รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับจริง)
ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2552

รหัสโครงการวิจัย ก-ษ(ด)3.50

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งโดยใช้แหล่งพันธุกรรมจากข้าวป่า ร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน

Breeding Rice for Drought Resistance using Gene Pool from Wild Rice in Combination with Immature Embryo Culture

หัวหน้าโครงการ รศ.ดร.ประภา ศรีพิจิตต์
หน่วยงานต้นสังกัด ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร บางเขน
หน่วยงานหลัก ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร บางเขน

แหล่งทุน : ทุนอุดหนุนวิจัย มก.
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ระยะเวลาวิจัย 3 ปี (ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2550 ถึงปีงบประมาณ 2552)

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับจริง)
โครงการวิจัย (Project)
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2552

ส่วนที่ 1 สรุปผลการดำเนินงานโครงการวิจัย (Project)

1.1 รหัส ก-ษ(ด)3.50 ชื่อโครงการ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งโดยใช้แหล่งพันธุกรรมจากข้าวป่าร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน

1.2 ลักษณะโครงการเป็นโครงการวิจัยเดี่ยว

1.3 ชื่อหัวหน้าโครงการ รศ.ดร.ประภา ศรีพิจิตต์

1.4 หน่วยงานต้นสังกัด ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)
หน่วยงานหลัก ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)

1.5 ประเภทโครงการ โครงการวิจัย 3 สาขา โครงการวิจัยสาขาเกษตรศาสตร์

1.6 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ 3 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2550 ถึงปีงบประมาณ 2552

1.7 สถานที่ดำเนินงานวิจัย/เก็บข้อมูล
- ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)

1.8 งบประมาณรวมตลอดโครงการ 450,000 บาท ประกอบด้วย

ปีงบประมาณ	2550	ได้รับ 150,000	บาท
ปีงบประมาณ	2551	ได้รับ 150,000	บาท
ปีงบประมาณ	2552	ได้รับ 150,000	บาท

1.9 วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อสภาพแล้ง โดยการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานแล้งจากข้าวป่าไปยังข้าวปลูกด้วยวิธีการผสมกลับร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน

1.10 เป้าหมายผลงานวิจัยตลอดโครงการ

ปีงบประมาณ	เดือนที่	ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะได้
2552	1-6	ได้ต้นลูกผสมกลับ BC_1F_2, BC_2F_2 และ BC_3F_2
	7-12	สามารถคัดเลือกได้ต้นลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ที่ต้านทานต่อสภาพแล้ง
2551	1-6	ได้ต้นลูกผสมกลับ BC_1F_1
	7-12	ได้ต้นลูกผสมกลับ BC_2F_1 และ BC_3F_1
2550	1-6	ได้เมล็ด (คัพภะ) ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่า
	7-12	ได้ต้นลูกผสมชั่วที่ 1 จากการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน

1.11 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

- วัตถุประสงค์ (ตามแผน)

1 ต.ค. 51 – ม.ค. 52 ปลูกลูกผสมกลับ BC_2F_1 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเกษตรของลูกผสมกลับ BC_2F_1 ปล่อยให้ผสมตัวเองเพื่อผลิตเมล็ดลูกผสมกลับ BC_2F_2

ก.พ. 52 – เม.ย. 52 ทดสอบความต้านทานต่อสภาพแล้งของประชากรลูกผสมกลับ BC_2F_2 ในแปลงปลูกพืชไร่ของเรือนปลูกพืชทดลองภาควิชาพืชไร่นา โดยการควบคุมให้พืชขาดน้ำในระยะแตกกอ

พ.ค. 52 – ก.ย. 52 คัดเลือกต้นลูกผสมกลับ BC_2F_2 ที่ต้านทานแล้ง ปล่อยให้เจริญเติบโตต่อไปจนถึงระยะออกดอก ติดเมล็ด และสุกแก่ บันทึกลักษณะทางเกษตรของต้นลูกผสมกลับ BC_2F_2 ที่ต้านทานแล้งและมีชีวิตรอดจนถึงระยะสุกแก่

- เป้าหมาย/ผลที่คาด (ตามแผน)

1 ต.ค. 51 – ม.ค. 52 ได้ทราบถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเกษตรของลูกผสมกลับ BC_2F_1 และได้เมล็ดลูกผสมกลับ BC_2F_2

ก.พ. 52 – ก.ย. 52 สามารถคัดเลือกได้ต้นลูกผสมกลับ BC_2F_2 ที่ต้านทานแล้งและทราบถึงลักษณะทางเกษตรของต้นลูกผสมกลับ BC_2F_2 ที่ต้านทานแล้ง และมีชีวิตรอดจนถึงระยะสุกแก่

- ผลการดำเนินงาน (ปฏิบัติได้จริง)

1.11.1 ได้ผลตามเป้าหมาย

1.12 ผลการดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามแผนหรือไม่อย่างไร

- เป็นไปตามแผน

1.13 ปัญหา อุปสรรคในการดำเนินงาน และแนวทางแก้ไข

- ไม่มีปัญหาและอุปสรรค

1.14 สรุปผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์

- บรรลุ

1.15 ผลผลิต/สิ่งที่ได้จากการวิจัย (Outputs)

- สร้างนักวิจัย/สนับสนุนนิสิตปริญญาเอก (ระบุจำนวนคน)

0

1.16 จุดเด่นของผลงานวิจัย/ผลผลิต/สิ่งที่ได้จากการวิจัย (outputs)

- สร้างองค์ความรู้ใหม่/นวัตกรรมที่ทันสมัย

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน

1.17 การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ (Outcomes)

1. การนำผลการวิจัยไปเผยแพร่/ถ่ายทอด

1.1 วารสารวิชาการระดับชาติ/วารสารวิชาการระดับนานาชาติ 1 เรื่อง
อยู่ระหว่างส่งตีพิมพ์/กำลังเขียนต้นฉบับในวารสารวิชาการระดับชาติ

- ผู้แต่ง : ประภา ศรีพิจิตต์ และอภิชาติ สายยศ
- ชื่อเรื่อง : การถ่ายทอดความต้านทานต่อสภาพแล้งจากข้าวป่า (*Oryza nivara)* ไปยังข้าวปลูก (*O. sativa* L.) โดยการผสมกลับร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะ ชื่อวารสาร : Journal of Genetics

1.2 นำเสนอในการประชุม/สัมมนาระดับชาติและนานาชาติ

-

1.3 เผยแพร่ผลงานในรูปแบบการจัดนิทรรศการ

-

1.4 บทความ

-

1.5 จัดอบรมถ่ายทอด

-

1.6 นำเสนอทางสื่อผสม

-

1.7 ภาครัฐนำไปใช้กำหนดแผน/นโยบาย

-

1.8 อื่น ๆ

-

2. เป้าหมายการนำผลลัพธ์/ผลสำเร็จที่ได้/หรือคาดว่าจะได้จากการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ด้านการศึกษา/เสริมการเรียนการสอน
   - ด้านการเรียนการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืช
2. ด้านการเกษตร
   - ได้สายพันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อสภาพแล้ง
3. ด้านเศรษฐกิจ
   - สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตข้าวในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

1.18 ผลกระทบ (Impact) ที่เกิดจากการนำผลการวิจัยไปใช้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ด้านใด

- ยุทศาสตร์การบริหารราชการแผ่นดิน (พ.ศ. 2548 – 2551)
  1. ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและยั่งยืน

เป้าประสงค์ การปรับโครงสร้างการผลิตเพื่อเพิ่มผลิตภาพ และคุณค่าของสินค้าและบริการบนฐานความรู้ และความเป็นไทย

2. ยุทธศาสตร์การสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและสังคมให้เป็นรากฐานที่มั่นคงของประเทศ
เป้าประสงค์ การสร้างความมั่นคงของเศรษฐกิจชุมชน

3. ยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพคนและสังคมไทยสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้
เป้าประสงค์ การพัฒนาคนให้มีคุณธรรมนำความรู้ เกิดภูมิคุ้มกัน

4. ยุทธศาสตร์การพัฒนาบนฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

เป้าประสงค์ การรักษาฐานทรัพยากรและความสมดุลของระบบนิเวศน์

- นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551 – 2553)

ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 1 การสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

กลยุทธ์การวิจัยที่ 1 การสร้างมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรและประมง และการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขัน และการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตรและประมง

แผนงานวิจัยที่ 1 การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและนำไปสู่การแข่งขัน และการพึ่งพาตนเอง เช่น ข้าว ยางพารา ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง พืชผัก และไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ

1.19 การรับความรู้คุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา

-

1.20 การได้รับรางวัล

-

1.21 งานที่จะทำต่อไป

- จะนำสายพันธุ์ที่ได้ไปปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้น

1.22 คำชี้แจงเพิ่มเติม

-

1.23 ได้แนบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการ (Project) ตามหัวข้อในส่วนที่ 2 มาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....หัวหน้าโครงการ

(นางประภา ศรีพิจิตต์)

14 / ก.ย. / 2553 วัน/เดือน/ปี ที่รายงาน

ส่วนที่ 2 **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์**
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2552

โครงการวิจัยรหัส ก-ษ(ด)3.50

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งโดยใช้แหล่งพันธุกรรมจากข้าวป่าร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน

Breeding Rice for Drought Resistance using Gene Pool from Wild Rice in Combination with Immature Embryo Culture

ประภา ศรีพิจิตต์[1] และอภิชาติ สายยศ[1]
Prapa Sripichitt[1] and Apichart Saiyot[1]

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความต้านทานต่อสภาพแล้ง โดยการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อสภาพแล้งจากข้าวป่า (*O. nivara* Sharma et Shastry) ไปยังข้าวปลูก (*O. sativa* L.) พันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 โดยวิธีการผสมกลับร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน ขั้นตอนแรกได้ผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่าเพื่อผลิตลูกผสมระหว่างชนิดจำนวน 2 คู่ผสม พบว่า อัตราการผสมข้ามติดเมล็ดของคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และ ชัยนาท 1/*O. nivara* เป็น 50.00 และ 48.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือเฉลี่ย 49.00 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นช่วยชีวิตคัพภะ (เมล็ด) ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ที่ได้จากการผสมข้ามโดยการเพาะเลี้ยงคัพภะบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS พบว่า อัตราการงอกเป็นต้นอ่อนของลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และ ชัยนาท 1/*O. nivara* เป็น 61.5 และ 61.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือเฉลี่ย 61.45 เปอร์เซ็นต์ ปลูกต้นลูกผสมชั่วที่ 1 ของทั้ง 2 คู่ผสมจนกระทั่งออกดอกแล้วผสมกลับไปยังข้าวปลูก จำนวน 3 ครั้งเพื่อผลิตลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) 2 (BC_2F_1) และ 3 (BC_3F_1) พบว่า เมื่อจำนวนครั้งของการผสมกลับเพิ่มขึ้น อัตราการผสมติดเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และอัตราการงอกเป็นต้นอ่อนของเมล็ด (คัพภะ) ลูกผสมกลับเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางเกษตรของลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับในชั่วต่างๆ พบว่า ลูกผสมชั่ว 1 มีลักษณะส่วนใหญ่อยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อแม่ ยกเว้น ลักษณะการมีหางของเมล็ดและการร่วงหล่นของเมล็ดจากรวงได้ง่ายนั้นใกล้เคียงกับพันธุ์ป่า ส่วนลูกผสมกลับในชั่วต่าง ๆ มีความแปรปรวนในลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางเกษตร เนื่องจากการกระจายตัวของจีโนไทป์ แต่ลูกผสมกลับชั่ว 2 และ 3 สามารถนำลักษณะที่ดีของพันธุ์ปลูกกลับคืนมาได้ เช่น ลักษณะเมล็ดไม่มีหาง จากการทดสอบความต้านทานต่อสภาพแล้งของลูกชั่วที่ 3 (F_3) และลูกผสม

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok-10900.

กลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยการให้คะแนนอาการม้วนใบ ใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้งด้วยสายตา พบการกระจายตัวของต้นที่ไม่ต้านทานแล้งจนถึงต้นที่ต้านทานแล้ง แต่ต้นส่วนใหญ่ไม่ต้านทานแล้ง และการผสมกลับไปยังข้าวปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งมีแนวโน้มทำให้ลูกผสมกลับมีความต้านทานแล้งลดลง อย่างไรก็ตามสามารถคัดเลือกต้นที่มีความต้านทานแล้งสูง จำนวน 13, 5, 4 และ 12 ต้นจากลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ในคู่ผสมทั้งสองตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าวปลูก ข้าวป่า ความต้านทานต่อสภาพแล้ง การผสมกลับ การเพาะเลี้ยงคัพภะ

ABSTRACT

The objective of this study was to improve rice resistant to drought stress by transferring drought resistant character from wild rice (*O. nivara* Sharma et Shastry) to the cultivated rice (*O. sativa* L.) varieties RD23 and CN1 using backcross method and immature embryo culture. Firstly, hybridization between cultivated rice and wild species was made to produce 2 interspecific hybrids. It was shown that seed setting of the crosses RD23/*O. nivara* and CN 1/*O. nivara* were 50.00 and 48.00 %, respectively with the average of 49 %. The F_1 hybrid seeds (embryos) obtained were rescued by culturing on ½ MS medium. Germination rate of the F_1 hybrid embryos of the crosses RD23/*O. nivara* and CN 1/*O. nivara* were 61.50 and 61.40 %, respectively with the average of 61.45 %. The F_1 hybrid seedlings of both crosses were grown until flowering and backcrossed to cultivated rice for 3 times to produce backcross progenies BC_1F_1, BC_2F_1 and BC_3F_1.When the number of backcrossing increased, seed setting and germination rate of the seeds of backcross progenies cultured on ½ MS medium tended to increase. Morpho-agronomic characters of the F_1 hybrids and backcross progenies (BC_1F_1, BC_2F_1 and BC_3F_1) were investigated. It was found that most of the morpho-agronomic characters of the F_1 hybrids were intermediate between their parents except the awn of seed and easy threshability of panicles were closer to wild parent. Whereas the backcross progenies manifested variation in morpho-agronomic characters due to the segregation of the genotypes. However, the BC_2F_1 and BC_3F_1 could restore the good morpho-agronomic characters of the cultivated rice parent such as the awnless of seed.

The F_3, BC_1F_3, BC_2F_3 and BC_3F_3 progenies were screened for drought resistance at vegetative growth stage by visual scoring of leaf rolling, leaf drying and plant recovery. Segregation for susceptible and resistant plants were observed among the progenies, however, most of them were not resistant to drought. Drought resistance of the backcross progenies tended to decrease after backcrossing to the cultivated rice parent which were drought susceptible. However, selection was made for 13, 5, 4 and 12 plants with highly resistant to drought from F_3, BC_1F_3, BC_2F_3 and BC_3F_3 progenies of both crosses, respectively.

Key words: cultivated rice, wild rice, drought resistance, embryo culture, backcross.

บทนำ

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะส่งออกข้าวได้มากเป็นอันดับหนึ่งของโลกก็ตาม แต่การปลูกข้าวของเกษตรกรไทยยังต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่น โรคแมลง ความแห้งแล้ง สภาพดินที่ไม่เหมาะสม (ดินเค็ม ดินเปรี้ยว ดินทรายจัด) และการขาดแคลนแรงงาน เป็นต้น ความแห้งแล้งหรือการขาดน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการปลูกข้าวในเขตนาน้ำฝน เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุดต่อการงอก การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว การขาดน้ำในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของข้าวจะทำให้ผลผลิตข้าวลดลง

อย่างไรก็ตามปัญหาภัยแล้งสามารถแก้ไขได้โดยการพัฒนาแหล่งน้ำชลประทาน การปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยและมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และการใช้พันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อสภาพแล้งปลูกในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อสภาพแล้งจึงเป็นงานที่จำเป็นต้องทำอย่างเร่งด่วนและต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อสร้างพันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อสภาพแล้ง มีลักษณะทางเกษตรที่ดี และให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์เดิมที่ใช้ปลูกกันอยู่ในปัจจุบัน การปลูกข้าวพันธุ์ต้านทานต่อสภาพแล้ง นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาความเสียหายที่ต้นข้าวจะได้รับเนื่องจากความแห้งแล้งแล้ว ยังทำให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้เต็มพื้นที่ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มปริมาณการผลิตข้าวให้สูงขึ้นเพียงพอกับความต้องการบริโภคภายในประเทศ และการส่งออก

ข้าวป่าเป็นแหล่งรวมของยีนที่ควบคุมลักษณะที่สำคัญ ๆ หลายอย่าง เช่น ความต้านทานต่อโรคและแมลง ความต้านทานต่อสภาพแล้ง ความสามารถในการยืดปล้อง และการให้ผลผลิตชีวมวล (biomass) สูง เป็นต้น (Brar and Khush, 2006) นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้ถ่ายทอดยีนที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการจากข้าวป่าไปยังข้าวปลูก โดยการผสมข้ามร่วมกับการ

เพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนที่ได้จากการผสมข้ามให้พัฒนาเป็นต้นข้าวลูกผสม และอาจมีการผสมกลับไปยังข้าวปลูกอีกหลาย ๆ ครั้งเพื่อนำลักษณะทางเกษตรที่ดี ๆ ของข้าวปลูกกลับคืนมาโดยไม่มีลักษณะที่ไม่ดีของข้าวป่าติดมาด้วย เช่น การถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อหนอนกอข้าว (Sitch *et al*., 1990) ความต้านทานต่อไส้เดือนฝอย (Praphas and Boonhony, 1990) ความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งและโรคไหม้ (Amante-Bordoes *et al*., 1992) และความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Huang *et al*., 2001) จากข้าวป่าไปยังข้าวปลูก อย่างไรก็ตามการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อสภาพแล้งโดยใช้แหล่งพันธุกรรมจากข้าวป่ายังมีการทำกันน้อยมาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อสภาพแล้งโดยการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อสภาพแล้งจากข้าวป่าไปยังข้าวปลูกโดยการผสมกลับร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อน

วิธีวิจัย

การผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่า

ผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 23 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อสภาพแล้งแต่ให้ผลผลิตสูงกับข้าวป่า *O. nivara* ซึ่งต้านทานต่อสภาพแล้งแบบ drought avoidance (Eizenga and Rutager, 2003) เพื่อผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) โดยการทำลายเกสรเพศผู้ (emasculation) ของข้าวปลูก ซึ่งทำหน้าที่เป็นต้นแม่ในตอนบ่ายหลัง 4 โมงเย็น เช้าวันรุ่งขึ้นจึงนำละอองเกสรจากข้าวป่าซึ่งทำหน้าที่เป็นต้นพ่อ มาผสมกับเกสรเพศเมียของต้นแม่ ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การผสมติดเมล็ด (คัพภะ) ภายหลังการผสมเกสร 8, 9, 10, 11, 12, 13 และ 14 วัน

การเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนของลูกผสม

นำคัพภะอ่อนของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีอายุ 8, 9, 10, 11, 12, 13 และ 14 วันหลังการผสมเกสรมาฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิว (surface sterilization) แล้วนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่มีความเข้มข้นขององค์ประกอบอาหารเป็นครึ่งหนึ่งของความเข้มข้นปกติ (half strength) เติมน้ำตาล sucrose 3 % และวุ้น 0.6 % โดยไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อช่วยชีวิตคัพภะให้งอกเป็นต้นอ่อน เพาะเลี้ยงคัพภะที่อุณหภูมิ 25°C ในสภาพมืด เมื่อคัพภะงอกเป็นต้นอ่อนแล้วย้ายไปเลี้ยงในสภาพที่มีแสง ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ให้ได้รับแสง 16 ชม./วัน เพาะเลี้ยงจนกระทั่งต้นอ่อนมีใบ 3 ใบ จึงย้ายออกปลูกลงดินในกระถางภายใต้สภาพเรือนปลูกพืชทดลอง ก่อนการย้ายปลูกตรวจนับจำนวนคัพภะที่งอกเป็นต้นอ่อนเพื่อหาอายุของคัพภะที่สามารถงอกเป็นต้นอ่อนได้ในอัตราสูงสุด

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเกษตรของลูกผสม

ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าจนกระทั่งออกดอกและผลิตเมล็ด บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลูกผสมชั่วที่ 1 เช่น ทรงต้น รูปร่างใบ สีใบ ความยาวของใบธง ความยาวของลิ้นใบ (ligule) ความยาวและสีของหางเมล็ด และลักษณะทางเกษตร เช่น ความสูงต้น อายุวันออกดอก จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง การร่วงหล่นของเมล็ดจากรวง (panicle threshability) และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด (spikelet fertility)

การผสมกลับ

นำลูกผสมชั่วที่ 1 ผสมกลับไปยังข้าวปลูกเพื่อขจัดทิ้งลักษณะที่ไม่ดีของข้าวป่าโดยใช้ลูกผสมชั่วที่ 1 เป็นต้นแม่และข้าวปลูกเป็นต้นพ่อ วิธีการผสมกลับทำเช่นเดียวกับการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า และช่วยชีวิตคัพภะที่ได้จากการผสมกลับโดยการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ตามวิธีการที่กล่าวไว้ข้างต้น ทำการผสมกลับ 3 ครั้ง ปลูกลูกผสมกลับ BC_1F_2 BC_2F_1 และ BC_3F_1 ในเรือนปลูกพืชทดลองจนกระทั่งออกดอกปล่อยให้ผสมตัวเองเพื่อผลิตเมล็ดลูกผสมกลับ BC_1F_2 BC_2F_2 และ BC_3F_2 ปลูกลูกผสมกลับ BC_1F_2 BC_2F_2 และ BC_3F_2 ในเรือนปลูกพืชทดลองจนกระทั่งออกดอก ปล่อยให้ผสมตัวเองเพื่อผลิตเมล็ดลูกผสมกลับ BC_1F_3 BC_2F_3 และ BC_3F_3 สำหรับใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งต่อไป

การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง

ปลูกสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_1F_3 BC_2F_3 และ BC_3F_3 ในแปลงทดลองในฤดูแล้ง ปี 2552 ระยะห่างระหว่างแถว 20 ซม. และระหว่างต้น 20 ซม. และปลูกพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ต้านทานต่อสภาพแล้ง (พันธุ์ กข 19 และ Salumpikit) และอ่อนแอต่อสภาพแล้ง (Taichung Native I) รวมทั้งพันธุ์ปลูก (พันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 23) สลับกับลูกผสมกลับ BC_1F_3 BC_2F_3 และ BC_3F_3 ทุก ๆ 10 แถว ให้น้ำกับต้นข้าวทุกวันติดต่อกันเป็นเวลา 30 วัน จึงงดให้น้ำจนกระทั่งพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่อ่อนแอต่อสภาพแล้งแสดงอาการม้วนใบ (leaf rolling) ในระดับสูงสุดในช่วงเที่ยงวัน จึงให้คะแนนการม้วนใบของสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_1F_3 BC_2F_3และ BC_3F_3 ตั้งแต่ระดับ 0 ถึง 9 โดยคะแนน 0 = ใบไม่ม้วน คะแนน 5 = ใบม้วนเป็นรูปตัว U และ 9 = ใบม้วนแน่นเป็นรูปดินสอ หลังจากนั้นงดให้น้ำต่อไปอีกจนกระทั่งพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ไม่ต้านทานต่อสภาพแล้งแสดงอาการขาดน้ำอย่างรุนแรง โดยใบทั้งหมดเริ่มแห้งตายตั้งแต่ครึ่งหนึ่งของความยาวใบ จึงให้คะแนนอาการใบแห้ง (leaf drying) ตั้งแต่ระดับ 0 ถึง 9 โดยคะแนน 0 = ไม่แสดงอาการใบแห้ง คะแนน 5 = 41 – 60 % ของใบทั้งหมดในต้นแสดงอาการใบแห้ง และ 9 = 80 – 100 %

