



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่

พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวจากกลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ

Breeding of Male Sterile Lines of Rice from the Crosses between Maintainer Lines by Early Generation Backcrossing

นายผู้วิจัย นายพัฒนศักดิ์ จันทร์ส่อง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

( รองศาสตราจารย์ประภา ศรีพิจิตร, D.Agr. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

( ศาสตราจารย์วาสนา วงษ์ใหญ่, D.Agr. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

( อาจารย์สุภาพร จันทร์บัวทอง, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์รังสฤษดิ์ กาวิตะ, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ \_\_\_\_\_ เดือน \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวจากกลุ่มผสมระหว่างสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน  
โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ

Breeding of Male Sterile Lines of Rice from the Crosses between Maintainer Lines by Early  
Generation Backcrossing

โดย

นายพัฒนศักดิ์ จันทร์ส่อง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2553

พัฒนศักดิ์ จันทร์ส่อง 2553: การปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวจากกลุ่มผสมระหว่างสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในช่วงแรกๆ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
หลัก: รองศาสตราจารย์ประภา ศรีพิจิตร, D.Agr. 81 หน้า

การปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน (สายพันธุ์ A) ของข้าว ทำโดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (สายพันธุ์ B) แบบพบกันหมด (diallel cross) ได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 1 ( $F_1$ ) จำนวน 10 คู่ผสม ปลูกลูกรุ่นที่ 1 ผสมกับสายพันธุ์ A (IR79156) เพื่อถ่ายทอดลักษณะความเป็นหมันของสายพันธุ์ A ให้กับต้นลูกรุ่นที่ 1 ได้สายพันธุ์ A ใหม่ ( $A'$ ) ในขณะเดียวกันต้นลูกรุ่นที่ 1 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 2 ( $F_2$ ) ปลูกต้นลูกรุ่นที่ 2 (สายพันธุ์ B) คัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ต้องการ แล้วผสมกลับ ( $BC_1$ ) กับสายพันธุ์  $A'$  ได้สายพันธุ์  $A''$  ในขณะเดียวกันต้นรุ่นที่ 2 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 3 ( $F_3$ ) ปลูกต้นลูกรุ่นที่ 3 (สายพันธุ์ B) คัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ต้องการ แล้วผสมกลับ ( $BC_2$ ) กับสายพันธุ์  $A''$  ได้สายพันธุ์  $A'''$  ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝด (isogenic line) กับสายพันธุ์ B จำนวน 56 สายพันธุ์ ทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์  $A'''$  ที่ได้โดยการทดสอบผลผลิตของลูก topcross ที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์  $A'''$  กับสายพันธุ์ R (พันธุ์สุวรรณบุรี 1) ในขณะเดียวกันก็ทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์ลูกรุ่นที่ 4 ด้วย (สายพันธุ์ B) โดยวางแผนการทดลองแบบ augmented design in RCBD ผลการทดสอบพบว่า สายพันธุ์ A ที่ให้ผลผลิตลูก topcross สูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ PTT-KU1-2-1A''/SPR1, PTT-KU9-1-4A''/SPR1, PTT-KU9-4-4A''/SPR1, PTT-KU 3-4-2A''/SPR1, PTT-KU3-3-9A''/SPR1, PTT-KU 2-2-2A''/SPR1, PTT-KU 6-1-6A'', PTT-KU 7-3-2A''/SPR1, PTT-KU 10-3-4A''/SPR1 และ PTT-KU 4-3-11A''/SPR1 ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 751 ถึง 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ PTT-KU1-4-6B, PTT-KU2-4-6B, PTT-KU1-3-13B, PTT-KU8-3-6(1)B, PTT-KU7-3-2B, PTT-KU1-2-1B, PTT-KU4-3-11B, PTT-KU2-3-9B, PTT-KU6-1-6B และ PTT-KU9-1-6B ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 593 ถึง 976 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบกับสุวรรณบุรี 1 ให้ผลผลิต 582 กิโลกรัมต่อไร่ การคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีโดยพิจารณาจากลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง จะทำให้การคัดเลือกสายพันธุ์ A ถูกต้องมากกว่าการคัดเลือกโดยพิจารณาจากผลผลิตจากสายพันธุ์ B เพียงอย่างเดียว เพราะสายพันธุ์ A ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดกับสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงนั้นอาจจะไม่มีสมรรถนะการผสมที่ดีกับสายพันธุ์พ่อที่ให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง ดังนั้นในการทดลองนี้จึงคัดเลือกสายพันธุ์ A และ B ที่เป็นคู่แฝดกันซึ่งให้ผลผลิตลูก topcross สูง 10 อันดับแรกด้วยกัน นำไปพัฒนาเป็นสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่ดีเพื่อผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสมต่อไป

ลายมือชื่อนิติกร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Pattanasak Chansong 2010: Breeding of Male Sterile Lines of Rice from the Crosses between Maintainer Lines by Early Generation Backcrossing. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Prapa Sripichitt, D.Agr. 81 pages.

Breeding of male sterile lines (A line) of rice was conducted by diallel cross between maintainer lines (B line) to produce  $F_1$  seeds of 10 crosses. The  $F_1$  plants were grown and crossed to A line (IR 79156) for transferring male sterility of A line to the  $F_1$  plants and the new A lines ( $A'$  lines) were obtained. Meanwhile, the  $F_1$  plants were selfed to produce  $F_2$  seeds. The  $F_2$  plants were grown, selected and backcrossed ( $BC_1$ ) to  $A'$  lines to produce  $A''$  lines. While, the  $F_2$  plants were selfed to produce  $F_3$  seeds. The  $F_3$  plants (B line) were grown, selected and backcrossed ( $BC_2$ ) to  $A''$  lines to produce  $A'''$  lines which were isogenic to B lines. The 56 A lines and isogenic B lines were obtained. Combining ability of  $A'''$  lines were determined by yield testing of the topcross progenies which derived from crossing between  $A'''$  lines and R line (variety SPR1). Yield test of the  $F_4$  lines (B lines) were done as well using augmented design in RCBD. It was found that the A lines giving top 10 high yield of topcrosses were PTT-KU 1-2-1A $''''$ /SPR1, PTT-KU 9-1-4A $''''$ /SPR1, PTT-KU 9-4-4A $''''$ /SPR1, PTT-KU 3-4-2A $''''$ /SPR1, PTT-KU 3-3-9A $''''$ /SPR1, PTT-KU 2-2-2A $''''$ /SPR1, PTT-KU 6-1-6A $''''$ , PTT-KU 7-3-2A $''''$ /SPR1, PTT-KU 10-3-4A $''''$ /SPR1 and PTT-KU 4-3-11A $''''$ /SPR1 which exhibited the yield varying from 751 to 1,034 kg/rai. While the B lines having top 10 high yield were PTT-KU 1-4-6B, PTT-KU 2-4-6B, PTT-KU 1-3-13B, PTT-KU 8-3-6(1)B, PTT-KU 7-3-2B, PTT-KU 1-2-1B, PTT-KU 4-3-11B, PTT-KU 2-3-9B, PTT-KU 6-1-6B and PTT-KU 9-1-6B which showed the yield ranging from 593 to 976 kg/rai. The standard check variety (SPR1) used in this experiment showed the yield of 582 kg/rai. Selection of A lines having good combining ability by yield test of the topcross progenies is more precise than selection of A line based on yield trial of B lines. This is because A lines which are isogenic to B lines giving high yield may not have good combining ability with R line that produces high yielding hybrid. In this experiment, selection was made for A and B isogenic lines which exhibited top 10 high yield to be developed as promising A and B lines and used for improved hybrid variety.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ประภา ศรีพิจิตร ประธานกรรมการที่ปรึกษา  
ศาสตราจารย์วาสนา วงษ์ใหญ่ กรรมการวิชาเอก อาจารย์สุภาพร จันทร์บัวทอง กรรมการวิชาการ ที่  
ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำทั้งในด้านการเรียนและการทำงานวิจัยตลอด จนตรวจตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์  
และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ธานี ศรีวงษ์ชัย และอาจารย์สุทัศน์ ศรีวัฒนวงศ์ ผู้แทนบัณฑิต  
วิทยาลัย ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์  
ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมการข้าว ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และวัสดุ  
อุปกรณ์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความสนับสนุนช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นิสิตปริญญาโทและเอกทุกคน รวมทั้งเจ้าหน้าที่โครงการต่างๆ  
ของภาควิชาพืชไร่นา บางเขน และเจ้าหน้าที่ธุรการทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก  
และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีตลอดการวิจัย

ขอขอบพระคุณกำลังใจที่ดีเสมอมาจากคุณพ่อพิชิตและคุณแม่พจนิษฐ์ จันทร์ส่องและญาติพี่น้อง  
น้องทุกท่านที่เป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งตลอดมาในการศึกษาเล่าเรียน

พัฒนศักดิ์ จันทร์ส่อง  
กุมภาพันธ์ 2553

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	27
สรุปและข้อเสนอแนะ	50
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	51
ภาคผนวก	59
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	81

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กลุ่มผสมระหว่างสายพันธุ์ B จำนวน 10 กลุ่มผสม	28
2	ผลผลิต และลักษณะทางเกษตรบางอย่างของลูก topcross ระหว่างสายพันธุ์ A'' (BC <sub>2</sub> ) กับพันธุ์ทดสอบ จำนวน 27 กลุ่มผสม ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	30
3	องค์ประกอบผลผลิตของลูก topcross ระหว่างสายพันธุ์ A'' (BC <sub>2</sub> ) กับพันธุ์ทดสอบจำนวน 27 กลุ่มผสม ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	33
4	ผลผลิต และลักษณะทางเกษตรบางอย่างของสายพันธุ์ B จำนวน 11 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	36
5	องค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ B จำนวน 11 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	38
6	การเปรียบเทียบสายพันธุ์ A'' จากกลุ่มผสม topcross 10 อันดับแรกที่ให้ผลผลิตสูงตรงกับสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก	42

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	อันดับผลผลิตและลักษณะทางเกษตรบางอย่างของผลผลิตของลูก topcross กับพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	60
2	องค์ประกอบผลผลิตของลูก topcross กับพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	63
3	อันดับผลผลิตและลักษณะทางเกษตรบางอย่างของสายพันธุ์ B กับพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	66
4	องค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ B และกับพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)	69
5	เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของลูก topcross จำนวน 51 สายพันธุ์ และพันธุ์ร่วมทดสอบ 6 พันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1) ที่ให้ผลผลิตสูงสุด	72
6	เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสายพันธุ์ B จำนวน 56 สายพันธุ์ และพันธุ์ร่วมทดสอบ 6 พันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1) ที่ให้ผลผลิตสูงสุด	75
7	ลักษณะทางเกษตรบางอย่างของสายพันธุ์ A ที่ใช้เป็นสายพันธุ์แม่เปรียบเทียบกับสายพันธุ์ R (SPR1) ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อในการสร้างลูก topcross	77

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างยีนในนิวเคลียส และไซโตพลาสซึมของต้นที่มีเพศผู้ปกติ	6
2	ปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างยีนในนิวเคลียส และไซโตพลาสซึมของต้นที่มีเพศผู้เป็นหมัน	6
3	ลักษณะของละอองเกสรผู้ของสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมแบบ WA type, Hong-Lien type และ BT type	7
4	ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบ 3 สายพันธุ์	12
5	ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบ 2 สายพันธุ์	13
6	ขั้นตอนการพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันโดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในช่วงแรกๆ	24
7	ลักษณะการบานของดอกและการขึ้นของเกสรตัวเมียออกมานอกกลีบดอกของข้าวสายพันธุ์ A ที่เป็นต้นแม่	45

**การปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวจากกลุ่มผสมระหว่างสายพันธุ์รักษาความ  
เป็นหมันโดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ**

**Breeding of Male Sterile Lines of Rice from the Crosses between Maintainer  
Lines by Early Generation Backcrossing**

**คำนำ**

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรในประเทศ และเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่ทำรายได้  
มหาศาลให้แก่ประเทศแล้ว การปลูกข้าวยังเป็นอาชีพหลักของคนไทยมาแต่ในอดีต ข้าวทำให้  
ประเทศมีความมั่นคงทางอาหาร รวมทั้งเป็นพื้นฐานที่จะนำพาประเทศให้ขยายตัวไปสู่  
ภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตข้าวมากเป็นอันดับ 6 ของโลกรอง  
จาก สาธารณรัฐประชาชนจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังกลาเทศ และเวียดนาม ในปีเพาะปลูก 2551/52  
ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวประมาณ 57 ล้านไร่ ผลิตข้าวเปลือกได้ 23 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 405  
กิโลกรัมต่อไร่ ในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับหนึ่งของโลก แต่เมื่อ  
เปรียบเทียบเนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตรวมและผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่กับประเทศอื่นๆ ผลผลิตเฉลี่ยของ  
ประเทศไทยกลับอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ โดยจัดอยู่ในอันดับท้ายๆ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตเฉลี่ยของ  
ประเทศผู้ปลูกข้าวอื่นๆ ในโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่าง  
ยิ่งที่จะต้องปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น

พันธุ์ลูกผสมมีบทบาทที่สำคัญเป็นอย่างมากในการที่จะเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นกว่าพันธุ์  
แท้ (pure line) หรือพันธุ์ผสมเปิดต่างๆ (open pollinated variety) ความรู้เรื่องความดีเด่นของ  
ลูกผสม (heterosis หรือ hybrid vigor) ทำให้จุดมุ่งหมายของนักปรับปรุงพันธุ์พืชทั้งหลายมุ่งเน้นใน  
การผลิตพันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) ของพืชแต่ละชนิดทั้งพืชผสมข้ามและพืชผสมตัวเอง ข้าว  
เป็นพืชผสมตัวเองโดยมีอัตราการผสมข้ามตามธรรมชาติต่ำเพียง 0-5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการพัฒนา  
พันธุ์ส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาพันธุ์แท้ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2531 มีการค้นพบข้าวป่าที่มี  
ลักษณะพันธุ์กรรมเพศผู้เป็นหมันชนิด WA (wild abortive) ในเกาะไหหลำซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของ  
สาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งพันธุ์กรรมเพศผู้เป็นหมันนี้ถูกควบคุมด้วยยีนในไซโตพลาสซึม  
(cytoplasmic male sterility, cms) ทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมเป็นการค้าประสบผลสำเร็จ  
และก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศจีนได้นำพันธุ์กรรมเพศผู้เป็นหมันที่ถูก

ควบคุมด้วยในอินไซโตพลาสซึมมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม และสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมจำนวนมากให้เกษตรกรใช้ปลูกจนทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นกว่าการใช้พันธุ์แท้ 20-30 เปอร์เซ็นต์ (Lin and Yuan, 1980; Shen, 1980; Yuan *et al.*, 1989)

ในปัจจุบันการผลิตข้าวพันธุ์ลูกผสมแบบ 3 สายพันธุ์ เป็นวิธีการผลิตที่แพร่หลายที่สุดในประเทศที่ปลูกข้าวพันธุ์ลูกผสมเป็นการค้า เพราะให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจและเกษตรกรยอมรับการผลิตข้าวพันธุ์ลูกผสมในระบบนี้ประกอบด้วยสายพันธุ์ข้าว 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ A (A line) หรือสายพันธุ์แม่ที่มีเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม สายพันธุ์ B (B line) หรือสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (maintainer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝด (isogenic line) กับสายพันธุ์ A มีเกสรเพศผู้ปกติ และสายพันธุ์ R (R line) หรือสายพันธุ์แก้ความเป็นหมันของเพศผู้ (fertility restorer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อที่มีเกสรเพศผู้ปกติ (Virmani, 1994a)

การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมในประเทศไทยที่ใช้ระบบ 3 สายพันธุ์นั้น พบว่าสายพันธุ์ A หรือสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันและสายพันธุ์ B หรือสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันซึ่งนำเข้ามาจากต่างประเทศ มักจะเกิดปัญหาการให้ผลผลิตต่ำ (บริบูรณ์ และปีพมา, 2550) และอ่อนแอต่อโรคมกาดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงสายพันธุ์ที่จะใช้เป็นพ่อและแม่ให้มีการปรับตัวที่ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย แต่การปรับปรุงสายพันธุ์ A ปกติต้องใช้เวลา 15-18 ฤดูปลูก โดยต้องพัฒนาสายพันธุ์ B ขึ้นมาใหม่ แล้วนำไปผสมกับสายพันธุ์ A เพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดกันโดยวิธีการผสมกลับ (backcross) จากนั้นจึงทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A เมื่อได้สายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดี จึงนำไปผสมกับสายพันธุ์ R เพื่อผลิตลูกผสม (วาสนา, 2549) แต่ธีระภัทร์ (2528) อภิชาติ (2530) คมสัน (2537) สุภาวิณี (2548) และทองสิน (2550) ได้นำความรู้เกี่ยวกับการผสมกลับร่วมกับการทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ มาใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ A สายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R ในข้าวฟ่าง ข้าว และข้าวโพด โดยได้ใช้เวลาในการพัฒนาสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่ผ่านการทดสอบสมรรถนะการผสมรวมทั้งการทดสอบผลผลิตของลูกผสมประมาณ 6-8 ฤดูปลูกเท่านั้น ซึ่งเป็นการลดเวลาและค่าใช้จ่าย ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้นำวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ A และ B เพื่อใช้ในการผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสมต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวจากคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ B โดยวิธีการผสมกลับ
2. เพื่อทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ ของสายพันธุ์ A
3. เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีและมีลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการสำหรับนำไปใช้ในการสร้างพันธุ์ข้าวลูกผสม

## การตรวจเอกสาร

ข้าวเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่ 2 ของโลก รองลงมาจากข้าวสาลี ประชากรกว่าครึ่งโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ปัจจุบันข้าวที่ปลูกเพื่อบริโภคมี 2 ชนิด คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* L.) กับข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima*) ผลผลิตข้าวเกือบทั้งหมดถูกใช้เป็นการบริโภคของมนุษย์ ปริมาณการผลิตและการบริโภคข้าวในโลกนี้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในทวีปเอเชีย (ลัดดาวัลย์, 2551; Shaoqing *et al.*, 2007)

ข้าวสามารถเจริญได้ดีในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 53 องศาเหนือในสาธารณรัฐประชาชนจีนจนถึง 40 องศาใต้ในอาร์เจนตินา และสามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ความสูงระดับน้ำทะเลจนถึงระดับ 2,500 เมตร หรือมากกว่า แม้ว่าข้าวส่วนใหญ่จะปลูกแบบนาที่น้ำท่วมหรือน้ำชลประทาน แต่ข้าวก็เป็นพืชเดียวที่สามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่ต้องมีน้ำขังจนถึงระดับน้ำสูงกว่า 4 เมตร สามารถปลูกได้ในดินที่เป็นกรดจนถึงค่า ระดับ pH 3-10 หรือในดินเค็ม 0-1 เปอร์เซ็นต์ และสามารถออกได้ที่อุณหภูมิ 10-40 องศาเซลเซียส (มูลนิธิข้าวไทย, 2547)

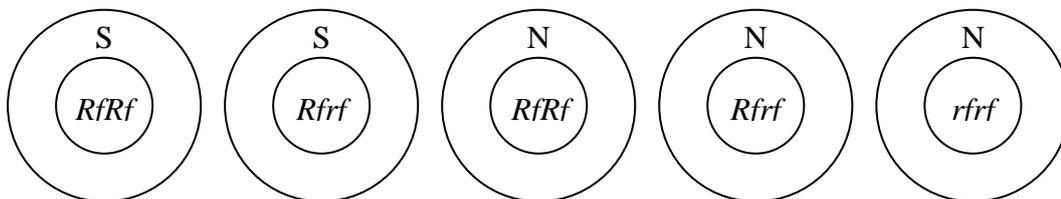
เนื่องจากข้าวเป็นพืชผสมตัวเองตามธรรมชาติ (self-pollinated crop) และดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) คือ มีทั้งเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ซึ่งมีการผสมของละอองเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียภายในดอก ดอกข้าวเป็นดอกแบบ cleistogamy คือการผสมเกสรเกิดขึ้นก่อนที่ดอกจะบาน ดังนั้น โอกาสที่จะเกิดการผสมข้ามของข้าวมีเพียง 0-5 เปอร์เซ็นต์ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมโดยการผสมพันธุ์จึงต้องกำจัดเกสรเพศผู้ (emasculation) ออกก่อนที่จะมีการผสมตัวเองเกิดขึ้นภายในดอก แล้วจึงนำเกสรเพศผู้ของสายพันธุ์ที่ต้องการมาผสมพันธุ์ ซึ่งต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ต่อมาเมื่อมีการค้นพบพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันในไซโตพลาสซึมแบบ WA ในข้าวโดยศาสตราจารย์หยวน ลองปิง (Erickson, 1969; Shinjyo, 1969; Athwal and Virmani, 1972; Li and Zhu, 1988; Yuan and Virmani, 1988) ทำให้จีนเป็นประเทศแรกที่พัฒนาระบบความเป็นหมันของเพศผู้เนื่องจากไซโตพลาสซึม (cytoplasmic-genetic male sterility) ในข้าวในปี พ.ศ 2516 (Virmani, 1994b; Virmani and Sharma, 1993) และได้นำระบบพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมมาใช้ในการผลิตพันธุ์ข้าวลูกผสมเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม (Yuan, 1992; Virmani *et al.*, 1997 ;Lin and Yuan, 2000)

## ลักษณะเพศผู้เป็นหมัน

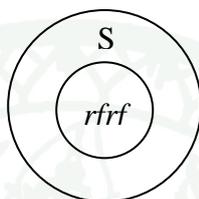
เพศผู้เป็นหมัน (male sterility) ในพืช หมายถึง การที่พืชไม่สามารถสร้างเชื้อสปีมน์เพศผู้ได้ตามปกติ หรือการที่พืชสร้างเชื้อสปีมน์เพศผู้ที่ผิดปกติและไม่สามารถผสมกับเชื้อสปีมน์เพศเมียจนเกิดเป็นเมล็ดหรือผลได้ (Allard, 1960) เช่น อับละอองเกสรผู้ไม่แตกหรือไม่พัฒนาตามปกติ หรือละอองเกสรผู้เป็นหมัน (pollen sterility) หรือไม่มีการสร้างละอองเกสรผู้แต่รังไข่ทำหน้าที่ปกติ (วาสนา, 2549) ลักษณะเพศผู้เป็นหมันมีประโยชน์มากต่อการผสมข้ามในพืชผสมตัวเอง เพราะไม่ต้องทำลายเกสรเพศผู้ของต้นแม่ด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้สามารถผลิตเมล็ดลูกผสมได้ในปริมาณมากๆ ลักษณะพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันมีอยู่ 2 แบบ คือ เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากยีนในนิวเคลียส และเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม (Briggs and Knowles, 1967)

ลักษณะเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากยีนในนิวเคลียส (genetic male sterility) คือ การที่ละอองเกสรผู้เป็นหมันเนื่องจากยีนในนิวเคลียส เพศผู้เป็นหมันแบบนี้ส่วนมากถูกควบคุมด้วยยีนแฝงเพียง 1 ตัว (Kaul, 1988) ใช้สัญลักษณ์  $ms$  ซึ่งอาจพบได้ในธรรมชาติ แต่อาจพบยีนแฝงที่ควบคุมความเป็นหมันของเพศผู้หลายตัว เช่น ในยาสูบลักษณะเพศผู้เป็นหมันถูกควบคุมด้วยยีนแฝง 2 ตัว คือ  $ms_1$  และ  $ms_2$  การเป็นหมันของเพศผู้เนื่องจากยีนในนิวเคลียสสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมในพืชผสมตัวเองตามธรรมชาติ (กฤษฎา, 2544)

ลักษณะเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม (cytoplasmic male sterility หรือ cms) หมายถึง การเป็นหมันของละอองเกสรผู้ถูกควบคุมด้วยไซโตพลาสซึมและยีนในนิวเคลียส ไซโตพลาสซึมที่เป็นสาเหตุให้เพศผู้เป็นหมัน เรียกว่า sterile cytoplasm ใช้สัญลักษณ์ S สำหรับไซโตพลาสซึมปกติใช้สัญลักษณ์ N ซึ่งทำให้ละอองเกสรผู้ปกติ ยีนที่ควบคุมความเป็นหมันของเพศผู้เป็นยีนแฝง ใช้สัญลักษณ์  $rf$  อาจพบ 1 หรือ 2 อัลลีล หรือมากกว่าก็ได้ ลักษณะเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมจะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้โดยผ่านทางไข่ (egg) เท่านั้น การทำงานของไซโตพลาสซึมที่เป็นหมันจะเกี่ยวข้องกับอิทธิพลของยีน  $Rf$  (fertility restoring gene) ที่อยู่บนโครโมโซมในนิวเคลียส ปฏิกริยาร่วมกันระหว่างยีนในนิวเคลียสและไซโตพลาสซึมจะทำให้เกิดลักษณะเพศผู้เป็นหมัน และเพศผู้ปกติ เช่น N กับ  $Rf/rf$  ทำให้เพศผู้ปกติ S กับ  $rf/rf$  ทำให้เพศผู้เป็นหมัน (ภาพที่ 1 และ 2) พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันแบบนี้ส่วนมากจะนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมทั้งในพืชผสมตัวเองและผสมข้าม เช่น ข้าว ข้าวฟ่าง ฝ้าย หัวหอมใหญ่ ข้าวโพด ทานตะวัน และผักต่างๆ (วาสนา, 2549; ประดิษฐ์, 2546)



ภาพที่ 1 ปฏิกริยาร่วมกันระหว่างยีนในนิวเคลียส และไซโตพลาสซึมของต้นที่มีเพศผู้ปกติ



ภาพที่ 2 ปฏิกริยาร่วมกันระหว่างยีนในนิวเคลียส และไซโตพลาสซึมของต้นที่มีเพศผู้เป็นหมัน

พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันที่ใช้ในการผลิตข้าวลูกผสมเพื่อปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันจัดเป็นแบบ cms ซึ่งลักษณะเพศผู้เป็นหมันนี้ถูกควบคุมโดยปฏิกริยาร่วมกันระหว่างยีนในนิวเคลียส และไซโตพลาสซึม (Yao *et al.*, 1997; Kaul, 1988)

#### การจำแนกสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันในข้าว

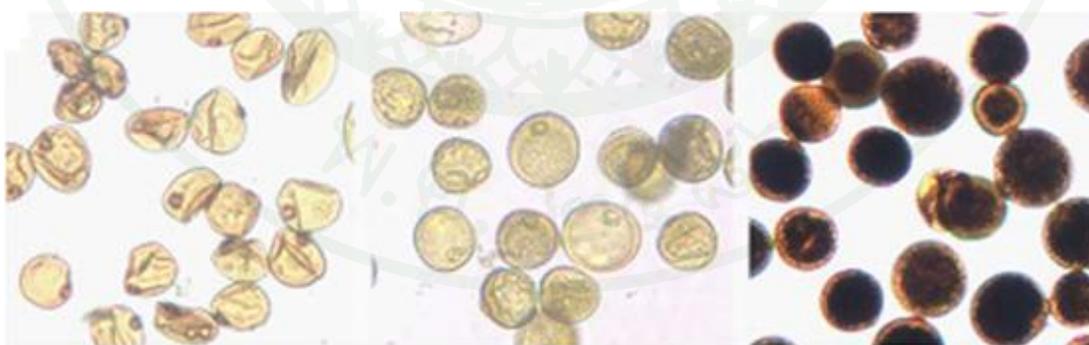
สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมในข้าวสามารถจำแนกได้เป็น 3 แบบ (Yuan *et al.*, 2003; Shaoqing *et al.*, 2007) ดังนี้

1. สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ WA type สายพันธุ์ชนิดนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยการผสมกลับโดยใช้ข้าวป่าที่มีละอองเกสรผู้ที่เป็นหมันเป็นสายพันธุ์แม่กับข้าว *indica* ที่มีอายุเกือบเกี่ยวสิ้น เช่น พันธุ์ Er-jiu-Nan1, Zhan-shan97, V20 และ V41 เป็นสายพันธุ์พ่อ ลักษณะเพศผู้เป็นหมันชนิดนี้ควบคุมด้วยยีนแฝง 2 คู่อยู่ในนิวเคลียส และไซโตพลาสซึม สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด WA type มีละอองเกสรผู้ผิดปกติแบบ typical abortive type กล่าวคือ ละอองเกสรมีรูปร่างผิดปกติ เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปกระสวย และอื่นๆ (ภาพที่ 3) เมื่อเชื่อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ( $I_2-KI$ )

ละอองเกสรผู้จะไม่ติดสี ละอองเกสรผู้ที่ผิดปกติจะเกิดขึ้นในระยะที่มี 1 นิวเคลียส เรียกว่า uninucleate abortive type

2. สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ Hong-Lien type สายพันธุ์นี้ได้มาจากการผสมกลับของข้าวป่าที่มีหางสีแดงและมีละอองเกสรผู้ที่เป็นหมันเป็นสายพันธุ์แม่ กับข้าว indica ต้นสูง เช่น พันธุ์ Lien-Tang-Zao เป็นสายพันธุ์พ่อ ลักษณะเพศผู้เป็นหมันชนิดนี้ควบคุมด้วยยีนแฝง 1 คู่อยู่ในนิวเคลียส และไซโทพลาสซึม สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด Hong-Lien type มีละอองเกสรผู้ผิดปกติแบบ spherical abortive กล่าวคือ มีรูปร่างกลมแต่เมื่อย้อมด้วยสารละลาย  $I_2-KI$  จะไม่ติดสีหรือติดสีจางๆ ลักษณะละอองเกสรผู้ที่ผิดปกติจะเกิดขึ้นในระยะที่มี 2 นิวเคลียส เรียกว่า binucleate abortive type

3. สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ BT type สายพันธุ์นี้ได้มาจากการผสมกลับของข้าวพันธุ์ Taichung 65 ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่ กับพันธุ์ Li-ming และ Feng-Jin ซึ่งได้ถ่ายทอดมาจาก BT-C และสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าว Sinica เป็นสายพันธุ์พ่อ ลักษณะเพศผู้เป็นหมันชนิดนี้ควบคุมด้วยยีนแฝง 1 คู่อยู่ในนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ BT type มีละอองเกสรผู้ที่ผิดปกติแบบ stained abortion กล่าวคือ ละอองเกสรผู้มีรูปร่างกลมและเล็กกว่าปกติ เมื่อย้อมด้วย  $I_2-KI$  จะติดสีบางส่วน ละอองเกสรผู้ที่ผิดปกติจะเกิดขึ้นในระยะที่มี 3 นิวเคลียส เรียกว่า trinucleate abortive type



WA type

Hong-Lien type

BT type

ภาพที่ 3 ลักษณะของละอองเกสรผู้ของสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโทพลาสซึมแบบ

WA type, Hong-Lien type และ BT type

ที่มา: Shaoqing *et al.* (2007)

## การแก้ความเป็นหมัน

ในการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมต้องมีสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน (fertility restorer genes) ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีและมีการพัฒนาของอับละอองเกสรผู้ที่ดี มีจำนวนของละอองเกสรผู้มาก ลักษณะการบานของดอกนาน และให้ลูกผสมที่แสดงความคิดเด่นเหนือกว่าพ่อและแม่อย่างชัดเจน (Yuan *et al.*, 1994; Virmani *et al.*, 1982) ยีนแก้ความเป็นหมันของสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ WA type คือ *Rf3* และ *Rf4* ดังนั้นสายพันธุ์แก้ความเป็นหมันที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อในการสร้างลูกผสมต้องมียีนดังกล่าว (Zhan *et al.*, 1997; Yao *et al.*, 1997; Tan and Trangroonrang, 1998) สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ BT type มียีน *Rf1a* และ/หรือ *Rf2a* ซึ่งอยู่บนโครโมโซมที่ 10 ซึ่งควบคุมลักษณะการแก้ความเป็นหมัน (Komori *et al.*, 2003; Akagi *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 1997) สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันแบบ Hong-Lien type มียีน *Rf5* หรือ *Rf6(t)* ซึ่งอยู่บนโครโมโซมที่ 10 ซึ่งควบคุมลักษณะการแก้ความเป็นหมัน (Liu *et al.*, 2004)

## การพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม

การพัฒนาข้าวลูกผสมและปลูกเป็นการค้าโดยสาธารณรัฐประชาชนจีนซึ่งเป็นประเทศแรก ที่ค้นพบวิธีการเพิ่มผลผลิตข้าวต่อพื้นที่โดยใช้พันธุ์ข้าวลูกผสม (Yuan *et al.*, 1994; Lin and Yuan 1980) และได้ตระหนักถึงศักยภาพของข้าวลูกผสม จึงได้จัดตั้งโครงการวิจัยข้าวลูกผสมขึ้นในปี พ.ศ. 2507 (Yuan and Fu, 1996) และเป็นประเทศแรกที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาข้าวลูกผสมโดยใช้พันธุ์กรรมเพศผู้เป็นหมันแบบ CMS และสามารถปลูกข้าวลูกผสมเป็นการค้าได้ ตั้งแต่ พ.ศ. 2518 ปัจจุบันสาธารณรัฐประชาชนจีนมีพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมประมาณ 110 ล้านไร่ พันธุ์ข้าวลูกผสมได้แพร่หลายไปยังประเทศผู้ผลิตข้าวอื่นๆ อีกหลายประเทศ ประมาณได้ว่ามีพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมในเวียดนาม 2.12 ล้านไร่ อินเดีย 1.25 ล้านไร่ บังกลาเทศ 312,000 ไร่ สหรัฐอเมริกา 62,500 ไร่ ฟิลิปปินส์ 31,250 ไร่ และพม่า 31,250 ไร่ การขยายพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมในหลายประเทศได้สร้างธุรกิจการผลิตและการจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมอย่างกว้างขวาง (Virmani and Edwards, 1983; บริบูรณ์ และปัทมา, 2550)

ความสำเร็จของการผลิตข้าวลูกผสมในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ทำให้ทุกๆ ปี สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นจนเพียงพอสำหรับเลี้ยงประชากร และช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนอาหารของโลกและเพิ่มรายได้ของเกษตรกร ในขณะที่ทั่วโลกกำลังเผชิญกับปัญหา

ประชากรที่เพิ่มขึ้นแต่พื้นที่เพาะปลูกลดลง และหลังจากสาธารณรัฐประชาชนจีนประสบความสำเร็จในการผลิตข้าวลูกผสมร่วมกับศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมที่สูงกว่าข้าวพันธุ์ดีประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ (Yuan and Virmani, 1988) สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) จึงได้เริ่มงานวิจัยข้าวลูกผสมขึ้นในปี พ.ศ. 2522 (Virmani, 2003) จากนั้นประเทศอื่นๆ ในเอเชียได้ให้ความสนใจเรื่องข้าวลูกผสม Yaun (2005) รายงานว่าปัจจุบันสาธารณรัฐประชาชนจีนมีพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมเพื่อการค้า 50 % ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด โดยข้าวลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 1,105 กก./ไร่ ในขณะที่ข้าวพันธุ์ทั่วไปให้ผลผลิตเฉลี่ย 864 กิโลกรัม/ไร่

ประเทศจีนมีความก้าวหน้าและประสบความสำเร็จทั้งด้านการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมและการพัฒนาเทคนิคการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมให้ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมทั่วประเทศ ในขณะเดียวกันพันธุ์ข้าวลูกผสมจากประเทศจีนได้รับการนำไปปลูกทดสอบในหลายประเทศ เช่น เวียดนามและพม่า และพบว่าข้าวลูกผสมจากจีนสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศทั้งสองได้ดี จึงมีการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมของจีนเข้ามาปลูกในประเทศเวียดนาม โดยเริ่มต้นเมื่อปี พ.ศ. 2536 เวียดนามได้เพาะปลูกข้าวลูกผสมของจีนในพื้นที่ 40,000 เฮกตาร์ และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนในปี พ.ศ. 2548 พื้นที่เพาะปลูกข้าวลูกผสมในเวียดนามมีมากกว่า 600,000 เฮกตาร์ ผลผลิตรวมประมาณ 100 ล้านกิโลกรัม ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น 40% (Hoan and Nghia, 2003) ซึ่งทำให้เวียดนามกลายเป็นประเทศส่งออกข้าวรายใหญ่อันดับ 2 ของเอเชียรองจากไทย ทั้งนี้ เวียดนามมีการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมจากจีนมากกว่า 60% Toan and Hoan (2002) รายงานว่าประเทศเวียดนามมีพื้นที่ปลูกข้าวลูกผสมเพื่อการค้าประมาณ 340,000 เฮกตาร์ (2.13 ล้านไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 1,050 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ข้าวพันธุ์ทั่วไปให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 670 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนประเทศอื่นๆ ได้พยายามวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมโดยการพัฒนาสายพันธุ์ A สายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R ที่เหมาะสมจากพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ หรือนำสายพันธุ์ที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ มาทดสอบหรือพัฒนาต่อ เมื่อได้กลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง แล้วจึงพัฒนาเทคนิคการผลิตเมล็ดพันธุ์ และสร้างธุรกิจเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมขึ้นภายในประเทศ

ในประเทศไทย มีการวิจัยและพัฒนาข้าวลูกผสมมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2522 จนถึงปัจจุบัน โดยนำพันธุ์ข้าวลูกผสมจากสาธารณรัฐประชาชนจีนเข้ามาปลูกทดสอบ แต่ข้าวลูกผสมจากจีนไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย จึงได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ.

2537–2538 (Amornsilpa et al., 1994; Chitrakon *et al.*, 1986) สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาข้าวลูกผสมแบบ 3 สายพันธุ์ และสามารถปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน สายพันธุ์แก่ ความเป็นหมัน และสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันจากพันธุ์ข้าวไทย สร้างลูกผสมที่สามารถให้ ผลผลิตประมาณ 1,264 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าข้าวพันธุ์มาตรฐานที่ให้ผลผลิตสูง เช่น ชัยนาท 1 และ สุพรรณบุรี 1 เท่ากับ 50–70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการทดสอบผลผลิตของข้าวลูกผสมที่ ภาคเอกชนได้นำเข้ามาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ข้าวลูกผสมพันธุ์ดีของจีนให้ผลผลิตสูง ถึง 1,143 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าผลผลิตที่ได้จากพันธุ์ข้าวปทุมธานี 1 และพิษณุโลก 2 ประมาณ 27 และ 59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตที่ได้รับจากพันธุ์ข้าวลูกผสมของไทยและที่นำเข้ามาจาก ประเทศจีน ถึงแม้ว่าจะเป็นผลผลิตที่ไม่สูงเช่นที่ปลูกในประเทศจีน แต่ก็เป็ผลผลิตระดับเดียวกับ ที่ประเทศเวียดนาม แสดงว่า ประเทศไทยมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยใช้ข้าวลูกผสม เช่นเดียวกับประเทศผู้ผลิตข้าวอื่นๆ ในภูมิภาคนี้ (บริบูรณ์ และปัทมา, 2550)

### ความดีเด่นของลูกผสม

ลูกผสม คือ ลูกรุ่นที่ 1 ( $F_1$ ) ที่ได้มาจากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์อินเบรด 2 สายพันธุ์ ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดี ลูกผสมจะแสดงความแข็งแรงในการเจริญเติบโต ความสามารถในการ ให้ผลผลิต ความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและลักษณะอื่นๆ ที่ดีกว่าพ่อและแม่ ซึ่ง เรียกว่า ความดีเด่นของลูกผสม (heterosis หรือ hybrid vigor) (Shull, 1952) เราสามารถคำนวณหา ความดีเด่นของลูกผสม ได้ ดังนี้

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

$$\text{Heterobeltiosis} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสม } F_1 - \text{พันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด}}{\text{พันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด}} \times 100$$

$$\text{Standard heterosis} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสม } F_1 - \text{พันธุ์มาตรฐาน}}{\text{พันธุ์มาตรฐาน}} \times 100$$

ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมนิยมใช้ Heterobeltiosis และ Standard heterosis วัดค่าความ ดีเด่นของลูกผสมในการแสดงออกของลักษณะต่างๆ

Nguyen *et al.* (1995) รายงานว่าข้าวลูกผสมที่ได้จากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติหลายพันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ดีที่สุดของประเทศเวียดนาม 18 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ข้าวลูกผสมพันธุ์ Shan-You 3, Shan-You-Gui 99, Shan-You-Guang 12 และ Bo-You 64 ที่นำเข้ามาจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เมื่อปลูกในภาคเหนือของประเทศเวียดนาม ให้ผลผลิต 6.5 ถึง 8.5 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ CR203 ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองของประเทศเวียดนาม

Yuan and Chen (1988) ได้ศึกษาข้าวลูกผสมพันธุ์ Nan-You 2 และ Nan-You 6 พบว่าข้าวลูกผสมแสดงความดีเด่นของลูกผสมอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงออกในลักษณะต่างๆ ทางสรีรวิทยาและทางสัณฐานวิทยา โดยข้าวลูกผสมจะแตกกอภายหลังการตกกล้า 12 วัน ซึ่งเร็วกว่าสายพันธุ์พ่อ 6 ถึง 8 วัน

### การผลิตข้าวลูกผสม

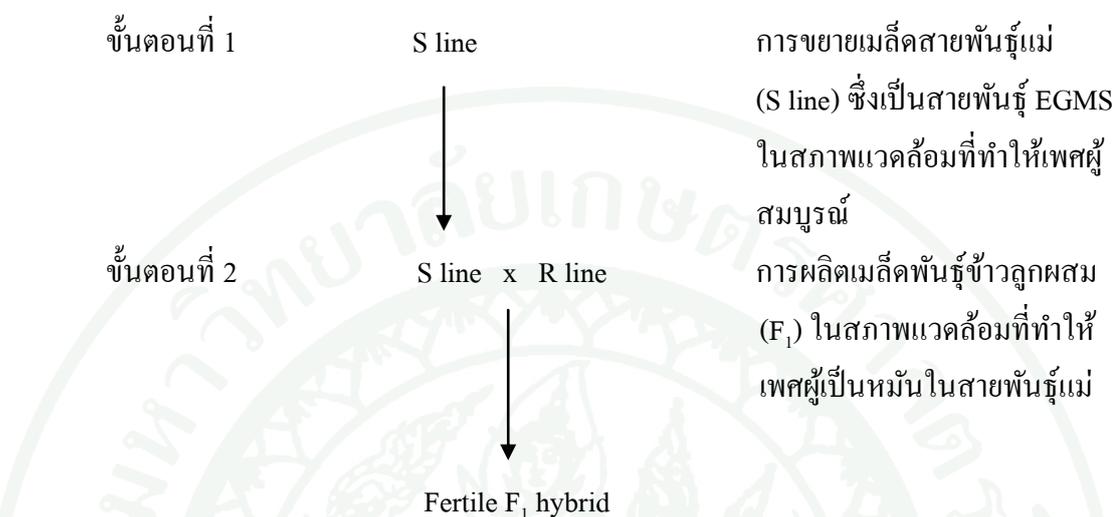
การพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบ ระบบแรก คือ ระบบ 3 สายพันธุ์ (three-line sterility) หรือระบบ CMS (cytoplasmic male sterility) ประกอบด้วยสายพันธุ์ A (A line) หรือสายพันธุ์แม่ที่มีเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม (cytoplasmic male sterile line หรือ CMS line) สายพันธุ์ B (B line) หรือสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (maintainer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝด (isogenic line) กับสายพันธุ์ A แต่มีเกสรผู้ปกติ และสายพันธุ์ R (R line) หรือสายพันธุ์แก้ความเป็นหมันของเพศผู้ (fertility restorer line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อที่มีเกสรผู้ปกติ ส่วนอีกระบบหนึ่ง คือ ระบบ 2 สายพันธุ์ หรือระบบ EGMS (environmental sensitive genic male sterility) ประกอบด้วยสายพันธุ์แม่ (S line หรือ EGMS line) ที่มีเพศผู้เป็นหมันซึ่งเกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิหรือช่วงแสง และสายพันธุ์พ่อที่มีเกสรผู้ปกติ (Yuan and Fu 1996; Virmani, 2003)

### ระบบ 3 สายพันธุ์

การผลิตข้าวลูกผสมแบบ 3 สายพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วย สายพันธุ์ A หรือสายพันธุ์แม่ที่มีพันธุ์กรรมเพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึม สายพันธุ์ B หรือสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝดกับสายพันธุ์ A แต่มีเกสรผู้ปกติ และสายพันธุ์ R หรือสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นสายพันธุ์พ่อและมีละอองเกสรผู้ที่สมบูรณ์ (Yuan and Virmani, 1988)



หลังจากต้นข้าวสร้างรวงอ่อน) ผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ S กับสายพันธุ์ R เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบ 2 สายพันธุ์

#### สมรรถนะการผสมของสายพันธุ์

หลังจากการพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน ได้มาแล้วต้องทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ก่อนที่จะนำไปใช้ในการสร้างลูกผสม สมรรถนะการผสมแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability หรือ GCA) หมายถึง ความสามารถของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง เมื่อนำไปผสมกับอีกหลายพันธุ์แล้วให้ค่าเฉลี่ยของลูกที่ดีและสมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability หรือ SCA) หมายถึง ความสามารถของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง เมื่อผสมกับอีกสายพันธุ์หนึ่งแล้วให้ลูกผสมที่ดี (Sprague and Tatum, 1942; Hayman, 1957) ในทางพันธุศาสตร์สมรรถนะการผสมทั่วไปเป็นการแสดงถึงปฏิกริยาของยีนแบบบวกสะสม (additive gene action) และสมรรถนะการผสมเฉพาะเป็นการแสดงถึงปฏิกริยาของยีนแบบไม่บวกสะสม (non-additive gene action) แต่ถ้ามีปฏิกริยาของยีนต่างตำแหน่ง (epistasis) ด้วยแล้วค่าสมรรถนะการผสมทั้งสองแบบจะรวมเอาปฏิกริยาของยีนต่างตำแหน่งเข้าไว้ด้วยกัน (Rojas and Sprague, 1952)

