองลงมา โดยมีผลผลิตเท่ากับ 935 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4) ภัทรา (2538) กล่าวว่า อิทธิพลของพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวมีผลต่อการให้ผลผลิต ทำให้ผลผลิตข้าวในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่จะนำไปเป็นพันธุ์พ่อเพื่อสร้างพันธุ์ข้าวลูกผสมที่มีผลผลิตสูงนั้น พันธุ์พ่อที่คัดเลือกจะต้องเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดี คือ เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และนอกจากนี้ความแตกต่างทางพันธุกรรมของพันธุ์พ่อที่จะใช้ในการสร้างลูกผสมนั้นก็เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่สำคัญในการสร้างพันธุ์ลูกผสมให้มีผลผลิตสูง คือ ฐานพันธุกรรมของพันธุ์พ่อแม่ที่มีความแตกต่างกันมาก จะสามารถให้ลูกผสมที่มีความดีเด่นเหนือกว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่ ดังนั้นลักษณะที่สำคัญในการคัดเลือกพ่อเพื่อนำไปใช้ในการสร้างพันธ์ลูกผสม คือ พันธุ์ที่มีลักษณะผลผลิตที่สูงและมีฐานพันธุกรรมที่มีความแตกต่างจากพันธุ์แม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	จำนวนพันธุ์	ความสูง (ซม.)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (ก.)	ผลผลิต (กก.)
1	IRRI	80	101 ± 14^{ab}	14 ± 4^{a}	113 ± 24^{bc}	267 ± 49^{c}	25 ± 4^{a}	556 ± 153^{b}
2	Philippine up land	17	106 ± 16^{b}	12 ± 4^{ab}	107 ± 28^{c}	273 ± 56^{bc}	28 ± 3^{b}	252 ± 188^{d}
3	IRRI New plant type	33	100 ± 13^{a}	13 ± 4^{b}	130 ± 28^{a}	315 ± 65^{a}	27 ± 4^{b}	467 ± 216^{c}
4	KU	15	109 ± 17^{b}	12 ± 3^{b}	126 ± 33^{ab}	286 ± 73^{abc}	28 ± 3^{b}	499 ± 250^{bc}
5	PSL	43	101 ± 6^{a}	13 ± 1^{b}	125 ± 17^{a}	284 ± 35^{bc}	27 ± 2^{b}	674 ± 115^{a}
6	RD	17	117 ± 18^{a}	11 ± 2^{b}	127 ± 17^{ab}	300 ± 32^{ab}	27 ± 4^{b}	602 ± 145^{ab}
	F-test		**	**	**	**	**	**

ตารางที่ 4 ลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของข้าวสายพันธุ์พ่อที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุด จำนวน 10 สายพันธุ์

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ก.)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1	PSL	PSL01195-66-1-3-6	93	11	114	265	31	961
2	RD	พิษณุโลก2	98	11	156	354	27	935
3	KU	(8) 3-1-22-9-1	118	10	145	289	29	877
4	PSL	PSL00540-34-1-3-5	100	12	152	331	27	866
5	PSL	PSL00034-32-3-1-4	95	13	156	331	27	839
6	IRRI	IR8	95	13	130	297	29	828
7	PSL	PSLOO511-CNT-63-2-PSL-1-4	98	12	149	335	28	824
8	PSL	PSL00540-34-1-2-1	99	13	142	324	27	805
9	PSL	PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	105	14	140	320	27	801
10	PSL	CNT96024-61-1-PSL-1-1	96	13	124	289	26	800
Check		ชัยนาท1	114	14	107	248	28	571
Check		IR57514	118	12	118	297	27	593
Check		IR64	92	16	107	233	26	564
Check		ปทุมธานี1	111	17	92	213	27	589
Check		สุพรรณบุรี1	131	14	101	245	24	665
$LSD_{0.05}$			37	9	24	46	6	140

1.2 การประเมินลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

ความกว้างเมล็ดข้าวสารของข้าวสายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.0 – 2.3 มิลลิเมตร กลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (Philippine up land) และ IRRI (IRRI New plant type) ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดข้าวสารสูงที่สุดคือ 2.3 มิลลิเมตร และกลุ่มพันธุ์ข้าวจาก ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดข้าวสารต่ำที่สุดคือ 2.0 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) ความกว้างเมล็ดข้าวสารของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 1.85 – 2.29 มิลลิเมตร ข้าวสายพันธุ์ IR8 เป็นสายพันธุ์ที่ให้ความกว้างเมล็ดข้าวสารสูงที่สุดคือ 2.29 มิลลิเมตรและพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6 เป็นพันธุ์ที่ให้ค่าความกว้างเมล็ดข้าวสารต่ำสุดคือ 1.85 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6)

ความยาวเมล็ดข้าวสารของข้าวสายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.4 – 7.9 มิลลิเมตร กลุ่มพันธุ์ข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ให้ค่าเฉลี่ยความยาวเมล็ดข้าวสารสูงที่สุด คือ 7.9 มิลลิเมตร และกลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (Philippine up land) ให้ค่าเฉลี่ยความยาวเมล็ดข้าวสารต่ำที่สุดคือ 6.4 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) ความยาวเมล็ดข้าวสารของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 6.64 – 8.40 มิลลิเมตร ข้าวสายพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6 และพันธุ์ PSL00511-CNT-63-2-PSL-1-4 เป็นสายพันธุ์ที่ให้ความยาวเมล็ดข้าวสารสูงที่สุดคือ 8.40 มิลลิเมตรและพันธุ์ IR8 เป็นพันธุ์ที่ให้ค่าความยาวเมล็ดข้าวสารต่ำสุด คือ 6.64 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6)

ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวสายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.5 – 2.9 มิลลิเมตร กลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (Philippine up land) ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกสูงที่สุด คือ 2.9 มิลลิเมตร และกลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI และ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกต่ำที่สุด คือ 2.5 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 2.39 – 2.95 มิลลิเมตร ข้าวสายพันธุ์ IR8 เป็นสายพันธุ์ที่ให้ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกสูงที่สุด คือ 2.95 มิลลิเมตรและพันธุ์ PSL2 และ พันธุ์ PSL00540-34-1-3-5 เป็นพันธุ์ที่ให้ค่าความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกต่ำสุด คือ 2.39 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6)

ความยาวเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวสายพันธุ์พ่อที่นำมาทดสอบทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.6 – 10.2 มิลลิเมตร กลุ่มพันธุ์ข้าวจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ให้ค่าเฉลี่ยความยาวเมล็ดข้าวเปลือกสูงที่สุด คือ 10.2 มิลลิเมตร และกลุ่มพันธุ์ข้าวจาก IRRI (Philippine up land) และ IRRI (IRRI New plant type) ให้ค่าเฉลี่ยความยาวเมล็ดข้าวเปลือกต่ำที่สุด คือ 8.6 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) ความยาวเมล็ดข้าวเปลือกของสายพันธุ์พ่อที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีค่าอยู่ระหว่าง 9.08 – 10.78 มิลลิเมตร ข้าวสายพันธุ์ PSL00511-CNT-63-2-PSL-1-4 เป็นสายพันธุ์ที่ให้ความยาวเมล็ดข้าวเปลือกสูงที่สุด คือ 10.78 มิลลิเมตรและพันธุ์ IR8 เป็นพันธุ์ที่ให้ค่าความยาวเมล็ดข้าวเปลือกต่ำสุดคือ 9.08 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของข้าวสายพันธุ์พ่อทั้ง 6 กลุ่มพันธุ์

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	จำนวนพันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
1	IRRI	80	2.1±0.1^{b}	6.9±0.8^{c}	2.5±0.2^{b}	8.9±0.8^{b}
2	Philippine up land	17	2.3±0.2^{a}	6.4±0.6^{a}	2.9±0.3^{c}	8.6±0.8^{b}
3	IRRI New plant type	33	2.3±0.3^{a}	6.6±1.0^{ab}	2.8±0.4^{c}	8.6±1.0^{b}
4	KU	15	2±0.1^{b}	7.7±0.8^{ab}	2.8±0.2^{a}	10.2±0.9^{a}
5	PSL	43	2.0±0.1^{b}	7.9±0.4^{c}	2.5±0.1^{a}	10.0±0.5^{a}
6	RD	17	2.1±0.2^{b}	7.4±0.6^{bc}	2.6±0.2^{a}	9.7±0.8^{a}
	F-test	205	**	**	**	**

** ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ลักษณะทางกายภาพของข้าวสายพันธุ์พ่อที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุดจำนวน 10 พันธุ์

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
1	PSL	PSL01195-66-1-3-6	1.85	8.40	2.49	10.18
2	RD	พิษณุโลก2	2.05	8.20	2.39	10.38
3	KU	(8) 3-1-22-9-1	2.05	7.54	2.93	10.20
4	PSL	PSL00540-34-1-3-5	2.05	8.00	2.39	10.38
5	PSL	PSL00034-32-3-1-4	2.05	7.00	2.49	10.18
6	IRRI	IR8	2.29	6.64	2.95	9.08
7	PSL	PSL00511-CNT-63-2-PSL-1-4	2.05	8.40	2.89	10.78
8	PSL	PSL00540-34-1-2-1	2.05	8.20	2.49	10.38
9	PSL	PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	2.15	7.80	2.69	9.98
10	PSL	CNT96024-61-1-PSL-1-1	2.03	7.82	2.57	9.44
Check		ชัยนาท1	2.05	7.83	2.49	10.35
Check		IR57514	2.10	7.59	2.49	9.96
Check		IR64	2.03	7.24	2.34	9.23
Check		ปทุมธานี1	2.03	7.70	2.54	10.14
Check		สุพรรณบุรี1	2.05	7.06	2.51	9.13
$LSD_{0.05}$			0.13	0.48	0.20	0.74

2. การประเมินลักษณะความเป็นหมันที่เกิดจากอุณหภูมิเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แม่

จากการศึกษาลักษณะทางการเกษตรและการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการคลุมช่อ การประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการย้อมติดสี IKI ของสายพันธุ์แม่ในประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม (Norin PL12/KDML105*3) และ พันธุ์แม่ประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง Norin PL12/KDML105*3//DHL279/3/23-215// Norin PL12/KDML105*3 นำมาทดสอบความเป็นหมัน ผลการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ 2 แบบคือ การประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการคลุมช่อ การประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการยอมติดสี I-KI และข้อมูลลักษณะทางการเกษตร ผลการศึกษามีดังนี้

ผลการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสร พบว่า พันธุ์แม่จากประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง Norin PL12/KDML105*3//DHL279/3/23-215// Norin PL12/KDML105*3 มีลักษณะความเป็นหมันเป็นแบบไม่สมบูรณ์ (partial sterile) ส่วนพันธุ์แม่ในประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม (Norin PL12/KDML105*3) พบว่ามีลักษณะความเป็นหมันสมบูรณ์ คัดเลือกได้สายพันธุ์แม่จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ T6-4 และ T6-6 ที่มีลักษณะความเป็นหมันสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นสายพันธุ์ที่มีศักยภาพที่จะใช้เป็นพันธุ์แม่ในการผลิตข้าวลูกผสม ความแตกต่างที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่จะทำให้ข้าว TGMS แสดงพฤติกรรมความเป็นหมันแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของข้าวสายพันธุ์ที่มีลักษณะความเป็นหมันในแต่ละพันธุ์ (Vermani *et al*., 2003) ดั้งนั้นจึงควรมีการศึกษาช่วงอุณหภูมิที่จะมีผลต่อพฤติกรรมการเป็นหมันของข้าว TGMS พันธุ์ดังกล่าวต่อไป เพื่อที่จะให้ข้อมูลความเป็นหมันที่มาจากอุณหภูมิสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากนั้นจึงนำสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 มาประเมินลักษณะทางการเกษตร และประเมินความเป็นหมันของละอองเกสร

ผลการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการคลุมช่อ พบว่า สายพันธุ์แม่ T6-4 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 114 เมล็ด ไม่มีเมล็ดดีต่อรวงเลย ความเป็นหมัน 100 เปอร์เซ็นต์ สายส่วนสายพันธุ์แม่ T6-6 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 105 เมล็ด ไม่มีเมล็ดดีต่อรวงเลย ความเป็นหมัน 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 7) การเกิดเมล็ดลีบมีสาเหตุจากอุณหภูมิต่ำ (10-15 องศาเซลเซียส) ในเวลากลางคืนเป็นเวลา 10 ถึง 14 วันในระยะก่อนออกดอก (ประเสริฐ, 2551) หรือเกิดจากโรค เช่น โรคกาบใบแห้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2551) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลอุณหภูมิของการทดลองแล้วก็พบว่าไม่มีช่วงใดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสจึงคาดว่าไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น่าจะเกิดจากอุณหภูมิต่ำ จากผลการศึกษาดังกล่าวเป็นการแสดงออกของลักษณะความเป็นหมันของละอองเกสรที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิสูง ที่เป็นผลจากการทำงานของยีน *tms2* ทำให้สายพันธุ์ที่มีละอองเกสรเป็นหมันจะไม่ติดเมล็ด เมื่อปลูกให้ออกดอกในช่วงที่มีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติ (Lopes *et al*., 2003)

ผลการประเมินความเป็นหมันของละอองเกสรจากการย้อมติดสี I-KI พบว่า สายพันธุ์แม่ T6-4 ไม่มีละอองเกสรปกติที่ติดสีย้อมปกติและมีลักษณะกลมนูน (PP) แต่พบว่ามีจำนวนละอองเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน รูปร่างละอองเกสรที่ตรวจพบนั้นเป็นละอองเกสรที่ไม่ติดสีที่มีลักษณะกลม (DP) จำนวน 15 ละออง และ สายพันธุ์แม่ T6-6 ไม่มีละอองเกสรปกติที่ติดสีย้อมปกติ และมีลักษณะกลมนูน (PP) แต่พบว่ามีจำนวนละอองเกสรตัวผู้ที่เป็นหมันรูปร่างละอองเกสรที่ตรวจพบนั้นเป็นละอองเกสรที่ไม่ติดสีมีลักษณะไม่กลม (EP) (ภาพที่ 9) จำนวน 18 ละอองเกสร (ตารางที่ 7)