ของใบทั้งหมดในต้นแสดงอาการใบแห้ง หลังจากให้คะแนนอาการใบแห้งแล้วให้น้ำต้นข้าวอีกครั้งจนชุ่ม แล้วให้น้ำต่อไปอีก 10 วัน ให้คะแนนการฟื้นตัวจากแล้ง (drought recovery) ตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 9 โดยคะแนน 1 = 80 – 100 % ของต้นข้าวทั้งหมดสามารถสร้างรวง และหน่อใหม่ คะแนน 5 = 40 – 59 % ของต้นข้าวทั้งหมดสามารถสร้างใบและหน่อใหม่ และ คะแนน 9 = 0 – 19 % ของต้นข้าวทั้งหมดสามารถสร้างรวงและหน่อใหม่ (ดัดแปลงจากเกณฑ์ที่ที่กำหนดโดย IRRI, 2002) คัดเลือกต้นลูกผสมกลับ BC_1F_3 BC_2F_3 และ BC_3F_3 ที่ต้านทานต่อสภาพแล้งโดยประเมินจากอาการม้วนใบ อาการใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้ง รวมทั้งลักษณะทางเกษตรที่ดีด้วย

ผลและวิจารณ์

อัตราการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า

จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 ซึ่งเป็นต้นแม่กับข้าวป่า *O. nivara* ซึ่งเป็นต้นพ่อ จำนวน 2,411 ดอก ได้เมล็ด (คัพภะ) ลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 1,181 เมล็ด (ตารางที่ 1) อัตราการติดเมล็ดของคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และคู่ผสม ชัยนาท 1/*O. nivara* เป็น 50.00 และ 48.00 เปอร์เซ็นต์ หรือเฉลี่ย 49.0 เปอร์เซ็นต์ ในการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่าอัตราการติดเมล็ดของแต่ละคู่ผสมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวปลูก และข้าวป่าที่ใช้ (Brar *et al.,* 1991) ในการทดลองนี้อัตราการติดเมล็ดของคู่ผสมระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 กับข้าวป่า *O. nivara* เป็น 50.0 และ 48.0 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าอัตราการผสมข้ามติดเมล็ดขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวปลูก ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของบวรพนธ์ (2544) ที่ได้ผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และคลองหลวง 1 กับข้าวป่า *O. officinalis* พบว่ามีอัตราการติดเมล็ดเป็น 18.13 และ 22.01 เปอร์เซ็นต์ และชูศักดิ์ (2536) ที่ได้ผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 นางมลเอส 4 และไออาร์ 58 กับข้าวป่า *O. minuta* พบว่าแต่ละคู่ผสมมีอัตราการติดเมล็ดเป็น 12.86, 11.00 และ 18.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 อัตราการผสมข้ามชนิดระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า

คู่ผสม	จำนวนดอกที่ได้รับการผสม	การติดเมล็ด	
		จำนวน	%
กข 23/*O. nivara*	1,192	596	50.00
ชัยนาท 1/*O. nivara*	1,219	585	48.00
รวม	2,411	1,181	49.00

อัตราการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่ายังขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์พันธุ์ของละอองเกสรของข้าวป่าซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อด้วย โดยปกติละอองเกสรของข้าวป่ามักจะเป็นหมันบางส่วน (partial sterility) (Chu *et al*., 1969) Tao and Sripichitt (2000) รายงานว่าอัตราการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่ามีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์พันธุ์ของละอองเกสรของข้าวป่าซึ่งใช้เป็นพันธุ์พ่อ และละอองเกสรที่มีความสมบูรณ์พันธุ์สูงจะให้อัตราการผสมติดเมล็ดสูงด้วย ในการทดลองนี้อัตราการผสมติดเมล็ดระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า *O. nivara* ค่อนข้างสูง (เฉลี่ย 49.0 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการผสมติดเมล็ดระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า *O. officinalis* และระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า *O. minuta* ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 20.07 เปอร์เซ็นต์ (บวรพนธ์, 2544) และ 14.16 เปอร์เซ็นต์ (ชูศักดิ์, 2536) ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากละอองเกสรของข้าวป่า *O. nivara* มีความสมบูรณ์พันธุ์ค่อนข้างสูงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ จากการตรวจสอบโดยใช้สารละลายไอโอดีน

อัตราการงอกของเมล็ด (คัพภะ) ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า

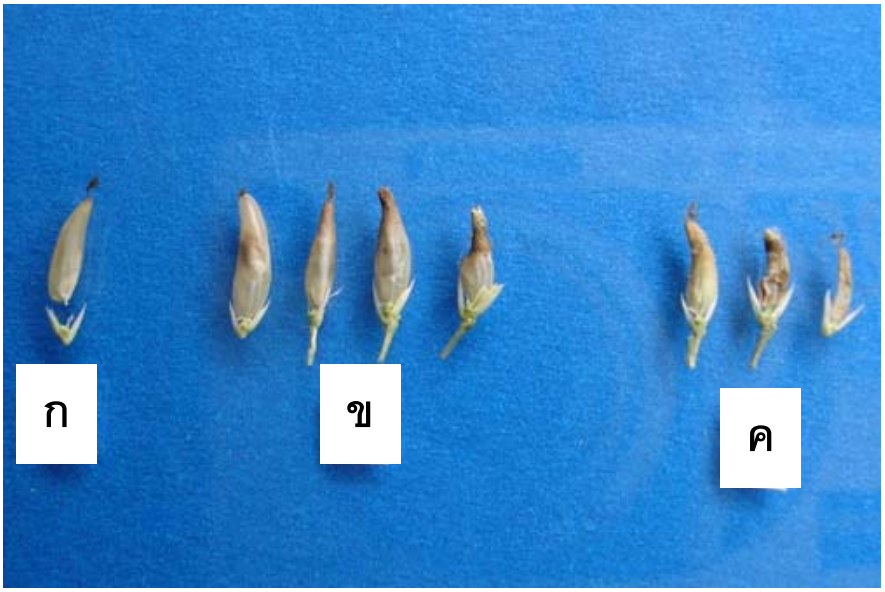
ในการผสมข้ามระหว่างพืชต่างชนิด (interspecific hybridization) เช่น การผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า เมล็ดหรือคัพภะที่ได้มักจะตายไปก่อนที่จะเจริญเป็นเมล็ดที่สุกแก่ (Bouharmont, 1961) ดังรายงานของ Miah *et al*. (1991) พบว่าเมล็ดที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่ามีลักษณะลีบและไม่สามารถพัฒนาต่อไปจนเต็มเมล็ด โดยภายหลังจากการผสมข้าม 15 วันเมล็ดจะลีบเล็กลง คัพภะที่อยู่ภายในตาย และไม่สามารถเพาะเมล็ดให้งอกเป็นต้นได้เนื่องจากความผิดปกติในการพัฒนาของเอนโดสเปิร์มซึ่งเป็นแหล่งอาหารของคัพภะ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องช่วยชีวิตคัพภะโดยการนำคัพภะอ่อนไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์เพื่อให้คัพภะงอกเป็นต้นอ่อน ในการทดลองนี้ได้นำคัพภะอ่อนที่มีอายุ 8 –14 วันหลังการผสมเกสรมาเพาะเลี้ยงคัพภะที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 กับข้าวป่า *O. nivara* ในช่วงอายุดังกล่าวมีการเจริญและพัฒนาแตกต่างกัน ทำให้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เมล็ดมีลักษณะที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 1 ก) กลุ่มที่ 2 เมล็ดมีลักษณะทึบแสง (ภาพที่ 1 ข) และกลุ่มที่ 3 เมล็ดมีลักษณะทึบแสงและเหี่ยวย่น (ภาพที่ 1 ค) ได้คัดเลือกคัพภะในกลุ่มที่ 1 ที่มีลักษณะสมบูรณ์มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ภายหลังการเพาะเลี้ยงไปนาน 2 – 3 วัน คัพภะที่มีอายุมากกว่าจะงอกก่อนคัพภะที่มีอายุน้อยกว่าซึ่งต้องใช้เวลาในการงอก 5 – 6 วันหลังจากการเพาะเลี้ยง

จากการเพาะเลี้ยงคัพภะลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 กับข้าวป่า *O. nivara* คู่ผสมละ 420 เมล็ด พบว่า คัพภะของลูกผสม กข 23/*O. nivara* และชัยนาท 1/*O. nivara* งอกเป็นต้นอ่อนจำนวน 261 และ 258 ต้น หรือคิดเป็นอัตราการงอกของคัพภะเท่ากับ 61.50 และ 61.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตรา

การงอกของคัพภะของคู่ผสมทั้งสองใกล้เคียงกันมากถึงแม้ว่าพันธุ์ปลูกที่ใช้ทั้งสองพันธุ์จะแตกต่างกัน ผลการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Sitch *et al.* (1989) และ Brar *et al.* (1991) ที่ได้ผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกหลายพันธุ์กับข้าวป่าหลายชนิด และพบว่าคัพภะที่ได้จากการผสมข้ามเมื่อนำไปเพาะเลี้ยงมีอัตราการงอกแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวปลูกกับชนิดของข้าวป่า นอกจากนี้อัตราการงอกของคัพภะที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกทั้งสองพันธุ์กับข้าวป่า *O. nivara* มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูง (61.45 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการงอกของคัพภะที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า *O. officinalis* และ *O. australiensis* ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 57.47 และ 57.89 เปอร์เซ็นต์ (Jena and Khush, 1984) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวปลูกและข้าวป่า *O. nivara* มีจีโนมเป็น *AA* เหมือนกัน ส่วนข้าวป่า *O. officinalis* และ *O. australiensis* มีจีโนมเป็น *CC* และ *EE* ซึ่งแตกต่างจากข้าวปลูกซึ่งมีจีโนมเป็น *AA* โดยข้าวปลูกและข้าวป่าที่มีจีโนมเหมือนกันจะมีอัตราการผสมข้ามสูง (Sitch *et al.*, 1989) และคัพภะที่ได้จากการผสมข้ามมีการเจริญและพัฒนาค่อนข้างสมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อนำคัพภะไปเพาะเลี้ยงจึงมีอัตราการงอกสูง

ตารางที่ 2 อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมข้ามภายหลังจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS

คู่ผสม	**จำนวนคัพภะที่เพาะเลี้ยง**	**คัพภะที่งอก**	
		จำนวน	**%**
กข 23/*O. nivara*	420	261	61.50
ชัยนาท 1/*O. nivara*	420	258	61.40
รวม	840	519	61.45

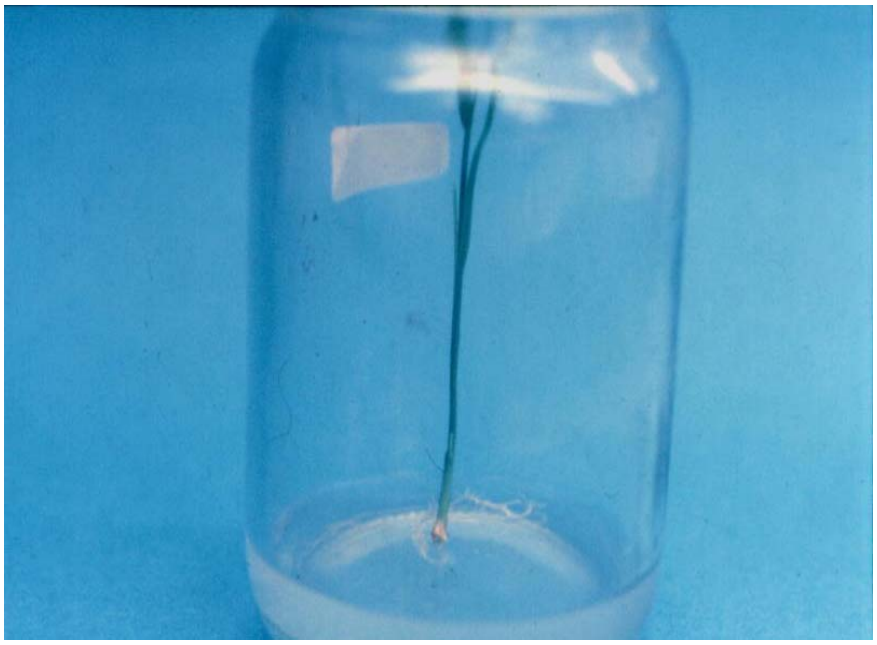


ภาพที่ 1 คัพภะลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า ที่อายุ 12 วัน หลังจากการผสมเกสร