การทดสอบสมรรถนะการผสมที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ การใช้พันธุ์ทดสอบได้ถูก topcross การผสมแบบพบกันหมดภายในในกลุ่ม (diallel cross) และการผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) (กฤษฎา, 2551)

### การทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์โดยใช้พันธุ์ทดสอบ

Allard (1960) ได้ให้ความหมายของการทดสอบรุ่นลูกว่าเป็นการทดสอบคุณสมบัติหรือจีโนไทป์ (genotypes) ของพ่อแม่โดยพิจารณาจากการแสดงออกของลูกซึ่งเกิดขึ้นโดยระบบการผสมพันธุ์แบบใดแบบหนึ่ง การใช้พันธุ์ทดสอบ (tester) เป็นวิธีการที่น่าเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการทดสอบสายพันธุ์แท้หรือพันธุ์ผสมเปิดเบื้องต้น ซึ่งจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะในการผสมทั่วไปของสายพันธุ์เท่านั้น หลังจากนั้นต้องทดสอบเพื่อหาความสามารถในการผสมกันของแต่ละสายพันธุ์หรือเป็นการทดสอบสมรรถนะการผสมเฉพาะของสายพันธุ์ (Jenkins, 1978) การทดสอบสมรรถนะการผสมโดยใช้พันธุ์ทดสอบ ช่วยทำให้สามารถคัดพืชจำนวนมากทิ้งไปก่อนทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ซึ่งต้องใช้เวลาอีกหลายปี จึงเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย (Sprague, 1964)

การทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์โดยการใช้สายพันธุ์ทดสอบ ทำได้โดยการนำสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบผสมข้ามกับพันธุ์ทดสอบ อาจใช้สายพันธุ์ทดสอบเพียงหนึ่งสายพันธุ์หรือมากกว่าก็ได้ (กฤษฎา, 2544) การทดสอบสมรรถนะการผสมทั่วไปเพื่อรวมพันธุ์หรือสายพันธุ์จำนวนมาก มาสร้างพันธุ์ผสมเปิดหรือพันธุ์สังเคราะห์ ควรใช้พันธุ์ทดสอบในการผสม (กฤษฎา, 2551)

Jenkins และ Brunson (1932) ได้รายงานว่าการทดสอบลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้และพันธุ์ผสมปล่อย สามารถใช้เป็นการทดสอบเบื้องต้นเพื่อจัดสายพันธุ์ที่ไม่ต้องการได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ต้องเสี่ยงที่จะต้องสูญเสียสายพันธุ์ที่ดีไป สายพันธุ์แท้ที่ให้ผลผลิตต่ำเมื่อผสมกับพันธุ์ทดสอบ จะให้ผลผลิตต่ำในลูกผสมเดี่ยวด้วย ในขณะที่เดียวกันสายพันธุ์แท้ที่ให้ผลผลิตสูงเมื่อผสมกับพันธุ์ทดสอบ ก็จะให้ผลผลิตสูงในลูกผสมเดี่ยวด้วย

Matzinger (1953) รายงานว่าพันธุ์ทดสอบที่เหมาะสมจะต้องสามารถประเมินผลของสายพันธุ์ และให้รายละเอียดที่ถูกต้องในการจัดแบ่งสายพันธุ์ตามความดีเด่น สามารถให้รายละเอียดการ

แสดงออกของสายพันธุ์ที่ถูกทดสอบได้มากที่สุดเมื่อใช้ปลูกในสภาพแวดล้อมต่างๆ และเมื่อใช้พันธุ์ทดสอบที่มีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์ที่จะทดสอบ จะให้ลูกที่มีสหสัมพันธ์ต่ำในลักษณะต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับลูกที่เกิดจากพันธุ์ทดสอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์ ซึ่งให้เห็นว่าพันธุ์ทดสอบที่ต่างกัน มีผลให้ลำดับของสายพันธุ์แตกต่างกันได้ (Keller, 1949)

### การทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ในช่วงแรกๆ

การทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ในช่วงแรกๆ จะสามารถแยกสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพตั้งแต่ช่วงแรกๆ พืชที่ให้ผลผลิตดีในการผสมกับพันธุ์ทดสอบในช่วงแรกๆ ก็มักจะให้สายพันธุ์แท้ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีในรุ่นหลังๆ การทดสอบสมรรถนะการผสมในช่วงแรกๆ เพื่อคัดเลือกลูกสายพันธุ์ที่จะนำมาสีกัดเป็นสายพันธุ์แท้ที่สามารถคัดสายพันธุ์ที่ไม่ต้องการทิ้งไปได้กว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (กฤษฎา, 2551; Sprague, 1946)

Jenkins (1935) รายงานว่าการทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์โดยการผสมกับพันธุ์ทดสอบในช่วงแรกๆ สามารถจำแนกสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ และคัดสายพันธุ์ที่ไม่ดีทิ้งไปได้ตั้งแต่ในระยะแรกๆ และสายพันธุ์ที่ดีก็ยังคงรักษาสมรรถนะการผสมที่ดีไว้ได้ในชั่วต่อๆ ไป

O'Brien *et al.* (1978) ได้อธิบายว่าประสิทธิภาพของการคัดเลือกและทดสอบผลผลิตในช่วงแรกๆ นั้นขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมในแต่ละชั่ว ความแปรปรวนของยีนโบทิปและความแปรปรวนของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนโบทิปกับสภาพแวดล้อม รวมทั้งความสามารถในการแสดงออกถึงความแตกต่างระหว่างยีนโบทิปในช่วงแรกๆ และยังคงความสามารถนี้ในช่วงหลังๆ วิธีการคัดเลือกตั้งแต่ช่วงแรกๆ จะได้ผลเมื่อสหสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของยีนโบทิปที่คัดเลือกในช่วงแรกๆ กับการแสดงออกของยีนโบทิปนั้นๆ ในรุ่นลูกมีค่าสูง

Knott (1979) ได้ปลูกข้าวสารีรุ่นที่ 2 จำนวน 8 กลุ่มสมในแปลงทดลองที่มีความสม่ำเสมอแล้วทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์รุ่นที่ 3 ที่ได้จากการคัดเลือกต้นในรุ่นที่ 2 และที่ไม่ได้คัดเลือกต้นในรุ่นที่ 2 พบว่าผลผลิตของสายพันธุ์รุ่นที่ 3 ระหว่างพวกที่ได้จากการคัดเลือกในรุ่นที่ 2 และพวกที่ไม่ได้จากการคัดเลือกในรุ่นที่ 2 นั้นแตกต่างกันทางสถิติ และได้ทดสอบผลผลิตในรุ่นที่ 4 อีกครั้งพบว่าสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในรุ่นที่ 3 จะให้สายพันธุ์รุ่นที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงเช่นกัน

Hallauaer and Miranda (1981) รายงานว่าการทดสอบสายพันธุ์โดยการผสมกับพันธุ์ทดสอบนี้อาจทำได้ในระยะกลางๆ ของการผสมตัวเอง ซึ่งก็เรียกว่าการทดสอบในระยะแรกๆ ได้เช่นกัน โดยทดสอบในรุ่นที่ 1 ถึง 3 ของการผสมตัวเอง และแม้ว่าวิธีทดสอบในระยะแรกนี้ จะไม่บอกถึงความสัมพันธ์ที่สมบูรณ์ระหว่างชั่วเริ่มต้นและชั่วหลังของการผสมตัวเอง แต่ก็สามารถแยกประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีสมรรถนะการผสมสูงและต่ำ ทำให้การคัดเลือกและการทดสอบเน้นหนักไปยังกลุ่มที่มีสมรรถนะการผสมสูงได้ ซึ่งทำให้ประหยัดแรงงาน เวลา และค่าใช้จ่ายลงได้มาก

### การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน

การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน (สายพันธุ์ A) โดยตรงเพื่อให้มีผลผลิตสูงและลักษณะทางเกษตรที่ดีย่อมทำไม่ได้ เพราะสายพันธุ์ A เป็นหมัน จึงจำเป็นต้องปรับปรุงสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (สายพันธุ์ B) ขึ้นมาก่อน โดยวิธีผสมกลับ (backcross) เพื่อถ่ายทอดลักษณะความเป็นหมันจากสายพันธุ์ A มายังสายพันธุ์ B โดยปกติจะผสมกลับประมาณ 6 ครั้ง ได้สายพันธุ์ A ใหม่ที่มีลักษณะต่างๆ เหมือนสายพันธุ์ B แต่จะแตกต่างกันเฉพาะไซโตพลาสซึมเท่านั้น สายพันธุ์ทั้งสองนี้จะเป็นสายพันธุ์คู่แฝดกัน (Virmani, 1997; House, 1980) ต่อจากนั้นจึงนำสายพันธุ์ A มาทดสอบสมรรถนะการผสมเพื่อที่จะพัฒนาสายพันธุ์ A และ B สำหรับการสร้างลูกผสมต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าขั้นตอนการทำงานปกติจะใช้เวลาประมาณ 15-20 รุ่น

รังสิต และคณะ (2531) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ในข้าว โดยใช้การผสมกลับ เพื่อถ่ายทอดลักษณะเพศผู้เป็นหมัน โดยนำสายพันธุ์ V20A ผสมกลับกับสายพันธุ์ กข 25 จากนั้นนำลูกรุ่นที่ 1 ไปปลูก คัดเลือกต้นเพศผู้เป็นหมันผสมกลับกับสายพันธุ์พ่อ 6 ครั้ง ได้สายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝด

อรพิน และคณะ (2535) ได้พัฒนาสายพันธุ์เพศ A โดยวิธีการผสมกลับ เพื่อถ่ายทอดลักษณะเพศผู้เป็นหมัน โดยนำสายพันธุ์ V20A และ IR46828A จากต่างประเทศมาผสมกับพันธุ์ข้าวของไทย สายพันธุ์ กข 21, ขาวดอกมะลิ 105, SPRLR76102-26-1-1 และ SPRLR75001-68-2-2 จากนั้นนำลูกรุ่นที่ 1 ไปปลูก คัดเลือกต้นเพศผู้เป็นหมันผสมกลับกับสายพันธุ์พ่อ 5 ถึง 6 ครั้ง ได้สายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝด

บึงอร และคณะ (2548) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A โดยวิธีการผสมกลับ โดยการถ่ายทอดลักษณะเพศผู้เป็นหมันจาก พันธุ์ V20A และพันธุ์ IR62829A ผสมกับข้าวสายพันธุ์ดีของไทย จำนวน 2 สายพันธุ์ คือสายพันธุ์ SPR87031-4-1-1-2 และพันธุ์ SPR89040-12-3-1-2 ที่ทดสอบแล้วว่าไม่มียีนแก้ความเป็นหมัน ผสมกลับ 7 ครั้ง พบว่า ได้สายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดกันจำนวน 2 คู่ ที่มีลักษณะทางเกษตรดี คือ สายพันธุ์ SPR04130A-B และสายพันธุ์ SPR04131A-B

### การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันโดยใช้วิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ

การนำความรู้ด้านการทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ มาประยุกต์ใช้พร้อมกับการผสมกลับเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ A และ B ไปพร้อมๆ กันจะช่วยลดเวลาในการทำงานลงได้มากกว่าวิธีปกติ (วาสนา, 2549)

ข้อดีของการพัฒนาสายพันธุ์ A โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ มีดังนี้

1. ลดจำนวนสายพันธุ์ที่จะต้องใช้ในการผสมกลับภายหลังการทดสอบผลผลิต (topcross yield trial) โดยการผสมสายพันธุ์ A กับพันธุ์ทดสอบ ในชั่วแรกๆ
2. คัดเลือกสายพันธุ์ B โดยพิจารณาจากสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A
3. พัฒนาสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ไปพร้อมกัน
4. ประหยัดเวลา ลดขั้นตอนการพัฒนาสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบปกติ
5. ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ธีระภักดิ์ (2528) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ของข้าวฟ่างโดยใช้วิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ โดยขั้นตอนแรกได้ผสมระหว่างสายพันธุ์ B แบบพบกันหมด ปลูกลูกรุ่นที่ 1 แล้วผสมลูกรุ่นที่ 1 กับสายพันธุ์ IS10564A ซึ่งเป็นสายพันธุ์ A เพื่อถ่ายทอดลักษณะเพศผู้เป็นหมัน และได้สายพันธุ์ A ใหม่คือ A<sub>1</sub> เป็นจำนวนมาก นำสายพันธุ์ A<sub>1</sub> ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ผสมกับพันธุ์ทดสอบ KU518 เพื่อสร้างลูก topcross แล้วทดสอบผลผลิตของลูก topcross และสายพันธุ์

B คัดเลือกสายพันธุ์ B ที่เป็นคู่แฝดกับสายพันธุ์ A ที่ให้ผลผลิตลูก topcross สูงผลการศึกษพบว่าสายพันธุ์ A ที่เป็นคู่แฝดกับสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงไม่ได้มีสมรรถนะการผสมสูงด้วย ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์ A โดยดูจากผลผลิตของสายพันธุ์ B อย่างเดียวอาจทำให้การคัดเลือกไม่ถูกต้องควรต้องพิจารณาจากผลผลิตลูก topcross ด้วย

ธีรศิลป์ (2531) ได้ปรับปรุงพันธุ์สายพันธุ์ A ของข้าวฟ่างโดยนำสายพันธุ์ A และ B ที่มีลักษณะทางเกษตรที่ดีและมีสมรรถนะการผสมสูงกับพันธุ์ทดสอบ KU518 จำนวน 39 คู่จากงานของธีระภัทร์ (2528) มาผสมกลับไปยังสายพันธุ์ A อีก 3 ครั้ง จากนั้นผสมสายพันธุ์ A กับพันธุ์ทดสอบ คือ สายพันธุ์ KU518-2 และ KU509-2 พบว่าสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมดีในช่วงแรกๆ ยังมีสมรรถนะการผสมที่ดีในช่วงต่อๆ มา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดี โดยการทดสอบสมรรถนะการผสมในช่วงแรกๆ และคัดเลือกจากค่าเฉลี่ยของพันธุ์ทดสอบหลายๆ สายพันธุ์ เป็นวิธีการคัดเลือกที่มีประสิทธิภาพ การใช้พันธุ์ทดสอบหลายๆ พันธุ์โดยการรวมละอองเกสรก่อนการผสมจะช่วยลดปริมาณงานและทำให้การคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่ดีในขั้นตอนสุดท้ายถูกต้องมากขึ้น

การปรับปรุงสายพันธุ์ A นอกจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ B ด้วยกันเองตามที่กล่าวมาแล้วยังมีอีกวิธีหนึ่ง คือการผสมระหว่างสายพันธุ์ B กับสายพันธุ์ R ที่มีสมรรถนะการผสมสูง มีลักษณะทางเกษตรที่ดี และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี อภิชาติ (2530) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ของข้าวฟ่างโดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ B กับสายพันธุ์ R และใช้วิธีการผสมกลับร่วมกับการทดสอบสมรรถนะการผสมในช่วงแรกๆ พบว่าการคัดเลือกสายพันธุ์ A นั้นควรพิจารณาคัดเลือกจากสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมสูง และมีลักษณะทางเกษตรที่ดีกับตัวทดสอบ ไม่ใช่ดูจากผลผลิตของสายพันธุ์ B เพียงอย่างเดียว

กมลสัน (2537) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ของข้าวฟ่างอาหารสัตว์ โดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ B กับสายพันธุ์ R ที่มีลักษณะทางอาหารสัตว์ที่ดี แล้วผสมกลับกับสายพันธุ์ A ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดกับสายพันธุ์ B และทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ใหม่ไปพร้อมๆ กันตั้งแต่ในลูกรุ่นที่ 2 เป็นต้นไป พบว่าสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ R ได้จากการผสมกลับเพียงไม่กี่ชั่ว และยังสามารถแยกความแตกต่างในสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ต่างๆ ได้ตั้งแต่ชั่วแรกๆ จึงอาจกล่าวได้ว่าวิธีการนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาสายพันธุ์ A

พงษ์ศักดิ์ (2538) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ของข้าวฟ่างที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R ได้ลูกรุ่นที่ 1 ปลูกลูกข้าวที่ 1 และ 2 แล้วนำลูกรุ่นที่ 2 ที่คัดเลือกได้ผสมกับสายพันธุ์ A (Tx2758A) ได้ลูกผสม ในขณะที่เดียวกันลูกรุ่นที่ 2 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 3 ปลูกลูกรุ่นที่ 3 ผสมกลับไปหาสายพันธุ์ A ใหม่ (A') ที่เป็นคู่กันในลูกรุ่นที่ 2 แล้วจำแนกลูกรุ่นที่ 2 ออกเป็นสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R ในขณะเดียวกันลูกรุ่นที่ 3 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 4 ปลูกลูกรุ่นที่ 4 ผสมกลับไปหาสายพันธุ์ A'' ในขณะเดียวกันก็ผสมกับตัวทดสอบ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้จากการรวมละอองเกสรผู้ของสายพันธุ์ R 2 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 ได้จากการรวมละอองเกสรผู้ของสายพันธุ์ R 5 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ 3 เป็นพันธุ์แท้ KU 439 พบว่า สายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่เป็นคู่กันมีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกันมากหลังจากการผสมกลับเพียง 2 ครั้ง ในขณะเดียวกันการผสมสายพันธุ์ A กับตัวทดสอบทำให้สามารถคัดทิ้งสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมต่ำออกไปตั้งแต่ช่วงแรกๆ และการใช้ตัวทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันในการจำแนกสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A กลุ่มเดียวกัน ถึงแม้ว่าตัวทดสอบทั้ง 3 กลุ่มจะมีฐานทางพันธุกรรมแตกต่างกัน

สุภาวิณี (2548) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ของข้าวโดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ B กับสายพันธุ์ R ได้ลูกรุ่นที่ 1 และ 2 แล้วนำลูกรุ่นที่ 2 ที่คัดเลือกได้ผสมกลับกับสายพันธุ์ A ได้ลูกผสมกลับ BC<sub>1</sub> แล้วจำแนกลูกรุ่นที่ 2 ออกเป็นสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R จากนั้นปลูกลูกรุ่นที่ 3 ของสายพันธุ์ B แล้วผสมกลับกับสายพันธุ์ A' ที่เป็นคู่กัน ได้สายพันธุ์ A'' แล้วปลูกลูกรุ่นที่ 4 ของสายพันธุ์ B เพื่อทดสอบผลผลิต ในขณะเดียวกันก็ทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A'' ที่ได้ใหม่โดยการผสมกับพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็นสายพันธุ์ R เพื่อสร้างลูก topcross แล้วทดสอบผลผลิตของลูก topcross พบว่าจากการทดสอบผลผลิตของลูก topcross และสายพันธุ์ B ทำให้สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ A และ B ใหม่ที่เป็นคู่แฝดกันซึ่งให้ผลผลิตสูง มีความสูง อายุวันออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกัน นอกจากนี้สายพันธุ์ A ใหม่ยังมีรวงที่โผล่พ้นกาบใบรงดีกว่าสายพันธุ์ A เดิม และมีลักษณะดอกที่เหมาะสมสำหรับการรับละอองเกสรผู้ด้วย

ทนงสิน (2550) ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ของข้าวโพดโดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ B กับสายพันธุ์ R ได้ลูกรุ่นที่ 1 และ 2 แล้วนำลูกรุ่นที่ 2 ที่คัดเลือกได้ผสมกลับกับสายพันธุ์ A ได้ลูกผสมกลับ BC<sub>1</sub> แล้วจำแนกลูกรุ่นที่ 2 ออกเป็นสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R จากนั้นปลูกลูกรุ่นที่ 3 ของสายพันธุ์ B แล้วผสมกลับกับสายพันธุ์ A<sub>1</sub> ที่เป็นคู่กัน ได้สายพันธุ์ A<sub>2</sub> แล้วปลูกลูกรุ่นที่ 4 ของสายพันธุ์ B เพื่อทดสอบผลผลิต ในขณะเดียวกันก็ทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A<sub>2</sub> ที่ได้ใหม่โดยการผสมพันธุ์ตัวทดสอบซึ่งเป็นสายพันธุ์ R ได้ลูก topcross แล้วทดสอบผลผลิตของลูก

topcross พบว่าจากการทดสอบผลผลิตของลูก topcross สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ A และ B ใหม่ ที่เป็นคู่แฝดกันซึ่งให้ผลผลิตสูง ความสูงฝัก อายุวันออกดอกและเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกัน และสายพันธุ์ A พัฒนาขึ้นมาใหม่มีความต้านทานโรคดีกว่าสายพันธุ์ A เดิม

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันในพืชต่างๆ โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ในช่วงแรกๆ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันและสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันได้พร้อมๆ กันในระยะเวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมง และยังสามารถแยกความแตกต่างในสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ต่างๆ ได้ตั้งแต่ในช่วงแรกๆ ดังนั้นจึงได้นำวิธีดังกล่าวมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. สายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลอง ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ประกอบด้วย
  - 1.1 สายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (สายพันธุ์ B) จำนวน 5 สายพันธุ์ที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI)
    1. IR 79128B
    2. IR 79156B
    3. IR 80151B
    4. IR 80154B
    5. IR 80156B
  - 1.2 สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน (สายพันธุ์ A) จำนวน 1 สายพันธุ์
    - IR 79156A พัฒนาโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI)
  - 1.3 สายพันธุ์แก่ความเป็นหมัน (สายพันธุ์ R) และใช้เป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 1 สายพันธุ์
    - สุพรรณบุรี 1 (SPR1) จากกรมการข้าว
  - 1.4 พันธุ์ร่วมทดสอบ จำนวน 6 พันธุ์ จากกรมการข้าว
    - กข 29 (RD29)
    - กข 31 (RD31)
    - ชัยนาท 1 (CNT1)
    - ปทุมธานี 1 (PTT1)
    - สุพรรณบุรี 2 (SPR2)
    - สุพรรณบุรี 90 (SPR90)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ ได้แก่ กรรไกรเล็ก ปากคีบปลายแหลม ถุงกระดาษไข่ ลวดหนีบกระดาษ ไม้ปักแปลง

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกข้าว ได้แก่ ไม้ปักแปลง ป้ายชื่อ ปุ๋ย สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดโรค และแมลง

### วิธีการ

ฤดูปลูกที่ 1 (เดือนกันยายน พ.ศ. 2549 – มกราคม พ.ศ. 2550)

ปลูกสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (สายพันธุ์ B) จำนวน 5 สายพันธุ์ ผสมสายพันธุ์ B แบบพบกันหมด (diallel cross) ได้คู่ผสมทั้งหมด 10 คู่

วิธีการผสมพันธุ์ เตรียมดอกเพศเมียของสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์แม่ โดยการกำจัดเกสรเพศผู้ ซึ่งทำโดยวิธีการตัด (clip method) โดยเลือกวงที่พร้อมจะผสมในวันถัดไป โดยพิจารณาจากอับละอองเกสรที่ยาวไม่เกิน 2/3 ของดอก ใช้กรรไกรตัดปลายดอกข้าวประมาณหนึ่งในสามของดอก ใช้ปากคีบปลายแหลมเขี่ยหรือดึงเกสรผู้่ออก แล้วจึงคลุมรวงข้าวด้วยถุงกระดาษไข โดยจะทำการเวลาประมาณ 15.00 น. เป็นต้นไป เพราะดอกข้าวส่วนหนึ่งจะบานและผสมตัวเองไปแล้ว จะได้ตัดดอกที่มีการผสมตัวเองแล้วทิ้งไป ในเช้าวันรุ่งขึ้นนำละอองเกสรเพศผู้ของสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์พ่อมาผสมกับดอกตัวเมียที่เตรียมไว้ ได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 1 ( $F_1$ ) จำนวน 10 คู่ผสม