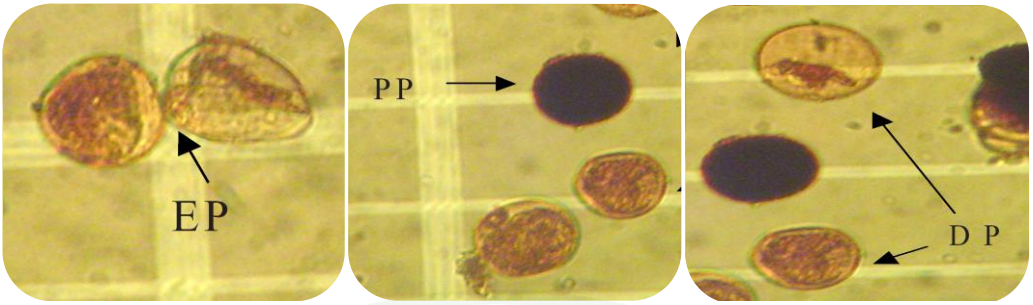
ตารางที่ 7 จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของข้าวสายพันธุ์แม่ จากการประเมินความเป็นหมันด้วยวิธีคลุมช่อ และการย้อมติดสี I-KI

	คลุมช่อ			การย้อมติดสี ด้วย I-KI			
พันธุ์	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง	เปอร์เซ็นต์หมัน	จำนวนละอองเกสรหมัน	จำนวนละอองเกสรปกติ	รูปร่างละอองเกสร	เปอร์เซ็นต์หมัน
T6-4	0	114	100	15	0	DP	100
T6-6	0	105	100	18	0	EP	100

DP = ละอองเกสรเป็นหมันที่ละอองเกสรไม่ติดสีมีลักษณะกลม

EP = ละอองเกสรที่ไม่ติดสีมีลักษณะไม่กลม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



(ก) **(ข)** **(ค)**

ภาพที่ 9 แสดงลักษณะละอองเกสร 3 แบบ คือ (ก) ละอองเกสรปกติที่ติดสีย้อมปกติและมีลักษณะกลมนูน (PP) (ข) ละอองเกสรเป็นหมันที่ละอองเกสรไม่ติดสีมีลักษณะกลม (DP) และ (ค) ละอองเกสรที่ไม่ติดสีมีลักษณะไม่กลม (EP)

ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตร พบว่า อายุวันออกดอก ของข้าวสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 คือ 105 และ 91 วัน ความสูง ของข้าวสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 คือ 83 และ 112 เซนติเมตร จำนวนหน่อต่อกอของสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 คือ 11 และ 10 หน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอของสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 คือ 9 และ 8 รวงต่อกอ ความยาวรวง ของสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 คือ 21 และ 24 เซนติเมตร (ตารางที่ 8) ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตร พบว่า สายพันธุ์ที่นำมาทดสอบ T6-4 และ T6-6 นั้นมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และมีความเป็นหมันที่มีศักยภาพที่จะใช้เป็นพันธุ์แม่ในการผลิตลูกผสม

ตารางที่ 8 ลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6

พันธุ์	จำนวนวันออกดอก (วัน)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนหน่อต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	ความยาวรวง (ซม.)
T6-4	105	83	11	9	21
T6-6	91	112	10	8	24

การทดสอบความเป็นหมันข้าวสายพันธุ์แม่ ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 3 สภาพ

การทดสอบความเป็นหมันข้าวสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 3 สภาพคือ ห้องควบคุมอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส (ใช้แสงจากธรรมชาติ) อุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภายนอก) อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิร้อนใช้แสงจากธรรมชาติ) ผลการทดสอบมีดังต่อไปนี้

ห้องควบคุมอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส (ใช้แสงจากธรรมชาติ)

อุณหภูมิในเวลากลางวัน อยู่ในช่วง 21 - 25 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืนอุณหภูมิอยู่ในช่วง 21 - 24 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 10) การประเมินความเป็นหมันโดยการคลุมช่อดอกของข้าวสายพันธุ์ T6-4 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมัน 55 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของข้าวสายพันธุ์ T6-6 เท่ากับ 48 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

ห้องอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิภายนอก)

อุณหภูมิในเวลากลางวัน อยู่ในช่วง 30 - 35 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืน อุณหภูมิอยู่ในช่วง 25 - 29 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 10) การประเมินความเป็นหมันโดยการคลุมช่อดอกของข้าวสายพันธุ์ T6-4 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมัน 75 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของข้าวสายพันธุ์ T6-6 เท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิร้อนใช้แสงจากธรรมชาติ)

อุณหภูมิในเวลากลางวัน อยู่ในช่วง 30 - 41 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืนอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25 - 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 10) การประเมินความเป็นหมันโดยการคลุมช่อดอกของข้าวสายพันธุ์ T6-4 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมัน 100 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของข้าวสายพันธุ์ T6-6 เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

จากการทดสอบความเป็นหมันข้าวสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 3 สภาพ ดังนี้ อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง ปกติ และ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของแต่ละสภาพอุณหภูมิแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิต่างกันมีผลต่อความเป็นหมันของข้าวพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการทำงานของยีน *tms2* ที่ทำให้เกิดความผิดปกติในช่วงที่มีการพัฒนาละอองเรณู ส่งผลให้ละอองเรณูมีการพัฒนาที่ผิดปกติและไม่สามารถทำงานได้ (Lopes *et al*., 2003) จึงคาดว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้มีผลต่อการสร้างละอองเรณูที่มีชีวิตสมบูรณ์ของข้าว TGMS โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าว TGMS เมื่อได้รับอุณหภูมิตั้งแต่ 32 องศาเซลเซียส ในระยะ 1-2 สัปดาห์ก่อนการสร้างรวงอ่อน เป็นเวลา 2 ชั่วโมงขึ้นไปติดต่อกันจะแสดงความมีชีวิตของละอองเรณูน้อยลง และจะไม่มีการสร้างละอองเรณูเมื่อได้รับอุณหภูมิดังกล่าวเป็นเวลา 6 ชั่วโมงขึ้นไปติดต่อกัน (Viraktamath and Vimani, 2001) ดังนั้น ข้าวสายพันธุ์ T6-4 และ T6-6 ทั้งสองสายพันธุ์นี้อาจใช้เป็นแม่พันธุ์ในการผลิตข้าวลูกผสมในประเทศไทยได้ เนื่องจากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในทุกพื้นที่ของประเทศไทยในหลายสิบปีที่ผ่านมาพบว่ามีค่าสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส เกือบทั้งปี ทำให้คาดว่าน่าจะใช้ในการผลิตข้าวลูกผสมได้ปีละหลายครั้ง

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของข้าวสายพันธุ์ T6-4 และ T6-6 ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 3 สภาพ

พันธุ์แม่	เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมัน			P-value
	อุณหภูมิ 24 °C	อุณหภูมิปกติ	อุณหภูมิ 40 °C	
T6-4	55±18[a]	75±23[b]	100±0[c]	**
T6-6	48±22[a]	72±16[b]	100±0[c]	**

** ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 10 อุณหภูมิของแต่สภาพการปลูก

สภาพการปลูก	อุณหภูมิ (°C)	
	สูงสุด/ต่ำสุด	เฉลี่ย
อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส	25/21	23
อุณหภูมิปกติ	35/25	30
อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	41/25	33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสร้างคู่ผสม

จากการดำเนินการผสมพันธุ์ข้าวเพื่อสร้างพันธุ์ข้าวลูกผสมเป้าหมาย คือ ข้าวสายพันธุ์แม่จำนวน 2 สายพันธุ์ผสมกับข้าวสายพันธุ์พ่อจำนวน 205 สายพันธุ์ รวมเป็นคู่ผสมที่ต้องผสมได้ตามเป้าหมายคือ 410 คู่ผสม แต่เนื่องจากช่วงของวันออกดอกของพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ที่นำมาสร้างคู่ผสมนั้นมีช่วงของวันออกดอกที่ต่างกันจึงทำให้ไม่สามารถสร้างคู่ผสมได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ จากการสร้างคู่ผสมสามารถผสมได้ทั้งหมด 235 คู่ผสมโดยแบ่งเป็น คู่ผสมจากพันธุ์แม่ T6-4 จำนวน 117 คู่ผสม แบ่งเป็นคู่ผสมที่ผสมกับข้าวสายพันธุ์พ่อจากกลุ่มพันธุ์ IRRI (International Rice Research Institute) จำนวน 60 คู่ผสมกลุ่มพันธุ์ IRRI (Philippine up land) จำนวน 5 คู่ผสม กลุ่มพันธุ์ IRRI (IRRI New plant type) จำนวน 15 คู่ผสม กลุ่มพันธุ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์กำแพงแสนจำนวน 7 คู่ผสม กลุ่มพันธุ์ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกจำนวน 20 คู่ผสมและจากกลุ่มพันธุ์กรมการข้าวจำนวน 10 คู่ผสม ดังแสดงในตารางที่ 11 และคู่ผสมจากสายพันธุ์แม่ T6-6 จำนวน 118 คู่ผสม แบ่งเป็นคู่ผสมที่ผสมกับข้าวสายพันธุ์พ่อจากกลุ่มพันธุ์ IRRI (International Rice Research Institute) จำนวน 52 คู่ผสมกลุ่มพันธุ์ IRRI (Philippine up land) จำนวน 3 คู่ผสม กลุ่มพันธุ์ IRRI (IRRI New plant type) จำนวน 22 คู่ผสม กลุ่มพันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสนจำนวน 10 คู่ผสม กลุ่มพันธุ์ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกจำนวน 21 คู่ผสมและจากกลุ่มพันธุ์กรมการข้าวจำนวน 10 คู่ผสม (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 จำนวนคู่ผสมของข้าวลูกผสมจากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6

กลุ่มพันธุ์	จำนวนพันธุ์พ่อ	คู่ผสมสายพันธุ์แม่ T6-4 ที่ผสมได้	คู่ผสมสายพันธุ์แม่ T6-6 ที่ผสมได้
IRRI	80	60	52
Philippine up land	17	5	3
IRRI New plant type	33	15	22
KU	15	7	10
PSL	43	20	21
RD	17	10	10
รวม	205	117	118

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ผลการทดสอบความดีเด่นผลผลิตข้าวลูกผสม

4.1 ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์ข้าวลูกผสม

จากการปลูกทดสอบความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม พบว่าข้าวลูกผสมที่ปลูกเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่มีลักษณะที่ดีกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณภาพของลูกผสมที่สร้างขึ้น การทดสอบความดีเด่นผลผลิตข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 จำนวน 117 คู่ผสมเมื่อทำการทดสอบแล้วสมารถเก็บบันทึกข้อมูลได้เพียง 99 คู่ผสม มีจำนวน18 คู่ผสมที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากต้นได้ตายในระยะกล้า และ ข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 จำนวน 118 คู่ผสมเมื่อทำการทดสอบแล้วสามารถเก็บบันทึกข้อมูลได้เพียง 91 คู่ผสม มีจำนวน27 คู่ผสมที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ ผลจากการทดสอบความดีเด่นของผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม พบว่า ข้าวลูกผสมที่ทดสอบมีลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิตดังนี้

ข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 พบว่าให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 415 – 2,963 กิโลกรัม ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ คู่ผสม T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 2,963 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนลูกผสมของคู่ผสม T6-4/No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1(No.42) ให้ผลผลิตต่ำสุด 415 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผลผลิตของพันธุ์เปรียบเทียบได้แก่พันธุ์ข้าวชัยนาท1 ปทุมธานี1 สุพรรณบุรี2 สุพรรณบุรี3 สุพรรณบุรี1 พิษณุโลก2 23-315 IR57514 IR64 และ พิษณุโลก60-2 ให้ผลผลิตเท่ากับ 1,211 932 923 811 651 582 505 478 463 และ 301 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และข้าวลูกผสมที่มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบชัยนาท1 มีจำนวน 68 คู่ผสม ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,218 ถึง 2,963 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางภาคผนวกที่ 4)

ข้าวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรก คือ คู่ผสม T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 T6-4/(NSICRC122) T6-4/PSBRc54 T6-4/(8)3-1-22-9-1 T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 T6-4/PSBRc70 T6-4/IR71701-28-1-4 T6-4/IR72158-68-6-3 T6-4/IR38 และ T6-4/IR62 ให้ผลผลิตต่อไร่ 2,963 2,917 2,799 2,667 2,580 2,577 2,512 2,508 2,394 และ 2,320 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

จากการปลูกทดสอบความดีเด่นของผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม พบว่า ข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 ที่ให้ผลผลิตมากกว่า 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 18 - 61 รวง ค่าเฉลี่ยความสูงต้นอยู่ระหว่าง 93 - 158 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยอายุวันออกดอกอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระหว่าง 66 – 118 วัน ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวงอยู่ระหว่าง 123 – 236 เมล็ด ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ดอยู่ระหว่าง 26 – 43 กรัม (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสาย-พันธุ์แม่ T6-4 จำนวน 10 คู่ผสมที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุดและมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่ดีที่สุด (standard best check)

ลำดับ	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	ความสูง (ซม.)	จำนวนวันออกดอก (วัน)	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1	T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1	32	147	102	198	41	2,963
2	T6-4/(NSICRC122)	41	143	96	181	40	2,917
3	T6-4/PSBRc54	33	102	69	123	32	2,799
4	T6-4/(8) 3-1-22-9-1	20	114	77	156	32	2,667
5	T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	25	113	74	218	32	2,580
6	T6-4/PSBRc70	25	104	72	154	33	2,577
7	T6-4/IR71701-28-1-4	38	99	66	145	30	2,512
8	T6-4/IR72158-68-6-3	30	138	107	188	39	2,508
9	T6-4/IR38	29	109	77	163	31	2,394
10	T6-4/IR62	19	93	68	147	28	2,320
standard best check (ชัยนาท1)		18	127	82	136	34	1,211
$LSD_{0.05}$		9	14	16	46	4	531