ก. คัพภะที่มีลักษณะสมบูรณ์

ข. คัพภะที่มีลักษณะทึบแสง

ค. คัพภะที่มีลักษณะทึบแสงและเหี่ยวย่น



ภาพที่ 2 การงอกของคัพภะลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่า ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร ½ MS ไปนาน 8 วัน

อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีอายุแตกต่างกัน

จากการนำคัพภะลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 กับข้าวป่า *O. nivara* ซึ่งมีอายุอยู่ระหว่าง 8 ถึง 14 วันภายหลังการผสมเกสรมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS พบว่าอัตราการงอกของคัพภะคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และ ชัยนาท 1/*O. nivara* เพิ่มขึ้นเมื่ออายุของคัพภะมากขึ้น (ตารางที่ 3) และเพิ่มขึ้นสูงสุด (86.70 และ 85.00 เปอร์เซ็นต์) เมื่อคัพภะมีอายุ 14 วันหลังการผสมเกสร อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอายุของคัพภะ และอายุของคัพภะที่เหมาะสมในการนำมาเพาะเลี้ยงยังแตกต่างกันไปในแต่ละคู่ผสม ในการทดลองนี้อายุของคัพภะลูกผสมระหว่างข้าวปลูก กข 23 และชัยนาท 1 กับข้าวป่า *O. nivara* ที่เหมาะสมสำหรับนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อช่วยชีวิตคัพภะคือ 14 วันหลังการผสมเกสรเพราะมีอัตราการงอกสูงสุด ชูศักดิ์ (2536) ได้ผสมข้ามระหว่างข้าวป่า *O. minuta* กับข้าวปลูก *O. sativa* 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 นางมลเอส 4 และไออาร์ 58 แล้วนำคัพภะอ่อนลูกผสมที่มีอายุ 9 ถึง 14 วันมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS พบว่าคัพภะลูกผสมของคู่ผสมขาวดอกมะลิ 105/*O. minuta* ที่มีอายุ 13 วัน มีอัตราการงอกสูงสุดเป็น 81.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคัพภะลูกผสมของคู่ผสมนางมลเอส 4/*O. minuta* และไออาร์ 58/*O. minuta* ที่มีอายุ 12 วัน มีอัตราการงอกสูงสุดเป็น 87.50 และ95.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สุพรรณญิกา (2539) ได้ผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก (*O. sativa*, *AA*) พันธุ์ กข 7 กับข้าวป่า (*O. minuta*, *BBCC*) แล้วนำคัพภะลูกผสมที่มีอายุ 7 ถึง 13 วัน มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS พบว่าคัพภะที่มีอายุ 13 วันมีอัตราการงอกสูงสุด 86.67 เปอร์เซ็นต์ และบวรพนธ์ (2544) ได้ผสมข้ามชนิดระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และคลองหลวง 1 กับข้าวป่า *O. officinalis* แล้วนำคัพภะอ่อนลูกผสมที่มีอายุ 9 ถึง 14 วัน มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS พบว่าคัพภะอายุ 11 วันของทั้งสองคู่ผสมมีอัตราการงอกสูงสุดเป็น 61.21 และ75.21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 3 อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่าที่มีอายุแตกต่างกันภายหลังจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS

อายุคัพภะ[1/] **(วัน)**	**อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมชั่วที่** 1 (%)	
	กข 23/*O. nivara*	**ชัยนาท** 1/*O. nivara*
8	40.00	38.30
9	43.30	43.30
10	50.00	55.00
11	65.00	60.00
12	65.70	70.00
13	80.00	78.00
14	86.70	85.00
เฉลี่ย	61.50	61.40

[1/] จำนวนวันหลังการผสมเกสร

อัตราการผสมกลับครั้งที่ 1, 2 **และ** 3 **ของลูกผสมชั่วที่** 1 **ไปยังข้าวปลูก**

จากการนำลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก 2 พันธุ์ (กข 23 และชัยนาท 1) กับข้าวป่า *O. nivara* ผสมกลับไปยังพันธุ์รับซึ่งเป็นข้าวปลูกจำนวน 3 ครั้ง พบว่า การผสมกลับครั้งที่ 1 (BC_1) ครั้งที่ 2 (BC_2) และครั้งที่ 3 (BC_3) มีอัตราการติดเมล็ดเฉลี่ยเป็น 33.00, 32.52 และ 37.56 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการติดเมล็ดเฉลี่ยของการผสมกลับครั้งที่ 1 และ 2 ใกล้เคียงกันมาก แต่อัตราการติดเมล็ดของการผสมกลับครั้งที่ 3 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการผสมกลับของลูกผสมไปยังพันธุ์รับซึ่งเป็นพันธุ์ปลูกยิ่งมีจำนวนครั้งมากขึ้นเท่าใด ก็ยิ่งทำให้ลูกผสมกลับมีพันธุกรรมใกล้เคียงกับพันธุ์ปลูกมากขึ้นเท่านั้น (กฤษฎา, 2529) จึงส่งผลให้อัตราการติดเมล็ดจากการผสมกลับครั้งที่ 3 ของลูกผสมไปยังพันธุ์รับซึ่งเป็นข้าวปลูกด้วยกันมีค่าสูงขึ้น ยิ่งกว่านั้นการผสมกลับยังทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของละอองเกสรเพิ่มขึ้น (Heuer *et al.,* 2003) จึงส่งผลให้อัตราการติดเมล็ดสูงขึ้น

การผสมกลับครั้งที่ 1 และ 3 ของลูกผสมไปยังพันธุ์ปลูก กข 23 ให้อัตราการติดเมล็ดเป็น 35.01 และ 41.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการผสมกลับไปยังพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ให้อัตราการติดเมล็ดเป็น 30.99 และ 34.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการผสมข้ามระหว่างข้าวป่า *O. nivara* กับข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 ที่ให้อัตราการติดเมล็ดเป็น 50.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการผสมข้าม

ระหว่างข้าวป่า *O. nivara* กับข้าวปลูกพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ให้อัตราการติดเมล็ดเป็น 48.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามการผสมกลับครั้งที่ 2 ของลูกผสมไปยังพันธุ์ปลูก กข 23 และชัยนาท 1 ให้อัตราการติดเมล็ดในทิศทางตรงกันข้ามกับการผสมกลับครั้งที่ 1 และ 3

การผสมกลับของลูกผสมไปยังพันธุ์รับซึ่งเป็นข้าวปลูกจำนวน 3 ครั้งให้อัตราการติดเมล็ดเฉลี่ย 34.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าอัตราการติดเมล็ดเฉลี่ย 49.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก 2 พันธุ์กับข้าวป่า *O. nivara* (ตารางที่ 1) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Jena and Khush (1986) ที่พบว่าการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก 3 พันธุ์กับข้าวป่า *O. officinalis* ให้อัตราการติดเมล็ดเฉลี่ย 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะสูงกว่าอัตราการติดเมล็ดเฉลี่ย 1.3 เปอร์เซ็นต์ที่ได้จากการผสมกลับ

ตารางที่ 4 อัตราการผสมกลับครั้งที่ 1 (BC_1), 2 (BC_2) และ 3 (BC_3) ของลูกผสมชั่วที่ 1 ไปยังข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 [1/]

คู่ผสมกลับ	จำนวนดอกที่ได้รับการผสม	การติดเมล็ด	
		จำนวน	%
กข 23/*O. nivara*/**กข** 23 (BC_1)	714	250	35.01
ชัยนาท 1/*O. nivara*/**ชัยนาท** 1 (BC_1)	768	238	30.99
รวม	1482	488	33.00
กข 23/*O. nivara*//**กข** 23 (BC_2)	368	114	30.98
ชัยนาท 1/*O. nivara*//**ชัยนาท** 1 (BC_2)	320	109	34.06
รวม	688	223	32.52
กข 23/*O. nivara*///**กข** 23 (BC_3)	180	74	41.11
ชัยนาท 1/*O. nivara*///**ชัยนาท** 1 (BC_3)	300	102	34.00
รวม	480	176	37.56
รวม	2,650	887	34.36

[1/] การผสมกลับแต่ละชั่วไม่พร้อมกัน

อัตราการงอกของคัพภะข้าวลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1

ภายหลังจากการนำลูกผสมกลับชั่วที่ 1 ผสมกลับไปยังพันธุ์รับซึ่งเป็นข้าวปลูก 3 ครั้ง แล้วช่วยชีวิตคัพภะที่ได้จากการผสมกลับแต่ละครั้ง โดยการเพาะเลี้ยงคัพภะบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS เป็นเวลา 8 วัน พบว่าคัพภะของลูกผสมกลับครั้งที่ 1 (BC_1F_1) ครั้งที่ 2 (BC_2F_1) และครั้งที่ 3 (BC_3F_1) มีอัตราการงอกเฉลี่ยเป็น 44.00, 46.20 และ 47.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จะเห็นได้ว่าอัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับครั้งของการผสมกลับที่มากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการผสมกลับของลูกผสมไปยังข้าวปลูกในจำนวนครั้งที่มากขึ้นจะทำให้ลูกผสมกลับมีพันธุกรรมใกล้เคียงกับข้าวปลูกมากขึ้น คัพภะลูกผสมกลับที่ได้จึงมีการเจริญและพัฒนาดีขึ้น ซึ่งส่งผลให้อัตราการงอกของคัพภะสูงขึ้น

อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับ กข 23/*O. nivara*//กข 23 (BC_2F_1) และ กข 23/*O. nivara*///กข 23 (BC_3F_1) เป็น 48.04 และ 48.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าอัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับชัยนาท 1/*O. nivara*//ชัยนาท 1 (BC_2F_1) และชัยนาท 1/*O. nivara*///ชัยนาท 1 (BC_3F_1) ที่มีค่าเท่ากับ 45.00 และ 46.08 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจกล่าวได้ว่าการผสมกลับไปยังข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 ทำให้อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับที่ได้สูงกว่าการผสมกลับไปยังข้าวปลูกพันธุ์ชัยนาท 1 ผลการทดลองที่ได้นี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับอัตราการติดเมล็ดที่ได้จากการผสมกลับไปยังข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 ที่สูงกว่าอัตราการติดเมล็ดที่ได้จากการผสมกลับไปยังข้าวปลูกพันธุ์ชัยนาท 1 อย่างไรก็ตามอัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับ กข 23/*O. nivara*/กข 23 (BC_1F_1) และชัยนาท 1/*O. nivara*/ชัยนาท 1 (BC_1F_1) เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับ BC_2F_1 และ BC_3F_1 ของคู่ผสมกลับทั้งสองดังกล่าว

อัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าอัตราการติดเมล็ดที่ได้จากการผสมกลับทั้ง 3 ครั้ง ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.36 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Ram *et al.*, (2003) ที่พบว่าอัตราการงอกของคัพภะลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1 ของข้าวปลูกพันธุ์ IR56 กับข้าวป่า *O. ridleyi* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าอัตราการติดเมล็ดที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 อัตราการงอกของคัพภะข้าวลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1 ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS [1/]