ฤดูปลูกที่ 2 (เดือนมีนาคม – กรกฎาคม พ.ศ. 2550)

ปลูกลูกรุ่นที่ 1 จำนวน 10 คู่ผสม ในขณะเดียวกันปลูกสายพันธุ์ A นำละอองเกสรผู้ของลูกรุ่นที่ 1 มาผสมกับสายพันธุ์ A เพื่อถ่ายทอดพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันของสายพันธุ์ A ให้กับต้นลูกรุ่นที่ 1 และสร้างสายพันธุ์คู่แฝด (isogenic line) ของสายพันธุ์ A กับสายพันธุ์ B ในขณะเดียวกันต้นลูกรุ่นที่ 1 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 2 ( $F_2$ )

ฤดูปลูกที่ 3 (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551)

ปลูกลูกรุ่นที่ 2 หรือสายพันธุ์ B คัดเลือกต้นที่ดี นำละอองเกสรผู้ของต้นที่คัดเลือกไว้ ผสมกลับกับสายพันธุ์ A แบบต้นต่อต้น ( $BC_1$ ) ในขณะเดียวกันต้นลูกรุ่นที่ 2 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 3 ( $F_3$ )

#### ฤดูปลูกที่ 4 (เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2551)

ปลูกลูกรุ่นที่ 3 หรือสายพันธุ์ B รุ่นที่ 3 ในแบบต้นต่อแถว คัดเลือกแถวและต้นที่ดี นำละอองเกสรผู้ผสมกลับครั้งที่ 2 ( $BC_2$ ) กับสายพันธุ์ A ในขณะที่เดียวกันก็ผสมสายพันธุ์ A กับพันธุ์ทดสอบ (tester) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ R โดยใช้พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ได้เมล็ดลูกผสมทดสอบ (topcross) และต้นลูกรุ่นที่ 3 ผสมตัวเอง ได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 4 ( $F_4$ )

#### ฤดูปลูกที่ 5 (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 – เมษายน พ.ศ. 2552)

ทดสอบผลผลิตของลูกผสมทดสอบ (topcross yield trail) จำนวน 56 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ B รุ่นที่ 4 หรือลูกรุ่นที่ 4 (B-yield trail) จำนวน 56 สายพันธุ์ ใช้พันธุ์ กข 29 กข 31 ปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 2 สุพรรณบุรี 90 และชัยนาท 1 เป็นพันธุ์ร่วมทดสอบ และ สุพรรณบุรี 1 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยการวางการทดลองแบบ augmented design in randomized complete block จำนวน 1 ซ้ำ 60 สิ่งทดลอง 4 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยปลูก 4 แถว

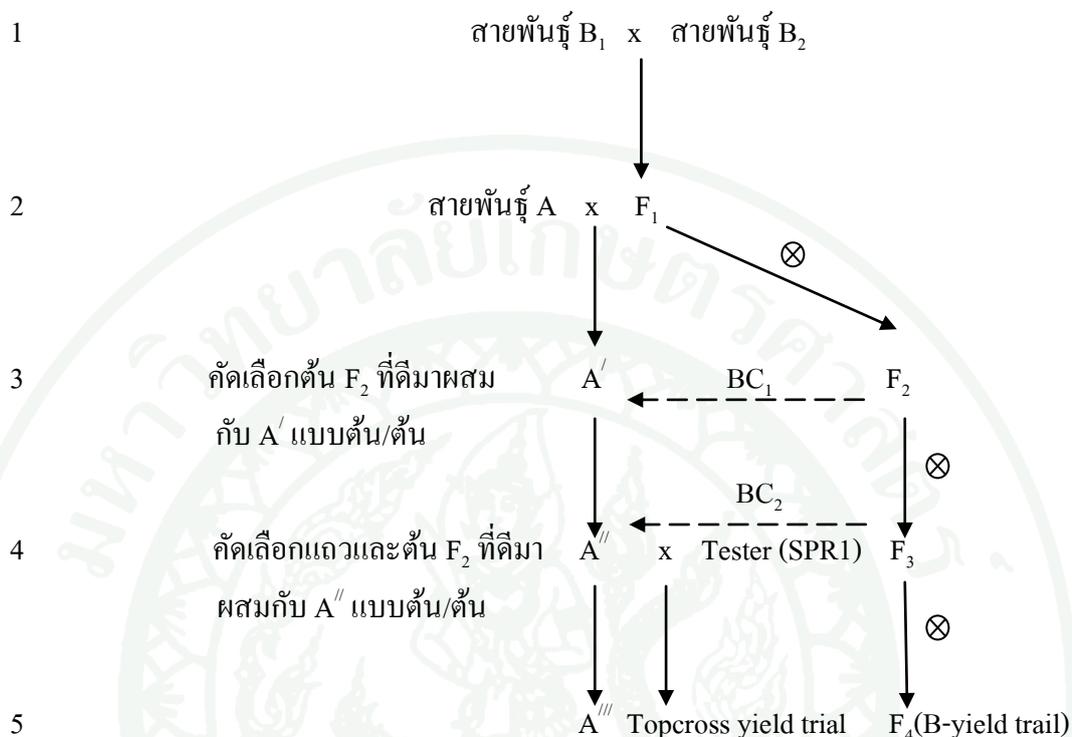
#### การปลูกและการดูแลรักษาแปลงทดสอบผลผลิต

การเตรียมดินทำโดยการไถตะ 1 ครั้ง ไถแปร 1 ครั้ง ปรับระดับดินให้มีความสม่ำเสมอทั้งแปลง คราดเอาเศษฟางและวัชพืชออกจากแปลง และทำเทือก ปักดำ โดยใช้ต้นกล้าอายุ 25-28 วัน ใช้ลวดปักดำระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร หลังปักดำใช้สารซูมิไรออน อัตรา 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นเพื่อป้องกันกำจัดปู และไบลูสไซค์ 70 คับบิวพี อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นเพื่อป้องกันกำจัดหอยเชอรี่ พร้อมทั้งหว่านปุ๋ยครั้งแรกก่อนปักดำ 1 วัน โดยใช้ปุ๋ย  $N-P_2O_5-K_2O$  อัตรา 6-6-6 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยใช้ปุ๋ย N อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุ 45 วันหลังปักดำ เมื่อต้นข้าวอายุได้ 90 วันหลังปักดำ ระบายน้ำออกจากแปลง และเก็บเกี่ยวรวงข้าวที่สุกแก่ในแต่ละสายพันธุ์ เพื่อนำไปตากแดดลดความชื้นให้เหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในช่วงแรกๆ ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จ. ปทุมธานี และขั้นตอนการดำเนินงานได้แสดงไว้ในภาพที่ 6

## ฤดูปลูก

## วิธีการ



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในช่วงแรกๆ

### ลักษณะที่ศึกษาและการบันทึกข้อมูล

1. ผลผลิต เก็บเกี่ยวเมล็ดของต้นข้าวใน 2 แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย ซึ่งน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดเป็นกรัมแล้วปรับเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์
2. อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มตกกล้าถึงวันที่ต้นข้าวออกดอก (ดอกโผล่พ้นกอรวง) ครั้งหนึ่งในแต่ละแปลงย่อย
3. ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงปลายรวงก่อนเก็บเกี่ยวข้าวจำนวน 5 ต้นในแต่ละแปลงย่อย เฉลี่ยเป็นเซนติเมตร
4. การแตกกอ โดยนับจำนวนหน่อ (tiller) ของต้นข้าวจำนวน 5 กอ (นับในระยะเวลาที่แตกกอสูงสุด) ในแต่ละแปลงย่อย เฉลี่ยเป็นจำนวนหน่อต่อต้น

5. จำนวนรวงต่อกอ โดยนับจำนวนรวง (panicle) ของต้นข้าวจำนวน 5 กอ ในแต่ละแปลงย่อย เฉลี่ยเป็นจำนวนรวงต่อกอ
6. ความยาวรวง วัดความยาวรวงของต้นข้าว จำนวน 5 รวงในแต่ละแปลงย่อย เฉลี่ยเป็นเซนติเมตร
7. นับจำนวนเมล็ดต่อรวง นับจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบในรวง จำนวน 5 รวงในแต่ละแปลงย่อย เฉลี่ยเป็นจำนวนเมล็ดต่อรวง
8. น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยการสุ่มเมล็ดจำนวน 100 เมล็ดจาก 2 แถวกลางในแต่ละแปลงย่อย วิธีการหาน้ำหนัก 100 เมล็ด ทำได้โดยการชั่งน้ำหนัก 100 เมล็ด แล้วคำนวณหาน้ำหนัก 100 เมล็ดที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เครื่องวัดความชื้นด้วยเครื่องยี่ห้อ Kett รุ่น PR-2107
9. ลักษณะอื่นๆ เช่น ทรงต้น ลักษณะการบานของดอกข้าว ลักษณะของเกสรเพศเมีย

#### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์ B และลูก topcross โดยใช้แผนการทดลองแบบ augmented design in randomized complete block design และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติตามวิธีการของ Petersen (1985) ดังนี้

1. จำนวนบล็อก ขึ้นอยู่กับจำนวนพันธุ์มาตรฐาน ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วค่าองศาของความเป็นอิสระ (degree of freedom หรือ df ของ error) ไม่ควรน้อยกว่า 10

$$\begin{aligned}
 \text{ให้ } b &= \text{จำนวนบล็อก} \\
 c &= \text{จำนวนพันธุ์มาตรฐาน} \\
 \text{df ของ error} &= (b-1)(c-1) \geq 10 \\
 (b-1)(c-1) &\geq 10 \\
 b-1 &\geq \frac{10}{c-1} \\
 \therefore b &\geq \frac{10}{c-1} + 1
 \end{aligned}$$

2. จำนวนแปลงย่อยในแต่ละบล็อก ขึ้นอยู่กับจำนวนสายพันธุ์ที่ทดสอบ ซึ่งจำนวนแปลงย่อยจะเท่าหรือไม่เท่ากันก็ได้ ถ้ามีจำนวนแปลงย่อยเท่ากันทุกบล็อก การทดสอบจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

การคำนวณหาจำนวนแปลงย่อยทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 c &= \text{จำนวนพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานต่อบล็อก} \\
 v &= \text{จำนวนสายพันธุ์ที่ทดสอบ} \\
 b &= \text{จำนวนบล็อก} \\
 n &= \text{จำนวนสายพันธุ์ที่ทดสอบต่อบล็อก} = \frac{v}{b} \\
 p &= \text{จำนวนแปลงย่อยต่อบล็อก} = c+n \\
 N &= \text{จำนวนแปลงย่อยทั้งหมด} = b(c+n) = bc+v
 \end{aligned}$$

## ผลและวิจารณ์

การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าว จากคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันโดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรก ๆ

การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน (สายพันธุ์ A) ของข้าว โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ เป็นการพัฒนาสายพันธุ์ A และสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (สายพันธุ์ B) ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดไปพร้อมๆ กัน ส่วนการคัดเลือกสายพันธุ์ A จะพิจารณาจากผลการทดสอบผลผลิตของลูก topcross ระหว่างสายพันธุ์ A ใหม่ กับพันธุ์ทดสอบ (tester) คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เป็นพันธุ์แก่ความเป็นหมัน (สายพันธุ์ R)

### การพัฒนาสายพันธุ์เพศ A และสายพันธุ์ B

การพัฒนาสายพันธุ์ B ทำโดยการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ B จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ IRR179128B, IRR179156B, IRR180151B, IRR180154B และ IRR180156B แบบผสมพหุกันหมด (partial diallel crosses) ได้คู่ผสมจำนวน 10 คู่ผสม (ตารางที่ 1) ปลูกลูกรุ่นที่ 1 ( $F_1$ ) 10 คู่ผสม และสายพันธุ์ A คือสายพันธุ์ IRR179156A นำละอองเกสรผู้ของลูกรุ่นที่ 1 มาผสมกับสายพันธุ์ A เพื่อถ่ายทอดพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันของสายพันธุ์ A ให้กับต้นลูกรุ่นที่ 1 เพื่อสร้างสายพันธุ์คู่แฝด (isogenic line) ใหม่ของสายพันธุ์ A กับสายพันธุ์ B ในขณะเดียวกันก็ให้ต้นลูกรุ่นที่ 1 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 2 ( $F_2$ ) เก็บเมล็ดแล้วนำไปปลูกเป็นประชากรลูกรุ่นที่ 2 ( $F_2$  population) จำนวน 200 ต้นของ 10 คู่ผสม ในประชากรลูกรุ่นที่ 2 มีการกระจายตัวของลักษณะต่างๆ คัดเลือกต้นลูกรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะทางเกษตรที่ดีจำนวน 150 ต้น นำไปผสมกลับกับสายพันธุ์ A' ( $BC_1$ ) ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดสายพันธุ์ใหม่ ในขณะเดียวกันต้นลูกรุ่นที่ 2 ผสมตัวเองได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 3 ( $F_3$ ) เก็บเมล็ดของต้นที่คัดเลือกไว้นำไปปลูกเป็นสายพันธุ์ B รุ่นที่ 3 และคัดเลือกต้นของสายพันธุ์ B ที่ดีจำนวน 60 ต้นนำไปผสมกลับกับสายพันธุ์ A'' ( $BC_2$ ) ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝด ขณะเดียวกันก็เก็บเมล็ดจากต้นของสายพันธุ์ B รุ่นที่ 3 ที่คัดเลือกไว้ได้เมล็ดลูกรุ่นที่ 4 ( $F_4$ ) เพื่อนำไปทดสอบผลผลิตและพัฒนาเป็นสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ A ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดต่อไป

การทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A ใหม่เพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีสำหรับนำไปพัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้ A ที่ดีต่อไปนั้น ได้นำสายพันธุ์ A" ใหม่ที่ได้จากการผสมกลับครั้งที่ 2 มาผสมกับพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็นสายพันธุ์ R คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ได้ลูก topcross จำนวน 56 คู่ผสม จากนั้นทดสอบผลผลิตของลูก topcross เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของลูก topcross แล้วคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่ให้ผลผลิตของลูก topcross สูง

ตารางที่ 1 คู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ B จำนวน 10 คู่ผสม

	<b>IR79128B</b>	<b>IR79156B</b>	<b>IR80151B</b>	<b>IR80154B</b>	<b>IR80156B</b>
<b>IR79128B</b>		PTT-KU 1	PTT-KU 2	PTT-KU 3	PTT-KU 4
<b>IR79156B</b>			PTT-KU 5	PTT-KU 6	PTT-KU 7
<b>IR80151B</b>				PTT-KU 8	PTT-KU 9
<b>IR80154B</b>					PTT-KU 10
<b>IR80156B</b>					

PTT-KU = Pathum Thani – Kasetsart University

### ผลผลิตลูก topcross

ลูก topcross มีจำนวนทั้งหมด 56 คู่ผสม มีจำนวน 5 คู่ผสมที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากต้นได้ตายในระยะต้นกล้า คือ คู่ผสม PTT-KU 5-4-8A//SPR1, PTT-KU 10-1-6A//SPR1, PTT-KU7-2-7A//SPR1 และ PTT-KU 8-3-7A//SPR1 โดยลูก topcross จำนวน 51 คู่ผสม ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 278 ถึง 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ ลูก topcross ของคู่ผสม PTT-KU1-2-1A//SPR1 ให้ผลผลิตสูงสุด 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 1) ส่วนลูก topcross ของคู่ผสม PTT-KU1-3-13A//SPR1 ให้ผลผลิตต่ำสุด 278 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 1) พันธุ์ร่วมทดสอบสุพรรณบุรี 2, ปทุมธานี 1, สุพรรณบุรี 90, ชัยนาท 1, กข 29 และ กข 31 ให้ผลผลิต 446, 447, 487, 495, 524 และ 566 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ให้ผลผลิต 582 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 1)

ลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 มีจำนวน 27 คู่ผสม ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 586 ถึง 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ จากการเปรียบเทียบผลผลิตของลูก topcross กับพันธุ์เปรียบเทียบในทางสถิติ พบว่าลูก topcross จำนวน 10 สายพันธุ์ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 751 ถึง 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตแตกต่างทางสถิติกับผลผลิตของพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ที่ให้ผลผลิต 582 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของลูก topcross จำนวน 27 คู่ผสมกับพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ที่ให้ผลผลิตสูงสุด พบว่าลูก topcross ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ตั้งแต่ 0.68 ถึง 77.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 5)

ลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 จำนวน 27 คู่ผสม มีความสูงต้นตั้งแต่ 101.28 ถึง 126.35 เซนติเมตร อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ 73 ถึง 89 วัน การแตกกอดตั้งแต่ 14 ถึง 25 หน่อต่อต้น และเปอร์เซ็นต์หน่อที่ให้รวงอยู่ระหว่าง 62 ถึง 93 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 มีความสูง 121 เซนติเมตร อายุวันออกดอก 90 วัน การแตกกอ 18 หน่อต่อต้น และเปอร์เซ็นต์หน่อที่ให้รวง 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยส่วนใหญ่ลูก topcross ให้ผลผลิต จำนวนหน่อต่อต้น และอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1

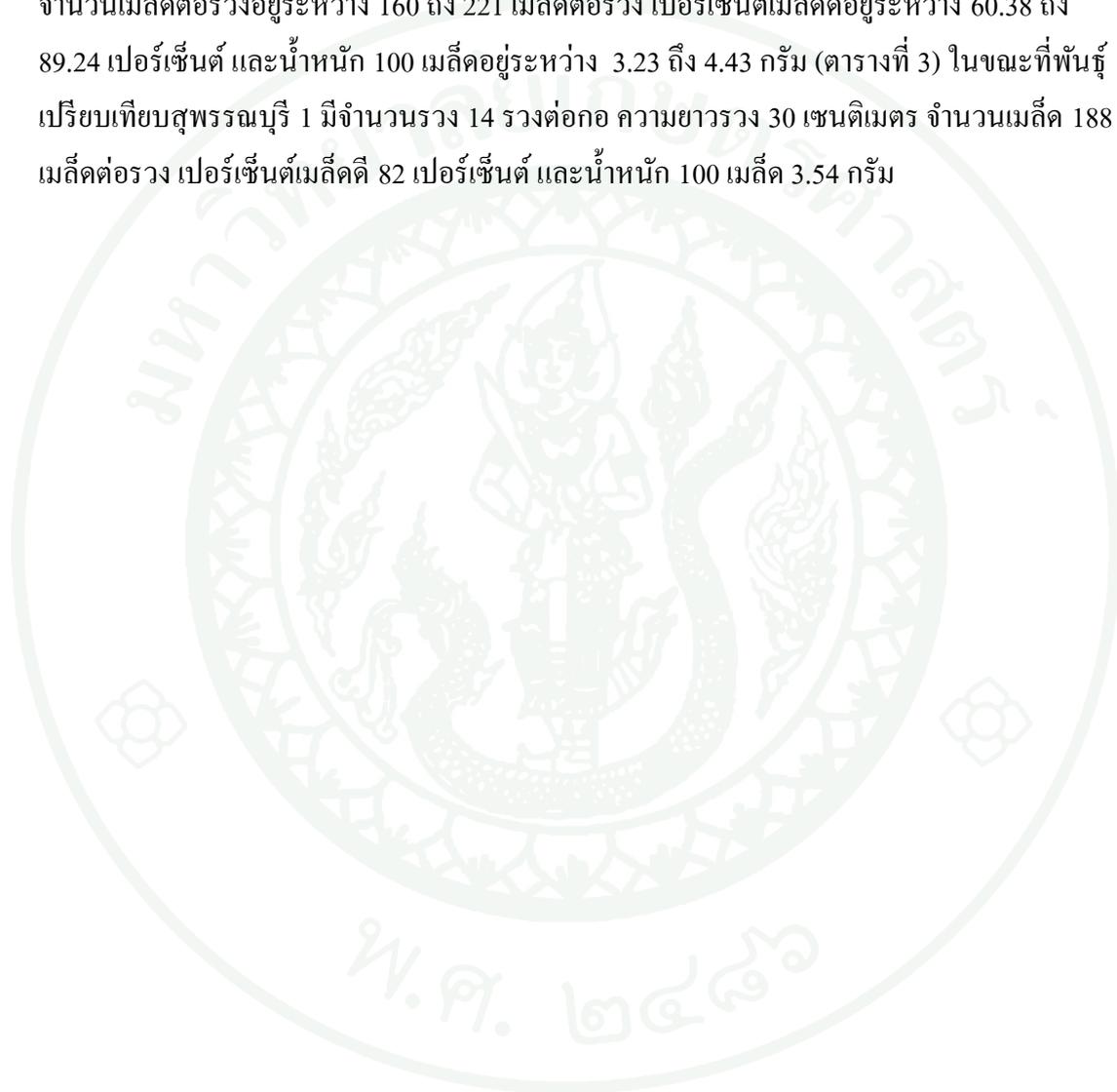
**ตารางที่ 2** ผลผลิต และลักษณะทางเกษตรบางลักษณะของลูก topcross ระหว่างสายพันธุ์ A'' (BC<sub>2</sub>) กับพันธุ์ทดสอบ จำนวน 27 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับ ที่	คู่ผสม topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวันออก ดอก50 % (วัน)	อายุวัน เก็บเกี่ยว (วัน)
1	PTT-KU 1-2-1A''/SPR1	1,034	118	20	80	80	110
2	PTT-KU 9-1-4A''/SPR1	1,012	111	17	91	80	110
3	PTT-KU 9-4-4A''/SPR1	968	112	25	69	88	118
4	PTT-KU 3-4-2A''/SPR1	884	112	22	78	82	112
5	PTT-KU 3-3-9A''/SPR1	854	113	17	87	83	113
6	PTT-KU 2-2-2A''/SPR1	832	111	20	79	79	109
7	PTT-KU 6-1-6A''/SPR1	823	114	18	85	84	114
8	PTT-KU 7-3-2A''/SPR1	806	112	17	93	88	118
9	PTT-KU 10-3-4A''/SPR1	788	118	20	72	83	113
10	PTT-KU 4-3-11A''/SPR1	751	111	16	90	84	114
11	PTT-KU 5-2-5A''/SPR1	718	117	16	82	84	114
12	PTT-KU 10-2-5(2)A''/SPR1	714	118	19	76	80	110
13	PTT-KU 8-3-6(2)A''/SPR1	702	111	20	86	79	109
14	PTT-KU 3-1-9A''/SPR1	693	105	19	71	89	119
15	PTT-KU 7-3-4A''/SPR1	691	126	20	81	80	110
16	PTT-KU 8-3-6(1)A''/SPR1	682	117	15	93	80	110
17	PTT-KU 8-3-2A''/SPR1	647	117	22	65	73	103
18	PTT-KU 3-3-8A''/SPR1	645	118	15	82	86	116
19	PTT-KU 6-2-1A''/SPR1	632	112	14	88	85	115
20	PTT-KU 4-2-2A''/SPR1	616	123	19	66	80	110
21	PTT-KU 6-3-3A''/SPR1	615	120	19	73	84	114
22	PTT-KU 9-3-8A''/SPR1	613	112	20	62	78	108
23	PTT-KU 9-3-6A''/SPR1	590	101	17	75	79	109
24	PTT-KU 5-2-9A''/SPR1	590	122	15	88	80	110
25	PTT-KU 10-2-5(1)A''/SPR1	589	112	16	79	80	110