ข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 พบว่าผลผลิตอยู่ระหว่าง 359 – 2,465 กิโลกรัม ข้าว-ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือคู่ผสม T6-6/F_7Nipon/hompamaNo.64 ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 2,465 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนลูกผสมของคู่ผสม T6-6/Ase Bolong ให้ผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 359 กิโลกรัมต่อ-ไร่ พันธุ์เปรียบเทียบ 23-215 ปทุมธานี1 สุพรรณบุรี2 สุพรรณบุรี3 IR57514 ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 พิษณุโลก2 พิษณุโลก60-2 และ IR64 ให้ผลผลิตเท่ากับ 1,217 1,052 1,005 1,003 998 996 883 779 692 และ 564 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ข้าวลูกผสมที่มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ 23-215 มีจำนวน 56 คู่ผสม ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,321 ถึง 2,465 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกคือคู่ผสม T6-6/F_7 Nipon/hompama No.64 T6-6/IR71700-247-1-1-2 T6-6/PSBRc44 T6-6/IR57514 T6-6/PSBRc2 T6-6/34-1-22-1-1 T6-6/PSL00504-54-1-2-2 T6-6/PSBRc46 T6-6/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 และ T6-6/IR42 ให้ผลผลิตเท่ากับ 2,465 2,235 2,178 2,127 2,109 2,062 2,055 2,012 2,002 และ 1,998 กิโลกรัมตามลำดับ (ตารางที่ 13)

จากการปลูกทดสอบความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม พบว่า ข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 ที่ให้ผลผลิตมากกว่า 2,000 กิโลกรัมต่อไร่และให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 15 - 34 รวง ค่าเฉลี่ยความสูงต้นอยู่ระหว่าง 105 – 153 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยอายุวันออกดอกอยู่ระหว่าง 72 – 85 วัน ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวงอยู่ระหว่าง 113 – 178 เมล็ด ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ดอยู่ระหว่าง 27 – 36 กรัม (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 จำนวน 10 คู่ผสมที่ให้ค่าผลผลิตสูงสุดและมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่ดีที่สุด (standard best check)

ลำดับ	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	ความสูง (ซม.)	จำนวนวันออกดอก (วัน)	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1	T6-6/F_7 Nipon/หอมพม่า No.64	30	121	84	118	34	2,465
2	T6-6/IR71700-247-1-1-2	30	108	74	163	27	2,235
3	T6-6/PSBRc44	20	153	72	150	29	2,178
4	T6-6/IR57514	15	116	84	132	34	2,127
5	T6-6/PSBRc2	29	114	74	113	32	2,109
6	T6-6/34-1-22-1-1	22	124	73	125	36	2,062
7	T6-6/PSL00504-54-1-2-2	28	105	84	116	33	2,055
8	T6-6/PSBRc46	34	108	75	116	31	2,012
9	T6-6/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	26	119	78	178	34	2,002
10	T6-6/IR42	31	116	85	168	31	1,998
standard best check (23-215)		19	112	125	139	32	1,217
$LSD_{0.05}$		25	48	19	81	7	365

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตร ในประชากรพันธุ์พ่อและลูกผสมชั่วที่1

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตร ในข้าวประชากรพันธุ์พ่อ และลูกผสมชั่วที่ 1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 14 ซึ่งผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย มีดังต่อไปนี้

ลักษณะจำนวนวันออกดอก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ข้าวประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 มีจำนวนวันออกดอกเฉลี่ย 79 และ 78 วัน ตามลำดับ ส่วนประชากรพันธุ์พ่อ จำนวนวันออกดอกเฉลี่ย 81 วัน ลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่ผสมแสดงลักษณะเป็นพันธุ์เบากว่าสายพันธุ์พ่อ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Lopez and Virmani (2000) ที่พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างสายพันธุ์ TGMS กับสายพันธุ์แท้มีวันออกดอกที่เร็วกว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่

ลักษณะความสูงต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 มีความสูงต้นสูงมากกว่าประชากรพ่อประชากรของพันธุ์พ่อ ความสูงต้นของประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 119 และ 114 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนประชากรพันธุ์พ่อมีความสูงต้นเฉลี่ย 110 เซนติเมตร ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Pham *et al*. (2004) ที่พบว่าลักษณะความสูงของการมีลำต้นที่สูงจะข่มลักษณะของลำต้นเตี้ย

ลักษณะจำนวนรวงต่อกอ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 มีจำนวนรวงต่อกอสูงกว่าประชากรของพันธุ์พ่อ จำนวนรวงต่อกอของประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 เฉลี่ย 25 รวงต่อกอ ส่วนประชากรพันธุ์พ่อมีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 16 รวงต่อกอ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของสายพันธุ์พ่อกับลูกผสมชั่วที่ 1 แล้ว พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอที่สูงกว่าพันธุ์พ่อ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพัฒนศักดิ์ (2553) ที่พบว่า ลูกผสม topcross ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอที่สูงกว่าพันธุ์พ่อ-แม่

ลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงกว่าข้าวลูกผสมที่มาจากแม่ T6-6 และประชากรของพันธุ์พ่อ โดยข้าวลูกผสมจากพันธุ์แม่ T6-4 มีค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 159 เมล็ดต่อรวง ข้าวลูกผสมที่มาจากแม่ T6-6 และประชากรของพันธุ์พ่อมีจำนวน 124 และ 128 เมล็ดต่อรวง ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) ที่พบว่า ลูกผสมชั่วที่1 ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อ-แม่

ลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงกว่าประชากรพ่อประชากรของพันธุ์พ่อ น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของประชากรลูกผสมชั่วที่1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 T6-6 และประชากรพันธุ์พ่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33 32 และ 30 กรัม ตามลำดับ

ลักษณะผลผลิตต่อไร่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 มีผลผลิตต่อไร่กว่าประชากรพ่อประชากรของพันธุ์พ่อ ผลผลิตต่อไร่ของประชากรลูกผสมชั่วที่1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 เฉลี่ย 1,541 และ 1,318 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนประชากรพันธุ์พ่อมีผลผลิตเฉลี่ย 804 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งลักษณะผลผลิตของลูกผสมที่สูงกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ที่เกิดขึ้นนี้อาจเนื่องมาจาก สายพันธุ์พ่อ-แม่ ที่มีพันธุกรรมต่างกัน ในการทดลองครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับงานทดลองของ Verma and Srivastava (2003), Pham *et al*. (2004) และ Lopez and Virmani (2000) ที่พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 จะให้ลักษณะผลผลิตต่อต้นที่มากกว่าพันธุ์พ่อ-แม่

ลักษณะของความกว้างเมล็ด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 มีความกว้างเมล็ดมากกว่าประชากรพ่อประชากรของพันธุ์พ่อ ความกว้างเมล็ด ของประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.3 และ 2.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนประชากรพันธุ์พ่อมีความกว้างเมล็ดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.1 มิลลิเมตร

ลักษณะของความยาวเมล็ด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 มีความยาวเมล็ดมากกว่าประชากรพ่อประชากรของพันธุ์พ่อ ความยาวเมล็ด ของประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 จากสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.4 และ 7.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนประชากรพันธุ์พ่อมีความยาวเมล็ดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.1 มิลลิเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย จำนวนวันออกดอก (วัน) ความสูงต้น (ซม.) จำนวนรวงต่อกอ (รวง) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (เมล็ด) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ผลผลิต (กก./ไร่) ความกว้างเมล็ด (มม.) ความยาวเมล็ด (มม.) ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จาก สายพันธุ์แม่ T6-4 และสายพันธุ์แม่ T6-6 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อ

ลักษณะ	พันธุ์พ่อ	ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)	
		T6-4	T6-6
จำนวนวันออกดอก (วัน)	81±15	79±13	78±7
ความสูงต้น (ซม.)	110±21[a]	119±28[b]	114±14[ab]
จำนวนรวงต่อกอ (รวง)	16±6[a]	25±11[b]	25±10[b]
จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (เมล็ด)	128±39[a]	159±44[b]	124±38[a]
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	30±4.9[a]	33±4[c]	32±6[b]
ผลผลิต (กก./ไร่)	804±393[a]	1541±607[c]	1318±545[b]
ความกว้างเมล็ด (มม.)	2.1±0.2[a]	2.3±0.1[c]	2.2±0.1[b]
ความยาวเมล็ด (มม.)	7.1±0.1[a]	7.4±0.5[b]	7.4±0.5[b]

4.3 สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของข้าวลูกผสม

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของข้าวลูกผสม 235 คู่ผสม ดังลักษณะจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของจำนวนรวงต่อกอ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต (r = 0.4750**) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต (r = 0.3877**) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต (r = 0.1869**) (ตารางที่ 15) จากผลการทดลองที่ได้ให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของ Kim (1985) ที่พบว่าลักษณะ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของข้าวลูกผสมที่มีความสัมพันธ์ทางบวกมากจะให้ค่าผลผลิตสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวลูกผสม

ลักษณะ	น้ำหนัก 1000 เมล็ด	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนรวงต่อกอ	ผลผลิตต่อไร่
ผลผลิตต่อไร่	0.1869**	0.3877**	0.4750**	1
จำนวนรวงต่อกอ	-0.0041ns	0.1633**	1	
จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	0.1031ns	1		
น้ำหนัก 1000 เมล็ด	1			

** = ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.4 ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม

จากการปลูกทดสอบความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม พบว่า ข้าวลูกผสมที่ปลูกเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ มีลักษณะที่ดีกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ และคุณภาพของข้าวลูกผสม การวิเคราะห์ค่าความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม มี 2 แบบ คือ พันธุ์ข้าวลูกผสม เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐาน และเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อในลักษณะต่างๆ ดังนี้

4.4.1 ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสมเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐาน

ลักษณะผลผลิตต่อไร่ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6- 4 ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก (ตารางที่ 12) เมื่อมาวิเคราะห์ค่าความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุดพบว่ามีค่าความดีเด่นอยู่ระหว่าง 92 – 145 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16) จากผลการทดลองพบว่าพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม ที่ให้ทั้งผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ค่าความดีเด่นของผลผลิตสูงดังนี้ คือ พันธุ์ T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 (145%) T6-4/(NSICRC122) (141%) T6-4/PSBRc54 (131%) T6-4/(8)3-1-22-9-1 (120%) T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 (113%) T6-4/PSBRc70 (113%) T6-4/IR71701-28-1-4 (107%) T6-4/IR72158-68-6-3 (107%) T6-4/IR38 (98%) และ T6-4/IR62 (92%) ซึ่งสอดคล้องกับ Virmani *et al*. (1981) ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 มีความสามารถในการให้ผลผลิตที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และมากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนรวงต่อกอของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -28 ถึง 92 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 6 คู่ผสม (ตารางที่ 16) ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีทั้งค่าบวกและค่าลบ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) ที่พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธ์มาตรฐานในทางลบและทางบวก

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -26 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 4 คู่ผสม (ตารางที่ 16) เปอร์เซ็นต์ความความดีเด่นที่แสดงออกมานั้นมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ที่แสดงค่าความดีเด่นในทางบวก แสดงให้เห็นว่าลูกผสมนั้นมีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณผลผลิต เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kim (1985) พบว่า จำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโดยตรงมากกว่า จำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้น

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -17 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 3 คู่ผสม คือ คู่ผสม T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 T6-4/(NSICRC122) และ T6-4/IR72158-68-6-3 มีค่าเท่ากับ 20 17 และ 15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 16) ลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ในข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อในทางบวก ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีในการนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่1 แสดงให้เห็นว่าคู่ลูกผสมชั่วที่ 1 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ที่มากกว่าสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการในการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 โดยน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโดยตรง (Kim,1985)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐาน (standard heterosis)

ลำดับ	พันธุ์	เปอร์เซ็นต์ค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐาน			
		จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ผลผลิต
1	T6-4/PSL 96028-21-7-PSL-1-1	22	18	20	145
2	T6-4/(NSICRC122)	60	8	17	141
3	T6-4/PSBRc54	28	-26	-7	131
4	T6-4/ (8) 3-1-22-9-1	-23	-7	-7	120
5	T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	-6	30	-7	113
6	T6-4/PSBRc70	-4	-8	-3	113
7	T6-4/IR 71701-28-1-4	45	-13	-10	107
8	T6-4/IR 72158-68-6-3	15	12	15	107
9	T6-4/IR38	11	-2	-9	98
10	T6-4/IR62	-28	-12	-17	92

ลักษณะผลผลิตต่อไร่ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก (ตารางที่ 13) เมื่อมาวิเคราะห์ค่าความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุดพบว่ามีค่าความดีเด่นอยู่ระหว่าง 64 – 103 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17) จากผลการทดลองพบว่าพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม ที่ให้ทั้งผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ค่าความดีเด่นของผลผลิตสูงดังนี้ คือ พันธุ์ T6-6/F7Nipon/hompamaNo.64 (103%) T6-6/IR71700-247-1-1-2 (84%) T6-6/PSBRc44 (79%) T6-6/IR57514 (75%) T6-6/PSBRc2 (73%) T6-6/34-1-22-1-1 (69%) T6-6/PSL00504-54-1-2-2 (69%) T6-6/PSBRc46 (65%) T6-6/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 (64%) และ T6-6/IR42 (64%) ซึ่งสอดคล้องกับ Virmani *et al.* (1981) ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 มีความสามารถในการให้ผลผลิตที่มากกว่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐาน

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนรวงต่อกอของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -34 ถึง 52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 7 คู่ผสม (ตารางที่ 17) ข้าวลูกผสมชั่วที่1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่เหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด ค่าความดีเด่นที่แสดงออกมานี้มีทั้งค่าบวกและค่าลบ เช่นเดียวกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) ที่พบว่าลูกผสมชั่วที่1 มีค่าความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐานในทางลบและทางบวก

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -21 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 5 คู่ผสม (ตารางที่ 17) เปอร์เซ็นต์ความความดีเด่นที่แสดงออกมานั้นมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ข้าวลูกผสมชั่วที่1 ที่แสดงค่าความดีเด่นในทางบวก แสดงให้เห็นว่าลูกผสมนั้นมีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณผลผลิต เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kim (1985) พบว่า จำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโดยตรงมากกว่า จำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้น

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -19 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 5 คู่ผสม (ตารางที่ 17) ลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ในข้าวลูกผสมชั่วที่1 พบว่ามี เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อในทางบวก ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีในการนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่1 แสดงให้เห็นว่าคู่ลูกผสมชั่วที่1 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดที่มากกว่าสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการในการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 โดยน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโดยตรง (Kim,1985)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐาน (standard heterosis)