คู่ผสม	จำนวนคัพภะที่เพาะเลี้ยง	คัพภะที่งอก	
		จำนวน	%
กข 23/*O. nivara*/**กข** 23 (BC_1F_1)	235	101	43.00
ชัยนาท 1/*O. nivara*/**ชัยนาท** 1 (BC_1F_1)	229	103	45.00
รวม	464	204	44.00
กข 23/*O. nivara*//**กข** 23 (BC_2F_1)	102	49	48.04
ชัยนาท 1/*O. nivara*//**ชัยนาท** 1 (BC_2F_1)	100	45	45.00
รวม	202	94	46.52
กข 23/*O. nivara*///**กข** 23 (BC_3F_1)	74	36	48.65
ชัยนาท 1/*O. nivara*///**ชัยนาท** 1 (BC_3F_1)	102	47	46.08
รวม	176	83	47.37
รวม	842	381	45.96

[1/] การเพาะเลี้ยงลูกผสมกลับแต่ละชั่วไม่พร้อมกัน

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางเกษตรของลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางเกษตรของต้นลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และ ชัยนาท 1/*O. nivara* ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และภาพที่ 3 ลูกผสมชั่วที่ 1 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางเกษตรส่วนใหญ่อยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อและแม่ อย่างไรก็ตามลักษณะเมล็ดที่มีหางและการร่วงหล่นของเมล็ดจากรวงได้ง่ายนั้นใกล้เคียงกับพันธุ์ป่าซึ่งทำหน้าที่เป็นพันธุ์พ่อ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าลักษณะทั้งสองดังกล่าวของข้าวป่าแสดงออกเป็นลักษณะเด่น Tao and Sripichitt (2000) ได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูก 4 พันธุ์กับข้าวป่า 3 ชนิด พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อและแม่ แต่ค่อนไปทางข้าวป่าซึ่งเป็นพันธุ์พ่อ เช่น เมล็ดมีขนาดเล็ก มีหาง และหลุดร่วงจากรวงง่าย ใบธงและใบที่อยู่ใต้ใบธงของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จาก

คู่ผสม กข 23/*O. nivara* และ ชัยนาท 1/*O. nivara* มีความยาวมากกว่าพ่อแม่มาก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการข่มเกิน (over dominance) ของลักษณะนี้ในลูกผสม ลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้งหมดออกดอกเร็วกว่าพ่อแม่มากทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการข่มเกินของลักษณะการออกดอกเร็ว ซึ่งมีสาเหตุมาจากชุด (series) ของยีนเด่น *Ef* ที่ควบคุมระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่สั้น (Chang and Li, 1991) ความสมบูรณ์พันธุ์ของละอองเกสร (pollen fertility) ของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากคู่ผสมทั้งสองมีค่าสูง (80-83 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดค่อนข้างสูง (56-60 เปอร์เซ็นต์) ด้วย ลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1และ BC_3F_1 ของทั้งสองคู่ผสมมีความแปรปรวนในลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเกษตร (ตารางที่ 6 และภาพที่ 4-6) โดยความแปรปรวนดังกล่าวอาจเกิดจากการกระจายตัวของจีโนไทป์ (genotypic segregation) ซึ่งมีสาเหตุมาจากการผสมกลับของลูกผสมที่มีจีโนไทป์เป็นแบบ heterozygous ไปยังพันธุ์ปลูกที่มีจีโนไทป์เป็นแบบ homozygous นอกจากนี้ลูกผสมกลับยังสามารถนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเกษตรที่ดีของพันธุ์ปลูกกลับคืนมาได้ เช่น จำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้น เมล็ดไม่มีหาง และการร่วงของเมล็ดยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลูกผสมกลับชั่วที่ 2 (BC_2F_1) และ 3 (BC_3F_1) สามารถรักษาลักษณะที่ดีของพันธุ์ปลูกได้มากกว่าลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับชั่วที่ 1(BC_1F_1) เนื่องจากจำนวนครั้งของการผสมกลับที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ลูกผสมกลับได้รับพันธุกรรมของข้าวปลูกซึ่งทำหน้าที่เป็นพันธุ์รับมากขึ้น และเป็นที่น่าสังเกตว่าความยาวของใบธงและใบที่อยู่ใต้ใบธง และอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของลูก ผสมกลับชั่วที่ 3 (BC_3F_1) มากกว่าพันธุ์พ่อแม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) และ 2 (BC_2F_1)

ตารางที่ 6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และทางเกษตรของลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1 ที่ปลูกในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง [1/]

ลูกผสมชั่วที่ 1 /ลูกผสมกลับ/ พันธุ์พ่อ-แม่	จำนวนต้น	ความกว้างใบ[2/] (ซม.)	ความยาวใบ[2/] (ซม.)	ความยาวใบธง(ซม.)	อายุวันออกดอก 50%[3/]	ความสมบูรณ์พันธุ์ของละอองเกสร (%)	การติดเมล็ดดี (%)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนรวงต่อกอ	หางเมล็ด	การร่วงของเมล็ด
กข 23/*O. nivara* (F_1)	230	1.40	42.00	41.50	70	83	60	108	19	มีหาง	ง่าย
ชัยนาท 1/*O. nivara* (F_1)	226	1.45	43.40	43.00	70	80	56	103	17	มีหาง	ง่าย
กข 23/*O. nivara*/กข 23 (BC_1F_1)	85	1.44	41.00	39.00	84	-	-	103.00	6	มีหาง-ไม่มีหาง	ง่าย-ยาก
		(1.30-1.60)	(38.50-42.50)	(37.50-41.00)	(75-95)			(95-124)	(4-9)		
C.V.(%)		0.01	1.27	1.14	24.34			72.28	1.16		
ชัยนาท 1/*O. nivara*/ชัยนาท 1 (BC_1F_1)	85	1.46	40.60	39.10	85	-	-	102.00	6	มีหาง-ไม่มีหาง	ง่าย-ยาก
		(1.30-1.70)	(38.50-43.00)	(38-42)	(75-98)			(92-124)	(4-8)		
C.V.(%)		0.01	1.50	1.02	28.67			62.22	0.80		
กข 23/*O. nivara*//กข 23 (BC_2F_1)	4	1.05	35.38	32.13	90	-	40.95	76.60	15	ไม่มีหาง	ง่าย-ยาก
		(1.00-1.10)	(31.00-43.00)	(23.50-41.00)	(84-96)		(38.71-44.25)	(68.68-84.11)	(1-23)		
C.V.(%)		6.70	18.70	28.50	5.50		6.50	8.60	67.40		
ชัยนาท 1/*O. nivara*//ชัยนาท 1 (BC_2F_1)	5	1.21	52.00	43.20	95	-	57.41	75.28	13	ไม่มีหาง	ง่าย-ยาก
		(1.10-1.30)	(48.00-57.50)	(37.50-46.50)	(91-104)		(43.28-64.39)	(61.44-85.13)	(4-17)		
C.V.(%)		6.10	6.40	8.00	7.00		16.50	14.60	56.80		

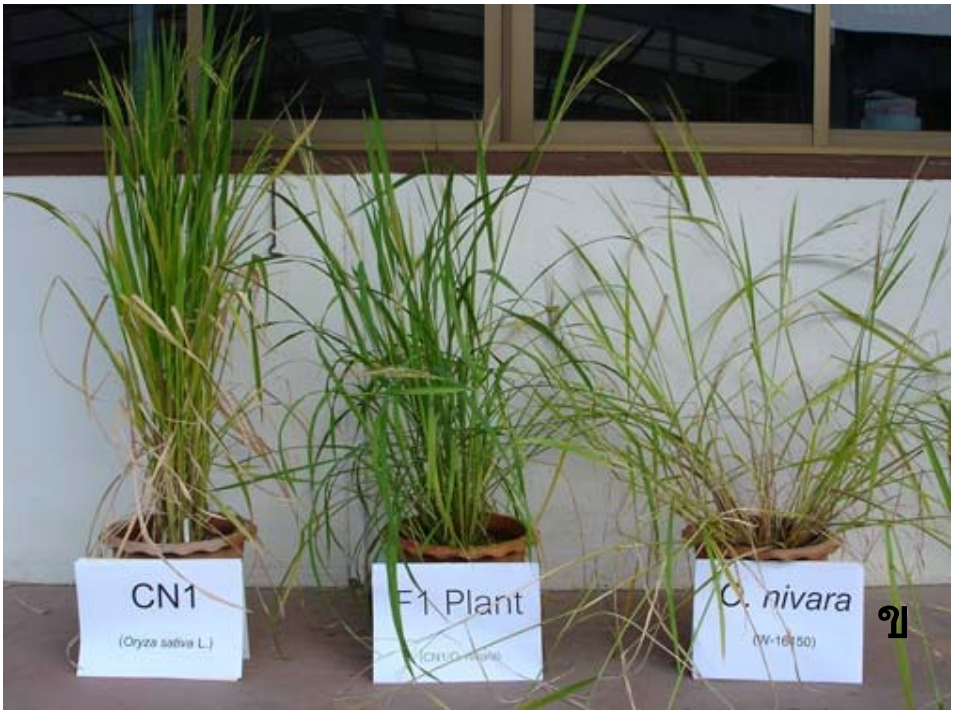
ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลูกผสมชั่วที่ 1 /ลูกผสมกลับ/ พันธุ์พ่อ-แม่	จำนวนต้น	ความกว้างใบ[2/](ซม.)	ความยาวใบ[2/] (ซม.)	ความยาวใบธง(ซม.)	อายุวันออกดอก 50%[3/]	ความสมบูรณ์พันธุ์ของละอองเกสร (%)	การติดเมล็ดดี (%)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนรวงต่อกอ	หางเมล็ด	การร่วงของเมล็ด
กข 23/*O. nivara*///**กข** 23 (BC_3F_1)	14	1.07 (1.00-1.30)	57.92 (37.17-85.40)	45.96 (25.75-78.33)	99 (75-122)	-	35.43 (9.40-69.67)	103.47 (83.17-156.50)	27 (10-44)	**ไม่มีหาง**	**ง่าย-ยาก**
C.V.(%)		9.30	24.80	36.60	12.10		49.10	20.70	44.70		
ชัยนาท 1/*O. nivara*///**ชัยนาท** 1 (BC_3F_1)	6	1.40 (1.20-1.53)	57.64 (53.33-63..00)	40.64 (33.33-45.83)	112 (96-118)	-	57.26 (44.38-70.35)	124.01 (107.90-145.50)	25 (17-29)	**ไม่มีหาง**	**ง่าย-ยาก**
C.V.(%)		6.00	6.20	17.00	8.30		12.40	10.40	15.40		
กข 23	5	1.70	32.00	31.40	85	99	95	125	20	**ไม่มีหาง**	**ยาก**
ชัยนาท 1	5	1.80	38.00	37.20	93	97	91	115	18	**ไม่มีหาง**	**ยาก**
O. nivara	5	1.10	33.00	30.00	85	88	85	91	19	**มีหาง**	**ง่าย**

[1/] การปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับแต่ละชั่วไม่พร้อมกัน

[2/] ใบที่อยู่ใต้ใบธง

[3/] นับจากวันเพาะเลี้ยงเมล็ดจนถึงวันออกดอก 50%



ภาพที่ 3 ก. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 (กลาง) ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 (ซ้าย) กับข้าวป่า *O. nivara* (ขวา)

ข. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 (กลาง) ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ชัยนาท 1 (ซ้าย) กับข้าวป่า *O. nivara* (ขวา)

ภาพที่ 4 ก. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมกลับ BC_1F_1 (กข 23/*O. nivara*/กข 23)

ข. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมกลับ BC_1F_1 (ชัยนาท 1/*O. nivara*/ชัยนาท 1)

ภาพที่ 5 ก. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมกลับ BC_2F_1 (กข 23/*O. nivara*//กข 23)

ข. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมกลับ BC_2F_1 (ชัยนาท 1/*O. nivara*//ชัยนาท 1)

ภาพที่ 6 ก. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมกลับ BC_3F_1 (กข 23/*O. nivara*///กข 23)