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวันออก ดอก 50 % (วัน)	อายุเก็บ เกี่ยว (วัน)
26	PTT-KU 4-2-7A <sup>u</sup> /SPR1	588	119	19	78	83	113
27	PTT-KU 10-2-7A <sup>u</sup> /SPR1	586	116	20	71	80	110
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31	566	122	14	67	93	123
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29	524	96	17	52	89	119
	พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1	495	117	13	61	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90	487	128	13	63	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1	447	107	14	64	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2	446	109	13	66	84	114
	พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1	582	121	18	77	90	120
	LSD 0.05	157.86	3.29	3.23	11.89	0.95	1.03
	C.V. (%)	21.60	2.00	14.1	12.6	0.90	0.60

องค์ประกอบผลผลิตของลูก topcross ทั้ง 51 คู่ผสม ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนัก 100 เมล็ด ได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 2 และ ลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 จำนวน 27 คู่ผสมมีองค์ประกอบของผลผลิตดังนี้ จำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 12 - 17 รวง ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 21 ถึง 32 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 160 ถึง 221 เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีอยู่ระหว่าง 60.38 ถึง 89.24 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 3.23 ถึง 4.43 กรัม (ตารางที่ 3) ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 มีจำนวนรวง 14 รวงต่อกอ ความยาวรวง 30 เซนติเมตร จำนวนเมล็ด 188 เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 82 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนัก 100 เมล็ด 3.54 กรัม



ตารางที่ 3 องค์ประกอบผลผลิตของลูก topcross ระหว่างสายพันธุ์ A'' (BC<sub>2</sub>) กับพันธุ์ทดสอบ  
จำนวน 27 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	จำนวน	ความยาว	จำนวน	% เมล็ด	น้ำหนัก 100
		รวงต่อกอ	รวง (ซม.)	เมล็ดต่อรวง	ดีต่อรวง	เมล็ด (กรัม)
1	PTT-KU 1-2-1A''/SPR1	16	32	221	69	4.06
2	PTT-KU 9-1-4A''/SPR1	15	29	203	79	3.76
3	PTT-KU 9-4-4A''/SPR1	17	30	205	61	4.13
4	PTT-KU 3-4-2A''/SPR1	17	30	210	70	3.80
5	PTT-KU 3-3-9A''/SPR1	14	29	198	74	4.06
6	PTT-KU 2-2-2A''/SPR1	16	31	200	76	3.63
7	PTT-KU 6-1-6A''/SPR1	15	28	187	64	3.98
8	PTT-KU 7-3-2A''/SPR1	15	29	209	73	3.64
9	PTT-KU 10-3-4A''/SPR1	14	27	217	70	3.72
10	PTT-KU 4-3-11A''/SPR1	15	21	219	66	3.89
11	PTT-KU 5-2-5A''/SPR1	13	26	203	80	3.70
12	PTT-KU 10-2-5(2)A''/SPR1	15	32	212	60	4.12
13	PTT-KU 8-3-6(2)A''/SPR1	17	28	160	78	3.73
14	PTT-KU 3-1-9A''/SPR1	14	27	160	79	4.43
15	PTT-KU 7-3-4A''/SPR1	16	25	233	85	3.56
16	PTT-KU 8-3-6(1)A''/SPR1	14	27	235	86	3.29
17	PTT-KU 8-3-2A''/SPR1	14	32	167	79	3.84
18	PTT-KU 3-3-8A''/SPR1	13	26	183	79	3.76
19	PTT-KU 6-2-1A''/SPR1	12	30	213	74	3.72
20	PTT-KU 4-2-2A''/SPR1	13	27	186	76	4.10
21	PTT-KU 6-3-3A''/SPR1	14	27	208	65	3.91
22	PTT-KU 9-3-8A''/SPR1	12	29	192	65	3.89
23	PTT-KU 9-3-6A''/SPR1	13	26	170	74	3.60
24	PTT-KU 5-2-9A''/SPR1	13	30	198	67	3.83
25	PTT-KU 10-2-5(1)A''/SPR1	13	26	169	78	3.46

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	จำนวน รวงต่อกอ	ความยาว รวง (ซม.)	จำนวน เมล็ดต่อรวง	% เมล็ด ดีต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
26	PTT-KU 4-2-7A //SPR1	15	32	156	69	3.23
27	PTT-KU 10-2-7A //SPR1	14	29	179	80	3.69
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31	10	26	191	86	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29	9	27	169	86	3.81
	พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1	8	33	156	87	3.79
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90	8	31	199	80	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1	9	40	153	81	3.72
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2	9	43	157	78	3.70
	พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1	14	31	188	83	3.54
	LSD 0.05	2.48	2.44	21.92	5.99	0.04
	C.V. (%)	14.40	6.40	9.30	5.80	1.26

## ผลผลิตของสายพันธุ์ B

เมื่อพิจารณาผลผลิตของสายพันธุ์ B รุ่นที่ 4 (F<sub>4</sub> line) ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ จำนวน 56 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝดกับสายพันธุ์ A'' ที่ใช้เป็นสายพันธุ์แม่ ในการสร้างลูก topcross พบว่าผลผลิตมีค่าอยู่ระหว่าง 195 ถึง 976 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 3) โดยสายพันธุ์ PTT-KU 1-4-6B ของกลุ่มผสม IR79128B/IR79156B (ตารางที่ 4) ให้ผลผลิตสูงสุด 976 กิโลกรัมต่อไร่ และสายพันธุ์ PTT-KU 5-2-9B ของกลุ่มผสม IR79156B/IR80151B (ตารางที่ 4) ให้ผลผลิตต่ำสุด 195 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ร่วมทดสอบสุพรรณบุรี 2, ปทุมธานี 1, สุพรรณบุรี 90, ชัยนาท 1, กช 29 และ กช 31 ให้ผลผลิต 446, 447, 487, 495, 524 และ 566 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ให้ผลผลิต 582 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ผนวกที่ 3) จากสายพันธุ์ B ทั้งหมด 56 สายพันธุ์ มีสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 จำนวน 11 สายพันธุ์

สายพันธุ์ B รุ่นที่ 4 จำนวน 11 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 มีผลผลิตอยู่ระหว่าง 584-976 กิโลกรัมต่อไร่ จากการเปรียบเทียบผลผลิตของสายพันธุ์ B กับพันธุ์เปรียบเทียบในทางสถิติ พบว่าสายพันธุ์ B จำนวน 3 สายพันธุ์ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 773 ถึง 976 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 582 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4) และเมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์ B จำนวน 11 สายพันธุ์ กับพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ที่ให้ผลผลิตสูงสุด พบว่าสายพันธุ์ B ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ตั้งแต่ 0.38 ถึง 67.64 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 6)

ลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ B รุ่นที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 จำนวน 11 สายพันธุ์ มีความสูงต้นอยู่ระหว่าง 99 ถึง 112 เซนติเมตร อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 81 ถึง 91 วัน การแตกกออยู่ระหว่าง 13 ถึง 22 หน่อต่อต้น และเปอร์เซ็นต์หน่อที่ให้รวงอยู่ระหว่าง 56 ถึง 87 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 มีความสูง 121 เซนติเมตร อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 90 วัน การแตกกอ 18 หน่อต่อต้น และเปอร์เซ็นต์หน่อที่ให้รวง 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสายพันธุ์ B ที่จะใช้เป็นสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันของสายพันธุ์แม่ส่วนใหญ่มีความสูงต้น อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนหน่อต่อต้น และเปอร์เซ็นต์หน่อที่ให้รวง น้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1

ตารางที่ 4 ผลผลิต และลักษณะทางเกษตรบางลักษณะของสายพันธุ์ B จำนวน 11 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	วันออก ดอก 50% (วัน)	อายุวัน เก็บเกี่ยว (วัน)
1	PTT-KU 1-4-6B	976	106	18	71	84	114
2	PTT-KU 2-4-6B	817	104	19	71	91	121
3	PTT-KU 1-3-13B	773	100	15	76	82	112
4	PTT-KU 8-3-6(1)B	729	107	14	82	82	112
5	PTT-KU 7-3-2B	706	99	17	70	88	118
6	PTT-KU 1-2-1B	689	106	17	80	83	113
7	PTT-KU 4-3-11B	676	112	22	60	82	112
8	PTT-KU 2-3-9B	661	102	13	87	89	119
9	PTT-KU 6-1-6B	628	99	14	75	89	119
10	PTT-KU 9-1-6B	593	102	21	56	86	116
11	PTT-KU 10-2-5(2)B	584	103	17	74	81	111
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31	566	122	14	67	93	123
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29	524	96	17	52	89	119
	พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1	495	117	13	61	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90	487	128	13	63	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1	447	107	14	64	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2	446	109	13	66	84	114
	พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1	582	121	18	77	90	120
	LSD 0.05	157.86	3.29	3.23	11.89	0.95	1.03
	C.V. (%)	21.60	2.00	14.1	12.6	0.90	0.60

สายพันธุ์ B รุ่นที่ 4 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 จำนวน 11 สายพันธุ์ มีองค์ประกอบผลผลิตดังนี้ จำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 10 ถึง 14 รวงต่อกอ ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 24 ถึง 37 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดอยู่ระหว่าง 172 ถึง 227 เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีอยู่ระหว่าง 57.73 ถึง 87.25 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 3.19 ถึง 3.76 กรัม (ตารางที่ 5) ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 มีจำนวนรวง 14 รวงต่อกอ ความยาวรวง 30.51 เซนติเมตร จำนวนเมล็ด 188 เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 83 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนัก 100 เมล็ด 3.54 กรัม ในการทดลองนี้ได้คัดเลือกสายพันธุ์ B ที่มีองค์ประกอบผลผลิตสูง เพื่อจะได้สายพันธุ์ A ที่เป็นคู่แข่งที่ดี ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมต่อไป

ตารางที่ 5 องค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ B จำนวน 11 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ  
สุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	จำนวน รวงต่อกอ	ความยาว รวง (ซม.)	จำนวน เมล็ดต่อรวง	% เมล็ด ดีต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด(กรัม)
1	PTT-KU 1-4-6B	13	26	199	82	3.76
2	PTT-KU 2-4-6B	14	24	178	78	3.58
3	PTT-KU 1-3-13B	11	27	213	58	3.49
4	PTT-KU 8-3-6(1)B	12	26	192	64	3.70
5	PTT-KU 7-3-2B	12	37	227	75	3.34
6	PTT-KU 1-2-1B	14	30	200	87	3.39
7	PTT-KU 4-3-11B	13	27	212	84	3.55
8	PTT-KU 2-3-9B	11	29	172	79	3.19
9	PTT-KU 6-1-6B	10	25	185	71	3.42
10	PTT-KU 9-1-6B	12	25	207	81	3.39
11	PTT-KU 10-2-5(2)B	13	28	181	76	3.60
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31	10	26	191	86	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29	9	27	169	86	3.81
	พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1	8	33	156	87	3.79
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90	8	31	199	80	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1	9	40	153	81	3.72
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2	9	43	157	78	3.70
	พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1	14	31	188	83	3.54
	LSD 0.05 <sup>3/</sup>	2.48	2.44	21.92	5.99	0.04
	C.V. (%)	14.40	6.40	9.30	5.80	1.26

## การคัดเลือกสายพันธุ์ A

การคัดเลือกสายพันธุ์ A<sup>''</sup> ในการทดลองนี้พิจารณาจากผลผลิตของลูก topcross ที่ได้จากคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ A<sup>''</sup> (ได้จากการผสมกลับกับสายพันธุ์ B ครั้งที่ 2) กับพันธุ์ทดสอบ ซึ่งจัดว่าเป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีตั้งแต่ในชั่วแรกๆ สายพันธุ์ A<sup>''</sup> ที่ดีที่คัดเลือกได้จากลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงจะนำไปใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ B ที่เป็นคู่แฝดกันโดยการผสมกลับสายพันธุ์ A กับสายพันธุ์ B เพื่อให้ได้สายพันธุ์คู่แฝด A และ B ที่มีความคงตัวทางพันธุกรรมที่สูงขึ้น หรือเป็นสายพันธุ์แท้ สำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมต่อไป

จากตารางที่ 6 พบว่าลูก topcross จำนวน 10 อันดับแรก ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 751 ถึง 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ และสายพันธุ์ B จำนวน 10 อันดับแรก ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 593 ถึง 976 กิโลกรัมต่อไร่ จากการเปรียบเทียบอันดับผลผลิตของลูก topcross ของสายพันธุ์ A และอันดับผลผลิตของสายพันธุ์ B ซึ่งเป็นคู่แฝดกัน พบว่าสายพันธุ์ A ที่เป็นคู่แฝดกับสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูง อาจไม่ให้ลูก topcross ซึ่งให้ผลผลิตสูงก็ได้ เช่น สายพันธุ์ PTT-KU 1-4-6B ให้ผลผลิตสูงสุดถึง 976 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 3) แต่สายพันธุ์ A ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดให้ลูก topcross PTT-KU 1-4-6<sup>''</sup>/SPR 1 ที่ให้ผลผลิตเพียง 365 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 1) ส่วนสายพันธุ์ PTT-KU 5-2-9B ให้ผลผลิตต่ำสุดเพียง 195 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 3) แต่สายพันธุ์ A ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดให้ลูก topcross PTT-KU 5-2-9<sup>''</sup>/SPR 1 ที่ให้ผลผลิตสูงถึง 590 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 1) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงหรือต่ำสุด ไม่จำเป็นจะต้องให้ลูกผสม topcross ที่มีผลผลิตสูงหรือต่ำสุดด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์เหล่านั้นกับพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นต้นพ่อ

จากการทดลองนี้ ลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ PTT-KU1-2-1A<sup>''</sup>/SPR1 โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 1) แสดงว่า สายพันธุ์ PTT-KU1-2-1A<sup>''</sup> เป็นสายพันธุ์ A ที่ให้สมรรถนะการผสมกับพันธุ์ทดสอบสุพรรณบุรี 1 ได้ดีที่สุด เมื่อพิจารณาผลผลิตลูก topcross ของสายพันธุ์ A 10 อันดับแรกเปรียบเทียบกับผลผลิตของสายพันธุ์ B 10 อันดับแรก พบว่าสายพันธุ์ A ที่เป็นคู่แฝดกับสายพันธุ์ B จำนวน 4 สายพันธุ์เท่านั้น ที่ให้ผลผลิตอยู่ภายใน 10 อันดับแรกด้วยกัน แต่อันดับการให้ผลผลิตแตกต่างกัน ได้แก่ PTT-KU1-2-1A<sup>''</sup>/SPR1, PTT-KU6-1-6A<sup>''</sup>/SPR1, PTT-KU7-3-2A<sup>''</sup>/SPR1 และ PTT-KU4-3-11A<sup>''</sup>/SPR1 ให้อันดับผลผลิต 1, 7, 8 และ 10 ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ B ที่เป็นคู่แฝดกับสายพันธุ์ A ดังกล่าว คือ PTT-KU7-3-2B, PTT-

KU1-2-1B, PTT-KU4-3-11B, และ PTT-KU6-1-6B ให้ผลผลิตอันดับที่ 5, 6, 7 และ 9 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ดังนั้นการพัฒนาสายพันธุ์ A โดยพิจารณาจากผลผลิตของสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดกันเพียงอย่างเดียว อาจทำให้การคัดเลือกไม่ถูกต้อง และอาจต้องสูญเสียสายพันธุ์ A ที่ให้ลูก topcross ที่มีผลผลิตสูง หรือกล่าวคือมีสมรรถนะการผสมที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธีระภักดิ์ (2528) สุภาวิณี (2549) และทองสิน (2550) ที่ได้พัฒนาสายพันธุ์ A ในข้าวฟ่าง ข้าว และข้าวโพด โดยวิธีผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ และแนะนำว่า การคัดเลือกสายพันธุ์ A ต้องพิจารณาจากสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A และผลผลิตของสายพันธุ์ B ควบคู่กัน

การที่มีสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B จำนวนมากในชั่วแรกๆ จึงควรที่จะมีการทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ A กับพันธุ์ทดสอบและทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์ B ด้วย เพื่อคัดสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมสูงกับพันธุ์ทดสอบ และขจัดสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตต่ำทิ้งไปตั้งแต่ในชั่วแรกๆ ซึ่งเป็นการลดจำนวนสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ทำให้การผสมกลับในชั่วแรกๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างสายพันธุ์ A ที่เป็นสายพันธุ์แม่ที่ดี ซึ่งเป็นการประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายลงได้มาก

ในการคัดเลือกจำนวนของสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของนักปรับปรุงพันธุ์ รวมถึงปัจจัยทางด้านพื้นที่ปลูก แรงงาน และค่าใช้จ่าย ซึ่งส่วนใหญ่จะคัดเลือกสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B จำนวน 5-10 สายพันธุ์ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ในชั่วแรกๆ คาดว่าจะได้คู่ผสมที่มีสมรรถนะการผสมสูง และสามารถใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกต่อไปในชั่วหลังๆ สายพันธุ์ B ที่ผ่านการทดสอบมาแล้วในชั่วแรกๆ น่าจะมีแนวโน้มที่จะมีสมรรถนะการผสมที่ดีในชั่วหลังๆ ด้วย และสามารถใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ A ที่ดีเพื่อใช้เป็นพันธุ์แม่ในการผลิตพันธุ์ลูกผสมต่อไป และการใช้สายพันธุ์ทดสอบที่มีสมรรถนะการผสมสูง 1 สายพันธุ์ก็จะให้ผลที่คัดเลือกลูก topcross ไม่แตกต่างกันกับการใช้สายพันธุ์ทดสอบมากกว่า 1 สายพันธุ์ (ธีระภักดิ์, 2531; พงษ์ศักดิ์, 2538)

สำหรับสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงในอันดับต้นแต่ให้ผลผลิตที่ตรงกับลูก topcross ไม่อยู่ใน 10 อันดับแรก ควรคัดเลือกไว้เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาเป็นสายพันธุ์แม่ต่อไป

การพัฒนาสายพันธุ์ A โดยวิธีการผสมกลับ และทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ โดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ B ด้วยกัน จะได้สายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ใหม่ไปพร้อมๆ กัน ซึ่งสามารถนำสายพันธุ์ A ไปเป็นสายพันธุ์แม่ในการผลิตข้าวลูกผสมได้ วิธีการนี้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ใช้เวลาน้อยกว่าการพัฒนาสายพันธุ์ A ตามวิธีปกติ ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 8 ถึง 10 ฤดูปลูก และเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า (วาสนา, 2549)



ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ A'' จากกลุ่มผสม topcross 10 อันดับแรกที่ทำให้ผลผลิตสูงตรงกับสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก

ลำดับที่	กลุ่มผสม topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	อันดับของสายพันธุ์ B ที่ ตรงกับผลผลิตลูก topcross	ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	อันดับของลูก topcross ที่ ตรงกับผลผลิตสายพันธุ์ B
1	PTT-KU 1-2-1A''/SPR1	1,034	6	1	PTT-KU 1-4-6B	976	47
2	PTT-KU 9-1-4A''/SPR1	1,012	39	2	PTT-KU 2-4-6B	817	39
3	PTT-KU 9-4-4A''/SPR1	968	41	3	PTT-KU 1-3-13B	773	51
4	PTT-KU 3-4-2A''/SPR1	884	40	4	PTT-KU 8-3-6(1)B	729	16
5	PTT-KU 3-3-9A''/SPR1	854	20	5	PTT-KU 7-3-2B	706	8
6	PTT-KU 2-2-2A''/SPR1	832	30	6	PTT-KU 1-2-1B	689	1
7	PTT-KU 6-1-6A''/SPR1	823	9	7	PTT-KU 4-3-11B	676	10
8	PTT-KU 7-3-2A''/SPR1	806	5	8	PTT-KU 2-3-9B	661	28
9	PTT-KU 10-3-4A''/SPR1	788	51	9	PTT-KU 6-1-6B	628	7
10	PTT-KU 4-3-11A''/SPR1	751	7	10	PTT-KU 9-1-6B	593	35

## การเปรียบเทียบลักษณะทางเกษตรของสายพันธุ์ A สายพันธุ์ B และลูก topcross

### ความสูง

ความสูงต้นเป็นลักษณะทางเกษตรที่สำคัญในการผลิตข้าวลูกผสม เนื่องจากสายพันธุ์ A ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นต้นแม่ ต้องมีความสูงที่เหมาะสมต่อการผสมเกสรจากสายพันธุ์ R ที่ใช้เป็นต้นพ่อ โดยปกติสายพันธุ์ A ที่ใช้ในการผลิตข้าวลูกผสมควรมีความสูงต้นที่ต่ำกว่าหรือใกล้เคียงกับสายพันธุ์ R ที่เป็นต้นพ่อ (Virmani *et al.*, 1997) นอกจากนี้ความสูงที่เหมาะสมยังมีข้อดี คือ ลดปัญหาการหักล้ม และสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงได้ (Yuan and Chen, 1988)

จากการทดลองพบว่า สายพันธุ์ A'' ที่ได้จากการผสมกลับครั้งที่ 2 ครั้งและใช้เป็นต้นแม่ในการสร้างลูก topcross มีค่าความสูงอยู่ระหว่าง 93 ถึง 119 เซนติเมตร ในขณะที่สายพันธุ์ R หรือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นพันธุ์ทดสอบมีความสูงเท่ากับ 121 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 7) จะเห็นได้ว่าสายพันธุ์ A ที่ใช้เป็นต้นแม่มีความสูงต้นที่ต่ำกว่าสายพันธุ์ R ที่เป็นต้นพ่อ เมื่อนำสายพันธุ์ A ผสมกับพันธุ์ทดสอบแล้วให้ลูก topcross ซึ่งมีค่าความสูงอยู่ระหว่าง 102 ถึง 126 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 1) และลูก topcross โดยส่วนใหญ่มีความสูงอยู่กึ่งกลางระหว่างสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อ ส่วนลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีความสูงอยู่ระหว่าง 111 ถึง 118 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบความสูงต้นของสายพันธุ์ A'' ที่ได้จากการผสมกลับครั้งที่ 2 ครั้งและใช้เป็นต้นแม่ในการสร้างลูก topcross กับสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แข่ง พบว่าสายพันธุ์ A'' ส่วนมากมีความสูงต่ำกว่าสายพันธุ์ B (ตารางผนวกที่ 3 และ 7)