ลำดับ	พันธุ์	เปอร์เซ็นต์ค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพันธุ์มาตรฐาน			
		จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ผลผลิต
1	T6-6/F7 Nipon/hompama No.64	34	-18	2	103
2	T6-6/IR 71700-247-1-1-2	37	14	-19	84
3	T6-6/PSBRc44	-11	5	-11	79
4	T6-6/IR57514	-34	-8	2	75
5	T6-6/PSBRc2	30	-21	-3	73
6	T6-6/ 34-1-22-1-1	-2	-12	8	69
7	T6-6/PSL 00504-54-1-2-2	28	-19	-1	69
8	T6-6/PSBRc46	52	-17	5	65
9	T6-6/PSL 00510-CNT-105-1-PSL-1-2	16	25	4	64
10	T6-6/IR42	39	17	-6	64

4.4.2 ผลการศึกษาความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสมเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ

ลักษณะผลผลิตต่อไร่ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก (ตารางที่ 12) เมื่อมาวิเคราะห์ค่าความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อพบว่า มีค่าความดีเด่นอยู่ระหว่าง 97 – 383 เปอร์เซ็นต์ ไม่สอดคล้องกับผลผลิตเหมือนกับการเปรียบเทียบในพันธุ์มาตรฐาน จากผลการทดลองพบว่าพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสมให้เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของผลผลิตดังนี้ คือ พันธุ์ T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 (219%) T6-4/(NSICRC122) (173%) T6-4/PSBRc54 (342%) T6-4/(8)3-1-22-9-1 (383%) T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 (97%) T6-4/PSBRc70 (139%) T6-4/IR71701-28-1-4 (214%) T6-4/IR72158-68-6-3 (100%) T6-4/IR38 (189%) และ T6-4/IR62 (99%) (ตารางที่ 18)

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนรวงต่อกอของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง 6 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ ไม่พบคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐาน (ตารางที่ 18)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -31 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 8 คู่ผสม (ตารางที่ 18) เปอร์เซ็นต์ความความดีเด่นที่แสดงออกมานั้นมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ที่แสดงค่าความดีเด่นในทางบวก แสดงให้เห็นว่าลูกผสมนั้นมีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณผลผลิต

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง 4 – 49 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 18) ข้าวลูกผสมมีค่าความดีเด่นของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดทุกคู่ผสมในทางบวก แสดงให้เห็นว่าคู่ลูกผสมชั่วที่ 1 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ที่มากกว่าสายพันธุ์พ่อ มีผลต่อการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวโดยตรง

ตารางที่ 18 เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพันธุ์พ่อ (heterobeltiosis, BP)

ลำดับ	พันธุ์	เปอร์เซ็นต์ค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพันธุ์พ่อ			
		จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ผลผลิต
1	T6-4/PSL 96028-21-7-PSL-1-1	82	47	4	219
2	T6-4/(NSICRC122)	82	16	11	173
3	T6-4/PSBRc54	97	15	39	342
4	T6-4/ (8) 3-1-22-9-1	100	23	7	383
5	T6-4/PSL 00510-CNT-105-1-PSL-1-2	77	55	27	97
6	T6-4/PSBRc70	71	10	15	139
7	T6-4/IR 71701-28-1-4	92	-12	49	214
8	T6-4/IR 72158-68-6-3	50	-31	7	100
9	T6-4/IR38	30	95	11	189
10	T6-4/IR62	6	62	23	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะผลผลิตต่อไร่ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6- 6 ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก (ตารางที่ 13) เมื่อมาวิเคราะห์ค่าความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อพบว่า มีค่าความดีเด่นอยู่ระหว่าง 34 – 459 เปอร์เซ็นต์ ไม่สอดคล้องกับผลผลิตเหมือนกับการเปรียบเทียบในพันธุ์มาตรฐาน จากผลการทดลองพบว่าพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม ให้เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของผลผลิตดังนี้ คือ พันธุ์ T6-6/F7Nipon/hompamaNo.64 (92%) T6-6/IR71700-247-1-1-2 (272%) T6-6/PSBRc44 (459%) T6-6/IR57514 (65%) T6-6/PSBRc2 (190%) T6-6/34-1-22-1-1 (62%) T6-6/PSL00504-54-1-2-2 (34%) T6-6/PSBRc46 (385%) T6-6/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 (211%) และ T6-6/IR42 (258%) (ตารางที่ 19)

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนรวงต่อกอของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -2 ถึง 179 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 9 คู่ผสม (ตารางที่ 19)

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง -10 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ โดยคู่ผสมที่แสดงลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐานมีจำนวน 7 คู่ผสม (ตารางที่ 19)

เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวลูกผสม 10 คู่ผสม มีค่าระหว่าง 1 – 54 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ ข้าวลูกผสมมีค่าความดีเด่นของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดทุกคู่ผสมในทางบวก แสดงให้เห็นว่าคู่ลูกผสมชั่วที่1 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ที่มากกว่าสายพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 19)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของพันธุ์ข้าวลูกผสม 10 คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ (heterobeltiosis, BP)

ลำดับ	พันธุ์	เปอร์เซ็นต์ค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพันธุ์พ่อ			
		จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ผลผลิต
1	T6-6/F_7Nipon/hompamaNo.64	10	-4	8	92
2	T6-6/IR71700-247-1-1-2	69	53	54	272
3	T6-6/PSBRc44	-2	70	4	459
4	T6-6/IR57514	179	0	16	65
5	T6-6/PSBRc2	80	28	6	190
6	T6-6/34-1-22-1-1	161	-8	4	62
7	T6-6/PSL00504-54-1-2-2	52	-10	14	34
8	T6-6/PSBRc46	142	-11	43	385
9	T6-6/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	43	25	1	211
10	T6-6/IR42	59	64	38	258

จากการปลูกทดสอบความดีเด่นผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม พบว่า ข้าวลูกผสมที่ปลูกเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์มาตรฐานพบว่า มีลักษณะที่ดีกว่าสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณภาพของข้าวลูกผสม ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 คือ คู่ผสม T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 และ T6-4/(NSICRC122) เป็นคู่ผสมที่ให้ทั้งผลผลิตสูง และให้เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะผลผลิต จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เหนือกว่าสายพันธ์มาตรฐานที่ดีสุด ส่วนข้าวลูกผสมชั่วที่1 ที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6 คือ คู่ผสม T6-6/F_7Nipon/hompamaNo.64 และ T6-6/IR71700-247-1-1-2 เป็นคู่ผสมที่ให้ทั้งผลผลิตสูง และให้เปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะผลผลิต จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เหนือกว่าสายพันธ์มาตรฐานที่ดีสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

1. การประเมินลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์พ่อ

การประเมินศักยภาพของของสายพันธุ์ข้าวจำนวน 205 สายพันธุ์ เพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ ได้คัดเลือก ข้าวสายพันธุ์ PSL01195-66-1-3-6ให้ผลผลิตต่อไร่ สูงที่สุด (961 กิโลกรัมต่อไร่) และจากการปลูกทดสอบผลผลิตและประเมินความดีเด่นของข้าวพันธุ์ลูกผสม พบว่า ข้าวสายพันธุ์จำนวน 10 สายพันธุ์ที่ให้ข้าวลูกผสมผลผลิตสูง และเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลักษณะผลผลิตสูง ได้แก่ พันธุ์ PSL96028-21-7-PSL-1-1 NSICRC122) PSBRc54 (8)3-1-22-9-1 PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 PSBRc70 IR71701-28-1-4 IR72158-68-6-3 F_7Nipon/hompamaNo.64 และ IR38

2. การประเมินลักษณะความเป็นหมันที่เกิดจากอุณหภูมิเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แม่

การประเมินความเป็นหมันที่เกิดจากอุณหภูมิเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แม่ จากประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม NorinPL12/KDML105*3 และ ประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง NorinPL12/KDML105 *3//DHL279/3//DHL279/3/23-215//NorinPL12/KDML105*3 จำนวน 252 สายพันธุ์ ได้สายพันธุ์แม่ที่มีลักษณะเกสรตัวผู้เป็นหมันตอบสนองต่ออุณหภูมิ (thermo genetic male sterile) และลักษณะทางการเกษตรที่ดี จำนวน 2 สายพันธุ์คือ T6-4 และ T6-6

ลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่เหมาะต่อการเป็นสายพันธุ์แม่คือ สายพันธุ์ T6-4 มีจำนวนหน่อต่อกอ 11 หน่อ จำนวนรวงต่อกอ 9 รวง จำนวนวันออกดอก 105 วัน ความสูงต้น 83 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวง 114 เมล็ด และความยาวรวงเท่ากับ 21 เซนติเมตร สายพันธุ์ T6-6 มีจำนวนหน่อต่อกอ 10 หน่อ จำนวนรวงต่อกอ 8 รวง จำนวนวันออกดอก 91 วัน ความสูงต้น 112 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวง 105 เมล็ด และความยาวรวงเท่ากับ 24 เซนติเมตร

การประเมินลักษณะความเป็นหมันในห้องควบคุมอุณหภูมิทั้ง 3 สภาพอุณหภูมิ พบว่า ข้าวสายพันธุ์แม่ T6-4 และ T6-6 มีความเป็นหมันสมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ห้องอุณหภูมิร้อน (40 องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสร้างคู่ผสมระบบสองสายพันธุ์

การสร้างพันธุ์ข้าวลูกผสม ด้วย สายพันธุ์แม่จำนวน 2 สายพันธุ์ ผสมกับข้าวสายพันธุ์พ่อจำนวน 205 สายพันธุ์ ด้วยมือ ได้ทั้งหมด 235 คู่ผสม เป็น คู่ผสมจากพันธุ์แม่ T6-4 จำนวน 117 คู่ผสม คู่ผสมจากสายพันธุ์แม่ T6-6 จำนวน 118 คู่ผสม

4. การทดสอบความดีเด่นผลผลิตข้าวลูกผสม

จากการปลูกทดสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสม พบว่า พันธุ์ข้าวลูกผสมที่ ได้เมื่อปลูกเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อและพันธุ์มาตรฐานที่ดีจำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่าข้าวลูกผสมชั่วที่1 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณภาพของข้าวลูกผสมที่สร้างขึ้น ซึ่งลักษณะที่ให้ความสำคัญ คือ ค่าของผลผลิตที่ได้ เมื่อคำนวณค่าผลผลิตต่อพื้นที่แล้วสามารถคัดเลือกข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4 ที่ให้ผลผลิตสูงจำนวน 10 คู่ผสม คือ คู่ผสม T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 T6-4/(NSICRC122) T6-4/PSBRc54 T6-4/(8)3-1-22-9-1 T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 T6-4/PSBRc70 T6-4/IR71701-28-1-4 T6-4/IR72158-68-6-3 T6-4/IR38 และ T6-4/IR62 ให้ผลผลิต 2,963 2,917 2,799 2,667 2,580 2,577 2,512 2,508 2,394 และ 2,320 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ข้าวลูกผสมจากสายพันธุ์แม่ T6-6 ที่ให้ผลผลิตสูงจำนวน 10 คู่ผสม คือ คู่ผสม T6-6/F_7Nipon/hompamaNo.64 T6-6/IR71700-247-1-1-2 T6-6/PSBRc44 T6-6/IR57514 T6-6/PSBRc2 T6-6/34-1-22-1-1 T6-6/PSL00504-54-1-2-2 T6-6/PSBRc46 และ T6-6/IR42 ให้ผลผลิต 2,465 2,235 2,178 2,127 2,109 2,062 2,055 2,012 2,002 และ 1,998 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ลักษณะของความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) ในข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 นั้นพบว่า ข้าวลูกผสมที่ให้ค่าความดีเด่นของลักษณะผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อที่ดีที่สุด (heterobeltiosis) คือ คู่ผสม T6-6/PSBRC44 (459 เปอร์เซ็นต์) ข้าวลูกผสมที่ให้ค่าความดีเด่นของลักษณะผลผลิตมากกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุดคือ คู่ผสม T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 (145 เปอร์เซ็นต์) ข้าวลูกผสมที่แสดงความดีเด่นของลักษณะผลผลิตที่ดีเด่น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยผลผลิตของพันธุ์มาตรฐานที่ดีที่สุด (standard heterosis) จำนวน 10 คู่ผสม คือ T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1 T6-4/(NSICRC122) T6-4/PSBRc54 T6-4/(8)3-1-22-9-1 T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2 T6-4/PSBRc70 T6-4/IR71701-28-1-4 T6-4/IR72158-68-6-3 T6-6/F_7Nipon/hompama

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

No.64 และ T6-4 /IR38 ให้ค่าความดีเด่นอยู่ระหว่าง 98 – 145 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ข้าวลูกผสมทั้ง 10 คู่ผสมสามารถนำไปใช้สำหรับพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมไทยให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2544. **ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2551. **โรคกาบใบแห้ง (Sheath rot)**. โรคกาบใบแห้ง. แหล่งที่มา http://www.giswebr06.ldd.go.th/knowledge/agrilib/plant/rice/sh_rot.html, 23 กันยายน 2551.

เทพสุดา รุ่งรัตน์. 2551. **สมรรถนะการผสมและความดีเด่นของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตโดยการผสมระหว่างข้าวพันธุ์ดีและข้าวสายพันธุ์เกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นเรศ เฝือมอย. 2551. **การประเมินลูกผสมระบบสองทางและการพัฒนาเครื่องหมายยีนที่ลิงค์กับยีน *tms 3*.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2546ก. **ความเป็นไปได้ของธุรกิจเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย.** แหล่งที่มา http://www.seed.or.th/seednews, 4 มิถุนายน 2550.

_____. 2546ข. **เทคโนโลยีการผลิตข้าวลูกผสม การศึกษาสถานภาพการวิจัยและพัฒนาข้าวลูกผสม แนวทางการวิจัย และพัฒนาของประเทศไทย.** แหล่งที่มา http://www1.stkc.go.th/stportalDocument/stportal_1206083763.ppt, 4 มิถุนายน 2550.

_____ และ ปัทมา ศิริธัญญา. 2550. **ข้าวลูกผสม: สถานภาพข้าวลูกผสมในนานาประเทศ.** พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทสุขุมวิทมีเดีย มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

ประนอม มงคลบรรจง, นิตยา รื่นสุข และ วาสนา อินแถลง. **ผลกระทบของสภาพอากาศเย็นต่อการผลิตข้าวลูกผสม.** แหล่งที่มา http://ptt.brrd.in.th/web/work/w8.pdf, 23 มีนาคม 2554.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเสริฐ วิชชากรวิวัฒน์. 2551. **ผลกระทบของสภาพอากาศหนาวเย็นกับการปลูกข้าว. ชุมชนนักส่งเสริมการเกษตร สำนักเขตจังหวัดปทุมธานี.** แหล่งที่มา http://gotoknow.org/blog/stou2499000863/144564, 23 กันยายน 2551.