ข. ลักษณะของต้นข้าวลูกผสมกลับ BC_3F_1 (ชัยนาท 1/*O. nivara*///ชัยนาท 1)

ความแปรปรวนในลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางเกษตรของลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับ BC_1F_2, BC_2F_2 และ BC_3F_2

ลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับ BC_1F_2, BC_2F_2 และ BC_3F_2 มีความแปรปรวนในลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเกษตรดังแสดงในตารางที่ 7 โดยความแปรปรวนดังกล่าวเกิดจากการกระจายตัวของจีโนไทป์อันเป็นผลเนื่องมาจากการผสมตัวเองของลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1 ความแปรปรวนในลักษณะส่วนใหญ่ของลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับ BC_1F_2, BC_2F_2 และ BC_3F_2 สูงกว่าลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมกลับ BC_1F_1, BC_2F_1 และ BC_3F_1 เมื่อดูแต่ละลักษณะ (ตารางที่ 6 และ 7) เป็นที่น่าสังเกตว่าลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับ BC_1F_2, BC_2F_2 และ BC_3F_2 มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดดีเฉลี่ย และจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยต่ำมาก ในขณะที่ข้าวปลูกพันธุ์ กข 23 และชัยนาท 1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นพันธุ์รับก็มีค่าทั้งสองดังกล่าวค่อนข้างต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการระบาดของแมลงสิงในแปลงปลูก โดยแมลงสิงได้ดูดน้ำเลี้ยงจากช่อดอกในระยะออกดอกทำให้เมล็ดที่ได้ลีบส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดดีต่ำ ส่วนจำนวนรวงต่อกอที่ต่ำนั้นเนื่องมาจากดินในบริเวณแปลงปลูกมีค่า pH สูง (8.5-9.0) ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโดยทำให้ต้นข้าวแตกกอน้อย มีอาการใบและต้นเหลือง ส่งผลให้จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยต่ำ ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวคือ 5.5-6.5 น้ำหนัก 100 เมล็ดของลูกผสมกลับ BC_1F_2, BC_2F_2 และ BC_3F_2 ที่ได้จากการผสมกลับไปยังพันธุ์ปลูกชัยนาท 1 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยสูงกว่าลูกผสมกลับที่ได้จากการผสมกลับไปยังพันธุ์ปลูก กข 23 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพันธุ์ปลูกชัยนาท 1 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าพันธุ์ปลูก กข 23 ลูกผสมกลับชั่วที่ 2 (BC_2F_2) และ 3 (BC_3F_2) ยังสามารถรักษาลักษณะเมล็ดที่ไม่มีหางไว้ได้ ในขณะที่ลูกผสมกลับชั่วที่ 1(BC_1F_2) ยังมีการกระจายตัวทั้งลักษณะเมล็ดที่มีหางและไม่มีหางซึ่งแสดงว่าเมล็ดไม่มีหางมีความคงตัวทางพันธุกรรม ตั้งแต่ในลูกผสมกลับชั่วที่ 2 แล้ว อย่างไรก็ตามการหลุดร่วงของเมล็ดจากร่วงง่าย-ยากยังคงมีการกระจายตัวของลักษณะในลูกผสมกลับชั่วที่ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 7 ความแปรปรวนในลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางเกษตรของลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับ BC_1F_2, BC_2F_2 และ BC_3F_2 ที่ปลูกในแปลงนาทดลองในระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2551

ลูกชั่วที่ 2 /ลูกผสมกลับ / พันธุ์พ่อ-แม่	จำนวนต้น	ความกว้างใบ [1/] (ซม.)	ความยาวใบ[1/] (ซม.)	ความยาวใบธง(ซม.)	อายุวันออกดอก 50%	การติดเมล็ดดี(%)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนรวงต่อกอ	น้ำหนัก 100 เมล็ด	หางเมล็ด	การร่วงของเมล็ด
กข 23/*O. nivara* (F_2)	7	1.16	58.26	39.54	67	12.55	119.38	8	1.76	มีหาง	ง่าย
		(0.77-1.47)	(47.67-75.33)	(31.93-53.17)	(62-72)	(0.65-14.82)	(91.67-150.33)	(5-10)	(1.55-1.96)		
C.V.(%)		22.40	16.70	19.90	6.30	87.20	17.10	24.80	16.50		
ชัยนาท 1/*O. nivara* (F_2)	10	0.77	36.17	26.68	- [2/]	44.82	80.47	17	1.99	มีหาง	ง่าย
		(0.50-1.00)	(17.33-49.00)	(14.47-40.67)	- [2/]	(30.45-57.42)	(59.33-112.33)	(9-27)	(1.74-2.18)		
C.V.(%)		23.50	27.60	29.90	- [2/]	21.80	21.20	35.90	6.40		
กข 23/*O. nivara*/กข 23 (BC_1F_2)	22	1.25	46.91	31.81	65	22.23	108.21	6	2.06	มีหาง-ไม่มีหาง	ง่าย-ยาก
		(0.80-1.57)	(31.00-67.67)	(18.00-41.67)	(58-73)	(0.42-48.13)	(76.50-157.67)	(1-19)	(1.04-2.60)		
C.V.(%)		19.40	23.60	19.80	8.70	73.80	32.20	74.30	18.40		
ชัยนาท 1/*O. nivara*/ชัยนาท 1 (BC_1F_2)	21	1.11	53.55	36.11	67	11.39	108.52	6	2.21	มีหาง-ไม่มีหาง	ง่าย-ยาก
		(0.80-1.57)	(39.00-68.67)	(24.50-65.00)	(61-73)	(0.27-39.82)	(74.33-140.33)	(1-14)	(1.44-2.82)		
C.V.(%)		17.40	16.20	23.50	6.10	111.50	20.60	56.50	16.20		
กข 23/*O. nivara*//กข 23 (BC_2F_2)	17	1.23	57.03	35.75	60	17.86	118.29	9.00	2.30	มีหาง-ไม่มีหาง	ยาก
		(1.00-1.67)	(41.33-77.67)	(26.33-49.33)	(50-70)	(1.31-54.15)	(85.67-146.33)	(1-22)	(1.79-2.64)		
C.V.(%)		13.70	16.20	18.40	9.20	81.40	14.40	61.50	7.70		

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลูกชั่วที่ 2 /ลูกผสมกลับ / พันธุ์พ่อ-แม่	จำนวนต้น	ความกว้างใบ[1/] (ซม.)	ความยาวใบ[1/] (ซม.)	ความยาวใบธง(ซม.)	อายุวันออกดอก 50%	การติดเมล็ดดี(%)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนรวงต่อกอ	น้ำหนัก 100 เมล็ด	หางเมล็ด	การร่วงของเมล็ด
ชัยนาท 1/*O. nivara*//ชัยนาท 1 (BC_2F_2)	27	1.28	51.54	36.05	66	12.73	106.07	6	2.50	**ไม่มีหาง**	**ง่าย-ยาก**
		(0.93-1.73)	(41.50-68.33)	(25.67-60.00)	(53-75)	(0.92-51.18)	(78.00-123.00)	(2-12)	(1.79-3.41)		
C.V.(%)		15.50	12.60	21.70	8.20	94.30	10.20	45.00	15.70		
กข 23/*O. nivara*//กข 23 (BC_3F_2)	95	1.27	53.66	36.56	65	14.68	112.27	8	2.21	**ไม่มีหาง**	**ง่าย-ยาก**
		(0.33-1.93)	(13.33-84.33)	(9.67-59.00)	(52-93)	(0.12-52.62)	(28.00-165.33)	(1-38)	(1.54-2.78)		
C.V.(%)		18.70	20.10	28.50	12.50	99.80	21.50	81.50	14.30		
ชัยนาท 1/*O. nivara*//ชัยนาท 1 (BC_3F_2)	52	1.34	51.97	37.53	66	16.70	107.84	7	2.34	**ไม่มีหาง**	**ง่าย-ยาก**
		(1.00-1.87)	(39.67-69.00)	(19.67-51.17)	(39-91)	(0.19-97.00)	(75.83-126.00)	(1-20)	(1.60-3.55)		
C.V.(%)		14.90	12.80	16.00	10.80	109.10	10.40	51.10	14.40		
กข 23	5	1.70	32.00	31.40	66	32.77	128	14	2.67	**ไม่มีหาง**	**ยาก**
ชัยนาท 1	5	1.80	38.00	37.20	69	50.67	120	12	2.38	**ไม่มีหาง**	**ยาก**
O. nivara	5	1.10	33.00	30.00	85	85	91	19	-	**มีหาง**	**ง่าย**

[1/] ใบที่อยู่ใต้ใบธง

[2/] อายุวันออกดอก 50% คลาดเคลื่อนเนื่องจากลูกชั่วที่ 2 (F_2) ของคู่ผสมชัยนาท 1/*O.nivara* ได้ลูกย้ายปลูกถึงสองครั้งทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต

การทดสอบความต้านทานต่อสภาพแล้งของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 3 และสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3

การทดสอบความต้านทานต่อสภาพแล้งของต้นข้าวในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth stage) โดยให้คะแนนการม้วนใบ ใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้งด้วยสายตา สามารถแยกความแตกต่างในระดับความต้านทานต่อสภาพแล้งของต้นข้าว (O' Toole and Moya, 1978) และได้มีการนำมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งอย่างกว้างขวาง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทดสอบความต้านทานแล้งในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นของลูกชั่วที่ 3 (F_3) ลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3, BC_3F_3 ของคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และชัยนาท 1/ *O. nivara* พันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ไม่ต้านทานต่อสภาพแล้ง 3 พันธุ์ (กข 23, ชัยนาท 1 และ Taichung Native 1) และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ต้านทานต่อสภาพแล้ง 2 พันธุ์ (Salumpikit และ กข 19) โดยการงดให้น้ำจนกระทั่งต้นข้าวพันธุ์ Taichung Native 1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ไม่ต้านทานต่อสภาพแล้งแสดงอาการม้วนใบในระดับคะแนนสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งต้องใช้เวลาในการงดให้น้ำนาน 38 วัน จึงบันทึกระดับคะแนนการม้วนใบของลูกชั่วที่ 3 ลูกผสมกลับ และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ไม่ต้านทานและต้านทานต่อสภาพแล้ง (ภาพที่ 7) พบว่าต้นลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสมทั้งสองมีการกระจายตัวของคะแนนการม้วนใบตั้งแต่ 0 ถึง 9 (ตารางที่ 8) แต่ต้นที่มีคะแนนการม้วนใบในระดับสูง (ระดับ 7 ถึง 9) มีจำนวน (ความถี่) สูงกว่าต้นที่มีคะแนนการม้วนใบในระดับต่ำ (ระดับ 0 ถึง 5) จึงทำให้ลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสมทั้งสองมีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยค่อนข้างสูง (6.0 ถึง 7.4) ส่วนพันธุ์มาตรฐานที่ไม่ต้านทานต่อสภาพแล้งทั้ง 3 พันธุ์ก็มีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยค่อนข้างสูง (5.6 ถึง 7.1) เช่นเดียวกัน ในทางตรงกันข้ามพันธุ์มาตรฐานที่ต้านทานแล้งทั้ง 2 พันธุ์ มีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยต่ำ (2.2 ถึง 3.4)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างลูกผสมกลับชั่วต่าง ๆ พบว่า ลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_3) มีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยต่ำกว่าลูกผสมกลับชั่วที่ 2 (BC_2F_3) และชั่วที่ 3 (BC_3F_3) กล่าวคือ การผสมกลับไปยังข้าวปลูกที่ไม่ต้านทานแล้ง ในจำนวนครั้งที่มากขึ้นจะทำให้ลูกผสมกลับมีคะแนนการม้วนใบสูงขึ้นหรือมีความต้านทานแล้งลดลง