ดังนั้นในการคัดเลือกสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B เพื่อนำไปผสมกลับในชั่วต่อๆ ไป ให้มีความคงตัวทางพันธุกรรมที่สูงขึ้น หรือเป็นสายพันธุ์แท้ เพื่อใช้ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม ควรคัดเลือกต้นของสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แข่ง ให้มีความสูงใกล้เคียงกัน หรือสายพันธุ์ A ควรต่ำกว่าสายพันธุ์ B เล็กน้อย เพื่อให้การผลิตเมล็ดสายพันธุ์ A ทำได้สะดวกยิ่งขึ้น

### การแตกกอ

การแตกกอของต้นข้าวเป็นลักษณะทางเกษตรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตของข้าว การที่ข้าวมีความสามารถในการแตกกอได้ดีนั้น อาจทำให้มีจำนวนรวงต่อกอสูงขึ้น และส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้น

สายพันธุ์ A'' ที่ใช้เป็นต้นแม่ในการสร้างลูก topcross มีการแตกกออยู่ระหว่าง 10 ถึง 20 หน่อต่อต้น (ตารางผนวกที่ 7) สายพันธุ์ B มีการแตกกออยู่ระหว่าง 11 ถึง 22 หน่อต่อต้น (ตารางผนวกที่ 3) ลูกผสม topcross มีการแตกกออยู่ระหว่าง 13 ถึง 27 หน่อต่อต้น (ตารางผนวกที่ 1) ลูกผสม topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีการแตกกอระหว่าง 16 ถึง 25 หน่อต่อต้น และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ยกเว้น PTT-KU 9-4-4A''/SPR1 และ PTT-KU 3-4-2A''/SPR1 ลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ PTT-KU 1-2-1A''/SPR1 มีการแตกกอ 20 หน่อต่อต้น (ตารางที่ 2) และสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีการแตกกออยู่ระหว่าง 13 ถึง 22 หน่อต่อต้น (ตารางที่ 4) สำหรับการนับจำนวนหน่อต่อต้นในระยะการแตกกอสูงสุดนั้นเป็นการประเมินศักยภาพของข้าวในการให้ผลผลิต เพราะต้นข้าวที่มีการแตกกอเพิ่มขึ้น นอกจากจะทำให้จำนวนรวงต่อกอเพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามการแตกกอที่มากเกินไปไม่ได้หมายความว่าจะทำให้ผลผลิตสูงเสมอไป ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนหน่อข้าวที่ให้รวงข้าวและเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด

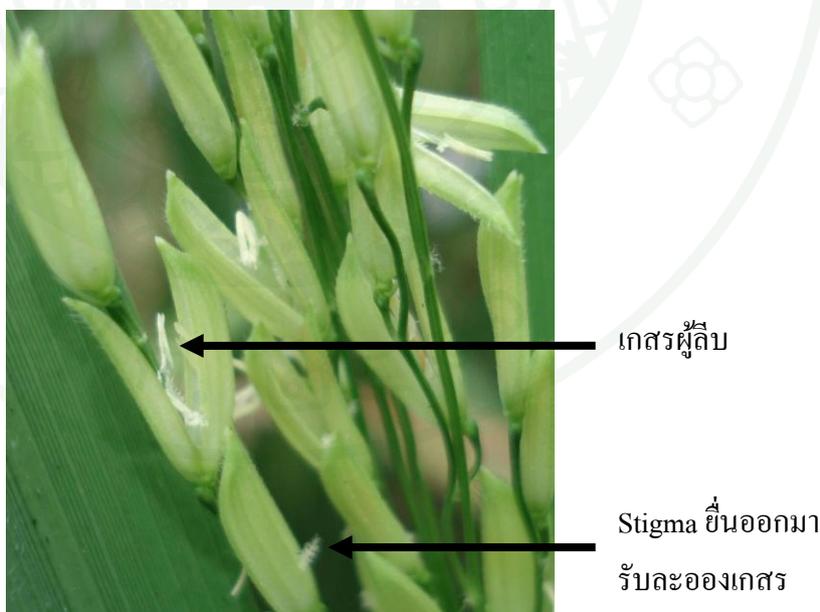
### อายุวันออกดอก

อายุวันออกดอก เป็นลักษณะหนึ่งที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกสายพันธุ์ A เพื่อนำมาใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม โดยต้องคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่มีอายุวันออกดอกพร้อมกับสายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อ เพื่อที่จะผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมได้สูงสุด (Virmani and Sharma, 1993)

อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของสายพันธุ์ A'' ที่ใช้เป็นสายพันธุ์แม่ในการสร้างลูก topcross มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 83 ถึง 97 วัน (ตารางผนวกที่ 7) และอายุวันออกดอกของพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 หรือสายพันธุ์ R ที่ใช้เป็นพันธุ์ทดสอบมีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 90 วัน ลูก topcross มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 73 ถึง 89 วัน (ตารางผนวก

ที่ 1) เมื่อพิจารณาลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 79 ถึง 88 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ A" ที่ได้จากการผสมกลับที่ใช้เป็นสายพันธุ์แม่ของลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรก ซึ่งมีอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 85 ถึง 94 วัน (ตารางที่ผนวกที่ 7) พบว่าลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก มีอายุวันออกดอกเร็วกว่าสายพันธุ์ A" และสายพันธุ์ R ที่ใช้เป็นพันธุ์ทดสอบ

สายพันธุ์ B มีอายุวันออกดอกอยู่ระหว่าง 81 ถึง 92 วัน (ตารางผนวกที่ 3) การบานของดอกข้าวของสายพันธุ์ A จะล่าช้ากว่าสายพันธุ์ B ประมาณ 1 ถึง 3 วัน โดยดอกข้าวจะทยอยบานทีละดอกจากปลายรวงจนถึงโคนรวง และสายพันธุ์ A มีช่วงเวลาการบานของดอก ตั้งแต่ 9.00 น. ถึง 13.00 น. ซึ่งมีระยะเวลาการบานของดอกนานกว่าสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แข่ง ที่มีช่วงการบานของดอกสั้นกว่า ตั้งแต่ 9.00 ถึง 12.00 น. ช่วงเวลาในการบานของดอกข้าวที่นานจะเป็นประโยชน์ในการผสมข้ามของข้าว โดยทำให้ต้นแม่มีโอกาสได้รับละอองเกสรของต้นพ่อได้มากขึ้น และประกอบกับสายพันธุ์ A มีลักษณะของเกสรตัวเมียที่ยื่นออกมาไกลดอก (stigma exsertion) (ภาพที่ 7) ซึ่งเป็นลักษณะของสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันที่ดี เนื่องจากละอองเกสรผู้จากต้นพ่อสามารถผสมกับเกสรตัวเมียของต้นแม่ได้ง่าย ทำให้การผสมเกสรมีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 7 ลักษณะการบานของดอกและการยื่นของเกสรตัวเมียออกมานอกกลีบดอกของข้าวสายพันธุ์ PTT-KU 7-3-2A" ที่เป็นต้นแม่

## การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ A สายพันธุ์ B และลูก topcross

องค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของข้าว ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนัก 100 เมล็ด การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตในบางลักษณะ เช่น จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนัก 100 เมล็ด จะเปรียบเทียบเฉพาะลูก topcross สายพันธุ์ B และสายพันธุ์ R หรือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อเพื่อใช้ในการสร้างลูก topcross เท่านั้น เนื่องจากสายพันธุ์ A ซึ่งเป็นสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันไม่สามารถผลิตเมล็ดได้ด้วยตัวเอง จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลผลผลิตได้ ดังนั้นในการพัฒนาสายพันธุ์ A ที่มีองค์ประกอบผลผลิตที่ดี จะพิจารณาสายพันธุ์ B ซึ่งเป็นสายพันธุ์คู่แฝด

### จำนวนรวงต่อกอ

จำนวนรวงต่อกอเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของข้าวในการผลิตข้าวลูกผสมเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ จากการทดลองพบว่าสายพันธุ์ A'' ที่ได้จากการการผสมกลับ 1 ครั้งและใช้เป็นต้นแม่ในการสร้างลูก topcross มีจำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 7 ถึง 14 รวง (ตารางผนวกที่ 7) สายพันธุ์ R หรือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อในการสร้างลูก topcross มีจำนวนรวงเท่ากับ 14 รวง เมื่อนำสายพันธุ์ A'' ผสมกับพันธุ์ทดสอบแล้วให้ลูก topcross ที่มีจำนวนรวงต่อกอเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 9 ถึง 17 รวง (ตารางผนวกที่ 2) โดยลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกมีจำนวนรวงอยู่ระหว่าง 14 ถึง 17 รวง ลูก topcross จากคู่ผสม PTT-KU 9-4-4A''/SPR1, PTT-KU 3-4-2A''/SPR1 และ PTT-KU 8-3-6(2)A''/SPR1 ที่ให้จำนวนรวงมากที่สุดเท่ากับ 17 รวง ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 3, 4 และ 13 ลูก topcross จากคู่ผสม PTT-KU 1-2-1A''/SPR1 ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับให้จำนวนรวงเท่ากับ 16 รวง และสายพันธุ์ B มีจำนวนรวงอยู่ระหว่าง 6 ถึง 16 รวง โดยสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกมีจำนวนรวงอยู่ระหว่าง 10 ถึง 14 รวง สายพันธุ์ PTT-KU 8-3-2B ที่ให้จำนวนรวงมากที่สุดเท่ากับ 16 รวง ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 28 ส่วนสายพันธุ์ PTT-KU 1-4-6B ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับให้จำนวนรวงเท่ากับ 13 รวง (ตารางผนวกที่ 4) ในขณะที่พันธุ์ร่วมทดสอบ กข 31, กข 29, ชัยนาท 1, สุพรรณบุรี 90, ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 2 มีจำนวนรวงเท่ากับ 10, 9, 8, 8, 9 และ 9 รวง

### ความยาวรวง

ความยาวรวงนอกจากจะเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ แล้วยังเป็นลักษณะทางเกษตรที่สำคัญในการผลิตข้าวลูกผสม เนื่องจากสายพันธุ์ A ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นต้นแม่ ต้องมีความยาวรวงที่ดีเพื่อจะผลิตเมล็ดพันธุ์ได้จำนวนมาก จากการทดลองพบว่าสายพันธุ์ A'' ที่ได้จากการการผสมกลับ 1 ครั้งและใช้เป็นต้นแม่ในการสร้างลูก topcross มีความยาวรวงอยู่ระหว่าง 22 ถึง 35 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนสายพันธุ์ R หรือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อในการสร้างลูก topcross มีความยาวรวงเท่ากับ 31 เซนติเมตร เมื่อนำสายพันธุ์ A'' ผสมกับพันธุ์ทดสอบแล้วให้ลูก topcross ซึ่งมีความยาวรวงอยู่ระหว่าง 21 ถึง 35 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 2) โดยลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกมีความยาวรวงอยู่ระหว่าง 21 ถึง 32 เซนติเมตร ลูก topcross จากกลุ่มผสม PTT-KU 7-1-2A''/SPR1 ที่ให้ความยาวรวงมากที่สุดเท่ากับ 33 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 30 ส่วนลูก topcross จากกลุ่มผสม PTT-KU 1-2-1A''/SPR1 ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับให้ความยาวรวงเท่ากับ 32 เซนติเมตร และสายพันธุ์ B มีความยาวรวงอยู่ระหว่าง 21 ถึง 37 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 4) โดยสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกมีความยาวรวงอยู่ระหว่าง 24 ถึง 37 เซนติเมตร สายพันธุ์ PTT-KU 7-3-2B ที่มีความยาวรวงมากที่สุดเท่ากับ 37 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 5 ส่วนสายพันธุ์ PTT-KU 1-4-6B ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับให้ความยาวรวงเท่ากับ 26 เซนติเมตร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสายพันธุ์ PTT-KU 1-4-6B มีจำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดมาก ชดเชยกับความยาวรวงที่สั้น จึงยังคงให้ผลผลิตที่สูง ในขณะที่พันธุ์ร่วมทดสอบ กข 31, กข 29, ชัยนาท 1, สุพรรณบุรี 90, ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 2 มีความยาวรวงเท่ากับ 31, 26, 27, 33, 31, 40 และ 43 เซนติเมตร

### จำนวนเมล็ดต่อรวง

จำนวนเมล็ดต่อรวงเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ จากการทดลองพบว่าสายพันธุ์ R หรือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อหรือพันธุ์ทดสอบในการสร้างลูก topcross มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 188 เมล็ด (ตารางผนวกที่ 7) เมื่อนำสายพันธุ์ A'' ผสมกับพันธุ์ทดสอบแล้วให้ลูก topcross ซึ่งมีจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 156 ถึง 253 เมล็ด (ตารางผนวกที่ 2) โดยลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกมีจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 187 ถึง 221 เมล็ด ลูก topcross จากกลุ่มผสม PTT-KU 2-2-4A''/SPR1 ให้จำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุดเท่ากับ 253 เมล็ด ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 38 ส่วนลูก topcross จากกลุ่มผสม PTT-KU 1-2-1A''/SPR1 ที่ให้ผล

ผลิตสูงสุดกลับให้จำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 221 เมล็ด และสายพันธุ์ B มีจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 120 ถึง 281 เมล็ด (ตารางผนวกที่ 4) โดยสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกมีจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 172 ถึง 227 เมล็ด สายพันธุ์ PTT-KU 7-3-4B ที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุดเท่ากับ 281 เมล็ด ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 19 ส่วนสายพันธุ์ PTT-KU 1-4-6B ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับให้จำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 199 เมล็ด ในขณะที่พันธุ์ร่วมทดสอบ ปทุมธานี 1, ชัยนาท 1, สุพรรณบุรี 2, กข 29, กข 31 และสุพรรณบุรี 90 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 153, 156, 157, 169, 191 และ 199 เมล็ด ตามลำดับ

#### เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง

เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ จากการทดลองพบว่าสายพันธุ์ R หรือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อหรือพันธุ์ทดสอบในการสร้างลูก topcross มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงเท่ากับ 83 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) เมื่อนำสายพันธุ์ A ผสมกับพันธุ์ทดสอบแล้วให้ลูก topcross ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงอยู่ระหว่าง 52 ถึง 89 เปอร์เซ็นต์ โดยลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงอยู่ระหว่าง 61 ถึง 79 เปอร์เซ็นต์ ลูก topcross จากกลุ่มผสม PTT-KU 10-2-5(1)A//SPR1 ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงมากที่สุดเท่ากับ 89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 25 ส่วนลูก topcross จากกลุ่มผสม PTT-KU 1-2-1A//SPR1 ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงเท่ากับ 69 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ B มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงอยู่ระหว่าง 58 ถึง 87 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 4) โดยสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงอยู่ระหว่าง 58 ถึง 87 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ B PTT-KU 1-2-1B ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงมากที่สุดเท่ากับ 87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 6 ส่วนสายพันธุ์ B PTT-KU 1-4-6B ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงเท่ากับ 82 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ร่วมทดสอบ สุพรรณบุรี 2, สุพรรณบุรี 90, ปทุมธานี 1, กข 31, กข 29 และ ชัยนาท 1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเท่ากับ 78, 80, 81, 86, 86 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

#### น้ำหนัก 100 เมล็ด

น้ำหนัก 100 เมล็ดหรือขนาดเมล็ด เป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ จากการทดลองพบว่าสายพันธุ์ R หรือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อหรือพันธุ์ทดสอบในการสร้างลูก topcross มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 3.54 กรัม (ตารางผนวกที่ 7) เมื่อนำสาย

พันธุ์ A" ผสมกับพันธุ์ทดสอบแล้วให้ลูก topcross ซึ่งมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 3.11 ถึง 4.43 กรัม (ตารางผนวกที่ 2) โดยลูก topcross ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 3.63 ถึง 4.13 กรัม ลูก topcross จากคู่ผสม PTT-KU 3-1-9A"/SPR1 ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 4.43 กรัม ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 14 ส่วนลูก topcross จากคู่ผสม PTT-KU 1-2-1A"/SPR1 ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 4.06 กรัม และสายพันธุ์ B มีน้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ระหว่าง 2.78 ถึง 3.90 กรัม (ตารางผนวกที่ 4) โดยสายพันธุ์ B ที่ให้สูง 10 อันดับแรกมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 3.19 ถึง 3.76 กรัม สายพันธุ์ PTT-KU 9-4-4B มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 3.90 กรัม ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 34 ส่วนสายพันธุ์ PTT-KU 1-4-6B ที่ให้ผลผลิตสูงสุดกลับมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 3.76 กรัม ในขณะที่พันธุ์ร่วมทดสอบ กข 31, สุพรรณบุรี 90, สุพรรณบุรี 2, ปทุมธานี 1, ชัยนาท 1 และ กข 29 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 3.62, 3.62, 3.70, 3.72, 3.79 และ 3.81 กรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าลูก topcross มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับหรือสูงกว่าพันธุ์ร่วมทดสอบ และสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบกับสุพรรณบุรี 1

## สรุปและข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน (สายพันธุ์ A) จากกลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (สายพันธุ์ B) โดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ สามารถสร้างสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดไปพร้อมๆ กัน และยังช่วยลดจำนวนสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ที่ไม่ต้องการทิ้งไปก่อนการผสมกลับ ทำให้การปรับปรุงสายพันธุ์ A โดยวิธีนี้ใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าวิธีการปรับปรุงสายพันธุ์ A โดยวิธีการปกติ จากผลการทดลองพบว่า สายพันธุ์ A ที่ให้ผลผลิตลูก topcross สูง 10 อันดับแรก ได้แก่ PTT-KU1-2-1A//SPR1, PTT-KU9-1-4A//SPR1, PTT-KU9-4-4A//SPR1, PTT-KU 3-4-2A//SPR1, PTT-KU3-3-9A//SPR1, PTT-KU 2-2-2A//SPR1, PTT-KU 6-1-6A", PTT-KU 7-3-2A//SPR1, PTT-KU 10-3-4A//SPR1 และ PTT-KU 4-3-11A//SPR1 ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 751 ถึง 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก ได้แก่ PTT-KU1-4-6B, PTT-KU2-4-6B, PTT-KU1-3-13B, PTT-KU8-3-6(1)B, PTT-KU7-3-2B, PTT-KU1-2-1B, PTT-KU4-3-11B, PTT-KU2-3-9B, PTT-KU6-1-6B และ PTT-KU9-1-6B ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 593 ถึง 976 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 ให้ผลผลิต 582 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการคัดเลือกสายพันธุ์ A โดยพิจารณาจากผลผลิตลูก topcross ทำให้การคัดเลือกสายพันธุ์ A ถูกต้องมากกว่าการคัดเลือกโดยพิจารณาจากผลผลิตจากสายพันธุ์ B เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ A ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดี เพราะสายพันธุ์ A ที่เป็นสายพันธุ์คู่แฝดกับสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงนั้น อาจจะไม่มีความสมรรถนะการผสมที่ดีกับสายพันธุ์พ่อ ที่ให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง ดังนั้นในการทดลองนี้จึงคัดเลือกสายพันธุ์ A และ B ที่เป็นคู่แฝดกันซึ่งให้ผลผลิตลูก topcross สูง 10 อันดับแรกด้วยกันนำไปพัฒนาสายพันธุ์ A และสายพันธุ์ B ต่อไป เพื่อใช้ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม และได้คัดเลือกสายพันธุ์ B ที่ให้ผลผลิตสูงสุด จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ PTT-KU1-4-6B, PTT-KU2-4-6B, PTT-KU 1-3-13B และ PTT-KU 8-3-6(1) เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาพันธุ์เป็นข้าวสายพันธุ์แท้ และใช้เป็นสายพันธุ์ B ตั้งต้นในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมต่อไป

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2544. **ปรับปรุงพันธุ์พืช : ความหลากหลายของแนวคิด**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. 2551. **ปรับปรุงพันธุ์พืช : พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด**. เรียบเรียงครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คมสัน อำนวยสิทธิ์. 2537. **การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวฟ่างอาหารสัตว์โดยวิธีการผสมกลับในชั่วแรกๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีระภัทร์ มาลีวงษ์. 2528. **การทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกของสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันเพื่อสร้างลูกผสมของข้าวฟ่าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีระศิลป์ โพธิ์สูง. 2531. **การสร้างสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวฟ่างโดยวิธีการผสมกลับในชั่วแรกๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทนงสิน วงศ์ประสม. 2550. **การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันชนิด C-cms ในข้าวโพดโดยวิธีการผสมกลับ และทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บ้จอร์ ธรรมสามิสรณ์, สุภาวิณี แสงโชติ และสุชาติ นักปราชญ์. 2548. **การพัฒนาสายพันธุ์เรณูเป็นหมันโดยวิธีการผสมกลับ, น. 37. ใน เรื่องย่อการประชุมวิชาการข้าว และธัญพืชเมืองหนาว. ประจำปี 2548, วันที่ 7-8 มีนาคม 2548. ณ. โรงแรมรอยัลไฮลิคส์ รีสอร์ท, นครนายก.**
- บริบูรณ์ สมฤทธิ์ และปัทมา ศิริธัญญา. 2550. **ข้าวลูกผสม : สถานภาพข้าวลูกผสมในนานาประเทศ. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปทุมธานี.**

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2546. พันธุศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ บัวพวงชน. 2538. การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวฟ่างโดยการผสมกลับและผสมกับตัวทดสอบไปพร้อมกันในชั่วแรกๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มูลนิธิข้าวไทย. 2547. ข้าว ขวัญของแผ่นดิน. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

รังสิต เต็งหะพันธุ์, ฝนทอง เสนะวงศ์, สงกรานต์ จิตรากร, สุรชาติ ประเสริฐพงษ์, กัมปนาท มุขดี, ประดับ วิทยธีรรัตน์ และ ปราโมทย์ อนุกุล. 2531. การถ่ายทอดลักษณะเรณูเป็นหมันในข้าว.น. 469-470. ใน รายงานประจำปี 2531 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว, กรุงเทพฯ

ลัดดาวัลย์ วรรณนุช. 2551. ข้าว: การผลิตและการค้า. สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2549. เอกสารประกอบการเรียนวิชา 003575 การปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง I. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาวดี แสงโชติ. 2548. การพัฒนาสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันของข้าวโดยวิธีการผสมกลับและทดสอบสมรรถนะการผสมในชั่วแรกๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. การผลิตสินค้าการเกษตรที่สำคัญ. แหล่งที่มา: <http://www.2.oae.go.th/Majorrice08.xls>, 3 พฤศจิกายน 2552.

อภิชาติ กาญจนบัตร. 2530. ศักยภาพของการใช้สายพันธุ์แก้ความเป็นหมันที่ปรับตัวได้ดี  
ภายในประเทศ การพัฒนาสายพันธุ์เกษตรกรผู้เป็นหมัน และสายพันธุ์รักษา ความเป็น  
หมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรพิน วัฒนเสถ์, สถาพร กาญจนพันธุ์, สุรีย์ ศรีวันทนิยกุล, วาสนา วรมินทร์, เจตน์ กชฤกษ์, บุญ  
โสม ชำนาญกุล และ สารนิตี สงวนศักดิ์. 2535. การถ่ายทอดลักษณะเรณูเป็นหมันให้พันธุ์  
ข้าวไทย. น. 91-96. ใน รายงานประจำปี 2534 และ 2535 สถานีทดลองข้าวชัยนาท. กรม  
วิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว, กรุงเทพฯ

Athwal, D.S. and S.S. Virmani. 1972. Cytoplasmic male sterility and hybrid breeding in rice,  
pp. 615-620. In **Rice Breeding**. IRRI, Manila.