ปัทมา ศิริธัญญา. 2554. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์โดยใช้ยีน *tms2*.** 311 หน้า.

_____, พรนิภา เลิศศิลป์มงคล, คมสัน อำนวยสิทธิ์ และ ธีรยุทธ์ ตู้จินดา. 2548-2550. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์.** 97 หน้า.

พัฒนศักดิ์ จันทร์ส่อง. 2553. **การปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวจากคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันโดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรก ๆ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัทรา กิณเรศ. 2538. **การประเมินความดีเด่นของข้าวลูกผสมในการให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตภายใต้ระยะปลูกต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2547. **เอกสารประกอบการเรียนวิชา 003575 การปรับปรุงพันธุ์พืชขั้นสูง I.** ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สงกรานต์ จิตรากร, ปรีชา ขัมพานนท์, ฝนทอง เสนะวงศ์ และ รังสิต เส็งหะพันธุ์. 2529. ข้าวลูกผสมในประเทศไทย. **วารสารวิชาการเกษตร** 4(2): 149–157.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **ข้อมูลการผลิต ผลผลิตสินค้าเกษตร.** แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/main.php?filename=agri_production, 12 มีนาคม 2554.

สุภาพร จันทร์บัวทอง, ชวนชม ดีรัศมี, อุดมพรรณ พรหมนารท, สุนิยม ตาปราบ, ลือชัย อารยะรังสฤษฎ์ และ อรพิน วัฒเนสก์. **เทคนิคการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม PTT06001H.** แหล่งที่มา http://ptt.brrd.in.th/web/work/w6.pdf, 23 มีนาคม 2554.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____ และ บังอร ธรรมสามิสรณ์. 2549. โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตข้าวลูกผสม (Hybrid Rice Breeding), น. 36-63. *ใน* **การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2549.** 28-29 มีนาคม 2549, โรงแรมลองบีช อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี, สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร.

สุภาวิณี แสงโชติ. 2548. **การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวโดยวิธีการผสมกลับ และทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรก ๆ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรพิน วัฒเนสก์. 2539. งานวิจัยข้าวลูกผสมที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน. เอกสารประกอบการบรรยาย, น. 18-47. *ใน* **การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2539**. ระหว่างวันที่ 27-29 มีนาคม 2539, ณ โรงแรมเซาร์เทิร์น บี เอ็ม, นครศรีธรรมราช.

Akbar, M. and T.T. Yabuno. 1975. Breeding for saline-resistant varieties to rice III. Response of F_1 hybrids to salinity in reciprocal cross between Jhona 349 and Magnolia. **Japan. J. Breed.** 25: 215-220.

Allahgholipour, M. 2006. Gene action and combining ability for grain yield and its components in rice. **Journal of Sustainable Agriculture** 28(3): 39-53.

Amornsilpa, S., S. Potipibool and S. Noojoy. 1994. Hybrid rice research in Thailand, pp. 212–216. *In*. **Hybrid Rice Technology New Developments and Future Prospects.** International Rice Research Institute.

Bai D. and X. Luo. 1999. Breeding for two - line hybrid rice, pp. 99–102. *In* **International Hybrid Rice Training Course.** Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha, Hunan, China.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Borkakati, R.P. and S.S. Virmani. 1996. Genatic of thermo-sensitive male sterility in rice. **Euphytica** 88: 1-7.

Briggs, F.N., and P.F. Knowles. 1967. **Introduction to Plant Breeding**. Reinhold Publishing Corporation, A. Subsidiary of Chapman Reinhold, Inc.

Brummer, E.C. 1999. Capturing heterosis in forage crop cultivar development. **Crop Sci.** 39: 943-954.

Chang, W.L., E.H. Lin. and C.N. Yang. 1971. Manifestation of hybrid vigor in rice. **J. Taiwan Agric. Res.** 20(4): 8-23.

Chitrakorn, S., P. Khambanonda and P. Senawong. 1986. Hybrid rice: status and future in Thailand. **Thai Agric. Res.** 4(2): 149–157.

Deng, Y. 1980. Several problems concerning the utilization of heterosis of the three lines of paddy rice [in Chinese]. **Guangdong Agric. Sci.** 2: 10-15.

Hu, J.G. and Z.B. Li. 1985. A preliminary study on the inheritance of male sterility of rice male sterile lines with four different kinds of cytoplasms. **J. Huazhong Agr. Col.** 2: 15-22.

Huang, C.S., R.N. Buu and C.C. Chen. 1984. Hybrid variety of indica rice and its yield potential. **J. Agric. Res. China** 33(1): 1-11.

IRRI. 1997. **Hybrid Rice Breeding Manual.** International Rice Research Institue, Los Banos, Laguna, Philippines.

Kim, C.H. 1985. Studies on heterosis in F_1 hybrids using cytoplasmic genetic male sterile lines of rice (*Oryza sativa* L.) in Korean, English summary. **Res. Rep. RDA (Crop).** 27(1): 27-33.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Li, J. and Y. Xin. 2000. Rice breeder and world hunger fighter. **Plant Breeding Reviews** 17: 1-13.

Li. Z.B., Y.H. Xiao, Y.G. Zhu, R.Q. Li, C.L. Liu and J.M. Wan. 1982. **Study and Practice of Hybrid Rice.** Shanghai Sci. Tech. Press, Shanghai, China.

Lin, S.C. and L.P. Yuan. 2000. Hybrid rice: genetics, breeding and seed production. **Plant Breeding Review** 17: 15-158.

Lopez, M.T. and S.S. Virmani. 2000. Development of TGMS lines for developing two-line rice hybrids for the tropics. **Euphytica.** 114: 211-215.

_____, T. Toojinda, A. Vanavichit and S. Tragoonrung. 2003. Microsatellite markers flanking the tms2 gene facilitated tropical TGMS rice line development. **Crop Sci.** 43: 2267-2271.

Lu, X.G., Z.G. Zhang, K. Maruyama and S.S. Virmani. 1994. Current status of two linesmethod of hybrid rice, pp. 37-49. *In* **S.S. Virmani, eds. Hybrid Rice Technology, New Developments and Future Prospects.** International Rice Research Institute**,** Philippines.

Mao, C.X. 1993. **Hybrid rice production in China - new successes, challenges and strategies.** Hybrid Seed Production - Development and Security of Major Cereal Crops. 9-12 November 1993, FAO, Bangkok, Thailand. (Mimeographed)

Maruyama, K., F. Kikuchi and M. YoKoo. 1983. Gene analysis of field resistance to rice blast (*Pyricularia oryzae*) in Rikuto Norin Mochi 4 and its use for breeding. **Nat. Inst. Agric. Sci.** 35: 1-31.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ngugen, V.L., V.S. Nguyen and S.S. Vermani. 1995. Current status and future outlook on hybrid rice in Vietnam, pp. 73-80. *In* **Vietnam and IRRI: A Partnership in Rice Research.** IRRI, Manila.

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

Pham, C.V., S. Murayama., Y. Ishimine., Y. Kawamitsu., K. Motomura and E. Tsuzuki. 2004. Heterosis for grain yield and related characters in F_1 hybrid rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Prod. Sci.** 7(1): 22-29.

Piyavadee, N., S. Tanee, S. Saengchai. and W. Chanakarn. 2007. Heterosis and Combining Ability of Hybrid Rice in Thailand, pp. 411. *In* **Proceedings the 2nd International Rice in for the Future.** 5-9 November 2007, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.

Sheng, X.B. 1994. The review and prospect of hybrid rice and male sterility genetic research in China. **Hybrid Rice** 34: 58-158.

Shukla, S.K. and M.P. Pandey. 2007. Combining ability and heterosis over environments for yield and yield components in two-line hybrids involving thermosensitive genic male sterile line in rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Breed.** 127(1): 28-32.

Shull, G.H. 1952. Beginnings of the heterosis concept, pp. 14-48. *In* **J.W. Gowen, ed. Heterosis.** Lowa State College Press, Ames.

Sun, Z.X. and S.H. Cheng. 1994. **Hybrid Rice Breeding from Three Line System, Two Line System to One Line System.** China Agr. Sci. Tech. Beijing, China.

Tian, C., X. Cheng and Z. Liang. 1980. Several views on population of Xian (indica) hybrid rice. **Agr. Sci. Tech.** 2: 12-18.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Verma, O.P. and H.K. Srivastava. 2004. Genetic component and combining ability analyses in relation to heterosis for yield and associated traits using three diverse rice-growing ecosystems. **Field Crop Res.** 88: 91-102.

Virmani, S.S. 2003. **Two-line Hybrid Rice Breeding Manual**. IRRI, Manila.

_____, R.C. Aquino and G.S. Khush. 1982. Heterosis breeding in rice (*Oryza sativa* L.) **Theor. Appl. Genet.** 63: 373-380.

_____, R.C. Chaudhary and G.S. Khush. 1981. Current outlook on hybrid rice. **Oryza** 18: 67-84.

Viraktamath, B.C. and S.S. Virmani. 2001. Expression of thermosensitive genic male sterility in rice under varying temperature situations. **Euphytica** 122: 137-143.

Wu, X. 1997. Genetic strategies to minimize the risk in exploiting heterosis in rice by means of thermo-sensitive genic male sterility system, pp. 121-131. *In* **Proceedings of the International Symposium on Two-line System Heterosis Breeding in Crops.** 6-8 September 1997, Changsha, China.

Xiao, J.H., J.M. Li, L.P. Yuan 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.

Xu, S.H. 1980. Cytological studies on anther and pollen development of cytoplasmic male sterile types in rice. **Acta Agron. Sinica.** 4: 225-230.

_____. 1982. Cytological observation on pollen development in the main sterile types of rice developed in China. **Acta. Agron. Sinica.** 2: 9-14.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yab, T.C. and S.C. Chang. 1976. Heterosis of rice hybrids under wetland and dryland conditions. **SABRAO. J.** 1: 35-40.

Yin, H. 1999. Program on hybrid rice breeding. pp. 77–83. *In* **International Hybrid Rice Training Course.** Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha, Hunan, China.

Yuan, L.P. 1987. Strategy conception of hybrid rice breeding. **Hybrid Rice** 1: 1-3.

_____. 1999. Hybrid rice breeding for super high yield, pp. 14-18. *In* **International Hybrid Rice Trainnig Course**. Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha, Hunan China.

_____ and H.X. Chen. 1988. **Breeding and Cultivation of Hybrid Rice.** Hunan Sci. Tech. Press, Changsha, China.

_____ and X.Q. Fu. 1996. **Technology of Hybrid Rice Production.** FAO, Rome.

_____ and S.S. Virmani. 1988. Status of hybrid rice research and development, pp. 7-24. *In* **Hybrid Rice Proceeding of the International Symposium on Hybrid Rice**. 6-10 October 1986, Changsha, Hunan, China.

Zeng, S.X., Z.W. Lu and X.Q. Yang. 1979. Studies on the heterosis of F_1 hybrids in rice and its relation to the parents. **Acta Agron. Sinica** 3: 23-24

Zhu, Y.G. 1985. Comparative studies on cytoplasmic male sterile lines in rice. **Acta Agron. Sinica** 4: 29-38.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสายพันธุ์พ่อ 200 สายพันธุ์

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก. 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1	1	PSBRc54	11	114	245	22	432
2	1	PSBRc84	14	91	214	21	282
3	1	IR70554-48-1-2	11	128	291	25	333
4	1	PSBRc10	12	106	234	21	553
5	1	PSBRc28	13	122	281	21	647
6	1	NSICRC110	17	109	243	22	671
7	1	PSBRc20	18	-	-	23	714
8	2	MATATAG3(NSICRC118)	12	99	229	33	324
9	1	IR50	22	105	245	17	568
10	1	PSBRc86	20	125	298	20	641
11	1	PSBRc82	16	116	256	22	712
12	1	PSBRc4	8	135	295	22	531
13	5	EX1 No.14 PSL 0041-69-1-1-4	11	150	323	24	756
14	6	RD25	13	138	303	28	431
15	1	IR66	14	149	351	20	623
16	1	(NSICRC122)	13	115	248	25	413
17	2	MATATAG9	14	94	224	24	701
18	1	PSBRc96	17	78	181	26	306
19	1	IR28	17	95	208	23	390
20	1	PSBRc44	13	109	260	25	587
21	1	PSBRc46	11	130	300	24	459
22	6	เจ็กเชย	6	134	319	25	334
23	1	PSBRc92	11	130	304	19	345
24	2	RATHU	0	116	284	26	185
25	2	Ribon	0	162	347	29	399
26	1	IR36	19	111	271	28	415
27	1	IR62	17	123	293	26	656
28	1	IR60	17	130	285	24	724

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก. 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
29	1	PSBRc30	15	88	224	29	580
30	1	IR56	20	92	212	28	405
31	1	IR30	15	106	244	27	563
32	1	PSBRc94	17	92	209	27	446
33	1	IR65	16	85	206	26	394
34	1	IR58	23	96	216	24	702
35	1	PSBRc80	11	117	276	26	702
36	1	IR52	13	127	292	29	616
37	1	PSBRc52	15	121	286	23	686
38	1	NSICRC106	13	117	257	28	683
39	1	PSBRc48	17	115	284	24	704
40	1	IR29	14	33	187	28	597
41	6	RD21	13	99	248	26	608
42	6	SPR60	14	120	309	29	601
43	1	PSBRc50	16	109	234	31	752
44	1	KHSPR	8	127	288	32	535
45	1	PSBRc64	9	102	266	30	643
46	1	PSBRc68	7	126	305	34	667
47	1	PSBRc9	7	176	378	26	606
48	6	RD11	9	114	285	37	743
49	6	SPR90	9	132	324	32	559
50	2	Sopongono	0	120	275	32	266
51	1	IR43	14	114	288	24	554
52	1	IR22	16	106	235	21	470
53	5	EX3 No.4 PSL 00508-92-2-2-8	14	119	265	25	692
54	5	EX3 No.6 PSL 00540-23-1-1-7	12	121	272	24	716
55	1	IR45	17	80	184	26	497