หลังจากบันทึกคะแนนการม้วนใบแล้วงดให้น้ำต่อไปจนกระทั่งต้นข้าวพันธุ์ Taichung Native1 แสดงอาการใบแห้งในระดับคะแนน 5 ในช่วงเวลากลางวันจึงบันทึกคะแนนใบแห้งของลูกชั่วที่ 3 ลูกผสมกลับ พันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ไม่ต้านทานและต้านทานต่อสภาพแล้ง (ภาพที่ 8) พบว่าลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสมทั้งสองมีการกระจายตัวของคะแนนใบแห้งตั้งแต่ 0 ถึง 9 แต่ต้นที่มีคะแนนใบแห้งในระดับปานกลาง (ระดับ 3-5) มีจำนวน

(ความถี่) สูงกว่าต้นที่มีคะแนนใบแห้งในระดับต่ำ (ระดับ 0-1) และสูง (ระดับ7-9) จึงทำให้ลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสมทั้งสองมีคะแนนใบแห้งเฉลี่ยปานกลาง (3.6-5.1) ส่วนพันธุ์มาตรฐานที่ไม่ต้านทานแล้งทั้ง 3 พันธุ์ มีคะแนนใบแห้งเฉลี่ยปานกลาง (4.1-5.5) เช่นเดียวกัน ในทางตรงกันข้ามพันธุ์มาตรฐานที่ต้านทานแล้งทั้ง 2 พันธุ์ มีคะแนนใบแห้งเฉลี่ยต่ำ (2.8-3.6)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างลูกผสมกลับชั่วต่าง ๆ พบว่า ลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_3) มีคะแนนใบแห้งเฉลี่ย 3.6 ซึ่งต่ำกว่าลูกผสมกลับชั่วที่ 2 (BC_2F_3) และชั่วที่ 3 (BC_3F_3) ในคู่ผสมชัยนาท 1/*O.nivara* ที่มีคะแนนใบแห้งเฉลี่ย 4.0 และ 3.8 ตามลำดับหรืออาจกล่าวได้ว่า การผสมกลับไปยังข้าวปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งในจำนวนครั้งที่มากขึ้น จะทำให้ลูกผสมกลับมีคะแนนใบแห้งสูงขึ้นหรือมีความต้านทานแล้งลดลง ในทางตรงกันข้ามในคู่ผสม กข 23/*O. nivara* การผสมกลับไปยังข้าวปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งในจำนวนครั้งที่มากขึ้น จะทำให้ลูกผสมกลับมีคะแนนใบแห้งเฉลี่ยลดลงจาก 5.1 ใน BC_1F_3 ลดลงเป็น 4.4 และ 4.4 ใน BC_2F_3 และ BC_3F_3หรือมีความต้านทานแล้งมากขึ้น

หลังจากบันทึกคะแนนใบแห้งแล้วจึงให้น้ำใหม่อีกเป็นเวลานาน 10 วัน แล้วบันทึกคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งของลูกชั่วที่ 3 ลูกผสมกลับ พันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ไม่ต้านทานและต้านทานต่อสภาพแล้ง (ภาพที่ 9) พบว่า ลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสมทั้งสองมีการกระจายตัวของคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งตั้งแต่ 1 ถึง 9 แต่ต้นที่มีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งในระดับต่ำ (ระดับ 1) มีจำนวน (ความถี่) สูงกว่าต้นที่มีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งในระดับปานกลางถึงสูง (ระดับ 3-9) จึงทำให้ลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสมทั้งสองมีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ (1.4-2.6) ส่วนพันธุ์มาตรฐานที่ไม่ต้านทานแล้งทั้ง 3 พันธุ์มีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ (2.0-2.8) เช่นเดียวกัน แต่พันธุ์มาตรฐานที่ต้านทานแล้งทั้ง 2 พันธุ์มีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยต่ำ (1.7-1.8)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างลูกผสมกลับชั่วต่างๆ พบว่า ลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_3) มีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยเป็น 1.4 ซึ่งต่ำกว่าลูกผสมกลับชั่วที่ 2 (BC_2F_3) และลูกผสมกลับชั่วที่ 3 (BC_3F_3) ในคู่ผสมชัยนาท 1/*O. nivara* ซึ่งมีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ย 1.7 และ 1.9 ตามลำดับ หรืออาจกล่าวได้ว่าการผสมกลับไปยังข้าวปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งในจำนวนครั้งที่มากขึ้นจะทำให้ลูกผสมกลับมีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งสูงขึ้นหรือมีความต้านทานแล้งลดลง ในทางตรงกันข้ามในคู่ผสม กข 23/*O. nivara* การผสมกลับไปยังข้าวปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งในจำนวนครั้งที่

มากขึ้น จะทำให้ลูกผสมกลับมีคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งลดลงจาก 2.6 ใน BC_1F_3 ลดลงเป็น 2.0 และ 2.0 ใน BC_2F_3 และBC_3F_3 หรือมีความต้านทานแล้งเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาโดยดูจากคะแนนการม้วนใบ ใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้ง พบว่า ลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 มีการกระจายตัวของคะแนนการม้วนใบ ใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้งตั้งแต่ระดับต่ำไปยังสูง (ระดับ 0 ถึง 9) แต่คะแนนการม้วนใบเฉลี่ยค่อนข้างสูง (6.0-7.4) คะแนนใบแห้งเฉลี่ยปานกลาง (3.6-5.1) และคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ (1.4-2.6) ส่วนพันธุ์มาตรฐานที่ไม่ต้านทานแล้งทั้ง 3 พันธุ์มีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยค่อนข้างสูง (5.6-7.1) คะแนนใบแห้งเฉลี่ยปานกลาง (4.1-5.5) และคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ (2.0-2.8) เช่นเดียวกัน ในขณะที่พันธุ์มาตรฐานที่ต้านทานแล้งทั้ง 2 พันธุ์มีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยต่ำ (2.8-3.4) คะแนนใบแห้งเฉลี่ยต่ำ (2.8-3.6) และคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยต่ำ (1.7-1.8) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 มีการกระจายตัวของต้นที่มีลักษณะไม่ต้านทานแล้งจนถึงต้นที่มีลักษณะต้านทานแล้ง แต่ต้นส่วนใหญ่ไม่ต้านทานแล้งเนื่องจากมีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยค่อนข้างสูง คะแนนใบแห้งเฉลี่ยปานกลาง และคะแนนการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกับพันธุ์มาตรฐานที่ไม่ต้านทานต่อแล้ง ในขณะที่พันธุ์มาตราฐานที่ต้านทานแล้งมีคะแนนการม้วนใบ ใบแห้งและการฟื้นตัวจากการแล้งเฉลี่ยต่ำ พันธุ์หรือสายพันธุ์ข้าวที่ต้านทานแล้งจะสามารถปรับแรงดันออสโมซิส (osmotic adjustment) ได้สูงกว่าพันธุ์หรือสายพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้านทานแล้ง (Hsiao *et al.,*1984) การปรับแรงดันออสโมซิสเกิดจากการสะสมสารบางชนิดเช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ กรดอะมิโน ฯลฯ ภายในเซลล์ทำให้แรงดันออสโมซิสในเซลล์ลดต่ำลง ส่งผลให้เซลล์สามารถดึงดูดน้ำจากดินได้มากขึ้น เมื่อภายในเซลล์มีปริมาณน้ำมากขึ้นเซลล์จะสามารถรักษาแรงเต่ง (turgor pressure) ไว้ได้ในสภาพขาดน้ำ (McCree *et al.,*1984, Fukai and Cooper, 1994) ส่งผลให้ต้นข้าวมีการม้วนใบและใบแห้งต่ำกว่าพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่ปรับแรงดันออสโมซิสได้ต่ำ (O'Toole and Moya, 1978) นอกจากนี้พันธุ์ข้าวที่มีการม้วนใบต่ำจะมีพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงและสามารถสะสมน้ำหนักแห้งได้มากทำให้ได้ผลผลิตที่สูง (Ludlow and Muchow, 1990) ยิ่งกว่านั้นการสะสมสารบางชนิดภายในเซลล์โดยการปรับแรงดันออสโมซิสระหว่างที่ข้าวขาดน้ำยังทำให้ต้นข้าวสามารถฟื้นตัวจากแล้ง และเจริญเติบโต (regrowth) ต่อไปได้เมื่อได้รับน้ำใหม่อีกครั้ง (McCree *et al.,*1984)

ต้นลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ที่มีความต้านทานแล้งนั้นได้รับการถ่ายทอดลักษณะจากข้าวป่า *O. nivara* ที่มีความต้านทานแล้งแบบเลี่ยงแล้ง (Eizenga and Rutger, 2003) อย่างไรก็ตามการผสมกลับไปยังพันธุ์ปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งในจำนวนครั้งที่มากขึ้นในคู่ผสมชัยนาท 1/*O. nivara* ทำให้ลูกผสมกลับที่ได้มีคะแนนการม้วนใบ ใบแห้ง และการ

ฟื้นตัวจากแล้งสูงขึ้นหรือมีความต้านทานแล้งลดลง ส่วนการผสมกลับไปยังพันธุ์ปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งในจำนวนครั้งที่มากขึ้นในคู่ผสม กข 23/*O. nivara* ทำให้ลูกผสมกลับที่ได้มีคะแนนการม้วนใบเฉลี่ยสูงขึ้น แต่คะแนนใบแห้งและการฟื้นตัวจากแล้งเฉลี่ยกลับลดลง จึงไม่อาจกล่าวได้ว่าการผสมกลับในจำนวนครั้งที่มากขึ้นจะทำให้ความต้านทานแล้งลดลงในคู่ผสม กข 23/*O. nivara* ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าการคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานแล้งสามารถกระทำได้ในลูกชั่วที่ 2 หรือ 3 หรือลูกผสมกลับชั่วที่ 1 โดยไม่จำเป็นต้องรอจนถึงลูกผสมกลับชั่วที่ 2 และ 3 เพียงแต่ในการคัดเลือกต้นที่ต้านทานแล้งควรคำนึงถึงลักษณะทางเกษตรที่ดีด้วย ในการศึกษาครั้งนี้สามารถคัดเลือกต้นข้าวที่มีความต้านทานแล้งสูงจำนวน 13, 5, 4 และ 12 ต้น จากลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ตามลำดับในคู่ผสมทั้งสอง โดยพิจารณาจากต้นที่มีคะแนนการม้วนใบ ใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้งในระดับต่ำ (ระดับ 0-1)

ตารางที่ 8 คะแนนของลักษณะการม้วนใบ, ใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้งของลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3, พันธุ์มาตรฐานที่ต้านทานและไม่ต้านทานต่อสภาพแล้ง