Akagi, H., A. Nakamura, , Y. Yokozeki-Misono, A. Inagaki, H. Takahashi, K. Mori, and  
T. Fujimura. 2004. Positional cloning of rice *Rf-1* gene, restorer of BT-type  
cytoplasmic male sterility that encodes a mitochondria-targeting PPR protein. **Theor.**  
**Appl. Genet.** 108: 1449-1457.

Allard, R.W. 1960. **Principles of Plant Breeding**. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Amornsilpa, S., S. Potipibool and S. Noojoy. 1994. Hybrid rice research in Thailand, pp. 213-  
216. In S.S. Virmani, ed. **Hybrid Rice Technology**. IRRI, Manila.

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

Chittrakon, S., P. Khambanonda and P. Senawong. 1986. Hybrice rice : status and future in  
Thailand. **Thai. Agric. Res. J.** 4(2): 149-157.

Erickson, J.R. 1969. Cytoplasmic male sterility in rice (*Oryza sativa* L.) **Argon. Abs:** 6.

- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1981. **Quantitative Genetic in Maize Breeding**. The Iowa State Univ. Press, Ames.
- Hayman, B.I. 1957. Interaction, heterosis and diallel crosses. **Genetics** 42: 62-68.
- Hoan, N.T. and N.H. Nghin. 2003. Development and use of hybrid rice in Vietnam, pp. 357-271. *In* S.S. Virmani, C.X. Mao and B. Hardy, eds. **Hybrid Rice for Food Security, Poverty Alleviation and Environment Protection**. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Hybrid Rice. 14-17 May 2002, Hanoi.
- House, L.R. 1980. **A Guide to Sorghum Breeding**. ICRIARAT, Andhra Pradesh.
- Jenkins, M.T. 1935. The effect of inbreeding and selection within inbred lines of maize upon the hybrids made after successive generations of selfing. **Iowa State J. Sci.** 3: 429-450.
- \_\_\_\_\_. 1978. Maize breeding during the development and early years of hybrid maize, pp. 339-371. *In* D.W. Walden, ed. **Maize Breeding and Genetics**. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Jenkins, M.T. and A. M. Brunson. 1932. Method of testing inbred line of maize in crossbred combination. **J. Amer. Soc. Agron.** 24: 523-230.
- Kaul, M.L.H. 1988. **Male Sterility in Higher Plants**. Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg.
- Keller, K.R. 1949. A comparison involving the number of and relationships between testers in evaluating inbred lines of maize. **Agron. J.** 41: 323-331.
- Knott, D.K. 1979. Selection for yield in wheat breeding. **Euphytica** 28: 37-40.

- Komori, T., T. Yamamoto, N. Takemori, M. Kashihara, H. Matsushima and N. Nitta. 2003. Fine genetic mapping of the nuclear gene, *Rf-1*, that restores the BT-type cytoplasmic male sterility in rice (*Oryza sativa* L.) by PCR-based markers. **Euphytica** 129: 241-247.
- Li, Z. and Y. Zhu. 1988. Rice male sterile cytoplasm and fertility restoration, pp. 85-102. *In* **Hybrid Rice**. IRRI, Manila.
- Lin, S.C. and L.P. Yuan. 1980. Hybrid rice breeding in China, pp. 33-51. *In* **Innovation Approaches to Rice Breeding**. IRRI, Manila.
- \_\_\_\_\_. 2000. Hybrid rice breeding in China, pp. 35-51. *In* **International Rice Research Institute: Innovative Breeding**. IRRI, Manila.
- Liu, Q.X., X. Xu, Y.P. Tan, S.Q. Li, J. Hu, J.Y. Huang, D.C. Yang, Y.S. Li and Y.G. Zhu. 2004. Inheritance and molecular mapping of two fertility-restoring loci for Honglian gametophytic cytoplasmic male sterility in rice (*Oryza sativa* L.). **Mol. Gen. Genomics** 271: 586-594.
- O'Brien, L., R.J. Baker and L.E. Evans. 1978. Response to selection for yield in  $F_3$  of four wheat crosses. **Crop Sci.** 18: 1029-1033.
- Nguyen, V.L., V.S. Nguyen and S.S. Virmani. 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.
- Matzinger, D.F. 1953. Comparison of three types of testers for evaluation of inbred lines of corn. **Agron. J.** 45: 493-495.
- Shaoqing Li, D. Yang and Y. Zhu. 2007. Characterization and use of male sterility in hybrid rice breeding. **Integrative Plant Biol. J.** 49 (6): 791-804.

- Shen, J.H. 1980. Rice breeding in China, pp. 9-30. *In Rice Improvement in China and Other Asian Countries*. IRRI, Manila.
- Shinjyo, C. 1969. Cytoplasmic genetic male sterility in cultivated rice (*Oryza sativa* L.). II. The inheritance of male sterility. **Jpn. J. Genet.** 44: 149-156.
- Shull, G.H. 1952. Beginnings of the heterosis concept, pp. 14-48. *In* J.W. Gowen, ed. **Heterosis**. Iowa State College Press, Ames.
- Sprague, G.F. 1964. Early testing of inbred line of corn. **J. Am. Soc. Agron.** 38: 108-117.
- Sprague, G.E. and L.A. Tatum. 1942. General and specific combining ability in single crosses of corn. **J. Am. Soc. Agron.** 34: 923-932.
- Petersen, R.G. 1985. Augmented designs for preliminary yield trails. **RACHIS** 4: 29-35.
- Rojas, B.A. and H.F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield trails. III. General and specific combining ability and their interactions with location and years. **Agron. J.** 49: 462-466.
- Tan, X.L. and S. Trangroonrang. 1998. Genetic analysis of rice CMS-WA fertility restoration based on QTL mapping. **Theor. Appl. Genet.** 96: 994-999.
- Toan, N.V. and N.T. Hoan. 2002. Hybrid Rice Research and Development in Vietnam, *In Proceedings of the Hybrid Rice Cultivation Training Course*. June 23-July 5, 2002. Beijing.
- Virmani, S.S. 1994a. **Heterosis and Hybrid Rice Breeding**. IRRI, Manila.

- \_\_\_\_\_. 1994b. Prospects of hybrid rice in the tropics and subtropics, pp 7-19. *In* S.S. Virmani, ed. **Hybrid Rice: New Developments and Future Prospects**. IRRI, Manila.
- \_\_\_\_\_. 2003. **Two-line Hybrid Rice Breeding Manual**. IRRI, Manila.
- Virmani, S.S., R.C. Aquino and G.S. Khush. 1982. Heterosis Breeding in rice (*Oryza sativa* L.). **Theor. Appl. Genet.** 63: 373-380.
- Virmani, S.S. and I.B. Edwards. 1983. Current status and future prospects for breeding hybrid rice and wheat. **Adv. Agron.** 36:145-214.
- Virmani, S.S. and H.L. Sharma. 1993. **Manual for Hybrid Rice Seed Production**. IRRI, Manila.
- Virmani, S.S., B.C. Viraktamath, C.L. Casal, R.S. Toledo, M.T. Lopez and J.O. Manalo. 1997. **Hybrid Rice Breeding Manual**. IRRI, Manila.
- Yao, F.Y., C.G. Xu, S.B. Yu, J.X. Li, Y.J. Gao, X.H. Li and Q.F. Zhang. 1997. Mapping and genetic analysis of two fertility restorer loci in wild-abortive cytoplasmic male sterility system of rice (*Oryza sativa* L.). **Euphytica** 98: 183-187.
- Yuan. L.P. 1992. Development and prospect of hybrid rice breeding, pp. 97-105. *In* C.B. You and Z.L. Chen, eds. **Agricultural Biotechnology. Proceeding Asian-Pacific Conf. Agricultural Biotechnology**. China Science and Technology Press, Beijing.
- \_\_\_\_\_. 2005. Hybrid rice technology for food security in the world, pp. 1-2. *In* L.P. Yuan and J. Peng, eds. **Hybrid Rice and World Food Security**. China Science and Technology Press, Beijing.

- Yaun, L.P. and H.X. Chen. 1988. **Breeding and Cultivation of Hybrid Rice**. Hunan Science and Technology Press, Hunan.
- Yuan, L.P. and X.Q. Fu. 1996. **Technology of Hybrid Rice Production**. FAO, Rome.
- Yuan, L.P., Z.Y. Yang and J.B. Yang. 1994. Hybrid rice in China, pp. 143-147. *In* S.S. Virmani, ed. **Hybrid Rice: New Development and Future Prospects**. IRRI, Manila.
- Yuan, L.P. and S.S. Virmani. 1988. Status of hybrid rice research and development, pp. 7-14. *In* **Hybrid Rice**. IRRI, Manila.
- Yuan, L.P., S.S. Virmani and C.X. Mao. 1989. Hybrid rice –Achievement and future outlook, pp. 219-235, *In* **Progress in Irrigated Rice Research**. IRRI, Manila.
- Yuan, L.P., X.J. Wu, F.M. Liao, G.H. MA and Q.S. Xu. 2003. **Hybrid Rice Technology**. China Agriculture Press, Beijing.
- Wang, Z.H., Y.J. Zou, X.Y. Li, Q.Y. Zhang, L.T. Chen, H. Wu, D.H. Su, Y.L. Chen, J.X. Guo, D. Luo, Y.M. Long, F.Y. Yao, C.G. Xu, S.B. Yu, J.X. Li, Y.J. Gao, X.H. Li and Q. Zhang. 1997. Mapping and genetic analysis of two fertility restorer loci in wild-abortive cytoplasmic male sterility system of rice (*Oryza sativa* L.). **Euphytica** 98: 183-187.
- Zhang, Q., T.S. Bharaj, S.S. Virmani and H. Huang. 1997. Mapping of the *Rf-3* nuclear fertility restoring gene for WA cytoplasmic male sterility in rice using RAPD and RELP markers. **Theor. Appl. Genet.** 94: 27-33.



**ตารางผนวกที่ 1** อันดับผลผลิตและลักษณะทางเกษตรบางอย่างของผลผลิตของลูก topcross กับ  
สายพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวัน ออกดอก 50% (วัน)	อายุเก็บ เกี่ยว (วัน)
1	PTT-KU 1-2-1A <sup>II</sup> /SPR1	1,034	118	20	80	80	110
2	PTT-KU 9-1-4A <sup>II</sup> /SPR1	1,012	111	17	91	80	110
3	PTT-KU 9-4-4A <sup>II</sup> /SPR1	968	112	25	69	88	118
4	PTT-KU 3-4-2A <sup>II</sup> /SPR1	884	112	22	78	82	112
5	PTT-KU 3-3-9A <sup>II</sup> /SPR1	854	113	17	87	83	113
6	PTT-KU 2-2-2A <sup>II</sup> /SPR1	832	111	20	79	79	109
7	PTT-KU 6-1-6A <sup>II</sup> /SPR1	823	114	18	85	84	114
8	PTT-KU 7-3-2A <sup>II</sup> /SPR1	806	112	17	93	88	118
9	PTT-KU 10-3-4A <sup>II</sup> /SPR1	788	118	20	72	83	113
10	PTT-KU 4-3-11A <sup>II</sup> /SPR1	751	111	16	90	84	114
11	PTT-KU 5-2-5A <sup>II</sup> /SPR1	718	117	16	82	84	114
12	PTT-KU 10-2-5(2)A <sup>II</sup> /SPR1	714	118	19	76	80	110
13	PTT-KU 8-3-6(2)A <sup>II</sup> /SPR1	702	111	20	86	79	109
14	PTT-KU 3-1-9A <sup>II</sup> /SPR1	693	105	19	71	89	119
15	PTT-KU 7-3-4A <sup>II</sup> /SPR1	691	126	20	81	80	110
16	PTT-KU 8-3-6(1)A <sup>II</sup> /SPR1	682	117	15	93	80	110
17	PTT-KU 8-3-2A <sup>II</sup> /SPR1	647	117	22	65	73	103
18	PTT-KU 3-3-8A <sup>II</sup> /SPR1	645	118	15	82	86	116
19	PTT-KU 6-2-1A <sup>II</sup> /SPR1	632	112	14	88	85	115
20	PTT-KU 4-2-2A <sup>II</sup> /SPR1	616	123	19	66	80	110
21	PTT-KU 6-3-3A <sup>II</sup> /SPR1	615	120	19	73	84	114
22	PTT-KU 9-3-8A <sup>II</sup> /SPR1	613	112	20	62	78	108
23	PTT-KU 9-3-6A <sup>II</sup> /SPR1	590	101	17	75	79	109
24	PTT-KU 5-2-9A <sup>II</sup> /SPR1	590	122	15	88	80	110
25	PTT-KU 10-2-5(1)A <sup>II</sup> /SPR1	589	112	16	79	80	110

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวัน ออกดอก 50% (วัน)	อายุเก็บ เกี่ยว (วัน)
26	PTT-KU 4-2-7A <sup>II</sup> /SPR1	588	119	19	78	83	113
27	PTT-KU 10-2-7A <sup>II</sup> /SPR1	586	116	20	71	80	110
28	PTT-KU 2-3-9A <sup>II</sup> /SPR1	557	119	16	94	84	114
29	PTT-KU 8-4-4A <sup>II</sup> /SPR1	548	116	18	78	84	114
30	PTT-KU 7-1-2A <sup>II</sup> /SPR1	543	119	13	85	80	110
31	PTT-KU 5-4-5A <sup>II</sup> /SPR1	536	115	16	67	84	114
32	PTT-KU 6-3-9A <sup>II</sup> /SPR1	534	109	27	46	83	113
33	PTT-KU 9-2-7A <sup>II</sup> /SPR1	532	114	19	84	80	110
34	PTT-KU 1-2-3A <sup>II</sup> /SPR1	531	121	17	78	80	110
35	PTT-KU 9-1-6A <sup>II</sup> /SPR1	524	102	20	61	80	110
36	PTT-KU 5-3-2A <sup>II</sup> /SPR1	481	117	16	77	80	110
37	PTT-KU 5-2-2A <sup>II</sup> /SPR1	481	103	16	76	84	114
38	PTT-KU 2-2-4A <sup>II</sup> /SPR1	468	111	14	69	80	110
39	PTT-KU 2-4-6A <sup>II</sup> /SPR1	463	116	25	51	79	109
40	PTT-KU 6-3-11A <sup>II</sup> /SPR1	453	120	15	87	82	112
41	PTT-KU 6-4-4A <sup>II</sup> /SPR1	439	108	16	88	83	113
42	PTT-KU 4-4-14A <sup>II</sup> /SPR1	422	121	17	77	80	110
43	PTT-KU 4-1-10A <sup>II</sup> /SPR1	403	109	21	73	85	115
44	PTT-KU 4-3-7A <sup>II</sup> /SPR1	387	120	18	70	82	112
45	PTT-KU 10-4-2A <sup>II</sup> /SPR1	383	108	17	78	80	110
46	PTT-KU 7-4-4A <sup>II</sup> /SPR1	381	117	18	74	86	116
47	PTT-KU 1-4-6A <sup>II</sup> /SPR1	365	123	20	81	83	113
48	PTT-KU 1-2-6A <sup>II</sup> /SPR1	345	125	19	62	83	113
49	PTT-KU 2-2-5A <sup>II</sup> /SPR1	343	117	14	84	79	109
50	PTT-KU 1-3-7A <sup>II</sup> /SPR1	291	106	20	62	83	113

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวัน ออกดอก 50% (วัน)	อายุเก็บ เกี่ยว (วัน)
51	PTT-KU 1-3-13A//SPR1	278	107	16	57	85	115
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31	566	122	14	67	93	123
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29	524	96	17	52	89	119
	พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1	495	117	13	61	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90	487	128	13	63	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1	447	107	14	64	91	121
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2	446	109	13	66	84	114
	พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1	582	121	18	77	90	120

ตารางผนวกที่ 2 องค์ประกอบผลผลิตของลูก topcross กับพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์  
เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	จำนวน	ความยาว	จำนวน	% เมล็ด	น้ำหนัก 100
		รวงต่อกอ	รวง (ซม.)	เมล็ดต่อรวง	ดีต่อรวง	เมล็ด (ก.)
1	PTT-KU 1-2-1A <sup>II</sup> /SPR1	16	32	221	69	4.06
2	PTT-KU 9-1-4A <sup>II</sup> /SPR1	15	29	203	79	3.76
3	PTT-KU 9-4-4A <sup>II</sup> /SPR1	17	30	205	61	4.13
4	PTT-KU 3-4-2A <sup>II</sup> /SPR1	17	30	210	70	3.80
5	PTT-KU 3-3-9A <sup>II</sup> /SPR1	14	29	198	74	4.06
6	PTT-KU 2-2-2A <sup>II</sup> /SPR1	16	31	200	76	3.63
7	PTT-KU 6-1-6A <sup>II</sup> /SPR1	15	28	187	64	3.98
8	PTT-KU 7-3-2A <sup>II</sup> /SPR1	15	29	209	73	3.64
9	PTT-KU 10-3-4A <sup>II</sup> /SPR1	14	27	217	70	3.72
10	PTT-KU 4-3-11A <sup>II</sup> /SPR1	15	21	219	66	3.89
11	PTT-KU 5-2-5A <sup>II</sup> /SPR1	13	26	203	80	3.70
12	PTT-KU 10-2-5(2)A <sup>II</sup> /SPR1	15	32	212	60	4.12
13	PTT-KU 8-3-6(2)A <sup>II</sup> /SPR1	17	28	160	78	3.73
14	PTT-KU 3-1-9A <sup>II</sup> /SPR1	14	27	160	79	4.43
15	PTT-KU 7-3-4A <sup>II</sup> /SPR1	16	25	233	85	3.56
16	PTT-KU 8-3-6(1)A <sup>II</sup> /SPR1	14	27	235	86	3.29
17	PTT-KU 8-3-2A <sup>II</sup> /SPR1	14	32	167	79	3.84
18	PTT-KU 3-3-8A <sup>II</sup> /SPR1	13	26	183	79	3.76
19	PTT-KU 6-2-1A <sup>II</sup> /SPR1	12	30	213	74	3.72
20	PTT-KU 4-2-2A <sup>II</sup> /SPR1	13	27	186	76	4.10
21	PTT-KU 6-3-3A <sup>II</sup> /SPR1	14	27	208	65	3.91
22	PTT-KU 9-3-8A <sup>II</sup> /SPR1	12	29	192	65	3.89
23	PTT-KU 9-3-6A <sup>II</sup> /SPR1	13	26	170	74	3.60
24	PTT-KU 5-2-9A <sup>II</sup> /SPR1	13	30	198	67	3.83
25	PTT-KU 10-2-5(1)A <sup>II</sup> /SPR1	13	26	169	78	3.46

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	จำนวน รวงต่อกอ	ความยาว รวง (ซม.)	จำนวน เมล็ดต่อรวง	% เมล็ด ดีต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)
26	PTT-KU 4-2-7A <sup>//</sup> /SPR1	15	32	156	69	3.23
27	PTT-KU 10-2-7A <sup>//</sup> /SPR1	14	29	179	80	3.69
28	PTT-KU 2-3-9A <sup>//</sup> /SPR1	15	31	186	79	3.63
29	PTT-KU 8-4-4A <sup>//</sup> /SPR1	14	27	240	72	3.20
30	PTT-KU 7-1-2A <sup>//</sup> /SPR1	11	35	205	52	4.26
31	PTT-KU 5-4-5A <sup>//</sup> /SPR1	11	30	232	78	3.20
32	PTT-KU 6-3-9A <sup>//</sup> /SPR1	13	30	228	61	4.14
33	PTT-KU 9-2-7A <sup>//</sup> /SPR1	16	28	190	82	3.74
34	PTT-KU 1-2-3A <sup>//</sup> /SPR1	13	28	175	77	3.82
35	PTT-KU 9-1-6A <sup>//</sup> /SPR1	12	23	215	58	3.99
36	PTT-KU 5-3-2A <sup>//</sup> /SPR1	12	32	180	75	3.81
37	PTT-KU 5-2-2A <sup>//</sup> /SPR1	12	26	207	61	3.78
38	PTT-KU 2-2-4A <sup>//</sup> /SPR1	10	29	253	74	3.41
39	PTT-KU 2-4-6A <sup>//</sup> /SPR1	13	26	202	84	3.11
40	PTT-KU 6-3-11A <sup>//</sup> /SPR1	13	32	174	62	3.78
41	PTT-KU 6-4-4A <sup>//</sup> /SPR1	14	28	206	54	3.59
42	PTT-KU 4-4-14A <sup>//</sup> /SPR1	13	30	171	70	3.48
43	PTT-KU 4-1-10A <sup>//</sup> /SPR1	15	23	190	75	2.91
44	PTT-KU 4-3-7A <sup>//</sup> /SPR1	13	27	159	76	3.76
45	PTT-KU 10-4-2A <sup>//</sup> /SPR1	13	26	121	76	3.75
46	PTT-KU 7-4-4A <sup>//</sup> /SPR1	13	26	219	72	3.67
47	PTT-KU 1-4-6A <sup>//</sup> /SPR1	16	32	188	63	3.39
48	PTT-KU 1-2-6A <sup>//</sup> /SPR1	12	31	178	60	3.45
49	PTT-KU 2-2-5A <sup>//</sup> /SPR1	12	28	184	87	3.29
50	PTT-KU 1-3-7A <sup>//</sup> /SPR1	12	28	191	76	3.24

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	คู่ผสม topcross	จำนวน รวงต่อกอ	ความยาว รวง (ซม.)	จำนวน เมล็ดต่อรวง	เมล็ดดี ต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)
51	PTT-KU 1-3-13A//SPR1	9	28	158	80	3.79
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31	10	26	191	86	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29	9	27	169	86	3.81
	พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1	8	33	156	87	3.79
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90	8	31	199	80	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1	9	40	153	81	3.72
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2	9	43	157	78	3.70
	พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1	14	31	188	83	3.54

ตารางผนวกที่ 3 อันดับผลผลิตและลักษณะทางเกษตรบางอย่างของสายพันธุ์ B กับสายพันธุ์ร่วม  
ทดสอบ และพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวัน ออกดอก 50% (วัน)	อายุเก็บ เกี่ยว (วัน)
1	PTT-KU 1-4-6B	976	106	18	71	84	114
2	PTT-KU 2-4-6B	817	104	19	71	91	121
3	PTT-KU 1-3-13B	773	100	15	76	82	112
4	PTT-KU 8-3-6(1)B	729	107	14	82	82	112
5	PTT-KU 7-3-2B	706	99	17	70	88	118
6	PTT-KU 1-2-1B	689	106	17	80	83	113
7	PTT-KU 4-3-11B	676	112	22	60	82	112
8	PTT-KU 2-3-9B	661	102	13	87	89	119
9	PTT-KU 6-1-6B	628	99	14	75	89	119
10	PTT-KU 9-1-6B	593	102	21	56	86	116
11	PTT-KU 10-2-5(2)B	584	103	17	74	81	111
12	PTT-KU 8-4-4B	548	116	15	77	86	116
13	PTT-KU 3-1-9B	516	107	21	72	89	119
14	PTT-KU 4-1-10B	513	105	18	72	81	111
15	PTT-KU 2-2-5B	509	102	14	68	88	118
16	PTT-KU 3-3-5B	504	106	17	77	86	116
17	PTT-KU 3-3-9B	503	105	14	67	87	117
18	PTT-KU 6-2-1B	489	108	13	69	88	118
19	PTT-KU 7-3-4B	474	102	13	68	82	112
20	PTT-KU 7-1-2B	472	105	11	61	88	118
21	PTT-KU 7-2-7B	471	102	19	72	85	115
22	PTT-KU 6-3-9B	470	99	18	48	89	119
23	PTT-KU 8-3-6(2)B	468	99	15	74	81	111
24	PTT-KU 7-4-7B	465	98	15	96	87	117
25	PTT-KU 2-2-2B	453	100	22	68	87	117