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก. 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
56	5	EX2 No.11 PSL 00508-74-2-1-7	13	104	247	27	600
57	5	EX2 No.9 PSL 0034-50-2-1-3	14	102	232	29	769
58	5	EX1 No.19 PSL 0034-50-2-1-8	16	115	256	27	673
59	1	PSBRc70	18	132	303	23	600
60	1	IR40	23	75	182	19	465
61	1	No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1 (No.42)(ก้นในจุด)	14	109	271	26	459
62	5	EX3 No.2 PSL 00504-54-1-2-2	16	103	265	25	455
63	1	PSBRc18	18	92	266	22	447
64	1	IR54	16	81	197	22	343
65	1	IR68	12	82	226	27	-101
66	1	IR46	17	176	395	20	642
67	1	RD23	15	107	282	25	662
68	1	PSBRc60	14	90	244	28	497
69	6	RD7	11	138	309	27	543
70	2	MATATAG2	13	124	288	23	509
71	2	Angelica(NSICRC122)	15	127	288	24	398
72	1	PSBRc5	15	116	240	25	645
73	6	RD9	15	141	336	26	659
74	1	PSBRc88	16	143	300	22	592
75	1	PTB33	0				-101
76	1	IR66160-121-4-1-1	11	136	291	25	483
77	1	IR74	19	118	306	23	732
78	1	PSBRc2	13	131	316	22	707
79	1	IR44	19	74	173	26	460
80	1	IR70	18	103	243	21	578

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก. 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
81	1	IR26	16	151	353	19	598
82	1	IR24	12	153	337	25	717
83	3	No.3 IIRONIR68544-29-2-1-3-1-2	8	173	401	27	506
84	1	IR38	17	109	247	25	607
85	1	IR8	13	130	297	29	828
86	3	No.5 IIRONIR70491-33-2-2 (No.52)	12	97	225	26	404
87	1	IR32	15	82	176	28	622
88	1	No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1 (No.42)	11	93	276	28	385
89	1	IR20	16	123	300	19	500
90	1	IR42	16	127	277	21	676
91	1	IR48	11	123	281	28	652
92	5	PSL00034-50-2-1-3	10	127	274	28	698
93	1	PSBRc102	12	137	329	23	555
94	5	PSL00041-16-1-1-7	10	108	260	24	601
95	5	PSL00513-CNT-81-3-PSL-1-1	12	114	261	26	609
96	1	PSBRc1	8	165	395	23	483
97	1	IR5	10	114	293	21	628
98	1	IR34	12	119	318	26	451
99	6	สุพรรณบุรี2	13	108	261	23	603
100	2	Sarimahi IRGC34632	0	91	248	30	304
101	3	No.1 IIRONIR66738-118-1-2 (No.41)	9	165	375	23	266
102	5	PSL00525-8-1-4-7	14	121	268	28	668
103	5	PSL00508-92-2-2-8	14	125	283	29	725
104	1	IR68552-100-1-2-2	6	113	250	27	216

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก. 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
105	3	No.4 IIRONIR68544-100-1-2-2 (No.47)	10	123	277	26	224
106	5	PSL00034-37-3-1-3	12	136	296	27	650
107	5	PSL00041-69-1-1-4	13	132	307	25	565
108	5	CNT96024-61-1-PSL-4-1	11	134	304	27	657
109	5	PSL00034-50-2-1-8	10	144	316	27	578
110	5	PSL01195-66-1-3-4	14	120	273	26	611
111	5	PSL00508-60-1-1-9	13	103	240	27	645
112	5	PSL00526-44-1-1-2	12	106	259	33	462
113	5	KSR99006-B4-18-3-1	16	107	243	24	550
114	5	PSL00540-23-1-1-7	11	141	315	25	647
115	4	F_7 Nipon/หอมพม่า No.16	11	56	132	28	60
116	5	PSL96028-21-7-PSL-1-1	12	144	313	27	498
117	5	CNT96013-5-1-PSL-2-4-3-2	12	105	228	29	641
118	5	PSL00508-53-1-1-2	13	94	243	24	504
119	5	PSL00526-21-1-1-5	11	103	245	27	614
120	5	PSL00508-74-2-1-6	13	100	242	28	599
121	6	RD21	13	105	262	28	541
122	1	PSL00508-74-2-1-7	12	87	209	33	556
123	6	SPR90	10	129	273	23	575
124	2	Gundil Kuning IRGC 1983DS	5	138	401	25	80
125	5	CNT 96024-61-1-PSL-1-1	13	124	289	26	800
126	4	F_7 Nipon/หอมพม่า No.64	18	108	253	26	646
127	5	PSL 00034-32-3-1-4	13	156	331	27	839
128	4	F_7 Nipon/เหลืองหอม No.163	7	122	262	29	331
129	5	PSL00540-34-1-2-1	13	142	324	27	805
130	5	CNT96013-8-1-PSL-3-2	13	149	336	27	795

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
131	5	PSL00504-54-1-2-2	13	132	304	26	574
132	5	PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	14	140	320	27	801
133	5	PSL01195-66-1-3-6	11	114	265	31	962
134	5	CNT96024-61-1-PSL-1-2	11	153	351	26	788
135	5	PSL00540-34-1-3-5	12	152	331	27	866
136	5	PSL00511-CNT-63-2-PSL-1-4	12	149	335	28	824
137	4	F_7 Nipon/เหลืองหอม No.220	4	98	230	27	138
138	5	PSL01162-96-3-1-3	12	132	326	25	778
139	5	PSL99129-CNT-57-2-3-PSL-1	10	107	237	22	535
140	5	SPR88096-17-3-2-2	11	121	292	28	611
141	6	สุพรรณบุรี3	10	133	316	26	694
142	5	PSL60-2	13	140	337	25	703
143	2	Loas Gedjeh IRGC9243	0	98	253	29	135
144	2	Kemandi Pance	0	121	314	27	110
145	2	Gundil Kuning IRGC 16428	0	92	253	32	128
146	2	Gundil Kuning IRGC 27129	0	46	187	25	55
147	2	Ase Bolong	0	121	327	26	92
148	2	Ketan Lumbu IRGC 16461	0	92	272	29	88
149	6	พิษณุโลก2	11	156	354	27	935
150	5	CNT89098-281-2-1-2-1	13	138	276	28	621
151	4	F_7 Nipon/BT No.150	14	106	277	22	275
152	4	34-1-22-1-1	12	171	381	29	752
153	4	3-1-22-1-1	11	166	381	27	542
154	4	(4) 3-1-22-11-0	13	178	413	27	530
155	4	(12) 34-1-15-5-0	12	126	289	28	788
156	4	(8) 3-1-22-9-1	10	145	289	29	877

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก. 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
157	4	34-1-3-9-1	13	129	293	29	776
158	4	(18) 34-1-22-8-0	17	132	283	25	607
159	2	Djawa Pelet	1				38
160	2	Sengkeu	1	64	186	30	38
161	4	18-3-17-3-3-0 No.6	10	147	326	27	527
162	4	23-2-14-1-1-0 No.12	9	123	291	26	329
163	4	23-11-15-6-1-0 No.33	10	81	188	36	301
164	1	IR1188	9	111	260	34	316
165	1	PSBC RC72	17	110	261	27	740
166	3	IR68544-29-2-1-3-1-5	20	124	278	27	733
167	3	IR65564-22-2-3	14	101	229	30	542
168	3	IR65564-44-2-3-PSL-2	12	130	297	19	693
169	3	IR65600-1-2-3-PSL-1	11	124	315	20	352
170	3	IR65600-122-5-2-PSL-2	13	132	292	26	262
171	3	IR65600-96-1-2-2-PSL-1	10	129	301	31	392
172	3	IR65600-96-1-2-2-PSL-2	12	121	267	28	156
173	3	IR65600-127-6-2-3-PSL-1	9	-	-	-	262
174	3	IR65600-127-6-2-3-PSL-2	9	-	-	-	347
175	3	IR66155-2-1-1-2-PSL-1	8	191	452	24	378
176	3	IR66155-2-1-1-2-PSL-3	8	178	435	31	237
177	3	IR66155-2-1-1-2-PSL-4	10	186	414	26	342
178	3	IR66155-38-3-2-1-PSL-1	10	157	344	31	451
179	3	IR66155-38-3-2-1-PSL-2	9	109	277	32	270
180	3	IR66155-38-3-2-1-PSL-3	10	109	284	31	240
181	3	IR65600-1-2-3	8	131	436	23	155
182	1	IR71701-28-1-4-3	15	140	331	23	549
183	3	IR71703-657-3-1	19	111	267	23	612
184	3	IR72158-16-3-3	13	148	376	30	736
185	3	IR72153-16-3-3-1	16	108	277	28	718
186	3	IR71677-181-2-3	19	108	268	27	758

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก. 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
187	3	IR71693-193-3-2-1	15	128	280	21	21
188	3	IR71700-247-1-1-2	18	103	258	29	756
189	3	IR71701-28-1-4	15	107	325	23	677
190	1	IR72158-68-6-3	15	96	278	31	738
191	3	IR72156-116-6	17	174	389	31	623
192	3	IR72161-5-4-2	17	124	272	27	713
193	3	IR72164-186-5	18	95	238	29	659
194	3	IR72967-12-2-3	16	141	342	28	645
195	3	IR73432-75-2	17	89	237	32	608
196	3	IR73439-11-1-3-1	13	117	335	25	663
197	1	KSR99006-B4-18-3-2	15	99	243	30	752
198	5	PSL00525-8-1-3-7	15	110	255	24	713
199	5	PSL00526-44-1-1-1	15	126	287	28	798
200	1	KSR98003-B4-2-1	14	113	262	29	784
	check	ชัยนาท1	14	107	248	27.79	571.3
	check	IR57514	12	118	297	26.82	592.9
	check	IR64	16	107	233	25.79	563.5
	check	ปทุมธานี1	17	92	213	26.75	589.3
	check	สุพรรณบุรี1	14	101	245	23.54	664.9
	$LSD_{0.05}$		9	24	46	5.50	139.6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของข้าวสายพันธุ์พ่อ 200 สายพันธุ์

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
1	1	PSBRc54	0.19	0.69	0.23	0.85
2	1	PSBRc84	0.20	0.64	0.24	0.79
3	1	IR70554-48-1-2	0.25	0.64	0.32	0.82
4	1	PSBRc10	0.21	0.67	0.23	0.83
5	1	PSBRc28	0.21	0.67	0.23	0.86
6	1	NSICRC110	0.20	0.70	0.24	0.90
7	1	PSBRc20	0.20	0.72	0.23	0.89
8	2	MATATAG3(NSICRC118)	0.21	0.70	0.25	0.94
9	1	IR50	0.20	0.79	0.27	0.81
10	1	PSBRc86	0.24	0.65	0.26	0.72
11	1	PSBRc82	0.20	0.73	0.24	0.93
12	1	PSBRc4	0.19	0.67	0.22	0.83
13	5	EX1 No.14 PSL 0041-69-1-1-4	0.22	0.77	0.24	0.98
14	6	RD25	0.23	0.73	0.28	0.93
15	1	IR66	0.20	0.69	0.22	0.85
16	1	(NSICRC122)	0.20	0.71	0.23	0.95
17	2	MATATAG9	0.18	0.80	0.22	0.99
18	1	PSBRc96	0.21	0.77	0.24	1.04
19	1	IR28	0.19	0.69	0.24	0.93
20	1	PSBRc44	0.23	0.61	0.25	0.80
21	1	PSBRc46	0.23	0.60	0.28	0.77
22	6	เจ็กเชย	0.21	0.76	0.26	0.98
23	1	PSBRc92	0.21	0.59	0.24	0.78
24	2	RATHU	0.23	0.59	0.28	0.80
25	2	Ribon	0.25	0.64	0.28	0.82
26	1	IR36	0.22	0.80	0.26	0.88
27	1	IR62	0.20	0.65	0.25	0.88
28	1	IR60	0.22	0.80	0.21	0.85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
29	1	PSBRc30	0.21	0.66	0.25	0.83
30	1	IR56	0.19	0.70	0.25	0.97
31	1	IR30	0.19	0.58	0.24	0.85
32	1	PSBRc94	0.19	0.67	0.27	0.88
33	1	IR65	0.19	0.83	0.23	0.99
34	1	IR58	0.18	0.56	0.23	0.83
35	1	PSBRc80	0.18	0.65	0.22	0.92
36	1	IR52	0.22	0.69	0.24	0.89
37	1	PSBRc52	0.18	0.64	0.25	0.87
38	1	NSICRC106	0.20	0.77	0.24	0.86
39	1	PSBRc48	0.19	0.60	0.24	0.83
40	1	IR29	0.20	0.66	0.24	0.92
41	6	RD21	0.21	0.69	0.28	0.96
42	6	SPR60	0.19	0.71	0.24	1.01
43	1	PSBRc50	0.22	0.70	0.25	0.85
44	1	KHSPR	0.19	0.76	0.24	1.04
45	1	PSBRc64	0.20	0.97	0.27	1.05
46	1	PSBRc68	0.20	0.77	0.26	0.98
47	1	PSBRc9	0.21	0.50	0.26	0.84
48	6	RD11	0.22	0.78	0.26	1.08
49	6	SPR90	0.21	0.87	0.26	1.02
50	2	Sopongono	0.23	0.58	0.28	0.85
51	1	IR43	0.23	0.63	0.27	0.86
52	1	IR22	0.20	0.66	0.23	0.84
53	5	EX3 No.4 PSL 00508-92-2-2-8	0.20	0.75	0.25	0.97
54	5	EX3 No.6 PSL 00540-23-1-1-7	0.20	0.82	0.26	0.95
55	1	IR45	0.21	0.69	0.25	0.90
56	5	EX2 No.11 PSL 00508-74-2-1-7	0.21	0.77	0.26	1.01
57	5	EX2 No.9 PSL 0034-50-2-1-3	0.21	0.78	0.26	0.97