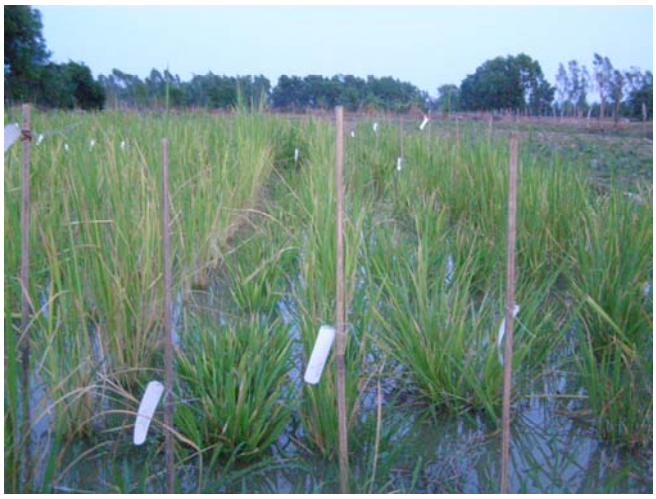
ลูกชั่วที่ 3 / ลูกผสมกลับ / พันธุ์เปรียบเทียบ	จำนวนต้นที่ทดสอบ	ลักษณะอาการ	ความถี่ในการกระจายตัวของคะแนน						เฉลี่ย
			0	1	3	5	7	9	
กข 23/*O. nivara*									
F_3	80	**การม้วนใบ**	1	2	6	9	11	51	7.5
	80	**ใบแห้ง**	-	3	31	20	13	13	5.1
	80	**การฟื้นตัว**	-	62	2	2	2	12	2.5
BC_1F_3	162	**การม้วนใบ**	12	16	22	12	28	72	6.0
	162	**ใบแห้ง**	-	7	45	55	41	14	5.1
	162	**การฟื้นตัว**	-	115	10	9	7	21	2.6
BC_2F_3	178	**การม้วนใบ**	3	9	11	18	23	114	7.4
	178	**ใบแห้ง**	-	3	87	62	11	15	4.4
	178	**การฟื้นตัว**	-	149	6	3	5	15	2.0
BC_3F_3	377	**การม้วนใบ**	11	39	46	28	64	189	6.5
	377	**ใบแห้ง**	2	16	165	131	33	30	4.4
	377	**การฟื้นตัว**	-	308	17	9	13	30	2.0
ชัยนาท 1/*O. nivara*									
F_3	168	**การม้วนใบ**	2	12	25	13	10	106	7.0
	167	**ใบแห้ง**	2	42	30	13	40	40	5.0
	167	**การฟื้นตัว**	-	119	11	12	8	17	2.5
BC_1F_3	157	**การม้วนใบ**	3	15	18	32	44	45	6.0
	157	**ใบแห้ง**	1	14	102	25	11	4	3.6
	157	**การฟื้นตัว**	-	143	5	2	2	5	1.4
BC_2F_3	188	**การม้วนใบ**	2	6	8	27	52	93	7.3
	188	**ใบแห้ง**	-	18	102	41	16	11	4.0
	188	**การฟื้นตัว**	-	161	10	5	5	7	1.7
BC_3F_3	366	**การม้วนใบ**	3	11	35	85	81	151	6.7
	364	**ใบแห้ง**	1	23	236	63	18	23	3.8
	364	**การฟื้นตัว**	-	297	27	7	13	20	1.9

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลูกชั่วที่ 3 / ลูกผสมกลับ / พันธุ์เปรียบเทียบ	จำนวนต้นที่ทดสอบ	ลักษณะอาการ	ความถี่ในการกระจายตัวของคะแนน						เฉลี่ย
			0	1	3	5	7	9	
กข23	242	การม้วนใบ	12	35	40	26	44	85	5.6
(พันธุ์อ่อนแอ)	242	ใบแห้ง	1	9	109	76	26	21	4.5
	242	การฟื้นตัว	-	196	9	4	8	25	2.2
ชัยนาท1	244	การม้วนใบ	5	22	30	38	48	101	6.3
(พันธุ์อ่อนแอ)	244	ใบแห้ง	-	24	126	49	15	30	4.1
	243	การฟื้นตัว	-	204	8	3	4	24	2.0
Taichung									
Native1	206	การม้วนใบ	1	18	22	14	25	126	7.1
(พันธุ์อ่อนแอ)	206	ใบแห้ง	-	2	56	72	45	31	5.5
	206	การฟื้นตัว	-	147	12	3	9	35	2.8
กข19	235	การม้วนใบ	81	74	25	18	11	26	2.2
(พันธุ์ต้านทาน)	230	ใบแห้ง	3	61	133	24	5	4	2.8
	230	การฟื้นตัว	-	206	1	2	7	14	1.7
Salumpikit	232	การม้วนใบ	52	69	31	15	21	44	3.4
(พันธุ์ต้านทาน)	230	ใบแห้ง	2	34	130	36	19	9	3.6
	230	การฟื้นตัว	-	205	1	2	5	17	1.8

ภาพที่ 7 ลูกชั่วที่ 3 (F_3) และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และ ชัยนาท1/*O. nivara* แสดงอาการม้วนใบหลังจากงดให้น้ำ 38 วัน

ภาพที่ 8 ลูกชั่วที่ 3 (F_3) และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และ ชัยนาท1/*O. nivara* แสดงอาการใบแห้งหลังจากงดให้น้ำ 48 วัน



ภาพที่ 9 ลูกชั่วที่ 3 (F_3) และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ของคู่ผสม กข 23/*O. nivara* และชัยนาท1/*O. nivara* แสดงการฟื้นตัวจากแล้งหลังจากให้น้ำใหม่ 10 วัน

สรุปและเสนอแนะ

ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อสภาพแล้งโดยการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อสภาพแล้งจากข้าวป่า (*O. nivara*) ไปยังข้าวปลูก (*O. sativa* L.) โดยการผสมกลับไปยังข้าวปลูก 3 ครั้งร่วมกับการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนที่ได้จากการผสมกลับ พบว่า ลูกผสมกลับชั่วต่าง ๆ มีความแปรปรวนในลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางเกษตรเนื่องจากการกระจายตัวของจีโนไทป์ แต่ลูกผสมกลับชั่วที่ 2 และ 3 สามารถนำลักษณะที่ดีของพันธุ์ปลูกกลับคืนมาได้ เช่น ลักษณะเมล็ดไม่มีหาง และจากการทดสอบความต้านทานต่อสภาพแล้งของลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยการให้คะแนนอาการม้วนใบ ใบแห้ง และการฟื้นตัวจากแล้ง พบว่า มีการกระจายตัวของต้นที่ไม่ต้านทานแล้งจนถึงต้นที่ต้านทานแล้ง แต่ต้นส่วนใหญ่ไม่ต้านทานแล้ง และการผสมกลับไปยังข้าวปลูกที่ไม่ต้านทานแล้งมีแนวโน้มทำให้ลูกผสมกลับมีความต้านทานแล้งลดลง ดังนั้นจึงอาจให้ข้อเสนอแนะว่า การคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานแล้งสามารถกระทำได้ในลูกชั่วที่ 2 หรือ 3 หรือลูกผสมกลับชั่วที่ 1 โดยไม่จำเป็นต้องรอจนถึงลูกผสมกลับชั่วที่ 2 และ 3 อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้สามารถคัดเลือกต้นข้าวที่มีความต้านทานแล้งสูงจำนวน 13, 5, 4 และ 12 ต้นจากลูกชั่วที่ 3 และลูกผสมกลับ BC_1F_3, BC_2F_3 และ BC_3F_3 ในคู่ผสมทั้งสองตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2529. **ปรับปรุงพันธุ์พืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุก, 2536. **การถ่ายทอดลักษณะความต้านทานเพลี้ยจั๊กจั่นสีเขียวจากข้าวป่า (*Oryza minuta*) ไปยังข้าวปลูก** (*Oryza sativa*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บวรพนธ์ ชลนิพัทธ์. 2544. **การใช้แหล่งพันธุกรรมจากข้าวป่า** (*Oryza officinalis* Wall ex Watt) **ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวปลูก** (*Oryza sativa* L.) **ให้ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนร่วมกับการชักนำด้วยสารโคลชิซีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพรรณญิกา เนตรทัศน์. 2537. **การปรับปรุงพันธุ์ข้าว กข 7 ให้ต้านทานต่อแมลงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนร่วมกับการชักนำด้วยโคลซิซีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Amante-Bordoes, A.D., L.A. Sitch, R. Nelson, R.D. Dalmacio, N.P. Oliva, H. Aswendinnoor and H. Leung. 1992. Transfer of bacterial blight and blast resistance from tetraploid wild rice *O. minuta* to cultivated rice *O. sativa*. **Theor. Appl. Genet.** 84 : 345 – 354.

Bouharmont, L. 1961. Embryo culture of rice on sterile medium. **Euphytica 10** : 283 – 293.

Brar, D.S. and G.S. Khush. 2006. Cytogenetic manipulation and germplasm enhancement of rice (*Oryza sativa* L.), pp. 115 – 158. *In* R.J. Singh and P.P. Jauhar, eds. **Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement.** CRC Press, Boca Raton.

Brar, D.S., R. Elloran and G.S. Khush. 1991. Interspecific hybrids produced through embryo rescue between cultivated and eight wild species of rice. **Rice Genet. Newsl.** 8 : 91 – 92.

Chang, T.T. and C.C. Li. 1991. Genetics and breeding, pp. 23 – 101. *In* L.S. Bor, ed. **Rice I: Production.** Van Norstrand Reinhold, New York.

Chu, Y.L., H. Morishima and H.I. Oka. 1969. Reproductive barriers distributed in cultivated rice species and their relatives. **Japan. J. Genet.** 44 : 207 – 233.

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

Fukai, S. and M. Cooper. 1994. Stress physiology in relation to breeding for drought resistance : A case study of rice, pp. 123 – 149. *In* **Proceedings of the International Conference on Stress physiology of Rice.** Lucknow.

Heuer, S., K. Miezan, M. Sie and S. Gaye. 2003. Increasing biodiversity of irrigated rice in Africa by interspecific crossing of *Oryza glaberrima* (Steud.) x *O. sativa indica* (L.). **Euphytica** 132 : 31 – 40.

Hsiao, T.C., J.C. O'Toole, E.B. Yambao and N.C. Turner. 1984. Influence of osmotic adjustment on leaf rolling and tissue death in rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Physiol**. 75 : 338 – 341.

Huang, Z., G. He, L. Shu, X. Li and Q. Zhang. 2001. Identification and mapping of two brown planthopper resistance genes in rice. **Theor. Appl. Genet.** 102 : 929 – 934.

IRRI. 2002. **Standard Evaluation System for Rice**. IRRI. Manila. (p. 56)

Jena, K.K. and G.S. Khush. 1984. Embryo rescue of interspecific hybrids and its scope in rice improvement. **Rice Genet. Newsl**. 1 : 133.

Jena, K.K. and G.S. Khush, 1986. Production of monosomic alien addition lines of *Oryza sativa* having a single chromosome of *O. officinalis*, pp. 199 – 207. *In* **Rice Genetics : Proceedings of the International Rice Genetics Symposium.** IRRI, Manila.

Ludlow, M.M. and R.C. Muchow. 1990. Improving crop yields in water-limited environments. **Adv. Agron.** 43 : 107 – 153.

McCree, K.J., C.E. Kallsen and S.G. Richardson. 1984. Carbon balance of sorghum plants during osmotic adjustment to water stress. **Plant Physiol.** 76 : 898 – 902.

Miah, M.A.A., M.S. Pathan, A.T. Barai, A.K. Saha and N.M. Niah. 1991. Application of embryo rescue technique in rice wide hybridization, pp. 50 – 57. *In* **Fifth Annual Meeting of the International Program on biotechnology**. Bangladesh.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio – assay with tobacco tissue cultures. **Physiol. Plant.** 15 : 473 – 497.

O' Toole, J.C. and T.B. Moya. 1978. Genotypic variation in maintenance of leaf water potential in rice. **Crop Sci.** 18 : 873 – 876.

Praphas, W. and C. Boohony. 1990. Wild rice. *Oryza rufipogon,* a source of resistance to root – knot nematodes in rice. **Thai Agr. Res. J.** 8 : 90 – 94.

Ram, F., D. Mahapatra, J. Ramos, R. McNally and D.S. Brar. 2003. Production of advanced backcross progenies and monosomic alien addition lines from *O. sativa* x *O. ridleyi*. **Rice Genet. Newsl**. 20 : 112-113.

Sitch, L.A., R.D. Dalmacio and G.S. Khush. 1989. Crossability of wild *Oryza* species and their potential use for improvement of cultivated rice . **Rice Genet. Newsl**. 6:58 – 59.

Sitch, L.A., R.D. Dalmacio, R. Elloran, G.O. Romero, A.D. Amante, H. Leung, R. Nelson and G.S. Khush. 1990. Wide hybridization for rice improvement, pp. 1. *In* **Abstracts of 4th Annual Meeting of the Rockefeller Foundation's International Program on Rice Biotechnology.** IRRI, Manila.

Tao, D. and P. Sripichitt. 2000. Preliminary report on transfer trais of vegetative propagation from wild rice species to *Oryza sativa* via distant hybridization and embryo rescue. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 34: 1-11.