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวัน ออกดอก 50% (วัน)	อายุเก็บ เกี่ยว (วัน)
26	PTT-KU 5-3-2B	447	108	15	91	84	114
27	PTT-KU 7-4-4B	443	107	17	58	87	117
28	PTT-KU 8-3-2B	433	107	19	82	81	111
29	PTT-KU 9-3-8B	428	99	15	70	82	112
30	PTT-KU 9-2-7B	427	96	16	81	88	118
31	PTT-KU 2-2-4B	413	106	18	57	87	117
32	PTT-KU 9-1-4B	407	100	15	85	83	113
33	PTT-KU 3-4-2B	405	107	11	71	92	122
34	PTT-KU 9-4-4B	404	104	21	46	86	116
35	PTT-KU 5-4-5B	403	101	13	66	86	116
36	PTT-KU 4-4-14B	391	107	14	81	84	114
37	PTT-KU 6-4-4B	390	99	16	71	89	119
38	PTT-KU 9-3-6B	387	95	15	87	81	111
39	PTT-KU 10-2-7B	382	105	16	75	81	111
40	PTT-KU 10-2-5(1)B	382	104	13	68	81	111
41	PTT-KU 6-3-11B	376	104	13	49	91	121
42	PTT-KU 1-2-6B	359	110	18	71	81	111
43	PTT-KU 4-2-2B	349	106	18	65	83	113
44	PTT-KU 10-3-4B	347	108	20	68	85	115
45	PTT-KU 8-3-7B	333	103	19	61	87	117
46	PTT-KU 4-2-7B	332	110	11	69	86	116
47	PTT-KU 4-3-7B	324	114	22	56	91	121
48	PTT-KU 6-3-3B	320	101	18	63	88	118
49	PTT-KU 5-2-5B	305	110	18	60	85	115
50	PTT-KU 5-4-8B	303	112	12	70	85	115

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	% หน่อ ที่ให้รวง ต่อต้น	อายุวัน ออกดอก 50% (วัน)	อายุเก็บ เกี่ยว (วัน)
51	PTT-KU 5-2-2B	291	121	18	53	90	120
52	PTT-KU 1-2-3B	280	107	14	72	83	113
53	PTT-KU 1-3-7B	274	104	18	69	82	112
54	PTT-KU 10-4-2B	268	108	17	54	82	112
55	PTT-KU 3-3-8B	264	111	18	45	95	125
56	PTT-KU 5-2-9B	195	105	17	68	81	111
พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31		566	122	14	67	93	123
พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29		524	96	17	52	89	119
พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1		495	117	13	61	91	121
พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90		487	128	13	63	91	121
พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1		447	107	14	64	91	121
พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2		446	109	13	66	84	114
พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1		582	121	18	77	90	120

ตารางผนวกที่ 4 องค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ B และกับพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์  
เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	จำนวน รวงต่อกอ	ความยาว รวง (ซม.)	จำนวน เมล็ดต่อรวง	% เมล็ด ดีต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)
1	PTT-KU 1-4-6B	13	26	199	82	3.76
2	PTT-KU 2-4-6B	14	24	178	78	3.58
3	PTT-KU 1-3-13B	11	27	213	58	3.49
4	PTT-KU 8-3-6(1)B	12	26	192	64	3.70
5	PTT-KU 7-3-2B	12	37	227	75	3.34
6	PTT-KU 1-2-1B	14	30	200	87	3.39
7	PTT-KU 4-3-11B	13	27	212	84	3.55
8	PTT-KU 2-3-9B	11	29	172	79	3.19
9	PTT-KU 6-1-6B	10	25	185	71	3.42
10	PTT-KU 9-1-6B	12	25	207	81	3.39
11	PTT-KU 10-2-5(2)B	13	28	181	76	3.60
12	PTT-KU 8-4-4B	12	29	240	72	3.20
13	PTT-KU 3-1-9B	15	29	120	71	3.32
14	PTT-KU 4-1-10B	13	25	144	78	3.48
15	PTT-KU 2-2-5B	9	24	175	78	3.59
16	PTT-KU 3-3-5B	13	24	205	68	3.37
17	PTT-KU 3-3-9B	9	29	184	87	3.83
18	PTT-KU 6-2-1B	9	29	230	79	3.25
19	PTT-KU 7-3-4B	9	22	281	81	3.23
20	PTT-KU 7-1-2B	7	30	211	78	3.64
21	PTT-KU 7-2-7B	14	21	177	70	3.58
22	PTT-KU 6-3-9B	8	27	214	78	3.03
23	PTT-KU 8-3-6(2)B	11	29	170	74	3.30
24	PTT-KU 7-4-7B	15	22	199	74	3.37
25	PTT-KU 2-2-2B	15	27	172	82	3.25

## ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	จำนวน รวงต่อกอ	ความยาว รวง (ซม.)	จำนวน เมล็ดต่อรวง	% เมล็ด ดีต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)
26	PTT-KU 5-3-2B	14	30	197	76	3.22
27	PTT-KU 7-4-4B	10	24	181	85	3.01
28	PTT-KU 8-3-2B	16	29	222	73	2.78
29	PTT-KU 9-3-8B	10	25	184	67	3.30
30	PTT-KU 9-2-7B	13	26	175	81	3.20
31	PTT-KU 2-2-4B	10	26	172	72	2.90
32	PTT-KU 9-1-4B	12	31	219	70	3.29
33	PTT-KU 3-4-2B	8	26	171	83	3.61
34	PTT-KU 9-4-4B	10	32	201	80	3.90
35	PTT-KU 5-4-5B	9	28	235	74	3.13
36	PTT-KU 4-4-14B	11	26	213	70	3.34
37	PTT-KU 6-4-4B	11	25	226	82	3.24
38	PTT-KU 9-3-6B	13	28	227	67	3.61
39	PTT-KU 10-2-7B	12	24	209	73	3.23
40	PTT-KU 10-2-5(1)B	9	28	166	82	3.48
41	PTT-KU 6-3-11B	6	28	248	79	3.67
42	PTT-KU 1-2-6B	13	23	184	70	3.58
43	PTT-KU 4-2-2B	12	26	236	61	3.52
44	PTT-KU 10-3-4B	13	27	163	80	3.23
45	PTT-KU 8-3-7B	12	23	191	70	3.10
46	PTT-KU 4-2-7B	8	26	254	75	2.88
47	PTT-KU 4-3-7B	13	28	163	64	3.48
48	PTT-KU 6-3-3B	12	21	145	59	2.90
49	PTT-KU 5-2-5B	10	26	197	62	3.37
50	PTT-KU 5-4-8B	9	30	221	73	3.11

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	จำนวน รวงต่อกอ	ความยาว รวง (ซม.)	จำนวน เมล็ดต่อรวง	% เมล็ด ดีต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)
51	PTT-KU 5-2-2B	9	28	225	83	3.03
52	PTT-KU 1-2-3B	10	26	199	66	3.15
53	PTT-KU 1-3-7B	12	34	175	59	3.33
54	PTT-KU 10-4-2B	9	26	162	69	3.12
55	PTT-KU 3-3-8B	8	23	181	79	3.42
56	PTT-KU 5-2-9B	12	23	178	62	3.20
<hr/>						
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD31	10	26	191	86	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ RD29	9	27	169	86	3.81
	พันธุ์ร่วมทดสอบ CNT1	8	33	156	87	3.79
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR90	8	31	199	80	3.62
	พันธุ์ร่วมทดสอบ PTT1	9	40	153	81	3.72
	พันธุ์ร่วมทดสอบ SPR2	9	43	157	78	3.70
<hr/>						
	พันธุ์เปรียบเทียบ SPR1	14	30.62	188	82.83	3.54

ตารางผนวกที่ 5 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของลูก topcross จำนวน 51 สายพันธุ์ และพันธุ์ร่วมทดสอบ 6 พันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1) ที่ให้ผลผลิตสูงสุด

ลำดับที่	ลูก topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ
1	PTT-KU 1-2-1A <sup>II</sup> /SPR1	1,034	77.65
2	PTT-KU 9-1-4A <sup>II</sup> /SPR1	1,012	73.86
3	PTT-KU 9-4-4A <sup>II</sup> /SPR1	968	66.32
4	PTT-KU 3-4-2A <sup>II</sup> /SPR1	884	51.94
5	PTT-KU 3-3-9A <sup>II</sup> /SPR1	854	46.79
6	PTT-KU 2-2-2A <sup>II</sup> /SPR1	832	43.00
7	PTT-KU 6-1-6A <sup>II</sup> /SPR1	823	41.40
8	PTT-KU 7-3-2A <sup>II</sup> /SPR1	806	38.50
9	PTT-KU 10-3-4A <sup>II</sup> /SPR1	788	35.37
10	PTT-KU 4-3-11A <sup>II</sup> /SPR1	751	29.11
11	PTT-KU 5-2-5A <sup>II</sup> /SPR1	718	23.39
12	PTT-KU 10-2-5(2)A <sup>II</sup> /SPR1	714	22.70
13	PTT-KU 8-3-6(2)A <sup>II</sup> /SPR1	702	20.59
14	PTT-KU 3-1-9A <sup>II</sup> /SPR1	693	19.12
15	PTT-KU 7-3-4A <sup>II</sup> /SPR1	691	18.67
16	PTT-KU 8-3-6(1)A <sup>II</sup> /SPR1	682	17.13
17	PTT-KU 8-3-2A <sup>II</sup> /SPR1	647	11.15
18	PTT-KU 3-3-8A <sup>II</sup> /SPR1	645	10.75
19	PTT-KU 6-2-1A <sup>II</sup> /SPR1	632	8.64
20	PTT-KU 4-2-2A <sup>II</sup> /SPR1	616	5.78
21	PTT-KU 6-3-3A <sup>II</sup> /SPR1	615	5.73
22	PTT-KU 9-3-8A <sup>II</sup> /SPR1	613	5.36
23	PTT-KU 9-3-6A <sup>II</sup> /SPR1	590	1.39
24	PTT-KU 5-2-9A <sup>II</sup> /SPR1	590	1.35
25	PTT-KU 10-2-5(1)A <sup>II</sup> /SPR1	589	1.16

## ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ลำดับที่	ลูก topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ
26	PTT-KU 4-2-7A <sup>//</sup> /SPR1	588	0.98
27	PTT-KU 10-2-7A <sup>//</sup> /SPR1	586	0.68
28	SPR1	582	0.00
29	RD31	566	-2.73
30	PTT-KU 2-3-9A <sup>//</sup> /SPR1	557	-4.21
31	PTT-KU 8-4-4A <sup>//</sup> /SPR1	548	-5.88
32	PTT-KU 7-1-2A <sup>//</sup> /SPR1	543	-6.70
33	PTT-KU 5-4-5A <sup>//</sup> /SPR1	536	-7.84
34	PTT-KU 6-3-9A <sup>//</sup> /SPR1	534	-8.22
35	PTT-KU 9-2-7A <sup>//</sup> /SPR1	532	-8.52
36	PTT-KU 1-2-3A <sup>//</sup> /SPR1	531	-8.82
37	RD29	524	-9.92
38	PTT-KU 9-1-6A <sup>//</sup> /SPR1	524	-9.93
39	CNT1	495	-14.88
40	SPR90	487	-16.30
41	PTT-KU 5-3-2A <sup>//</sup> /SPR1	481	-17.33
42	PTT-KU 5-2-2A <sup>//</sup> /SPR1	481	-17.39
43	PTT-KU 2-2-4A <sup>//</sup> /SPR1	468	-19.64
44	PTT-KU 2-4-6A <sup>//</sup> /SPR1	463	-20.38
45	PTT-KU 6-3-11A <sup>//</sup> /SPR1	453	-22.17
46	PTT1	447	-23.22
47	SPR2	446	-23.34
48	PTT-KU 6-4-4A <sup>//</sup> /SPR1	439	-24.52
49	PTT-KU 4-4-14A <sup>//</sup> /SPR1	422	-27.48
50	PTT-KU 4-1-10A <sup>//</sup> /SPR1	403	-30.74

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ลำดับที่	ลูก topcross	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ
51	PTT-KU 4-3-7A <sup>II</sup> /SPR1	387	-33.44
52	PTT-KU 10-4-2A <sup>II</sup> /SPR1	383	-34.27
53	PTT-KU 7-4-4A <sup>II</sup> /SPR1	381	-34.51
54	PTT-KU 1-4-6A <sup>II</sup> /SPR1	365	-37.37
55	PTT-KU 1-2-6A <sup>II</sup> /SPR1	345	-40.68
56	PTT-KU 2-2-5A <sup>II</sup> /SPR1	343	-41.05
57	PTT-KU 1-3-7A <sup>II</sup> /SPR1	291	-50.02
58	PTT-KU 1-3-13A <sup>II</sup> /SPR1	278	-52.26

ตารางผนวกที่ 6 เปรอร์เซ็นต์ผลผลิตของสายพันธุ์ B จำนวน 56 สายพันธุ์ และพันธุ์ร่วมทดสอบ 6 พันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของพันธุ์เปรียบเทียบสุพรรณบุรี 1 (SPR1) ที่ให้ผลผลิตสูงสุด

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ
1	PTT-KU 1-4-6B	976	67.64
2	PTT-KU 2-4-6B	817	40.36
3	PTT-KU 1-3-13B	773	32.78
4	PTT-KU 8-3-6(1)B	729	25.32
5	PTT-KU 7-3-2B	706	21.37
6	PTT-KU 1-2-1B	689	18.44
7	PTT-KU 4-3-11B	676	16.13
8	PTT-KU 2-3-9B	661	13.61
9	PTT-KU 6-1-6B	628	7.88
10	PTT-KU 9-1-6B	593	1.93
11	PTT-KU 10-2-5(2)B	584	0.38
12	SPR1	582	0.00
13	RD31	566	-2.73
14	PTT-KU 8-4-4B	548	-5.88
15	RD29	524	-9.92
16	PTT-KU 3-1-9B	516	-11.31
17	PTT-KU 4-1-10B	513	-11.91
18	PTT-KU 2-2-5B	509	-12.55
19	PTT-KU 3-3-5B	504	-13.46
20	PTT-KU 3-3-9B	503	-13.55
21	CNT1	495	-14.88
22	PTT-KU 6-2-1B	489	-16.05
23	SPR90	487	-16.30
24	PTT-KU 7-3-4B	474	-18.51
25	PTT-KU 7-1-2B	472	-18.96

## ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ
26	PTT-KU 7-2-7B	471	-19.09
27	PTT-KU 6-3-9B	470	-19.27
28	PTT-KU 8-3-6(2)B	468	-19.53
29	PTT-KU 7-4-7B	465	-20.14
30	PTT-KU 2-2-2B	453	-22.17
31	PTT-KU 5-3-2B	447	-23.19
32	PTT1	447	-23.22
33	SPR2	446	-23.34
34	PTT-KU 7-4-4B	443	-23.96
35	PTT-KU 8-3-2B	433	-25.58
36	PTT-KU 9-3-8B	428	-26.49
37	PTT-KU 9-2-7B	427	-26.63
38	PTT-KU 2-2-4B	413	-29.10
39	PTT-KU 9-1-4B	407	-30.00
40	PTT-KU 3-4-2B	405	-30.41
41	PTT-KU 9-4-4B	404	-30.59
42	PTT-KU 5-4-5B	403	-30.73
43	PTT-KU 4-4-14B	391	-32.83
44	PTT-KU 6-4-4B	390	-32.93
45	PTT-KU 9-3-6B	387	-33.54
46	PTT-KU 10-2-7B	382	-34.34
47	PTT-KU 10-2-5(1)B	382	-34.36
48	PTT-KU 6-3-11B	376	-35.36
49	PTT-KU 1-2-6B	359	-38.36
50	PTT-KU 4-2-2B	349	-40.10

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ B	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ
51	PTT-KU 10-3-4B	347	-40.35
52	PTT-KU 8-3-7B	333	-42.73
53	PTT-KU 4-2-7B	332	-42.96
54	PTT-KU 4-3-7B	324	-44.25
55	PTT-KU 6-3-3B	320	-45.02
56	PTT-KU 5-2-5B	305	-47.63
57	PTT-KU 5-4-8B	303	-47.97
58	PTT-KU 5-2-2B	291	-50.00
59	PTT-KU 1-2-3B	280	-51.95
60	PTT-KU 1-3-7B	274	-52.84
61	PTT-KU 10-4-2B	268	-54.01
62	PTT-KU 3-3-8B	264	-54.63
63	PTT-KU 5-2-9B	195	-66.47

ตารางผนวกที่ 7 ลักษณะทางเกษตรบางอย่างของสายพันธุ์ A ที่ใช้เป็นสายพันธุ์แม่ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์ R (SPR1) ที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อในการสร้างลูก topcross

ลำดับที่	สายพันธุ์ A	ความสูง (ซ.ม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	จำนวนรวง ต่อกอ	วันออกดอก 50% (วัน)	ความยาว รวง (ซ.ม.)
1	PTT-KU 1-4-6A <sup>//</sup>	103	16	12	87	23.63
2	PTT-KU 2-4-6A <sup>//</sup>	102	17	11	94	22.57
3	PTT-KU 1-3-13A <sup>//</sup>	100	14	9	86	23.63
4	PTT-KU 8-3-6(1)A <sup>//</sup>	105	13	9	85	24.43
5	PTT-KU 7-3-2A <sup>//</sup>	97	15	11	91	34.87
6	PTT-KU 1-2-1A <sup>//</sup>	104	16	12	86	26.07
7	PTT-KU 4-3-11A <sup>//</sup>	110	19	11	85	25.82
8	PTT-KU 2-3-9A <sup>//</sup>	102	11	9	92	27.87
9	PTT-KU 6-1-6A <sup>//</sup>	98	13	11	91	25.68
10	PTT-KU 9-1-6A <sup>//</sup>	100	18	11	89	24.12
11	PTT-KU 10-2-5(2)A <sup>//</sup>	101	16	12	84	27.13
12	PTT-KU 8-4-4A <sup>//</sup>	114	14	10	89	27.93
13	PTT-KU 3-1-9A <sup>//</sup>	106	19	13	92	26.57
14	PTT-KU 4-1-10A <sup>//</sup>	104	16	11	84	24.43
15	PTT-KU 2-2-5A <sup>//</sup>	101	12	8	91	23.63
16	PTT-KU 3-3-5A <sup>//</sup>	104	15	10	89	22.43
17	PTT-KU 3-3-9A <sup>//</sup>	103	13	8	90	27.38
18	PTT-KU 6-2-1A <sup>//</sup>	108	12	7	91	27.32
19	PTT-KU 7-3-4A <sup>//</sup>	100	12	9	85	21.68
20	PTT-KU 7-1-2A <sup>//</sup>	104	11	8	92	29.12
21	PTT-KU 7-2-7A <sup>//</sup>	100	16	12	88	21.87
22	PTT-KU 6-3-9A <sup>//</sup>	97	16	7	92	26.87
23	PTT-KU 8-3-6(2)A <sup>//</sup>	97	14	10	84	28.68
24	PTT-KU 7-4-7A <sup>//</sup>	96	15	12	91	22.68
25	PTT-KU 2-2-2A <sup>//</sup>	98	20	13	91	25.32

## ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ A	ความสูง (ซ.ม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	จำนวนรวง ต่อกอ	วันออกดอก 50% (วัน)	ความยาว รวง (ซ.ม.)
26	PTT-KU 5-3-2A <sup>//</sup>	107	13	12	86	29
27	PTT-KU 7-4-4A <sup>//</sup>	105	16	9	89	24
28	PTT-KU 8-3-2A <sup>//</sup>	106	17	14	84	27
29	PTT-KU 9-3-8A <sup>//</sup>	98	14	9	85	23
30	PTT-KU 9-2-7A <sup>//</sup>	94	14	10	91	24
31	PTT-KU 2-2-4A <sup>//</sup>	105	16	8	92	26
32	PTT-KU 9-1-4A <sup>//</sup>	98	15	10	86	29
33	PTT-KU 3-4-2A <sup>//</sup>	106	10	7	95	24
34	PTT-KU 9-4-4A <sup>//</sup>	102	17	8	89	29
35	PTT-KU 5-4-5A <sup>//</sup>	101	11	9	90	27
36	PTT-KU 4-4-14A <sup>//</sup>	105	12	11	87	26
37	PTT-KU 6-4-4A <sup>//</sup>	96	14	10	92	25
38	PTT-KU 9-3-6A <sup>//</sup>	93	13	11	85	27
39	PTT-KU 10-2-7A <sup>//</sup>	102	14	10	84	23
40	PTT-KU 10-2-5(1)A <sup>//</sup>	102	11	8	84	27
41	PTT-KU 6-3-11A <sup>//</sup>	103	12	6	94	26
42	PTT-KU 1-2-6A <sup>//</sup>	109	16	11	84	22
43	PTT-KU 4-2-2A <sup>//</sup>	105	15	10	86	26
44	PTT-KU 10-3-4A <sup>//</sup>	106	18	11	88	28
45	PTT-KU 8-3-7A <sup>//</sup>	104	17	10	91	22
46	PTT-KU 4-2-7A <sup>//</sup>	107	10	7	89	26
47	PTT-KU 4-3-7A <sup>//</sup>	112	16	10	94	27
48	PTT-KU 6-3-3A <sup>//</sup>	100	19	12	91	21
49	PTT-KU 5-2-5A <sup>//</sup>	108	16	10	87	25
50	PTT-KU 5-4-8A <sup>//</sup>	110	10	8	87	29

## ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	สายพันธุ์ A	ความสูง (ซ.ม.)	การแตกกอ (หน่อ/ต้น)	จำนวนรวง ต่อกอ	วันออกดอก 50% (วัน)	ความยาว รวง (ซ.ม.)
51	PTT-KU 5-2-2A''	119	16	9	93	28
52	PTT-KU 1-2-3A''	106	14	9	86	24
53	PTT-KU 1-3-7A''	102	16	10	83	33
54	PTT-KU 10-4-2A''	107	15	9	85	24
55	PTT-KU 3-3-8A''	110	16	11	97	23
56	PTT-KU 5-2-9A''	102	15	10	84	22
สายพันธุ์ R	SPR1	121	18	14	83	31

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายพัฒนศักดิ์ จันทร์ส่อง
เกิดวันที่	24 มิถุนายน 2527
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(วิทยาศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ.2549)
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่น/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-