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
58	5	EX1 No.19 PSL 0034-50-2-1-8	0.20	0.78	0.25	0.98
59	1	PSBRc70	0.20	0.73	0.25	0.85
60	1	IR40	0.20	0.62	0.24	0.81
61	1	No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1 (No.42)(ก้นในจุด)	0.23	0.70	0.28	0.86
62	5	EX3 No.2 PSL 00504-54-1-2-2	0.21	0.78	0.26	0.95
63	1	PSBRc18	0.22	0.70	0.26	0.92
64	1	IR54	0.22	0.61	0.25	0.78
65	1	IR68	0.20	0.80	0.26	1.02
66	1	IR46	0.20	0.64	0.24	0.78
67	1	RD23	0.20	0.72	0.25	0.94
68	1	PSBRc60	0.21	0.79	0.25	0.94
69	6	RD7	0.24	0.62	0.29	0.79
70	2	MATATAG2	0.20	0.68	0.26	0.86
71	2	Angelica(NSICRC122)	0.20	0.57	0.26	0.91
72	1	PSBRc5	0.20	0.71	0.31	0.93
73	6	RD9	0.20	0.69	0.26	0.93
74	1	PSBRc88	0.22	0.63	0.25	0.81
75	1	PTB33				
76	1	IR66160-121-4-1-1	0.21	0.74	0.30	0.82
77	1	IR74	0.24	0.77	0.24	0.95
78	1	PSBRc2	0.20	0.73	0.23	0.89
79	1	IR44	0.20	0.69	0.24	0.90
80	1	IR70	0.20	0.64	0.24	0.79
81	1	IR26	0.22	0.60	0.24	0.76
82	1	IR24	0.20	0.68	0.24	0.85
83	3	No.3 IIRONIR68544-29-2-1-3-1-2 (No.46)	0.27	0.51	0.34	0.89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
84	1	IR38	0.20	0.66	0.25	0.87
85	1	IR8	0.23	0.66	0.30	0.91
86	3	No.5 IIRONIR70491-33-2-2 (No.52)	0.26	0.73	0.30	0.73
87	1	IR32	0.21	0.67	0.22	0.90
88	1	No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1 (No.42)	0.23	0.67	0.34	0.90
89	1	IR20	0.20	0.61	0.25	0.76
90	1	IR42	0.20	0.62	0.26	0.82
91	1	IR48	0.22	0.72	0.27	1.00
92	5	PSL 00034-50-2-1-3	0.20	0.78	0.28	1.00
93	1	PSBRc102	0.22	0.66	0.27	0.88
94	5	PSL 00041-16-1-1-7	0.21	0.77	0.25	0.99
95	5	PSL 00513-CNT-81-3-PSL-1-1	0.20	0.76	0.24	1.01
96	1	PSBRc1	0.21	0.65	0.27	0.84
97	1	IR5	0.22	0.57	0.28	0.76
98	1	IR34	0.22	0.73	0.26	0.93
99	6	สุพรรณบุรี2	0.20	0.71	0.21	0.94
100	2	Sarimahi IRGC34632	0.26	0.63	0.34	0.80
101	3	No.1 IIRONIR66738-118-1-2 (No.41)	0.26	0.52	0.31	0.71
102	5	PSL00525-8-1-4-7	0.20	0.79	0.24	0.93
103	5	PSL00508-92-2-2-8	0.20	0.80	0.25	0.91
104	1	IR68552-100-1-2-2	0.21	0.55	0.32	0.81
105	3	No.4 IIRONIR68544-100-1-2-2 (No.47)	0.22	0.58	0.31	0.84
106	5	PSL00034-37-3-1-3	0.20	0.82	0.25	1.00
107	5	PSL00041-69-1-1-4	0.20	0.76	0.26	0.94

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
108	5	CNT96024-61-1-PSL-4-1	0.20	0.77	0.24	0.85
109	5	PSL00034-50-2-1-8	0.20	0.76	0.26	0.98
110	5	PSL01195-66-1-3-4	0.20	0.79	0.26	1.01
111	5	PSL00508-60-1-1-9	0.20	0.71	0.26	1.01
112	5	PSL00526-44-1-1-2	0.20	0.80	0.25	0.98
113	5	KSR99006-B4-18-3-1	0.20	0.82	0.24	1.05
114	5	PSL00540-23-1-1-7	0.19	0.81	0.25	0.97
115	4	F_7 Nipon/หอมพม่า No.16	0.21	0.68	0.31	1.05
116	5	PSL96028-21-7-PSL-1-1	0.20	0.79	0.26	1.02
117	5	CNT96013-5-1-PSL-2-4-3-2	0.20	0.79	0.25	0.96
118	5	PSL00508-53-1-1-2	0.20	0.85	0.25	1.08
119	5	PSL00526-21-1-1-5	0.19	0.86	0.26	1.04
120	5	PSL00508-74-2-1-6	0.20	0.82	0.25	1.04
121	6	RD21	0.20	0.74	0.25	1.02
122	1	PSL00508-74-2-1-7	0.20	0.78	0.24	1.01
123	6	SPR90	0.20	0.79	0.28	0.91
124	2	Gundil Kuning IRGC 1983DS	0.22	0.65	0.31	0.74
125	5	CNT 96024-61-1-PSL-1-1	0.20	0.78	0.26	0.94
126	4	F_7 Nipon/หอมพม่า No.64	0.20	0.76	0.25	1.08
127	5	PSL00034-32-3-1-4	0.21	0.70	0.25	1.02
128	4	F_7 Nipon/เหลืองหอม No.163	0.20	0.79	0.30	1.05
129	5	PSL00540-34-1-2-1	0.21	0.82	0.25	1.04
130	5	CNT96013-8-1-PSL-3-2	0.21	0.82	0.24	1.05
131	5	PSL 00504-54-1-2-2	0.21	0.79	0.24	1.10
132	5	PSL 00510-CNT-105-1-PSL-1-2	0.22	0.78	0.27	1.00
133	5	PSL01195-66-1-3-6	0.19	0.84	0.25	1.02
134	5	CNT96024-61-1-PSL-1-2	0.21	0.68	0.24	1.07
135	5	PSL00540-34-1-3-5	0.21	0.80	0.24	1.04

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
136	5	PSL00511-CNT-63-2-PSL-1-4	0.21	0.84	0.29	1.08
137	4	F_7 Nipon/เหลืองหอม No.220	0.21	0.74	0.28	0.87
138	5	PSL 01162-96-3-1-3	0.21	0.78	0.26	1.01
139	5	PSL 99129-CNT-57-2-3-PSL-1	0.21	0.68	0.27	0.95
140	5	SPR88096-17-3-2-2 (ข้าวเบอร์ 17)	0.21	0.78	0.24	0.87
141	6	สุพรรณบุรี3	0.19	0.72	0.26	1.05
142	5	PSL60-2	0.21	0.77	0.26	1.04
143	2	Loas Gedjeh IRGC9243	0.23	0.64	0.28	0.89
144	2	Kemandi Pance	0.25	0.67	0.26	0.84
145	2	Gundil Kuning IRGC 16428	0.22	0.65	0.32	0.88
146	2	Gundil Kuning IRGC 27129	0.25	0.64	0.31	1.03
147	2	Ase Bolong	0.23	0.53	0.32	0.76
148	2	Ketan Lumbu IRGC 16461	0.22	0.64	0.30	0.87
149	6	พิษณุโลก2	0.21	0.82	0.24	1.04
150	5	CNT89098-281-2-1-2-1 (ดัก 1)	0.21	0.72	0.26	1.00
151	4	F_7 Nipon/BT No.150	0.20	0.62	0.28	0.86
152	4	34-1-22-1-1	0.21	0.85	0.26	1.02
153	4	3-1-22-1-1	0.22	0.72	0.25	1.01
154	4	(4) 3-1-22-11-0	0.22	0.74	0.27	0.97
155	4	(12) 34-1-15-5-0	0.21	0.77	0.28	1.06
156	4	(8) 3-1-22-9-1	0.21	0.75	0.29	1.02
157	4	34-1-3-9-1	0.21	0.75	0.26	1.07
158	4	(18) 34-1-22-8-0	0.21	0.73	0.27	0.99
159	2	Djawa Pelet	-	-	-	-
160	2	Sengkeu	0.27	0.55	0.32	0.75
161	4	18-3-17-3-3-0 No.6	0.21	0.76	0.28	1.02
162	4	23-2-14-1-1-0 No.12	0.21	0.89	0.28	1.03

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
163	4	23-11-15-6-1-0 No.33	0.21	0.93	0.29	1.24
164	1	IR1188	0.21	0.86	0.31	1.16
165	1	PSBC RC72	0.21	0.75	0.27	1.04
166	3	IR68544-29-2-1-3-1-5	0.21	0.77	0.27	1.03
167	3	IR65564-22-2-3	0.21	0.79	0.27	1.11
168	3	IR65564-44-2-3-PSL-2	0.21	0.57	0.21	0.78
169	3	IR65600-1-2-3-PSL-1	0.23	0.56	0.23	0.85
170	3	IR65600-122-5-2-PSL-2	0.24	0.70	0.27	0.75
171	3	IR65600-96-1-2-2-PSL-1	0.30	0.47	0.27	0.75
172	3	IR65600-96-1-2-2-PSL-2	0.25	0.51	0.33	0.75
173	3	IR65600-127-6-2-3-PSL-1				
174	3	IR65600-127-6-2-3-PSL-2				
175	3	IR66155-2-1-1-2-PSL-1	0.26	0.50	0.30	0.71
176	3	IR66155-2-1-1-2-PSL-3	0.26	0.58	0.30	0.79
177	3	IR66155-2-1-1-2-PSL-4	0.25	0.59	0.32	0.78
178	3	IR66155-38-3-2-1-PSL-1	0.27	0.64	0.30	0.88
179	3	IR66155-38-3-2-1-PSL-2	0.25	0.66	0.35	0.87
180	3	IR66155-38-3-2-1-PSL-3	0.25	0.64	0.31	0.91
181	3	IR65600-1-2-3	0.24	0.57	0.32	0.77
182	1	IR71701-28-1-4-3	0.20	0.70	0.22	0.93
183	3	IR71703-657-3-1	0.20	0.74	0.25	0.96
184	3	IR72158-16-3-3	0.22	0.73	0.27	0.91
185	3	IR72153-16-3-3-1	0.21	0.70	0.26	0.82
186	3	IR71677-181-2-3	0.21	0.67	0.27	0.84
187	3	IR71693-193-3-2-1	0.21	0.66	0.23	0.92
188	3	IR71700-247-1-1-2	0.20	0.67	0.23	0.90
189	3	IR71701-28-1-4	0.20	0.71	0.23	0.95
190	1	IR72158-68-6-3	0.21	0.72	0.24	0.89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตาราผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มพันธุ์	พันธุ์	ความกว้างเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวสาร (มม.)	ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)	ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก (มม.)
191	3	IR72156-116-6	0.21	0.70	0.26	0.89
192	3	IR72161-5-4-2	0.18	0.80	0.22	1.06
193	3	IR72164-186-5	0.20	0.74	0.24	0.94
194	3	IR72967-12-2-3	0.26	0.93	0.22	0.84
195	3	IR73432-75-2	0.22	0.71	0.26	0.91
196	3	IR73439-11-1-3-1	0.23	0.70	0.26	0.95
197	1	KSR99006-B4-18-3-2	0.20	0.84	0.24	1.08
198	5	PSL00525-8-1-3-7	0.21	0.83	0.24	0.99
199	5	PSL00526-44-1-1-1	0.21	0.79	0.23	1.01
200	1	KSR98003-B4-2-1	0.20	0.84	0.23	1.02
	check	ชัยนาท1	0.21	0.78	0.25	1.04
	check	IR57514	0.21	0.76	0.25	1.00
	check	IR64	0.20	0.72	0.23	0.92
	check	ปทุมธานี1	0.20	0.77	0.25	1.01
	check	สุพรรณบุรี1	0.21	0.71	0.25	0.91
	$LSD_{0.05}$		0.01	0.05	0.02	0.07

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 เปอร์เซ็นต์ละอองเกสรปกติ เปอร์เซ็นต์ละอองเกสรเป็นหมันของข้าวประชากร BC_3F_3 ของคู่ผสม Norin PL12/KDML105*3 และ พันธุ์แม่ประชากร F_3 ของลูกผสม 3 ทาง Norin PL12/KDML105*3//DHL279/3/23-215// Norin PL12/KDML105*3

ลำดับ	พันธุ์	จำนวนสายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ละอองเกสรปกติ	เปอร์เซ็นต์ละอองเกสรเป็นหมัน
1	TGMS –TG2	14	7	93
2	TGMS –TG9	15	2	98
3	TGMS –TG12	7	2	99
4	TGMS –TG15	9	2	98
5	TGMS –TG16	24	4	97
6	TGMS –TG21	10	4	96
7	TGMS –TG29	29	3	97
8	TGMS –TG34	48	2	98
9	TGMS –TG48	16	3	97
10	TGMS –TG57	8	9	91
11	TGMS –TG60	7	5	95
12	TGMS –TG61	3	4	96
13	TGMS –TG71	17	6	94
14	TGMS –TG81	9	3	97
15	TGMS –TG84	3	9	91
16	TGMS –TG107	4	7	93
17	TGMS –TG122	2	11	89
18	TGMS –TG130	2	1	99
19	TGMS –TG141	16	2	98
20	TGMS –TG143	2	12	88
21	TGMS –TG148	4	2	99
22	TGMS –T2-13	1	5	95
23	TGMS –T6-4	1	0	100
24	TGMS –T6-6	1	0	100
	Total	252		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-4

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จน. รวง/กอ	จน. เมล็ดดี/รวง	นน.1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1	T6-4/PSL96028-21-7-PSL-1-1	147	102	32	198	41	2,963
2	T6-4/(NSICRC122)	143	96	41	181	40	2,917
3	T6-4/PSBRc54	102	69	33	123	32	2,799
4	T6-4/(8) 3-1-22-9-1	114	77	20	156	32	2,667
5	T6-4/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	113	74	25	218	32	2,580
6	T6-4/PSBRc70	104	72	25	154	33	2,577
7	T6-4/IR71701-28-1-4	99	66	38	145	30	2,512
8	T6-4/IR72158-68-6-3	138	107	30	188	39	2,508
9	T6-4/IR38	109	77	29	163	31	2,394
10	T6-4/IR62	93	68	19	147	28	2,320
11	T6-4/PSBRc92	158	80	30	235	29	2,308
12	T6-4/PSL00540-34-1-3-5	153	96	30	210	40	2,301
13	T6-4/PSBRc96	108	78	39	206	27	2,290
14	T6-4/PSL00034-37-3-1-3	117	76	30	160	32	2,284
15	T6-4/IR20	106	69	32	166	26	2,257
16	T6-4/34-1-22-1-1	110	76	48	211	32	2,252
17	T6-4/IR73432-75-2	123	85	30	236	32	2,251
18	T6-4/PSBRc20	127	89	32	211	28	2,243
19	T6-4/PSBRc80	147	102	29	186	36	2,225
20	T6-4/IR45	152	106	40	216	43	2,195
21	T6-4/IR74	143	118	18	176	37	2,187
22	T6-4/IR43	101	76	25	132	34	2,151
23	T6-4/PSBRc52	100	74	61	228	27	2,100
24	T6-4/MATATAG9	114	72	26	154	34	1,977
25	T6-4/IR70	108	75	30	170	30	1,955
26	T6-4/NSICRC106	99	74	37	185	32	1,937
27	T6-4/PSBRc30	89	66	26	116	32	1,903

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จน. รวง/กอ	จน. เมล็ดดี/รวง	นน.1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
28	T6-4/EX3 No.2 PSL 00504-54-1-2-2	115	72	17	131	35	1,888
29	T6-4/PSBRc18	130	79	25	164	34	1,865
30	T6-4/PSBRc5	117	78	35	124	31	1,864
31	T6-4/EX1 No.19 PSL 0034-50-2-1-8	116	75	22	136	33	1,860
32	T6-4/IR 72164-186-5	144	102	31	158	42	1,815
33	T6-4/PSBRc2	105	76	18	167	31	1,742
34	T6-4/IR48	117	69	7	153	32	1,714
35	T6-4/RD23	155	102	30	269	38	1,706
36	T6-4/IR65564-44-2-3-PSL-2	157	78	16	255	27	1,697
37	T6-4/IR5	121	83	20	168	30	1,656
38	T6-4/IR65600-1-2-3-PSL-1	103	65	20	204	28	1,655
39	T6-4/IR40	120	79	23	193	28	1,648
40	T6-4/CNT96013-8-1-PSL-3-2	118	76	24	186	34	1,642
41	T6-4/PSBRc84	96	59	21	150		1,627
42	T6-4/PSBRc82	108	74	22	143	31	1,623
43	T6-4/RD25	109	63	18	106	32	1,586
44	T6-4/IR32	104	76	33	195	29	1,586
45	T6-4/IR54	116	76	27	172	28	1,554
46	T6-4/IR65564-22-2-3	113	72	26	155	31	1,549
47	T6-4/RD21	127	82	51	160	32	1,528
48	T6-4/NSICRC110	145	101	24	188	38	1,483
49	T6-4/IR65564-22-2-3	118	69	20	171	28	1,474
50	T6-4/IR65	102	72	29	178	34	1,471
51	T6-4/PSBRc28	102	73	22	143	31	1,455
52	T6-4/IR58	149	93	24	164	41	1,444
53	T6-4/IR68	122	75	18	138	37	1,443
54	T6-4/IR60	122	70	29	180	29	1,437
55	T6-4/PSL00504-54-1-2-2	97	73	33	91	35	1,436

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จน. รวง/กอ	จน. เมล็ดดี/รวง	นน.1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
56	T6-4/PSL00034-50-2-1-8	110	67	21	153	30	1,422
57	T6-4/PSBRc48	106	69	21	111	27	1,420
58	T6-4/No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1 (No.42)	120	70	19	145	32	1,409
59	T6-4/Gundil Kuning IRGC 1983DS	168	96	18	142	41	1,403
60	T6-4/IR46	122	82	18	166	31	1,395
61	T6-4/PSBRc1	127	73	12	231	27	1,333
62	T6-4/IR68552-100-1-2-2	119	65	21	127	38	1,321
63	T6-4/สุพรรณบุรี3	124	81	10	134	33	1,291
64	T6-4/สุพรรณบุรี1	108	74	76	165	31	1,241
65	T6-4/IR57514	129	78	22	203	34	1,239
66	T6-4/SPR60	159	101	22	190	42	1,231
67	T6-4/PSL00034-32-3-1-4	117	69	37	94	35	1,224
68	T6-4/PSBRc64	114	72	22	112	36	1,218
69	T6-4/IR65600-122-5-2-PSL-2	154	106	22	137	44	1,190
70	T6-4/SPR90	134	76	18	156	34	1,164
71	T6-4/RD9	158	102	18	228	38	1,146
72	T6-4/IR34	154	107	18	175	39	1,125
73	T6-4/IR71700-247-1-1-2		78	80	174	26	1,081
74	T6-4/F_7 Nipon/หอมพม่า No.64	114	68	22	163	32	1,081
75	T6-4/PSBC RC72	99	73	24	198	34	1,075
76	T6-4/EX2 No.9 PSL0034-50-2-1-3	109	73	15	167	34	1,033
77	T6-4/No.1 IIRONIR66738-118-1-2 (No.41)	119	70	19	105	35	1,031
78	T6-4/RD7	101	60	13	196	29	1,012
79	T6-4/KHSPR	115	64	19	85	34	1,010

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จน. รวง/กอ	จน. เมล็ดดี/รวง	นน.1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
80	T6-4/IR70554-48-1-2	101	72	30	75	34	975
81	T6-4/PSL 60-2	121	73	15	155	36	962
82	T6-4/IR52	106	67	14	89	32	932
83	T6-4/IR36	120	82	22	110	30	927
84	T6-4/Sopongono	185	106	27	125	43	889
85	T6-4/23-11-15-6-1-0 No.33	140	122	13	90	38	888
86	T6-4/IR66160-121-4-1-1	104	64	17	100	32	887
87	T6-4/PSL00526-44-1-1-1	96	71	26	200	32	872
88	T6-4/IR65600-96-1-2-2-PSL-1	122	75	17	172	34	861
89	T6-4/PSL00525-8-1-4-7	90	68	18	96	31	810
90	T6-4/ F_7 Nipon/หอมพม่า No.16	126	77	17	111	36	714
91	T6-4/IR72153-16-3-3-1	120	62	12	127	34	701
92	T6-4/EX1 No.14 PSL 0041-69-1-1-4	103	72	25	66	34	688
93	T6-4/PSL00540-34-1-2-1	103	67	17	180	31	665
94	T6-4/No.5 IIRONIR70491-33-2-2	143	96	19	103	37	642
95	T6-4/IR24	107	68	15	171	32	625
96	T6-4/IR65600-127-6-2-3-PSL-2	106	81	16	81	29	614
97	T6-4/IR56	100	75	38	61	33	457
98	T6-4/ F_7 Nipon/เหลืองหอม No.220	142	77	13	61	-	425
99	T6-4/No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1	126	68	16	84	39	415
check	ชัยนาท1	127	82	18	136	34	1,211
check	ปทุมธานี1	115	82	26	102	32	932
check	สุพรรณบุรี2	121	78	20	163	28	923

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จน. รวง/กอ	จน. เมล็ดดี/รวง	นน.1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
check	สุพรรณบุรี3	125	87	14	103	32	811
check	สุพรรณบุรี1	136	84	19	164	34	651
check	พิษณุโลก2	108	79	15	131	31	582
check	23-215	116	125	15	131	32	505
check	IR57514	129	126	13	109	24	478
check	IR64	104	74	17	115	29	463
check	พิษณุโลก60-2	127	116	14	167	29	301
$LSD_{0.05}$		14	16	9	46	4	531

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผิต ของข้าวลูกผสมที่มาจากสายพันธุ์แม่ T6-6

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1	T6-6/F_7 Nipon/หอมพม่า No.64	30	121	84	118	34	2465
2	T6-6/IR71700-247-1-1-2	30	108	74	163	27	2235
3	T6-6/PSBRc44	20	153	72	150	29	2178
4	T6-6/IR57514	15	116	84	132	34	2127
5	T6-6/PSBRc2	29	114	74	113	32	2109
6	T6-6/34-1-22-1-1	22	124	73	125	36	2062
7	T6-6/PSL00504-54-1-2-2	28	105	84	116	33	2055
8	T6-6/PSBRc46	34	108	75			2012
9	T6-6/PSL00510-CNT-105-1-PSL-1-2	26	119	78	178	34	2002
10	T6-6/IR42	31	116	85	168	31	1998
11	T6-6/PSBRc70	25	121	66	138	31	1992
12	T6-6/NSICRC106	33	96	77	102	28	1901
13	T6-6/IR71677-181-2-3	23	110	86	120	35	1888
14	T6-6/MATATAG9	31	108	70	161	31	1871
15	T6-6/IR60	28	98	80	119	34	1870
16	T6-6/IR68	31	130	76	150	39	1867
17	T6-6/IR72967-12-2-3	25	121	78	207	35	1842
18	T6-6/Angelica(NSICRC122)	26	122	74	109	39	1812
19	T6-6/IR68552-100-1-2-2	23	129	82	135	33	1799
20	T6-6/IR71703-657-3-1	33	112	83	139	32	1794
21	T6-6/IR70	23	126	86	132	25	1791
22	T6-6/NSICRC110	27	102	75	95	34	1770
23	T6-6/IR22	22	118	77	153	28	1769
24	T6-6/34-1-3-9-1	20	115	83	109	43	1761
25	T6-6/EX1 No.14 PSL0041-69-1-1-4	24	120	68	131	31	1735

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
26	T6-6/EX1 No.19 PSL0034-50-2-1-8	20	125	76	125	4	1681
27	T6-6/IR72153-16-3-3-1	23	114	73	193	35	1674
28	T6-6/IR74	31	113	89	131	31	1667
29	T6-6/IR32	26	102	83	156	28	1663
30	T6-6/PSL01162-96-3-1-3	38	114	80	87	35	1655
31	T6-6/PSL00540-34-1-2-1	25	118	82	114	3	1654
32	T6-6/RD9	27	121	89	159	35	1652
33	T6-6/IR72158-68-6-3	18	108	82	189	37	1648
34	T6-6/RD23	25	113	75	180	32	1642
35	T6-6/IR40	25	104	76	189	26	1639
36	T6-6/IR24	17	116	76	178	32	1622
37	T6-6/IR65564-44-2-3-PSL-2	25	129	82	148	37	1599
38	T6-6/IR71703-657-3-1	13	106	88	120	35	1594
39	T6-6/IR50	31	108	58	132	27	1555
40	T6-6/IR48	19	131	85	130	36	1550
41	T6-6/EX3 No.6 PSL00540-23-1-1-7	25	114	77	108	31	1495
42	T6-6/EX2 No.9 PSL0034-50-2-1-3	26	113	74	140	31	1484
43	T6-6/PSBRc84	33	103	96	110	0	1479
44	T6-6/IR70554-48-1-2	22	108	86	154	1	1423
45	T6-6/(18)34-1-22-8-0	29	105	73			1403
46	T6-6/ปทุมธานี1	18	121	82	114	30	1399
47	T6-6/IR46	26	116	69	113	33	1389
48	T6-6/IR62	27	103	77	172	28	1379
49	T6-6/สุพรรณบุรี1	21	123	78	128	33	1373
50	T6-6/RD7	22	119	69	168	31	1358
51	T6-6/IR20	19	117	71	153	30	1355
52	T6-6/สุพรรณบุรี2	24	116	78	146	31	1353

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
53	T6-6/IR65	15	109	71	109	36	1346
54	T6-6/PSBC RC72	27	116	82	119	35	1340
55	T6-6/IR66	26	114	78	149	29	1321
56	T6-6/IR66155-38-3-2-1-PSL-1	20	99	62	92	33	1321
57	T6-6/IR34	21	106	81	121	32	1172
58	T6-6/PSBRc10	29	113	84	126	31	1145
59	T6-6/PSBRc88	13	109	70	149	36	1142
60	T6-6/PSBRc52	33	123	81	112	29	1095
61	T6-6/18-3-17-3-3-0 No.6	23	120	84	79	36	1095
62	T6-6/PSBRc86	24	114	87	121	26	1089
63	T6-6/IR43	39	108	85	100	30	1072
64	T6-6/CNT96024-61-1-PSL-1-1	15	103	79	104	30	1068
65	T6-6/ F_7 Nipon/BT No.150	17	109	71	130	33	1050
66	T6-6/สุพรรณบุรี3	22	118	81	95	35	1003
67	T6-6/SPR90	21	127	79	172	32	972
68	T6-6/No.4 IIRONIR68544-100-1-2-2	15	124	69	136	33	968
69	T6-6/IR8	28	113	83	158	37	942
70	T6-6/23-11-15-6-1-0 No.33	20	157	84	67	37	926
71	T6-6/IR73432-75-2	19	89	89	114	31	913
72	T6-6/EX3 No.4 PSL00508-92-2-2-8	23	130	78	114	29	911
73	T6-6/PSL00540-34-1-3-5	17	123	77	111	33	896
74	T6-6/PSBRc54	65	117	73	183	28	863
75	T6-6/IR66155-38-3-2-1-PSL-3	22	116	65	105	34	860
76	T6-6/PSBRc30	17	110	67	129	33	853
77	T6-6/SPR60	13	122	76	136	29	805
78	T6-6/IR46	22	107	78	90	23	783
79	T6-6/IR66155-38-3-2-1-PSL-2	24	103	60	71	32	776

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์	ความสูง (ซม.)	วันออกดอก (วัน)	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
80	T6-6/No.2 IIRONIR67966-188-2-2-1	15	124	78	153	39	761
81	T6-6/PSL00540-23-1-1-7	36	104	85	130	7	728
82	T6-6/No.3 IIRONIR68544-29-2-1-3-1-2	20	130	78	114	32	724
83	T6-6/No.1 IIRONIR66738-118-1-2	54	111	82	73	32	657
84	T6-6/PSL60-2	35	134	79	144	36	612
85	T6-6/IR65600-96-1-2-2-PSL-1	15	112	68	61	36	575
86	T6-6/PSBRc94	16	117	74	111	27	561
87	T6-6/ชัยนาท1	14	108	71	85	35	554
88	T6-6/IR65600-1-2-3	14	106	68	100	36	438
89	T6-6/EX2 No.11 PSL00508-74-2-1-7	17	115	84	136	33	433
90	T6-6/PSL00504-54-1-2-2	14	120	83	103	31	417
91	T6-6/Ase Bolong	24	163	87	43	31	359
check	23-215	19	112	125	139	32	1217
check	ปทุมธานี1	21	112	81	95	31	1052
check	สุพรรณบุรี2	22	114	82	143	28	1005
check	สุพรรณบุรี3	19	122	82	122	33	1003
check	IR57514	20	121	126	137	29	998
check	ชัยนาท1	16	120	83	119	28	996
check	สุพรรณบุรี1	18	130	85	130	31	883
check	พิษณุโลก2	20	101	85	133	29	779
check	พิษณุโลก60-2	14	124	95	143	27	692
check	IR64	19	99	71	104	28	564
$LSD_{0.05}$		25	48	19	81	7	365

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวปิยวดี นาสารีย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	9 กันยายน 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง อุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พืชศาสตร์-พืชไร่นา)
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
	ล้านนา ลำปาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์